



## **INFORME FINAL**

### **FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA**

**Proyecto  
FIP N° 2003-06**

**Evaluación del stock  
desovante de anchoveta  
y sardina común entre  
la V y X Regiones,  
Año 2003**

**OCTUBRE  
2004**



---

## INFORME FINAL

---

FIP N° 2003-06

Evaluación del stock  
desovante de anchoveta  
y sardina común entre la  
V y X Regiones,  
año 2003



#### REQUIRENTE

---

**SUBSECRETARÍA DE PESCA, SUBPESCA**  
Subsecretario de Pesca  
**Felipe Sandoval Precht**

#### EJECUTOR

---

**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP**  
Jefe División Investigación Pesquera  
**Mauricio Braun Alegria**  
Director Ejecutivo:  
**Guillermo Moreno Paredes**



## JEFE DE PROYECTO

---

CLAUDIO BERNAL L.

## AUTORES

---

CLAUDIO BERNAL L.  
MARIELLA CANALES A.  
VÍCTOR CATASTI B.  
AQUILES SEPÚLVEDA O.  
PATRICIA RUIZ O.  
RUBÉN ALARCÓN M.  
SERGIO NÚÑEZ E.  
CIRO OYARZÚN G.  
SANTIAGO GACITÚA M.  
GABRIEL CLARAMUNT Q.  
GUSTAVO HERRERA U.

## PERSONAL PARTICIPANTE

---

### INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Claudio Bernal L.  
Mariella Canales A.  
V́ctor Catasti B.  
Eduardo D́az R.  
Carlos Montenegro S.  
Leonardo Caballero G.  
Guillermo Galindo P.

### INSTITUTO DE INVESTIGACI3N PESQUERA VIII REGION

Aquiles Sepúlveda O.  
Patricia Ruíz O.  
Sergio Ńñez E.  
Rubén Alarc3n M.  
Claudio Gatica M.  
Flor V́jar D.  
Jorge Páramo G.  
Claudio Pino I.  
Hernán Rebolledo F.  
Carlos Gonźlez A.  
Jos3 Ortiz R.  
Patricio Torres R.  
Carolina Alarc3n M.  
Francisco Contreras M.  
Francisco G3mez R.  
Maximiliano Reyes Q.  
Luis Bustos E.

### UNIVERSIDAD DE CONCEPCI3N

Ciro Oyarzún G.  
Santiago Gacitúa B.  
Elson Leal F.  
Gustavo Aedo U.  
Ricardo Chong F.  
Leonardo Castro C.  
Alejandra Llanos R.  
María Krautz B.

### UNIVERSIDAD ARTURO PRAT

Gabriel Claramunt Q.  
Gustavo Herrera U.  
Pedro Pizarro F.



## 1. RESUMEN EJECUTIVO

---

Se evalúan los stocks desovantes de anchoveta y sardina común mediante la aplicación del método de la producción diaria de huevos, durante la época de máxima actividad reproductiva del año 2003. Se diseñó un crucero de recolección de huevos y se efectuaron capturas de adultos de ambas especies entre la V (33°10'S) y X (41°20'S) Regiones.

En la región costera entre la VIII y X Regiones, la condición reproductiva fue monitoreada a través de indicadores macroscópicos (IGS y estados de madurez sexual), indicando que ambas especies habrían iniciado su actividad reproductiva a partir de julio de 2003, con un máximo de actividad observado en septiembre para ambas especies. Desde la flota artesanal con puerto base en Calbuco, se obtuvieron hembras de sardina común (12,5-17,0 cm LT) y de anchoveta (13,0-20,0 cm LT), extraídas desde aguas interiores de la X Región entre octubre y diciembre de 2003. En sardina común, el mayor valor de IGS se obtuvo en octubre (IGS=5,4) y en la anchoveta se obtuvo en noviembre (IGS=8,8). En estos meses es cuando se marcó una mayor actividad reproductiva y evidencia de desove (>50% EMS VI a VIII) en ambos recursos.

El crucero de huevos se desarrolló a través de un muestreo sistemático sobre una grilla de 429 estaciones dispuestas en transectas perpendiculares a la costa y separadas cada 5 millas náuticas en los sectores de mayor abundancia de huevos. En cada estación se recolectaron huevos mediante el uso de redes CalVET de 0,05 m<sup>2</sup> de área de boca, equipadas con mallas de 150 µm de abertura de poro y flujómetros General Oceanics calibrados. La evaluación del desove fue llevada a cabo en tres estratos geográficos:



- a) sector Norte: sur de Valparaíso – norte de Constitución ( $33^{\circ}10'S - 34^{\circ}50'S$ );
- b) sector Centro: entre el norte de Constitución y golfo de Arauco ( $35^{\circ}00'S - 37^{\circ}05'S$ ); y,
- c) sector Sur: entre el sur de Lebu – Bahía San Pedro ( $38^{\circ}00'S - 41^{\circ}20'S$ ).

El sector Norte fue evaluado entre el 11 y 15 de octubre (L/M María Elena II) y entre el 17 y 19 de octubre (L/M Don Pedro M); el sector Centro fue evaluado entre el 23 y 30 de agosto (L/M Rainer Alejandro y L/M Quenos) y entre el 17 y 24 de octubre (L/M Don Pedro M); el sector Sur fue evaluado entre el 23 de septiembre y 4 de octubre (L/M Ramiro M y L/M Andrea C).

Se observó ausencia de huevos de ambas especies entre el sur de Valparaíso y norte de Constitución, excepto por algunas estaciones positivas ligeramente al norte de Constitución. Se verificó la presencia de huevos de sardina común en 78 estaciones de muestreo (18,2% positivas); en el recurso anchoveta, se detectó huevos en 198 estaciones (46,2% positivas). En el sector centro, hubo una mayor abundancia de huevos de anchoveta ( $73,2$  huevos/ $0,05$  m<sup>2</sup>) mientras que la sardina común tuvo una expresión de desove más localizada y de menor abundancia ( $3,5$  huevos/ $0,05$  m<sup>2</sup>). En el sector sur la expresión del desove estuvo restringida al sector más costero asociado a la isóbata de 50 m, entre los  $38^{\circ}10'S$  y  $40^{\circ}S$ , siendo la abundancia de anchoveta de  $55,3$  huevos/ $0,05$  m<sup>2</sup>, mayor que la sardina común ( $7,3$  huevos/ $10$ m<sup>2</sup>). Se considera que el crucero abarcó el área global de desove de ambas especies tanto longitudinal como latitudinalmente y las áreas de desove de ambas especies no variaron respecto a las de 2002 (FIP2002-14).

El crucero de adultos se desarrolló entre el 20 de agosto y 12 de septiembre de 2003 mediante la modalidad de Pesca de Investigación, utilizando 11 lanchas artesanales distribuidas por sector: centro (6) y sur (5). Se lograron 146 lances de



pesca, con una mayor incidencia de lances de anchoveta que de sardina común. La cobertura geográfica del muestreo de adultos fue amplia, entre el sur de Constitución y punta Galera. A bordo se midieron 12.939 ejemplares de anchoveta, de las cuales 6.091 fueron machos y 6.848 hembras. La distribución de tallas fue unimodal, con una mayor participación de ejemplares con moda en 10 cm en el sector centro y de 14,5 cm en el sector sur. En el caso de la sardina común se midieron 3.879 ejemplares (1.791 machos y 2.088 hembras) y se observó una estructura de tallas similar entre ambos sectores, caracterizada por una moda principal centrada en los 10 cm en el centro y otra en los 11,5 cm en el sur.

En la anchoveta, la producción diaria de huevos total fue de 19,9 huevos / 0,05 m<sup>2</sup>/día, registrándose la mayor producción en la zona centro con 27,9 huevos / 0,05 m<sup>2</sup>/día. Con respecto al año 2002 donde la mayor producción se obtuvo en la zona sur, se observa que la producción total presentó un aumento significativo (148 %). En el caso de la sardina común, la producción diaria de huevos total fue de 2,09 huevos / 0,05 m<sup>2</sup>/día, observándose una mayor producción en la zona sur, sin embargo, esta cifra es casi 20 veces inferior a la producción estimada en el 2002.

Las tasas instantáneas de mortalidad de huevos fueron estimadas en 0,22 día<sup>-1</sup> para anchoveta (CV = 74,5 %) y en 0,12 día<sup>-1</sup> para sardina común (CV = 141,2 %). La tasa de mortalidad instantánea total fue de 19,7% para huevos de anchoveta y de 11,4% para los de sardina común, comparadas estas mortalidades con las del año 2002, no se observa diferencias significativas en la anchoveta pero en la sardina común la tasa de mortalidad es inferior en un 76%.

En la región costera entre la V y X Regiones, los principales parámetros reproductivos utilizados en el MPDH se obtuvieron a partir de 2.620 hembras de



anchoveta obtenidas desde 78 lances de pesca y en la sardina común, se analizaron 1.238 hembras en 34 lances de pesca, de las cuales 849 fueron consideradas en los análisis posteriores.

La fracción diaria de hembras desovantes en la anchoveta (FPO día 1 y 2) fue de 12,1% (CV= 7,5%). Por lo que las hembras de anchoveta desovaron en promedio cada 8,2 días. En la sardina común, la fracción diaria de hembras desovantes fue de 7,5% (CV= 21,4%). Esto implica que las hembras de sardina común estuvieron desovando en promedio cada 13,3 días.

En aguas interiores de la X Región, la fracción diaria de hembras desovantes en sardina común (FPO día 1 y 2), fue estimada en 18,38% (CV=12,3%). Por lo cual, cada hembra desovó, en promedio, cada 5,6 días. En anchoveta, se obtuvo una fracción de desove de 8,82% (CV=8,2%). Esto implica que cada hembra madura desovó, en promedio, cada 11 días.

La fecundidad parcial se relacionó linealmente en función del peso corporal a partir de 100 hembras de anchoveta y 40 hembras de sardina común. La fecundidad media poblacional estimada para todos los lances de pesca fue de 6.437 ovocitos en la anchoveta (CV=4,2%) y 8.341 ovocitos en la sardina común (CV=6,9%).

En la anchoveta, la proporción sexual en peso fue de 52,0% (CV=1,92%) y la proporción sexual observada en la sardina común presentó un promedio ponderado de 52,0% (CV=3,2%). Para la hembras maduras de anchoveta, el peso promedio fue de 16,92 g (CV=3,10%). En el caso de la sardina común, el peso promedio fue de 15,59 g (CV=5,69%).

La biomasa del stock desovante, estimada para ambas especies bajo el criterio estructural entre la V y X Regiones, fue de 148.272 t (CV=24,21%) para la anchoveta y



de 6.268 t (CV=35,11%) para la sardina común. El área de desove de anchoveta fue de 8.869,1 km<sup>2</sup>, representando 50,3 % del área de estudio y el área de desove de sardina común fue de 4.400,4 km<sup>2</sup> con el 24,9 % del área total del estudio.



## 2. ÍNDICE GENERAL

	Página
1. RESUMEN EJECUTIVO -----	1
2. ÍNDICE GENERAL -----	5
3. ÍNDICE TABLAS Y FIGURAS -----	7
4. OBJETIVOS -----	16
5. RESULTADOS ESPERADOS -----	17
6. ANTECEDENTES -----	18
7. METODOLOGÍA -----	20
7.1 Pesca de Investigación -----	20
7.2 Área de estudio y época del estudio -----	21
7.3 Vigilancia reproductiva -----	22
7.3.1 Indicadores macroscópicos -----	22
7.4 Diseño de muestreo ictioplanctónico -----	24
7.4.1 Muestreo de huevos -----	24
7.4.2 Muestreo oceanográfico -----	27
7.4.3 Recepción y análisis de imágenes satelitales -----	28
7.5 Diseño de muestreo de adultos -----	29
7.5.1 Tamaño de muestra -----	30
7.6 Condición reproductiva de hembras de sardina común y anchoveta de aguas interiores -----	32
7.6.1 Condición reproductiva -----	32
7.7 Metodología por objetivo específico -----	34
7.7.1 Estimación de la producción diaria de huevos, varianza y tasa de mortalidad instantánea de huevos -----	34
7.7.2 Estimación de la proporción de estadios de madurez sexual y la fracción diaria de hembras desovantes -----	41
7.7.3 Estimación de la fecundidad parcial en función del peso corporal y fecundidad media poblacional -----	46
7.7.4 Estimación de la proporción sexual y peso promedio de hembras maduras -----	48
7.7.5 Estimación de la biomasa del stock desovante -----	50
7.7.6 Análisis de la distribución espacial de huevos asociada a variables oceanográficas -----	52



<b>8.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>64</b>
8.1	Desarrollo del muestreo planctónico y de adultos	64
8.1.1	Indicadores reproductivos	64
8.1.2	Monitoreo reproductivo	65
8.2	Condiciones meteorológicas generales	67
8.2.1	Monitoreo reproductivo aguas interiores	72
8.3	Distribución y abundancia de huevos de anchoveta y sardina común	77
8.3.1	Distribución espacial	83
8.4	Condiciones oceanográficas	85
8.4.1	Características superficiales	85
8.5	Crucero de adultos	104
8.5.1	Distribución espacial de los lances de pesca	105
8.5.2	Distribución de tamaños	106
8.6	Resultados por objetivo específico	108
8.6.1	Estimación de la producción diaria de huevos, varianza y tasa de mortalidad instantánea de huevos	108
8.6.2	Estimación de la proporción de estadios de madurez sexual y la fracción diaria de hembras desovantes	112
8.6.3	Estimación de la fecundidad parcial en función del peso corporal y fecundidad media poblacional	117
8.7	Proporción sexual en peso	119
8.8	Peso promedio de hembras maduras	120
8.9	Estimación de la biomasa del stock desovante	120
8.10	Relaciones hábitat-recurso	122
<b>9</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	<b>151</b>
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>158</b>
<b>11</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>162</b>
<b>ANEXO A.</b>	<b>BITÁCORA DE PESCA CRUCERO DE ADULTOS</b>	
<b>ANEXO B.</b>	<b>BITÁCORA PROPORCIÓN SEXUAL</b>	
<b>ANEXO C.</b>	<b>FACTORES DE CORRECCIÓN DEBIDO AL FIJADOR.</b>	
<b>ANEXO D.</b>	<b>ASIGNACIÓN DE PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDADES</b>	
<b>ANEXO E.</b>	<b>INFORME FINAL EN PDF Y RESUMEN EJECUTIVO EN WORD</b>	



### 3. LISTADO DE TABLAS Y FIGURAS

---

#### **TABLAS**

- Tabla 1.** reas de operaci3n y embarcaciones participantes en la recolecci3n de huevos.
- Tabla 2.** Escala empírica de madurez sexual para hembras de especies desovantes parciales (adaptada de Holden y Raitt, 1975).
- Tabla 3.** Resumen de áreas de operaci3n y naves participantes en el muestreo de adultos.
- Tabla 4.** Caracterizaci3n de los estadios ováricos de peces pelágicos, modificada para hembras de sardina común y anchoveta.
- Tabla 5.** Clasificaci3n de los estadios de desarrollo embrionario.
- Tabla 6.** Resumen de parámetros utilizados para la asignaci3n de edad a los estados embrionarios en huevos de sardina común y anchoveta
- Tabla 7.** Criterios de determinaci3n de edad en folículos postovulatorios.
- Tabla 8.** Límites latitudinales (Lat, S) de las regiones de análisis para la caracterizaci3n de la zona total de estudio según las variables oceanográficas temperatura y salinidad.
- Tabla 9.** Distribuci3n del estado de madurez sexual de sardina común durante el monitoreo reproductivo.
- Tabla 10.** Estados de madurez microsc3picos de sardina común obtenidos del monitoreo (n = 68).
- Tabla 11.** Número de ejemplares de sardina común con folículos postovulatorios (FPO) en cada una de las muestras analizadas del monitoreo (n = 68).
- Tabla 12.** Resumen de la intensidad del viento ( $m s^{-1}$ ) registrada durante el crucero de prospecci3n para cada una de las zonas evaluadas en el estudio.



- Tabla 13.** Número de estaciones positivas para huevos de sardina común y anchoveta, considerando los diferentes sectores al interior del área de estudio. Entre paréntesis se entrega el porcentaje de estaciones positivas con relación al total de estaciones realizadas en cada sector de estudio.
- Tabla 14.** Estadística básica de la densidad promedio de huevos de sardina común y anchoveta (huevos/0,05 m<sup>2</sup>) por sector de estudio, considerando el total de estaciones de muestreo y las estaciones positivas para cada recurso.
- Tabla 15.** Estimación de la producción diaria de huevos y tasa de mortalidad diaria de huevos de anchoveta y sardina común.
- Tabla 16.** Proporción de estadios de madurez sexual microscópicos de anchoveta durante el crucero de evaluación.
- Tabla 17.** Resumen de los datos de los lances. Promedios del muestreo aleatorio de hembras maduras de anchoveta.
- Tabla 18.** Resumen de los datos de los lances. Promedios del muestreo aleatorio de hembras maduras de sardina común.
- Tabla 19.** Parámetros del modelo lineal utilizado para estimar la fecundidad parcial en función del peso corporal.
- Tabla 20.** Parámetros reproductivos, producción diaria de huevos y biomasa del stock desovante de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur de Chile.
- Tabla 21.** Covarianza (COVAR) y correlación (COR) entre los parámetros reproductivos de las hembras de anchoveta y sardina común común (F:Fecundidad; W: Peso medio hembras maduras; R: Proporción sexual; S: Fracción de hembras desovantes).



- Tabla 22.** Resultados de la prueba de aleatoriedad univariada de la asociación entre la densidad de huevos de anchoveta y sardina común y las variables ambientales. Para las asociaciones significativas ( $p < 0,05$ ) se indica el rango de preferencia ambiental (máxima diferencia absoluta entre  $g(t)$  y  $f(t)$ ).
- Tabla 23.** Parámetros de los variogramas teóricos ajustados a los registros de temperatura superficial ( $^{\circ}\text{C}$ ) para cada una de las regiones de análisis. Bondad de ajuste: SCR = suma de cuadrados residuales.
- Tabla 24.** Parámetros de los variogramas teóricos ajustados a los registros de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) a 10 metros de profundidad para cada una de las regiones de análisis. Bondad de ajuste: SCR = suma de cuadrados residuales.
- Tabla 25.** Parámetros de los variogramas teóricos ajustados a los registros de salinidad superficial (psu) para cada una de las regiones de análisis. Bondad de ajuste: SCR = suma de cuadrados residuales.
- Tabla 26.** Parámetros de los variogramas teóricos ajustados a los registros de salinidad a 10 metros de profundidad para cada una de las regiones de análisis. Bondad de ajuste: SCR = suma de cuadrados residuales.
- Tabla 27.** Area ( $\text{mn}^2$ ) de los focos de distribución de huevos de anchoveta (*Engraulis ringens*) en las regiones centro y sur de la zona total de estudio.
- Tabla 28.** Area ( $\text{mn}^2$ ) de los focos de distribución de huevos de sardina común (*Strangomera bentincki*) en las regiones centro y sur de la zona total de estudio.
- Tabla 29.** Parámetros de los variogramas teóricos ajustados a los registros de densidad ( $\text{núm}/0,05 \text{ m}^2$ ) de anchoveta y sardina común en las regiones centro y sur de la zona de estudio. Bondad de ajuste: SCR = suma de cuadrados residuales.

## **FIGURAS**

- Figura 1.** Disposición geográfica de las estaciones de muestreo y batimetría (ecosonda) de la región de estudio.
- Figura 2.** Diagrama que muestra la forma en que son agrupadas las celdas de distribución de huevos (A) las que son suavizadas y blanqueadas (B) para definir los focos de distribución de huevos. Ejemplo para *Engraulis ringens*.
- Figura 3.** Índice gonadosomático de anchoveta y sardina común.
- Figura 4.** Presión atmosférica superficial y ráfagas máximas de viento entre el 1 de agosto y el 31 de octubre de 2003 (Estación meteorológica de INPESCA, Talcahuano).
- Figura 5.** Rosa de vientos para el área y período de estudio.
- Figura 6.** Evolución latitudinal y temporal de la intensidad de vientos diarios provenientes del satélite Quikscat, resolución 0,25 \* 0,25 grados. Período de tiempo 25 de agosto a 31 de octubre de 2003.
- Figura 7.** Evolución mensual del índice gonadosomático de hembras de sardina común y anchoveta de aguas interiores, durante octubre a diciembre de 2003.
- Figura 8.** Incidencia porcentual de estadios microscópicos de madurez sexual de hembras de sardina común (I: Virginal; II: Inmaduro; III: Parcialmente vitelado; IV: Vitelado; V: Próximo a la hidratación; VI: Hidratado; VII: En Desove; VIII: Postdesovante de Tanda y IX: Desovado).
- Figura 9.** Incidencia porcentual de estadios microscópicos de madurez sexual de hembras de anchoveta (I: Virginal; II: Inmaduro; III: Parcialmente vitelado; IV: Vitelado; V: Próximo a la hidratación; VI: Hidratado; VII: En Desove; VIII: Postdesovante de Tanda y IX: Desovado).
- Figura 10.** Incidencia porcentual de ovarios inactivos y con actividad de maduración y de desove de ejemplares de sardina común.



- Figura 11.** Incidencia porcentual de ovarios inactivos y con actividad de maduración y de desove de ejemplares de anchoveta.
- Figura 12.** Disposición geográfica de estaciones positivas y distribución espacial de huevos (huevos/0,05 m<sup>2</sup>) de anchoveta y sardina común en el sector norte del área prospectada.
- Figura 13.** Disposición geográfica de estaciones positivas y distribución espacial de huevos (huevos/0,05 m<sup>2</sup>) de anchoveta y sardina común en el sector centro del área prospectada.
- Figura 14a** Disposición geográfica de estaciones positivas y distribución espacial de huevos de anchoveta (huevos/0,05 m<sup>2</sup>) en el sector sur del área prospectada.
- Figura 14b** Disposición geográfica de estaciones positivas y distribución espacial de huevos de sardina común (huevos/0,05 m<sup>2</sup>) en el sector sur del área prospectada.
- Figura 15.** Distribución de la temperatura superficial del mar.
- Figura 16.** Imágenes satelitales de alta resolución (1,1 x 1,1 km) de la temperatura superficial del mar para el área y período de prospección.
- Figura 17.** Ubicación de las transectas de muestreo hidrográficas realizadas por zona en el área de estudio.
- Figura 18.** Distribución vertical de temperatura (°C), salinidad (psu) y densidad ( $\sigma_t$ ) del agua de mar, para dos transectas perpendiculares a la costa situadas en la región norte del área de estudio.
- Figura 19.** Distribución vertical de temperatura (°C), salinidad (psu) y densidad ( $\sigma_t$ ) del agua de mar, para tres transectas perpendiculares a la costa situadas en la región central del área de estudio.
- Figura 20.** Distribución vertical de temperatura (°C), salinidad (psu) y densidad ( $\sigma_t$ ) del agua de mar, para tres transectas perpendiculares a la costa situadas en la región sur del área de estudio.

- Figura 21.** Relación entre la temperatura y salinidad (Diagramas T-S) considerando las estaciones oceanográficas realizadas en las regiones norte, central y sur del área de estudio.
- Figura 22.** Distribución espacial de los lances de pesca totales y lances de pesca efectivos de anchoveta, 20 de agosto – 12 de septiembre de 2003.
- Figura 23.** Distribución espacial de los lances de pesca totales y lances de pesca efectivos de sardina común, 20 de agosto – 12 de septiembre de 2003.
- Figura 24.** Composición de longitudes de la anchoveta (izquierda) y sardina común (derecha) en el crucero de adultos (20 de agosto – 12 de septiembre, 2003).
- Figura 25.** Número de huevos por estadio de desarrollo de anchoveta y sardina común, centro-sur de Chile.
- Figura 26.** Número de huevos de anchoveta y sardina común por grupos de edad provisionales de medio día, zona centro-sur de Chile.
- Figura 27.** Abundancia de huevos de anchoveta y sardina común en función de la edad.
- Figura 28.** Regresión lineal entre la fecundidad parcial y el peso corporal de hembras hidratadas de anchoveta.
- Figura 29.** Distribución de frecuencias acumuladas observada para la variable ambiental ( $f_t$ , línea gruesa) y la variable ambiental ponderada por la densidad de huevos ( $g_t$ , línea delgada). La línea punteada representa la diferencia absoluta entre ambas distribuciones.
- Figura 30.** Diagramas de contorno (isolíneas) de temperatura superficial ( $^{\circ}\text{C}$ ) en las tres regiones de análisis, norte, centro y sur.
- Figura 31.** Diagramas de contorno (isolíneas) de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) a la profundidad de 10 m en las tres regiones de análisis, norte, centro y sur.
- Figura 32.** Diagramas de contorno (isolíneas) de salinidad superficial (psu) en las tres regiones de análisis, norte, centro y sur.

- Figura 33.** Diagramas de contorno (isolíneas) de la salinidad (psu) a la profundidad de 10 m en las tres regiones de análisis, norte, centro y sur.
- Figura 34.** Disposición espacial de los focos de distribución de huevos de anchoveta (*Engraulis ringens*) en la zona de estudio.
- Figura 35.** Disposición espacial de los focos de distribución de huevos de sardina común (*Strangomera bentincki*) en la zona de estudio.
- Figura 36.** Variograma teórico (modelo esférico, línea roja) ajustado al variograma experimental (puntos) de la densidad de huevos de anchoveta (*Engraulis ringens*, núm/0,05 m<sup>2</sup>) en la región centro de la zona de estudio.
- Figura 37.** Variograma teórico (modelo esférico, línea roja) ajustado al variograma experimental (puntos) de la densidad de huevos de anchoveta (*Engraulis ringens*, núm/0,05 m<sup>2</sup>) en la región sur de la zona de estudio.
- Figura 38.** Diagramas de contorno (isolíneas) de densidad de huevos de anchoveta (núm/ 0,05 m<sup>2</sup>) en la región centro.
- Figura 39.** Diagramas de contorno (isolíneas) de densidad de huevos de anchoveta (núm/ 0,05 m<sup>2</sup>) en la región sur.
- Figura 40.** Variograma teórico (modelo esférico, línea roja) ajustado al variograma experimental (puntos) de la densidad de huevos de sardina común (*Strangomera bentincki*, núm/0,05 m<sup>2</sup>) en la región centro de la zona de estudio.
- Figura 41.** Variograma teórico (modelo esférico, línea roja) ajustado al variograma experimental (puntos) de la densidad de huevos de sardina común (*Strangomera bentincki*, núm/0,05 m<sup>2</sup>) en la región sur de la zona de estudio.
- Figura 42.** Diagramas de contorno (isolíneas) de densidad de huevos de sardina común (núm/ 0,05 m<sup>2</sup>) en la región centro.
- Figura 43.** Diagramas de contorno (isolíneas) de densidad de huevos de sardina común (núm/ 0,05 m<sup>2</sup>) en la región sur.

- Figura 44.** Disposición espacial de los focos de distribución de huevos de anchoveta (núm/0,05 m<sup>2</sup>, isolíneas de densidad) respecto de la distribución espacial de la temperatura superficial (°C).
- Figura 45.** Disposición espacial de los focos de distribución de huevos de anchoveta (núm/0,05 m<sup>2</sup>, isolíneas de densidad) respecto de la distribución espacial de la temperatura a 10 metros de profundidad (°C).
- Figura 46.** Disposición espacial de los focos de distribución de huevos de anchoveta (núm/0,05 m<sup>2</sup>, isolíneas de densidad) respecto de la distribución espacial de la salinidad (psu) superficial.
- Figura 47.** Disposición espacial de los focos de distribución de huevos de anchoveta (núm/0,05 m<sup>2</sup>, isolíneas de densidad) respecto de la distribución espacial de la salinidad (psu) a 10 metros de profundidad (°C).
- Figura 48.** Disposición espacial de los focos de distribución de huevos de sardina común (núm/0,05 m<sup>2</sup>, isolíneas de densidad) respecto de la distribución espacial de la temperatura superficial (°C).
- Figura 49.** Disposición espacial de los focos de distribución de huevos de sardina común (núm/0,05 m<sup>2</sup>, isolíneas de densidad) respecto de la distribución espacial de la temperatura a 10 metros de profundidad (°C).
- Figura 50.** Disposición espacial de los focos de distribución de huevos de sardina común (núm/0,05 m<sup>2</sup>, isolíneas de densidad) respecto de la distribución espacial de la salinidad (psu) superficial.
- Figura 51.** Disposición espacial de los focos de distribución de huevos de sardina común (núm/0,05 m<sup>2</sup>, isolíneas de densidad) respecto de la distribución espacial de la salinidad (psu) a 10 metros de profundidad (°C).



## **4. OBJETIVOS**

---

### **4.1 Objetivo general**

Evaluar el stock desovante de los recursos anchoveta y sardina común correspondiente al litoral de la V a la X Regiones.

### **4.2 Objetivos específicos**

**4.2.1** Estimar la producción diaria de huevos en el mar, su varianza asociada y la tasa diaria de mortalidad instantánea de los huevos para los recursos anchoveta y sardina común.

**4.2.2** Estimar la proporción de estadios de madurez sexual microscópicos y la fracción diaria de hembras desovantes de anchoveta y sardina común con su varianza asociada.

**4.2.3** Estimar la fecundidad parcial en función del peso corporal, el modelo de regresión correspondiente a esta relación, y la fecundidad media poblacional de los recursos anchoveta y sardina común, con sus respectivas varianzas.

**4.2.4** Estimar la proporción sexual en peso y el peso promedio de hembras maduras de los recursos anchoveta y sardina común, con sus respectivas varianzas.

**4.2.5** Estimar la biomasa del stock desovante de anchoveta y sardina común y su varianza asociada, incluyendo la covarianza de los parámetros de adultos.

**4.2.6** Realizar un análisis de la distribución espacial de huevos asociada a variables oceanográficas.



## 5. RESULTADOS ESPERADOS

---

- Distribuci3n cartogr3fica de las estaciones de muestreo de ictioplancton y fracci3n adulta.
- Determinaci3n y caracterizaci3n geogr3fica del 3rea total de desove y delimitaci3n de las subzonas determinadas para el estudio.
- Estimaci3n de la producci3n diaria de huevos por unidad de muestreo en el mar y su varianza asociada.
- Distribuci3n espacial y abundancia relativa de huevos en el 3rea prospectada.
- Estimaci3n de la tasa diaria de mortalidad instant3nea de huevos para la zona de estudio.
- Proporci3n de los estadios de madurez sexual microsc3picos y fracci3n diaria de hembras desovantes, con su varianza, seg3n los fol3culos postovulatorios utilizados en la estimaci3n (edad).
- Estimaci3n de la fecundidad parcial en funci3n del peso corporal, seg3n el modelo establecido en el proyecto, con su respectivo grado de ajuste.
- Estimaci3n de la fecundidad media poblacional y su varianza asociada.
- Estimaci3n del peso promedio de hembras maduras y la proporci3n sexual en peso, con sus respectivas varianzas.
- Determinaci3n de la distribuci3n de tallas de los ejemplares muestreados en las subzonas de estudio.
- Estimaci3n de la biomasa del stock desovante de anchoveta y sardina com3n con su respectiva varianza e intervalos de confianza.
- Distribuci3n espacial de huevos, asociada a variables oceanogr3ficas.



## 6. ANTECEDENTES

---

En Chile, los pelágicos pequeños sardina común *Strangomera bentincki* y anchoveta *Engraulis ringens*, constituyen recursos pesqueros de importancia para las flotas de cerco industrial y artesanal. Estas especies se caracterizan por ser típicamente costeras, cuya distribución longitudinal no supera las 30-50 millas náuticas de la costa; presentar un corto ciclo de vida, con tres a cuatro años de longevidad; rápido crecimiento; elevada tasa de mortalidad natural; por formar cardúmenes altamente densos; y por ser especies marcadamente influenciadas por factores ambientales (bióticos y abióticos) en todas las etapas de su ciclo vital (Yáñez *et al.* 1992; Cubillos y Arancibia 1993, Cubillos *et al.* 1998, Cubillos *et al.* 2001).

Aunque la evaluación de los stocks de anchoveta y sardina común se ha realizado a través del método hidroacústico, aplicado para la cuantificación del reclutamiento (Castillo *et al.*, 2000, 2001, 2002a) y del stock desovante en el 2001 (Castillo *et al.* 2002b), una de las mejores metodologías para la evaluación de la biomasa desovante en peces pelágicos con fecundidad no determinada corresponde al Método de Producción Diaria de Huevos MPDH (Lasker 1985; Hunter y Lo, 1993). En el 2002, se realizó la primera aplicación exitosa del MPDH en sardina común y anchoveta de la zona centro-sur de Chile, en el contexto del FIP 2002-14 (Cubillos, 2003), cuyos resultados fueron ampliamente respaldados por investigadores de larga trayectoria en la aplicación de esta metodología a nivel mundial: Dra. Nancy Lo, Southwest Fisheries Science Center NMFS USA, y Dr. Andrés Uriarte, AZTI, País Vasco.

El MPDH define la biomasa desovante como la relación entre la producción diaria de huevos (huevos por día para la población total) y la fecundidad específica diaria de la población adulta (huevos por día por tonelada métrica). La producción diaria



de huevos se calcula a partir de la producci3n total de huevos evaluada en un crucero de ictioplancton. La fecundidad espec3fica diaria de la poblaci3n adulta se determina mediante el procesamiento de muestras de peces obtenidas durante un crucero de pesca, las cuales proporcionan informaci3n respecto de la fecundidad parcial, peso promedio de hembras, frecuencia del desove y proporci3n de sexos.

Las ventajas del MPDH son varias, entre ellas est3 la estimaci3n de tasas instant3neas para estimar la biomasa desovante, lo que permite evaluar la biomasa desovante en un instante particular del periodo reproductivo sin necesidad de integrar toda la producci3n de una estaci3n de desove. A su vez, los requerimientos de muestreo de adultos, en t3rminos de precisi3n, son bajos ya que los par3metros de la fracci3n adulta tienden a variar muy poco. Lo cr3tico es el n3mero de estaciones o lances de pesca debido a la condici3n reproductiva y caracter3sticas y de agregaci3n de los card3menes. Finalmente, constituye una fuente de informaci3n auxiliar valiosa para modelos de evaluaci3n que consideran la din3mica de varias cohortes en el tiempo.

En este informe, se entregan los resultados finales obtenidos en relaci3n con la segunda aplicaci3n del MPDH para la evaluaci3n del stock desovante de sardina com3n y anchoveta entre la V y X Regiones.



## **7. METODOLOGÍA**

---

El método de la producción diaria de huevos (MPDH) considera un muestreo intensivo de la producción total de huevos en el área de desove y de los atributos biológicos de los adultos que están desovando en términos de la fecundidad media poblacional; fracción de hembras desovantes diarias; peso promedio de las hembras maduras; y, proporción de hembras durante el período de mayor actividad reproductiva (Hunter y Lo 1993; Alheit 1993).

### **7.1 Pesca de Investigación**

La Subsecretaría de Pesca autorizó mediante Resolución N° 1887 del 20 de agosto de 2003 para que 11 embarcaciones artesanales desarrollaran actividades de pesca durante el periodo de veda para la obtención de muestras de adultos de sardina común y anchoveta, distribuidas en seis lanchas con puerto base en la VIII Región y cinco lanchas con puerto base en la X Región (Corral). Asimismo, se autorizó a la nave industrial PAM LIBAS de propiedad de South Pacific Korp S.A. para desarrollar el crucero de huevos y como suplentes a las naves PAM “La Niña I”, de Pesquera Lota Vedde Ltda. Aries y Cía. Cpa.; PAM “Terranova”, de Cía. Pesquera Mediterráneo Ltda.; y PAM “Gualpén”, de South Pacific Korp S.A.

Sin embargo, las naves industriales, tanto titular como suplentes, renunciaron a la Pesca de Investigación lo que implicó un retraso importante en la ejecución del crucero de huevos de sardina común y anchoveta. Finalmente, mediante Resolución (Subpesca) N° 2162 del 4 de septiembre de 2003, se autorizó a las lanchas artesanales L/M “Andrea C” y L/M “Ramiro M” para realizar el crucero de huevos de sardina común y anchoveta.

## 7.2 Área de estudio y época del estudio

El área de estudio correspondió al litoral marítimo comprendido entre los 33°10' S y los 41°20' S. Desde un punto de vista operacional, el área de estudio se dividió en tres sectores, a saber: a) Sector Norte, entre el sur de Valparaíso y norte de Constitución (33°10' – 34°50'S), b) Sector Centro, entre el norte de Constitución y el golfo de Arauco (35°00' – 37°05'S) y c) Sector Sur, entre los 38°S y 41°20'S. En cada uno de estos sectores se desarrolló el crucero de huevos utilizando diferentes embarcaciones artesanales cuyas fechas y sectores de operación en el área de estudio fueron las siguientes (**Tabla 1**):

**Tabla 1** Áreas de operación y embarcaciones participantes en la recolección de huevos

L/M	Sector	Coordenadas	Período	Nº Estaciones
María Elena II	Norte	33°10' S - 34°10' S	11/10/2003 - 15/10/2003	32
Don Pedro M	Norte	34°50' S - 34°50' S	17/10/2003 - 19/10/2003	6
Rainier Alejandro	Centro	36°40' S - 37°05' S	23/08/2003 - 25/08/2003	49
Quenos	Centro	35°55' S - 36°35' S	27/08/2003 - 30/08/2003	56
Don Pedro M	Centro	35°00' S - 35°50' S	17/10/2003 - 24/10/2003	50
Ramiro M	Sur	38°00' S - 40°45' S	23/09/2003 - 04/10/2003	109
Andrea C	Sur	38°10' S - 41°20' S	23/09/2003 - 04/10/2003	127
<b>Total</b>				<b>429</b>

El muestreo de huevos en el sector central del área de estudio se desarrolló entre el 23 y 30 de agosto, completándose luego el sector norte y parte del centro entre el 11 y 17 de octubre de 2003, mientras que el sector sur fue evaluado entre el 23 de septiembre y el 04 de octubre. Los diferentes periodos de muestreo se debieron a cambios en la planificación original debido a la renuncia de las naves industriales a la Pesca de Investigación y causas mayores, relacionadas con las condiciones meteorológicas adversas a la navegación, que se desarrollaron en septiembre, retrasándose el inicio del crucero en el sector sur, como también debido a la orientación de los armadores pesqueros a la pesca comercial de ambos recursos



una vez terminada la veda reproductiva el 30 de agosto de 2003. Estas diferencias temporales en la evaluaci3n de la producci3n diaria de huevos y la estimaci3n del stock desovante deben ser tenidas en cuenta.

### 7.3 Vigilancia reproductiva

Los antecedentes disponibles se~alan que la principal 3poca reproductiva de sardina com3n y anchoveta ocurre entre julio y septiembre, con indicadores macrosc3picos que presentan un m3ximo entre agosto y septiembre, aunque en la anchoveta se puede extender hasta octubre (Cubillos *et al.*, 1999; Sep3lveda *et al.*, 2000).

Con el objeto de constatar la actividad reproductiva de los adultos durante los diferentes periodos de muestreo de huevos, se analiz3 los indicadores reproductivos evaluados a partir de julio de 2003.

#### 7.3.1 Indicadores macrosc3picos

##### a) 3ndice gonadosom3tico

Se analiz3 la evoluci3n mensual del 3ndice gonadosom3tico (IGS), expresado por

$$IGS = \frac{G}{W - G} \times 100 \quad (1)$$

donde  $G$  es el peso de la g3nada y  $W$  es el peso del cuerpo del pez. En peces con desove parcial y fecundidad indeterminada el peso de la g3nada var3a en funci3n del estado de madurez sexual. Por lo tanto, el  $IGS$  promedio de peces en diferentes estados de madurez sexual constituir3 un indicador de los estados m3s dominantes, esper3ndose valores promedio m3ximos del  $IGS$  como indicadores de actividad reproductiva.

## b) Fracción de hembras maduras por análisis macroscópico

Otro indicador reproductivo macroscópico lo constituye la frecuencia relativa de diferentes estados de madurez sexual (EMS). En sardina común y anchoveta, Cubillos *et al.* (1999) han utilizado con buenos resultados una escala de madurez macroscópica de 5 puntos (**Tabla 2**), adaptada de Holden y Raitt (1975).

En esta escala de madurez, un indicador de desove inminente lo constituye el EMS 4 que representa a los ovarios hidratados. La hidratación de los ovocitos es un proceso que dura pocas horas, siendo una condición de los cardúmenes desovantes. A su vez, la mayor proporción de individuos en el EMS 3 indicará una mayor actividad reproductiva poblacional.

**Tabla 2.** Escala empírica de madurez sexual para hembras de especies desovantes parciales (adaptada de Holden y Raitt, 1975).

EMS	ESTADO	ASPECTO GENERAL
I	Inmaduro	Ovarios ocupan cerca de 1/3 de la longitud de la cavidad abdominal, rosáceos, traslúcidos, ovocitos invisibles a simple vista.
II	Virgen madurando y en recuperación	Ovarios ocupan casi la mitad de la longitud la cavidad abdominal. Color rosado y ovocitos invisibles a simple vista.
III	Maduro	Los ovarios cubren cerca de 2/3 de la cavidad abdominal. Color rosado a amarillento. Aspecto granular, ovocitos visibles. Los ovocitos son grandes e indistinguibles a simple vista. Se observan vasos sanguíneos superficiales.
IV	Hidratado	Los ovarios ocupan toda la cavidad abdominal. Color naranja opaco a rosado, casi transparentes, con vasos sanguíneos superficiales poco visibles. Al presionar fluyen ovocitos hidratados, transparentes, del doble de tamaño que los ovocitos de una gónada madura.
V	En regeneración	Ovarios flácidos, distendidos, contraídos a la mitad de la cavidad abdominal. Las paredes son delgadas, flojas y lumen grande. Los ovarios pueden contener aún restos de ovocitos opacos, maduros y en desintegración, oscurecidos o traslúcidos. Este ovario pasa a la etapa II de esta escala.



## 7.4 Diseño de muestreo ictioplanctónico

En el área de estudio, la evaluación de la densidad de huevos de sardina común y anchoveta se efectuó por medio de un muestreo sistemático sobre una grilla de 429 estaciones de muestreo dispuestas en transectas perpendiculares a la costa. El límite occidental de las transectas se asoció al quiebre de la plataforma continental (200 m), por lo que la extensión longitudinal de las transectas tuvo un límite variable. A su vez, se consideró un estrato geográfico diferente a lo largo de la costa consistente en un muestreo intensivo hasta la isobata de 100 m, con estaciones dispuestas desde la primera milla náutica y, desde ésta, hacia el océano separadas cada 2 millas náuticas; y, otro estrato comprendido entre las isobatas de 100 y 200 m con estaciones separadas cada 4 millas náuticas (**Figura 1**). Una vez alcanzado el quiebre de la plataforma, el muestreo prosiguió por un máximo de dos estaciones más hacia el océano.

### 7.4.1 Muestreo de huevos

En cada estación, el muestreo de huevos de ambas especies objetivo se realizó a través de arrastres verticales, entre los 70 m de profundidad y la superficie ó 3 - 5 m desde el fondo para profundidades menores, por medio de redes estándares CALVET (California Vertical Tow) en su versión doble PAIROVET (Smith *et al.* 1985), de 0,05 m<sup>2</sup> de área de boca, equipadas con mallas de 150 µm de abertura de poro y flujómetros General Oceanics calibrados.

Un total de 222 estaciones de muestreo (51,7 % del total de estaciones realizadas) tuvieron una profundidad de ecosonda menor a los 70 m de profundidad, las que estuvieron vinculadas principalmente con los sectores Centro (82 estaciones, 19,1%) y Sur (131 estaciones, 30,5 %) del área de estudio; en contraste, el sector



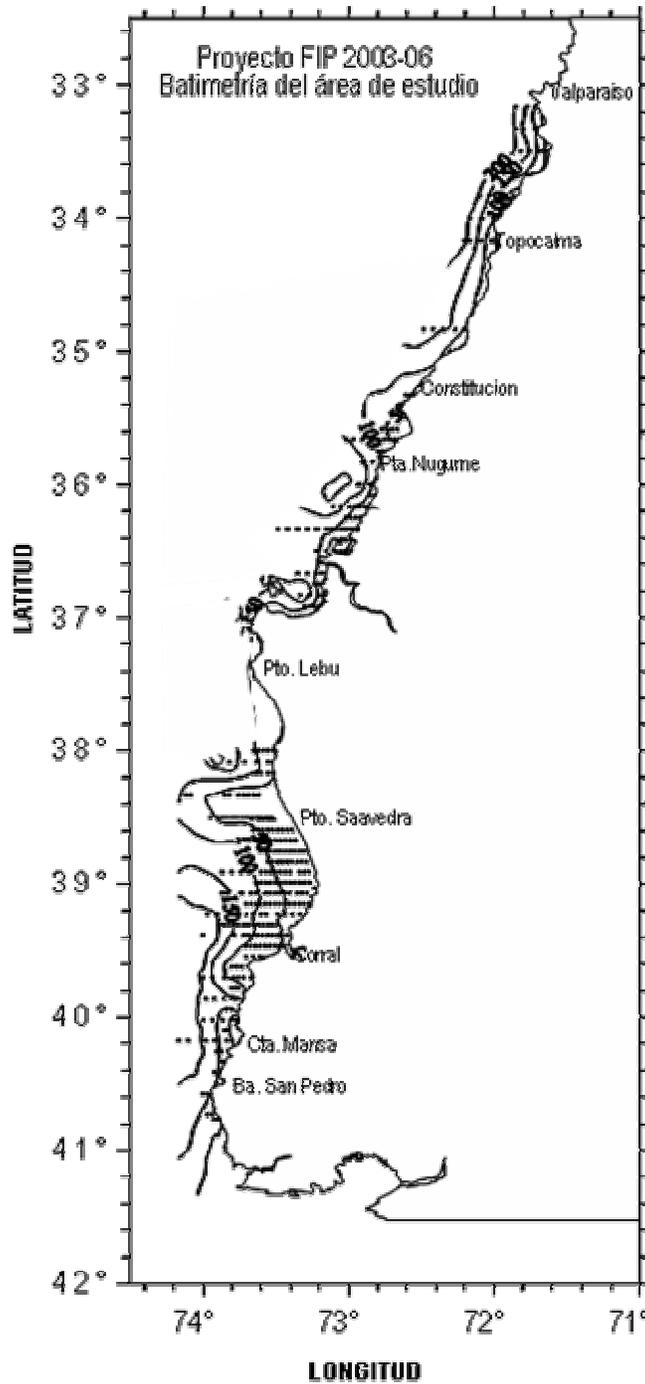
Norte, de plataforma continental más estrecha, sólo evidenció 9 estaciones con profundidades menores a los 70 m (0,02 %).

Las redes fueron bajadas a una velocidad aproximada de 70 metros por minuto, mantenida 10 segundos en la profundidad máxima de muestreo e izada también a una velocidad de 70 metros por minuto. Durante el arrastre, el ángulo del cable fue determinado mediante un clinómetro manual, con el propósito de corregir la profundidad real de cada lance en función del ángulo de cable.

Durante la ejecución de cada arrastre vertical, se registraron los siguientes datos básicos: número de transecta y estación, fecha, hora, posición geográfica, profundidad de ecosonda, tipo de arrastre, red planctónica utilizada, cantidad de cable arriado, ángulos de cable y duración del lance (tiempo de arriado y virado).

Las muestras planctónicas fueron inmediatamente removidas del copo colector y trasvasiadas a frascos de 0,5 l de capacidad, debidamente etiquetados y fijados inmediatamente con una solución de formalina en agua de mar al 5%, tamponada con tetraborato de sodio.

En el Laboratorio de Plancton del Instituto de Investigación Pesquera VIII Región, cada una de las muestras planctónicas colectadas se analizó en su totalidad, extrayendo y cuantificando todos los huevos de sardina común y anchoveta, los que fueron almacenados en frascos ámbar de 5 ml. La separación y enumeración fue realizada bajo estereomicroscopios Zeiss y Olympus.



**Figura 1.** Disposición geográfica de las estaciones de muestreo y batimetría (ecosonda) de la región de estudio.



#### 7.4.2 Muestreo oceanográfico

En consideración al diseño de muestreo y número total de estaciones planctónicas propuestas, el campo de evaluación oceanográfico involucró el desarrollo de estaciones oceanográficas en transectas intercaladas del diseño planctónico, y registros de temperatura superficial del mar en todas las estaciones planctónicas. El muestreo de registros verticales de temperatura y salinidad, entre la superficie y un máximo de 100 m de profundidad se realizó con sonda oceanográfica CTD. Cabe señalar que en la región Norte, se realizó un muestreo de agua de mar a 0 y 10 m de profundidad para evaluar el campo de salinidad y temperatura. Desde el punto de vista meteorológico, en cada estación de muestreo se registró la dirección y rapidez del viento local.

En el muestreo sistemático para oceanografía, las transectas estuvieron compuestas por un mínimo de 3 y un máximo de 9 estaciones de muestreo, dependiendo de la extensión longitudinal del veril de los 200 m de profundidad. En cada estación oceanográfica se obtuvo registros continuos de temperatura, salinidad y densidad hasta una profundidad máxima de 90 m de profundidad. Un porcentaje importante de las estaciones del sector Centro carecen de datos oceanográficos por fallas en el CTD utilizado en una de las embarcaciones.

Muestras de agua de mar fueron colectadas por medio de botellas Niskin para el posterior análisis de salinidad en un salinómetro de inducción marca BECKMAN RS7C (Laboratorio de Oceanografía Química – Universidad de Concepción) para verificar el buen funcionamiento del sensor de conductividad del CTD utilizado.

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



A partir de la información validada, se confeccionaron cartas de distribución horizontal de temperatura y salinidad en los estratos de superficie y 10 m de profundidad. Se calculó además la profundidad de la capa de mezcla (Kara *et al.*, 2000).

El análisis vertical de las variables oceanográficas medidas se realizó a través de secciones oceanográficas. Se seleccionaron 2-3 transectas oceanográficas representativas de las regiones Norte, Centro y Sur del área de estudio.

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

#### **7.4.3 Recepción y análisis de imágenes satelitales**

Para el período de estudio (23 de agosto al 21 de octubre de 2003), se recibieron, procesaron y analizaron imágenes satelitales de temperatura superficial del mar, provenientes del radiómetro de alta resolución (AVHRR) a bordo del satélite NOAA-15 (1,1x1,1 km), las cuales fueron corregidas atmosféricamente y, posteriormente graficadas y georeferenciadas para obtener finalmente los valores de TSM para la región costera y oceánica de Chile centro-sur. Las imágenes fueron recibidas en el Instituto de Investigación Pesquera VIII Región mediante un equipo SmartTrack y procesadas con el programa de procesamiento digital ERDAS Imagine v 8.0. La disponibilidad de imágenes de TSM estuvo condicionada a la nubosidad presente en el área de interés.

Con el propósito de verificar la existencia de una asociación significativa entre huevos de anchoveta y sardina común con el viento local, se obtuvo información de viento satelital para el período de estudio. La información provino del escaterómetro SeaWind a bordo del satélite QuickScat (fuente: IFREMER French Research Institute

for Exploitation of the Sea), que determina diariamente la rapidez y dirección del viento cercano a la superficie del océano. Los datos Quikscat grillados a nivel 3, tienen una resolución espacial de 0,25° en longitud y latitud. Para nuestro caso, se trabajó con la información contenida en el píxel más cercano a la costa.

## 7.5 Diseño de muestreo de adultos

En el área de estudio, el muestreo de adultos de sardina común y anchoveta se efectuó bajo la modalidad de Pesca de Investigación durante la época de veda reproductiva, en cada estrato geográfico contemplado y durante la ejecución del crucero de huevos. Para ello, la Subsecretaría de Pesca autorizó la operación de 11 lanchas artesanales (**Tabla 3**), 6 de ellas (L/M “Don Pepe”, L/M “Quenos”, L/M “Achernar”, L/M “Poseidón” II, L/M “Rainer Alejandro” y L/M “Andrea C”) con puerto base en Talcahuano y otras 5 (L/M “Don Héctor I”, L/M “Don Alberto II”, L/M “Tiburón I”, L/M “Margarita del Mar”, y L/M “Samaritano”) con puerto base en Corral. El muestreo de adultos se realizó entre el 20 de agosto y el 12 de septiembre de 2003.

**Tabla 3.** Resumen de áreas de operación y naves participantes en el muestreo de adultos.

L/M	Sector	Coordenadas	Periodo	N° Estac.
Achernar	Centro	36°25.9-37°18.5	21/08/2003-25/08/2003	9
Andrea C	Centro	36°22.3-36°53.6	28/08/2003-11/09/2003	16
Don Pepe	Centro	36°26.6-37°13.9	21/08/2003-26/08/2003	22
Poseidón II	Centro	36°30.0-36°41.8	21/08/2003-25/08/2003	10
Quenos	Centro	36°24.0-36°42.0	21/08/2003-26/08/2003	8
Rainier Alejandro	Centro	36°35.0-36°39.0	27/08/2003-29/08/2003	9
Don Alberto II	Sur	39°21.5-39°53.0	24/08/2003-02/09/2003	22
Don Héctor I	Sur	39°21.8-39°40.1	25/08/2003-02/09/2003	9
Margarita del Mar	Sur	39°21.7-39°57.1	23/08/2003-02/09/2003	16
Samaritano II	Sur	39°21.5-39°39.6	23/08/2003-29/08/2003	11
Tiburón I	Sur	39°25.2-39°42.5	23/08/2003-02/09/2003	14
<b>Total</b>				<b>146</b>



Las lanchas artesanales tenían permiso de pesca vigente, equipadas con sonar, radar, GPS, radiogoniómetro y radios VHF y HF. El arte de pesca que se utilizó fue red cerco anchovetera, construida de paños con nudos y sin nudos para sistema de pesca de cerco.

### 7.5.1 Tamaño de muestra

Debido a que los cardúmenes desovantes de anchoveta (y sardina común) presentan una condición reproductiva generalmente homogénea durante la época de máxima actividad reproductiva (Blaxter y Hunter, 1982), uno de los aspectos que se deben tomar en cuenta es muestrear un mayor número de cardúmenes más que un gran número de individuos por cardumen. A su vez, el diseño fue orientado a la estimación de cada parámetro reproductivo contemplado en los objetivos 4.2, 4.3 y 4.4.

Se desarrolló un muestreo según criterio, tratando de evitar que las muestras de adultos se desarrollen en zonas de alta abundancia. El diseño utilizado por estratos geográficos permitió evitar que las muestras de adultos se concentraran alrededor de un puerto base en particular.

Sobre la base del número de lances que han sido realizados en el MPDH aplicado para la anchoveta entre la I y II Regiones, se consideró un tamaño mínimo de 40 lances por especie para este proyecto. Sin embargo, se realizaron 147 lances, de los cuales 7 fueron sin pesca. Del total de lances positivos, 49 fueron de sardina común y 116 de anchoveta. Se destaca que 30 lances fueron mixtos (**Anexo A**). Se destaca que en la zona norte el número de lances ha variado entre 32 (Claramunt *et al.*, 1997) y 60 lances (Oliva *et al.*, 2001). En Perú, se han realizado 40 lances (Ayon y Buitron 1997).



### **a) Muestreo a bordo**

El muestreo se realizó a bordo, y con el objeto de contar con antecedentes sobre la composición por longitudes y actividad reproductiva macroscópica, se obtuvo una muestra de 120 ejemplares de cada lance específico. A estos ejemplares se les midió en su longitud total con una precisión de 0,5 cm, se clasificaron por sexo y en el caso de las hembras se identificó el estado de madurez sexual de acuerdo con la escala de madurez de 5 puntos.

### **b) Submuestra para los Objetivos 4.2 y 4.3**

Para determinar la fracción de hembras desovantes (Objetivo 4.2) se obtuvo una submuestra aleatoria de 30 hembras maduras en cada lance específico (Picquelle 1985, Oliva *et al.* 2001), las que se encuentran en proceso de análisis histológico con el fin de analizar la incidencia de folículos postovulatorios.

En relación con la determinación de la fecundidad parcial (Objetivo 4.3), de aquellos lances en que se verificó la presencia de hembras hidratadas se realizó un muestreo dirigido adicional de 30 hembras en dicha condición.

El muestreo a bordo consistió en abrir los ejemplares desde el ano hasta las aletas pélvicas, seleccionando aquellos ejemplares vivos que fueron inmediatamente fijados en formalina al 10% buferada (introducidos completamente en el fijador), la que se preparó según Santander *et al.* (1984), Oliva *et al.* (2000, 2001) en 16,2 l de agua destilada, 117 g de fosfato de sodio dibásico ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ), 72 g de fosfato de sodio monobásico ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4\text{H}_2\text{O}$ ) y 1,8 l de solución de formaldehído (37%). Para asegurar el efecto del fijador se utilizó un número de 10 – 15 ejemplares por recipientes de 2 l.

## 7.6 Condición reproductiva de hembras de sardina común y anchoveta de aguas interiores

La metodología empleada para evaluar la condición reproductiva de las hembras de anchoveta y sardina común, en aguas interiores de la X Región, fue la siguiente

### 7.6.1 Condición reproductiva

La madurez del ovario se determinó a través del análisis morfohistológico del parénquima gonadal en base a los criterios básicos señalados por Wallace y Selman (1981); Selman y Wallace (1989) para peces teleósteos y los descritos por Hunter y Macewicz (1985), apoyado además de una escala microscópica apreciativa de la madurez sexual definida en Sepúlveda *et al.* (2000). La escala incorpora un estadio llamado “Postdesovante de tanda” que contiene un momento importante en el proceso reproductivo de desovadores parciales y que permite definir con mayor claridad el máximo período reproductivo (**Tabla 4**). También se calculó el índice gonadosomático como indicador macroscópico de la actividad reproductiva, mediante la proporción del desarrollo de la gónada (WG) con relación al peso corporal (W), según la siguiente expresión:

$$\hat{R}(IGS) = \frac{\sum_{i=1}^n W G_j}{\sum_{i=1}^n W_j}$$

**Tabla 4.** Caracterización de los estadios ováricos de peces pelágicos, modificada para hembras de sardina común y anchoveta (Sepúlveda *et al.*, 2000)

ESTADIO OVARICO	CITOLOGIA E HISTOMORFOLOGIA OVARICA
<b>Estadio I: Virginal</b>	Ovario con numerosos nidos ovogoniales y ovocitos primitivos rodeados por tejido conectivo intersticial de donde destacan tabiques fibro-conectivos.
<b>Estadio II: Inmaduro (reincidente)</b>	Lamelas repletas con ovocitos no vitelados rodeados por delgadas células foliculares. Vesícula germinativa grande y de posición central, con prominentes nucléolos esféricos, próximos a la membrana nuclear. El citoplasma es escaso, finamente granular y fuertemente basófilo. En ovocitos previtelogénicos tardíos se observan pequeñas vesículas periféricas.
<b>Estadio III: Parcialmente vitelado</b>	Predominio de ovocitos en estado temprano de depositación de vitelo, abarcando no más de las $\frac{3}{4}$ partes del citoplasma. Vesícula germinativa grande, central, con numerosos nucléolos periféricos. Se destaca la presencia de vesículas periféricas. La zona radiata es delgada, subyacente a células foliculares de poca altura.
<b>Estadio IV: Vitelado</b>	Ovocitos cargados de glóbulos de vitelo, desde la periferia a la región perinuclear. Vesícula germinativa mantiene su posición central permaneciendo los nucléolos en la periferia. La zona radiata bien desarrollada. Células foliculares rectangulares en sentido transversal con núcleo esférico, central y citoplasma ligeramente basófilo.
<b>Estadio V: Próximo a la hidratación</b>	Ovocitos cuyo citoplasma presenta grandes glóbulos de vitelo (término de la depositación de vitelo). Vesícula germinativa excéntrica migrante hacia el polo animal. Células foliculares altas claramente distinguibles, con núcleo ovoide desplazado a la base y citoplasma claro de aspecto espumoso.
<b>Estadio VI: Hidratado</b>	Ovocitos con o sin vesícula germinativa en el polo animal, según se haya iniciado la maduración, los cuales se han expandido incrementando considerablemente de tamaño por incorporación de fluidos. Los glóbulos de vitelo se fusionan formando placas de vitelo por ingreso de líquido al citoplasma. La granulosa y la zona radiata se adelgazan.
<b>Estadio VII: En desove</b>	Co-existencia de ovocitos hidratados y folículos postovulatorios nuevos, entre ovocitos en depositación temprana de vitelo.
<b>Estadio VIII: Postdesovante de tanda</b>	Ovario con presencia de folículos postovulatorios y ovocitos vitelogénicos; eventualmente ovocitos próximos a la hidratación.
<b>Estadio IX: Desovado</b>	Predominio de ovocitos inmaduros. Se aprecia atresia folicular. Ovocitos vitelados residuales y eventualmente folículos postovulatorios.

La condición reproductiva se analizó mediante la incidencia de los diferentes estadios de madurez ovárica (EMS), considerándose para efectos del estudio reproductivo los ejemplares mayores o iguales a 10 cm de longitud total en el caso de sardina común y de 11,5 cm de longitud total en anchoveta, según el tamaño



de primera madurez sexual estimado para estas especies por Cubillos *et al.* (1999).

Se definió como hembras ováricamente activas las que evidenciaron algún grado de depositación de vitelo (EMS III a VIII), diferenciándolas de las hembras inactivas (EMS I, II y IX). Se consideró como hembras indicadoras del proceso de desove las que presentaron la condición de hidratadas o con folículos postovulatorios (VI a VIII).

## **7.7 Metodología por objetivo específico**

### **7.7.1 Estimación de la producción diaria de huevos, varianza y tasa de mortalidad instantánea de huevos**

#### **a) Clasificación de los huevos por estadios de desarrollo**

La muestra de zooplancton se analizó en el laboratorio bajo lupa con el objeto de separar la totalidad del ictioplancton, identificando los huevos de sardina común y anchoveta inicialmente para luego clasificarlos según estadios de desarrollo.

Para la anchoveta se utilizó los criterios de clasificación de huevos previamente descritos por Moser y Ahlstrom (1985), los que ya fueron utilizados exitosamente como parte de los programas de evaluación mediante MPDH en el Perú (Santander *et al.* 1984), y en los proyectos del MPDH de anchoveta en el norte de Chile (Oliva *et al.* 2000, 2001). En el caso de la sardina común se utilizó los criterios establecidos por Sepúlveda *et al.* (2000). Los criterios de clasificación se resumen en la **Tabla 5**. Según la metodología propuesta por Moser y Ahlstrom (1985), estadios de desarrollo no identificables o desintegrados se les clasifica como huevos deteriorados.

**Tabla 5.** Clasificación de los estadios de desarrollo embrionario.

<b>Estadio</b>	<b>Características morfológicas</b>
<b>Estadio I</b>	La división celular aún no se ha iniciado, los huevos están recién desovados, sin observarse segmentación alguna. Sólo se conforma el blastodisco, una acumulación de citoplasma en un polo.
<b>Estadio II</b>	Este comienza con la división de la célula en dos células o blastómeros y termina con la formación de la mórula.
<b>Estadio III</b>	Este estadio fue inicialmente definido a partir de huevos de sardina como iniciándose con la aparición de la cavidad de segmentación, que es el espacio formado entre el blastodisco y la masa de vitelo durante el último clivaje. Este estado marca el comienzo de la gastrulación. El final de este estadio es identificado ya que el anillo germinal está localizado un tercio más abajo que la masa de vitelo y la naturaleza bilateral del embrión ya es percible.
<b>Estadio IV</b>	El comienzo de este estadio se identifica con el anillo germinal que ha envuelto un tercio de la masa de vitelo y el embrión está comenzando a formarse en la región mediana del escudo o defensa embrional. Al final el anillo germinal envuelve dos tercios del vitelo y la región de la cabeza del embrión comienza a aparecer.
<b>Estadio V</b>	Comienza con el anillo germinal dos tercios bajo el vitelo y finaliza con el cierre del blastoporo.
<b>Estadio VI</b>	Se inicia con el cierre del blastoporo y finaliza cuando la cola comienza a separarse de la masa de vitelo.
<b>Estadio VII</b>	El extremo de la cola está separado del vitelo y comienza a elongarse, la notocorda se extiende hasta el extremo de la cola y la aleta embrional comienza a visibilizarse. Al final de este estado la longitud de la cola libre en un medio de la longitud de la cabeza.
<b>Estadio VIII</b>	Se observa cuando la cola libre es mayor que un medio de la longitud de la cabeza y finaliza una vez la longitud de la cola libre es igual a la longitud de la cabeza.
<b>Estadio IX</b>	Se observa cuando la cola se extiende o representa un cuarto de la longitud del saco vitelino y finaliza cuando ésta representa un medio de la longitud del saco vitelino.
<b>Estadio X</b>	Se inicia cuando la longitud de la cola libre representa un medio de la longitud del saco vitelino y finaliza cuando ésta alcanza a tres cuartos de la longitud del saco vitelino.
<b>Estadio XI</b>	Este corresponde al estado final previo a la eclosión y es definido porque la longitud de la cola es más de tres cuartos mayor que la longitud del saco vitelino.

### **b) Determinación de la edad de los huevos**

El cálculo de la producción diaria de huevos por unidad de área requiere de un método de asignación de edad a los huevos. Se utilizó los modelos temperatura-estadio-dependiente descritos por Sepúlveda *et al.* (2000) que permite estimar la edad de un huevo en función de la temperatura y el estadio. Los modelos, por lo tanto, permiten estimar la edad de los huevos de las muestras planctónicas según

la temperatura, previa clasificación de la muestra de huevos en estadios, y se basan en la expresión encontrada por Lo (1985):

$$Y_{D,T} = \alpha e^{(\beta_1 T + \beta_2 D)} (D)^{\beta_3} \quad (2)$$

donde  $Y_{D,T}$  es la edad promedio estimada de los huevos para cada estadio y temperatura;  $T$  es la temperatura,  $D$  es el estadio de desarrollo; mientras que  $\alpha$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ , y  $\beta_3$  son constantes específicas para cada especie, siendo las siguientes (Tabla 6):

**Tabla 6.** Resumen de parámetros utilizados para la asignación de edad a los estados embrionarios en huevos de sardina común y anchoveta.

Parámetro	Sardina común	Anchoveta
$\alpha$	15,98	18,1
$\beta_1$	0,0631	0,0789
$\beta_2$	0,0199	0,0542
$\beta_3$	1,0443	1,3079
$R^2$	0,98	0,99

Estos modelos consideran un rango de temperatura entre 10 y 22°C, desarrollándose 11 curvas edad-temperatura.

Se aplicó la metodología de Lo (1985) para corregir la estimación de la edad al tiempo de la colecta de huevos considerando un tiempo cero que corresponde a la hora del desove, asumiéndose a las 22 horas. La edad en horas de los huevos clasificados en estadios de cada estación se calculó con la Ecuación (2), mientras que la corrección considera un ajuste por la fracción del día desde la hora del desove hasta la colecta. Para ello, se utilizó:

$$Y_{D,T,k} = Y_{D,T} + k - f \quad (3)$$

donde  $Y_{D,T}$  es la edad estimada por el modelo estadío-temperatura dependiente;  $k$  es la hora de la colecta (lance) y  $f$  es la porción remanente que surge de la suma de la hora estimada y la hora del desove menos 24 horas. Las decisiones de corrección según la hora de colecta son:

$$Y_{D,T,k} = \begin{cases} k < (f - g) \Rightarrow & y_{D,T} - g \\ (f - g) < k < (f + g) \Rightarrow & y_{D,T} + k - f \\ (f + g) < k \Rightarrow & y_{D,T} + g \end{cases} \quad (4)$$

donde  $g$  es el doble de la desviación estándar promedio de la edad dentro de cada estadío.

### c) Producción diaria de huevos y mortalidad

La estimación de  $P_0$  para el año 2003 fue modificada con respecto a la metodología mencionada en la oferta técnica y a la informada para el año 2002, debido principalmente a las recomendaciones surgidas del taller de discusión de resultados del presente proyecto, el cual contó con la participación de la Dra Nancy Lo (NOAA, EEUU) y del Dr. Andrés Uriarte (AZTI, España) y que se realizó los días 8 y 9 de enero del presente año en las dependencias del Instituto de Investigación Pesquera en Talcahuano. Las modificaciones más importantes están relacionadas con el uso de la abundancia cero para las cohortes de huevos no observadas en las muestras, ya que al asumir una producción diaria de huevos es factible que algunas cohortes esperadas no se observen en algunas estaciones. Por lo tanto, la abundancia cero de las cohortes que se esperaban deben tomarse en cuenta. Trabajar sólo con la abundancia positiva (tal como se empleó el año 2002) podría determinar una sobre-estimación en la producción diaria de huevos. Esto implicó que se tuviera que revisar y aplicar nuevamente esta metodología para el estimado del año 2002 informado para ambos recursos por Cubillos *et al.* (2003).



Otro aspecto importante fue establecer criterios de corte para las colas de las abundancias de huevos, recomendando descartar todos los huevos con edades menores a cuatro horas para evitar sesgos relacionados con el reclutamiento incompleto de huevos al plancton. Además, se debe evitar incluir las edades cercanas a la eclosión de las larvas, ya que podrían producir un sesgo en la estimación de la mortalidad y la producción diaria de huevos. Es decir, los huevos que están más cercanos a la eclosión, no es que mueran, si no más bien pasan a ser larvas con saco vitelino, por lo tanto sólo una fracción de la edad máxima esperada para una cohorte de huevos debe estar representada en el modelo de mortalidad.

Por lo tanto basándose en las recomendaciones surgidas de este taller, la metodología a seguir fue la siguiente:

- Una vez asignadas las edades para cada estadio de desarrollo identificado según lo explicado en el punto b, las abundancias de huevos se agruparon por cohortes diarias ( $< 1$ , 2,3 y 4 días). El número de cohortes esperadas depende de la temperatura de cada estación y de la especie, en este caso, la mayor edad esperada para ambas especies estuvo cercana a los 4 días, razón por la cual se emplearon las 4 cohortes antes mencionadas. La edad asignada a cada cohorte corresponde a un promedio ponderado por el número de huevos encontrados en cada estadio. En el caso que una cohorte no esté representada en la estación (ausencia de huevos), se le asigna la edad esperada según la hora de colecta y la hora de desove (22:00 hrs) y su abundancia tendrá valor cero.
- Las estaciones negativas pero que se encontraban dentro del área de desove se incluyeron en los análisis, asignándoles la edad esperada para cada cohorte según la hora de colecta y la hora de desove (22 hrs) al igual que lo explicado en el punto anterior.



- Los huevos menores a 4 horas no se incluyeron en los análisis debido a que se encuentran muy cercanos al desove (submuestreo), excluyendo también los huevos de edades mayores por encontrarse muy cercanos a la eclosión, para ello, se estimó en cada estación el 90% del mayor tiempo de desarrollo esperado según la temperatura del lugar. Todos los huevos que tuvieran una edad superior a ese porcentaje, fueron excluidos de los análisis.

De acuerdo con Picquelle y Stauffer (1985), la producción diaria de huevos en el mar es el número de huevos promedio desovados por día, por unidad de área, en el rango de duración de un crucero que provee de datos de abundancia de huevos por edad. El intercepto a la edad cero de un modelo de mortalidad exponencial ajustado a los datos, representa un estimado de la producción diaria de huevos ( $P_0$ ).

La producción diaria de huevos,  $P_0$ , y su varianza, fue estimada de acuerdo con el siguiente modelo de mortalidad:

$$P_t = P_0 \exp(-Zt) + \varepsilon \quad (5)$$

donde

$P_t$  = Número de huevos por una unidad de área ( $m^2$ ) en la edad  $t$

$t$  = Edad en días de los huevos

$P_0$  = Producción diaria de huevos por una unidad de área ( $m^2$ )

$Z$  = Tasa instantánea de mortalidad diaria de huevos

$\varepsilon$  = Término de error aditivo.

El modelo asume que todos los huevos son fertilizados y desovados a una hora fija, y que todos los huevos experimentan una tasa instantánea de mortalidad constante hasta la eclosión. Debido a la estructura aditiva del término error, se utilizó regresión no lineal minimizando las diferencias cuadráticas entre la producción de huevos estimada por el modelo y la observada, utilizando la rutina *nls* de S-plus. La producción diaria de huevos total fue calculada como un promedio ponderado por el área de desove de cada estrato geográfico (Armstrong *et al.* 1988), i.e.

$$P_0 = \frac{\sum_i A_i P_{0,i}}{\sum_i A_i} \quad (6)$$

y varianza igual a:

$$V(P_0) = \frac{\sum_i A_i^2 V(P_{0,i})}{\left(\sum_i A_i\right)^2} \quad (7)$$

donde  $A_i$  representa el área de desove en el estrato  $i$ , en tanto  $P_{0,i}$  es la producción diaria de huevos en el estrato  $i$ . Estas ecuaciones también se aplicaron para estimar la tasa de mortalidad y su varianza.

Finalmente, la estimación de la producción diaria de huevos ponderada para el área total ( $P$ ) a partir de  $P_0$  y del área ponderada por estratos, se calculó de la siguiente forma:

$$P = (Po_1 \frac{A_1}{A} + Po_2 \frac{A_2}{A})K \quad (8)$$

Donde  $Po_1$  y  $Po_2$  corresponden a la producción diaria de huevos por unidad de muestreo para el área de desove ( $A_1$ ) y el área negativa ( $A_2$ ) respectivamente y  $A$  es el área total del crucero ( $A_1 + A_2$ ).  $K$  es un factor de conversión desde la unidad muestral a  $mn^2$ .

Y su varianza asociada puede estimarse como:

$$S^2(P) = \left(1 + \frac{1}{n}\right) \left(\frac{A_1}{A} S^2(Po_1) + \frac{A_2}{A} S^2(Po_2)\right) \quad (9)$$

### 7.7.2 Estimación de la proporción de estadios de madurez sexual y la fracción diaria de hembras desovantes

#### a) Análisis microscópico de los ovarios

Las variaciones en la condición reproductiva de las hembras fueron determinadas a través del análisis de la proporción de los estadios de madurez de los ovarios, aplicando la escala microscópica específica basada en los criterios señalados por Wallace y Selman (1981); Selman y Wallace (1989) y Hunter y Macewicz (1985). (Tabla 4).



## b) Folículos postovulatorios (FPO)

De acuerdo con Hunter y Goldberg (1980), cada ovocito hidratado está rodeado por un folículo alargado y fino, una capa epitelial de células granulosas y una única capa externa de tejido conectivo de células con algunos capilares sanguíneos. Durante la ovulación los ovocitos completamente hidratados son liberados desde sus folículos. El folículo vacío o folículo postovulatorio (FPO) no se fragmenta y se mantiene íntegro en el ovario por algunos días, posteriormente éste se deteriora y es reabsorbido.

Para usar los FPO en la estimación de la frecuencia de desove, el proceso de deterioración y reabsorción del folículo se divide en una serie de diferentes estadios histológicos, cada uno con una edad asignada. En la anchoveta la edad de los FPO puede ser determinada solamente hasta 56 horas después del desove. Los criterios para determinar la edad de los FPO (**Tabla 7**) se basan en las características citológicas y morfohistológicas (tamaño, forma aparente, aspectos de las células de la granulosa y del lúmen) propuestas por Hunter y Goldberg (1980) para *Engraulis mordax* y por Macewicz y Hunter (1993) para *Trachurus symmetricus*, asumiendo que dichos criterios y cambios estructurales son similares a los que experimentan los FPO de *E. ringens* y *S. bentincki* (Sepúlveda *et al.*, 2000).

**Tabla 7.** Criterios de determinaci3n de edad en folículos postovulatorios.

<p><b>FPO nuevos de día 0</b> <b>(&lt; 24 h)</b></p>	<p>Folículos postovulatorios nuevos que no muestran signos de degeneraci3n. Estructura de forma irregular formada por una columna epitelial bien organizada con numerosas involuciones. Adyacente a las células foliculares se ubica la lámina de células tecales conectivas que pueden verse como una prominente capa. El lúmen es amplio e irregular.</p>
<p><b>FPO de día 1</b> <b>(24 h &lt; FPO 48 h)</b></p>	<p>Folículos postovulatorios en regresi3n, mostrando signos de degeneraci3n. Son más pequeños que los folículos postovulatorios nuevos, el cual se ha contraído sobre sí mismo. Presencia de células foliculares con citoplasma vacuolado y núcleo picnótico, cuyas paredes no son claramente distinguibles. La disposici3n lineal de las células se mantiene. La lámina tecal se destaca claramente. El lúmen es estrecho e irregular.</p>
<p><b>FPO de día 2</b> <b>(&gt; 48 h)</b></p>	<p>Folículos postovulatorios con marcada degeneraci3n celular. De menor tamaño que el folículo postovulatorio de día 1. Epitelio folicular desorganizado, perdiendo la disposici3n lineal de sus células, las cuales se presentan en avanzado estado degenerativo, de forma irregular, con citoplasma vacuolado y núcleo picnótico. Lámina tecal desarrollada. El lúmen está ocluido.</p>

**c) Fracci3n diaria de hembras desovantes**

La fracci3n diaria de hembras desovantes se determinó a partir de las ecuaciones de Santander *et al.* (1984). Cuando el muestreo de hembras hidratadas o de hembras con FPO de día 1 ó de día 2 no es sesgado, entonces la fracci3n de hembras desovantes en el lance *i* puede ser estimado por:



$$S_i = \frac{m_{h,i}}{m_i} \quad \text{ó} \quad \frac{m_{1,i}}{m_i} \quad \text{ó} \quad \frac{m_{2,i}}{m_i} \quad (10)$$

donde:

$$m_i = m_{h,i} + m_{1,i} + m_{2,i} + m_{a,i} \quad (11)$$

y cada uno de los términos corresponden a:

- $m_{hi}$  = Número de hembras hidratadas en el lance i.
- $m_{1i}$  = Número de hembras de día 1 en el lance i.
- $m_{2i}$  = Número de hembras de día 2 en el lance i.
- $m_{ai}$  = Número de hembras que no han desovado entre las 9 y 56 horas (incluidas las hembras con FPO con una edad menor de 9 horas, FPO nuevos)
- $m_i$  = Número de hembras maduras en el lance i.
- $S_i$  = Fracción desovante en el lance i.

Debido a que los lances de pesca que se realizan con red de cerco pueden sesgar el número de hembras hidratadas (Alheit 1985), es necesario realizar una corrección. El número de hembras hidratadas ( $m_{hi}$ ), se asume puede ser representada por:

$$m_{h,i} = \frac{m_{1,i} + m_{2,i}}{2} \quad (12)$$

de tal forma que la fracci3n de hembras desovantes de d3a 1 es:

$$S_{1,i} = \frac{m_{1,i}}{\frac{m_{1,i} + m_{2,i}}{2} + m_{1,i} + m_{2,i} + m_{a,i}} = \frac{m_{1,i}}{m_{y,i}} \quad (13)$$

y la fracci3n desovante de hembras de d3a 2 es:

$$S_{2,i} = \frac{m_{2,i}}{\frac{m_{1,i} + m_{2,i}}{2} + m_{1,i} + m_{2,i} + m_{a,i}} = \frac{m_{2,i}}{m_{y,i}} \quad (14)$$

donde  $S_i$  es la fracci3n corregida de hembras con FPO de d3a 1 3 de d3a 2, en el lance  $i$ . El n3mero de hembras que no ha desovado se estima por:  $m_{a,i} = m_i - m_{0,i} - m_{1,i} - m_{2,i} - m_{h,i}$  (se recuerda que  $m_{a,i}$  incluye las hembras con FPO nuevos menores a 9 hrs,  $m_{0,i}$ ), mientras que el n3mero corregido de hembras maduras para el lance  $i$  viene dada por la siguiente expresi3n:

$$m_{y,i} = \frac{m_{1,i} + m_{2,i}}{2} + m_{1,i} + m_{2,i} + m_{a,i} \quad (15)$$

Finalmente, la estimaci3n de la fracci3n de hembras desovantes diarias para el lance  $i$  se realiz3 promediando las ecuaciones (14) y (15), mediante la siguiente expresi3n:

$$\bar{S}_i = \frac{S_{1,i} + S_{2,i}}{2} = \frac{\sum (m_{1,i} + m_{2,i})}{2 \sum \left[ \frac{m_{1,i} + m_{2,i}}{2} + m_{1,i} + m_{2,i} + m_{a,i} \right]} = \frac{\sum (m_{1,i} + m_{2,i})}{2 \sum m_{y,i}} \quad (16)$$

La fracción de hembras desovantes promedio se estimó por:

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \bar{S}_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (17)$$

con varianza igual a:

$$Var(\bar{S}) = \frac{1}{n(n-1)} \sum \left( \frac{m_{y,i}}{\bar{m}} \right)^2 (\bar{S}_i - \bar{S})^2 \quad (18)$$

donde:  $\bar{S}$  es la fracción promedio de hembras desovantes por día en todos los lances,  $m_{y,i}$  es el número corregido de hembras maduras en el lance  $i$ ,  $\bar{m}$  es el número promedio corregido de hembras maduras, i.e.

$$\bar{m} = \sum \frac{m_{y,i}}{n} \quad (19)$$

### 7.7.3 Estimación de la fecundidad parcial en función del peso corporal y fecundidad media poblacional

#### a) Fecundidad parcial

La fecundidad se estimó siguiendo al método gravimétrico descrito por Hunter y Goldberg (1980), Hunter *et al.* (1985), Santander *et al.* (1984), Oliva *et al.* (2000, 2001). El método se basa en que todos los ovocitos hidratados en el interior del ovario son liberados en corto tiempo y el número de éstos refleja la fecundidad parcial, cabe mencionar que las ventajas comparativas con otros métodos, son el ahorro de tiempo en su conteo (rapidez en la determinación) y no hay dudas sobre la disgregación de las modas en los diagramas de frecuencia - tamaño de los ovocitos,



debido a la diferencia de tallas de los ovocitos hidratados, los cuales se caracterizan por su enorme tama1o, transparencia y consistencia blanda.

Todos los ovarios que se colectaron como hidratados fueron sometidos a un examen histol3gico, descartando aquellos que tenían indicios de desove (presencia de folículos postovulatorios), seleccionando sólo aquellos que con seguridad estaban hidratados.

El procedimiento t3cnico de conteo se inicia con la absorci3n de l3quido superficial del ovario con papel filtro, submuestreando la mitad m1s grande del ovario, tomando tres segmentos del tejido uno del centro y dos de la parte media entre el centro y los extremos del eje mayor del ovario. Las submuestras fueron pesadas en una balanza con una precisi3n de 0,0001gramos, posteriormente fueron colocadas en una c1psula petri cubriéndolas con gotas de glicerina (33%) para contabilizar los ovocitos bajo microscopio estereosc3pico.

El n1mero promedio de los ovocitos hidratados de las tres submuestras (metodología descrita por Hunter *et al.* 1985), fue utilizado para la estimaci3n del n1mero total de ovocitos hidratados del ovario (fecundidad parcial), de acuerdo a la siguiente expresi3n:

$$\bar{E}_i = \bar{n} * \bar{W}_i \quad (20)$$

donde:

$\bar{E}_i$  = Fecundidad parcial (n1mero total de ovocitos hidratados en el ovario).

$\bar{W}_i$  = Peso h1medo del ovario (g).

$\bar{n}$  = N1mero promedio de ovocitos hidratados por gramo de submuestra.

#### 7.7.4 Estimación de la proporción sexual y peso promedio de hembras maduras

La fracción de hembras en peso fue estimada para cada lance a partir de submuestras aleatorias de un mínimo 100 ejemplares de la captura de cada lance efectivo, los que fueron almacenados en formalina para el análisis posterior en el Laboratorio del Instituto de Investigación Pesquera. Este tamaño de muestra solamente fue efectivo en lances abundantes, ya que algunos lances que fueron clasificados como muestras se obtuvo un menor número de ejemplares, mientras que en otros lances fue superior (Anexo B). En el laboratorio, a partir del número de peces submuestreados de cada lance, se registró el sexo y se midió la longitud total y peso total.

La proporción total de hembras en peso fue estimada por:

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \bar{R}_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

y su varianza por:

$$V\hat{A}R(\bar{R}) = \frac{\sum_{i=1}^n m_i^2 (\bar{R}_i - \bar{R})^2}{\left[ \sum_{i=1}^n \frac{m_i}{n} \right]^2 n(n-1)}$$

donde  $\bar{R}$  es la proporción en peso promedio de hembras maduras,  $\bar{R}_i$  es la proporción en peso de hembras maduras en el lance  $i$ ,  $m_i$  es el número de peces muestreados del lance  $i$ , y  $n$  es el número total de lances.

El peso de las hembras es estimado de un tamaño fijo de submuestra de hembras maduras. A partir del peso promedio de las hembras en cada lance, se estimó el peso promedio de hembras maduras por

$$\bar{W} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \bar{W}_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

y la varianza por

$$V\hat{A}R(\bar{W}) = \frac{\sum_{i=1}^n m_i^2 (\bar{W}_i - \bar{W})^2}{\left[ \sum_{i=1}^n \frac{m_i}{n} \right]^2 n(n-1)}$$

donde  $\bar{W}$  es el peso promedio de hembras maduras,  $\bar{W}_i$  es el peso promedio de hembras maduras en el lance  $i$ ,  $m_i$  es el número de peces muestreados del lance  $i$ , y  $n$  es el número total de lances. El peso observado es ajustado hacia abajo en las hembras maduras, cuyos ovarios contienen huevos hidratados, debido a que su peso corporal está temporalmente sobreestimado debido a la retención de agua. El peso ajustado ( $\hat{W}_{ij}$ ) es estimado a partir de una regresión lineal entre el peso total y el peso sin gónadas ( $W_{ij}^*$ ) que es ajustado solo de aquellas hembras que no tienen huevos hidratados

$$\hat{W}_{ij} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}W_{ij}^*$$

La distribución de frecuencia observada del peso promedio de hembras por lance es usualmente simétrica aunque puede ocurrir cierta insinuación de bimodalidad si



hay una clase anual mayor a 1 a1o. Los pesos dentro de cada lance tienden a ser homog6neos, lo que sugiere que los card6menes de anchoveta (y sardina com6n) son homog6neos en relaci3n al peso.

#### a) Correcci3n del efecto del fijador

Los peces que se preservan en formalina exhiben variaciones en el peso y longitud total en relaci3n con las mediciones de los peces en fresco. Debido a que el efecto del fijador depende de la especie, tama1o, estado del pez cuando es preservado, tiempo en formalina y raz3n de formalina diluyente (Hunter 1985). Para obtener los factores de correcci3n de anchoveta y sardina com6n, se realiz3 el procedimiento descrito en el Anexo C.

### 7.7.5 Estimaci3n de la Biomasa del Stock Desovante

#### a) Modelo de estimaci3n

Seg6n Stauffer y Picquelle (1980) la estimaci3n de la biomasa desovante se estima mediante:

$$B = P \times \frac{A \times (k \times W)}{(R \times F \times S)}$$

donde,

B = biomasa desovante (toneladas);

P = producci3n diaria de huevos (huevos  $0,05 \text{ m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ );

W = peso promedio de hembras maduras (g);

R = raz3n de sexos, fracci3n de la poblaci3n que son hembras maduras, en peso (g);

F = fecundidad parcial, n6mero de huevos por hembra madura por vez;



- S = fracci3n de hembras maduras desovantes por d3a;  
A = 3rea total investigada (en 0,05 m<sup>2</sup>);  
K = factor de conversi3n de gramos a toneladas.

### b) Covarianza de los par3metros

Stauffer y Picquelle (1980), basados en el modelo delta de Seber (1973), demostraron que el sesgo aproximado y la varianza para el estimador de biomasa son funci3n de las varianzas y covarianzas muestrales. El sesgo (b) est3 dado por:

$$E[B] = \hat{B} + b$$

donde E[B] es el valor esperado de la biomasa y  $\hat{B}$  es el estimado de la Ec. (27). El sesgo puede estimarse aproximadamente de la siguiente forma:

$$b \cong \hat{B}(CV(R)^2 + CV(F)^2 + CV(S)^2 + COVS)$$

donde CV representa el coeficiente de variaci3n del par3metro estimado y COVS, corresponde a la suma de t3rminos que incorpora las respectivas covarianzas:

$$COVS = \frac{COV(PW)}{PW} - \frac{COV(PR)}{PR} - \frac{COV(PF)}{PF} - \frac{COV(PS)}{PS} - \frac{COV(WR)}{WR} - \frac{COV(WF)}{WF} - \frac{COV(WS)}{WS} \\ + \left( \frac{COV(RF)}{RF} + \frac{COV(RS)}{RS} + \frac{COV(SF)}{SF} \right)$$

Si se ignora el sesgo, la varianza aproximada del estimado est3 dada por:

$$Var(B) \cong \hat{B}^2 \times (CV(P)^2 + CV(W)^2 + CV(F)^2 + CV(S)^2 + 2 \times COVS)$$

## 7.7.6 An3lisis de la distribuci3n espacial de huevos asociada a variables oceanogr3ficas

### a) Caracterizaci3n oceanogr3fica: an3lisis espacial

La informaci3n oceanogr3fica obtenida en los cruceros de colecci3n de huevos de sardina y anchoveta fue procesada y analizada con el objeto de caracterizar la zona de estudio en base a los registros de temperatura y salinidad. Previamente, la zona total de estudio se separ3 en tres regiones de an3lisis consignadas como (a) norte, (b) centro, y (c) sur, cuyos l3mites latitudinales se presentan en la **Tabla 8**.

**Tabla 8.** L3mites latitudinales (Lat, 3S) de las regiones de an3lisis para la caracterizaci3n de la zona total de estudio seg3n las variables oceanogr3ficas temperatura y salinidad.

Regi3n de an3lisis	L3mite norte	L3mite sur
Norte	333 00' S	343 30' S
Centro	343 30' S	373 30' S
Sur	373 30' S	423 00' S

Para la caracterizaci3n de las zonas de estudio se elaboraron mapas de isol3neas mediante interpolaci3n cuadr3tica (kriging) a la forma de:

- secciones horizontales (mapas) de isol3neas de temperatura en superficie y 10 de profundidad para cada una de las regiones de an3lisis,
- secciones horizontales (mapas) de isol3neas de salinidad en superficie y 10 m de profundidad para cada una de las regiones de an3lisis,
- secciones verticales de temperatura costa-oc3ano cada 30 millas n3uticas de latitud,
- secciones verticales de salinidad costa-oc3ano cada 30 millas n3uticas de latitud.

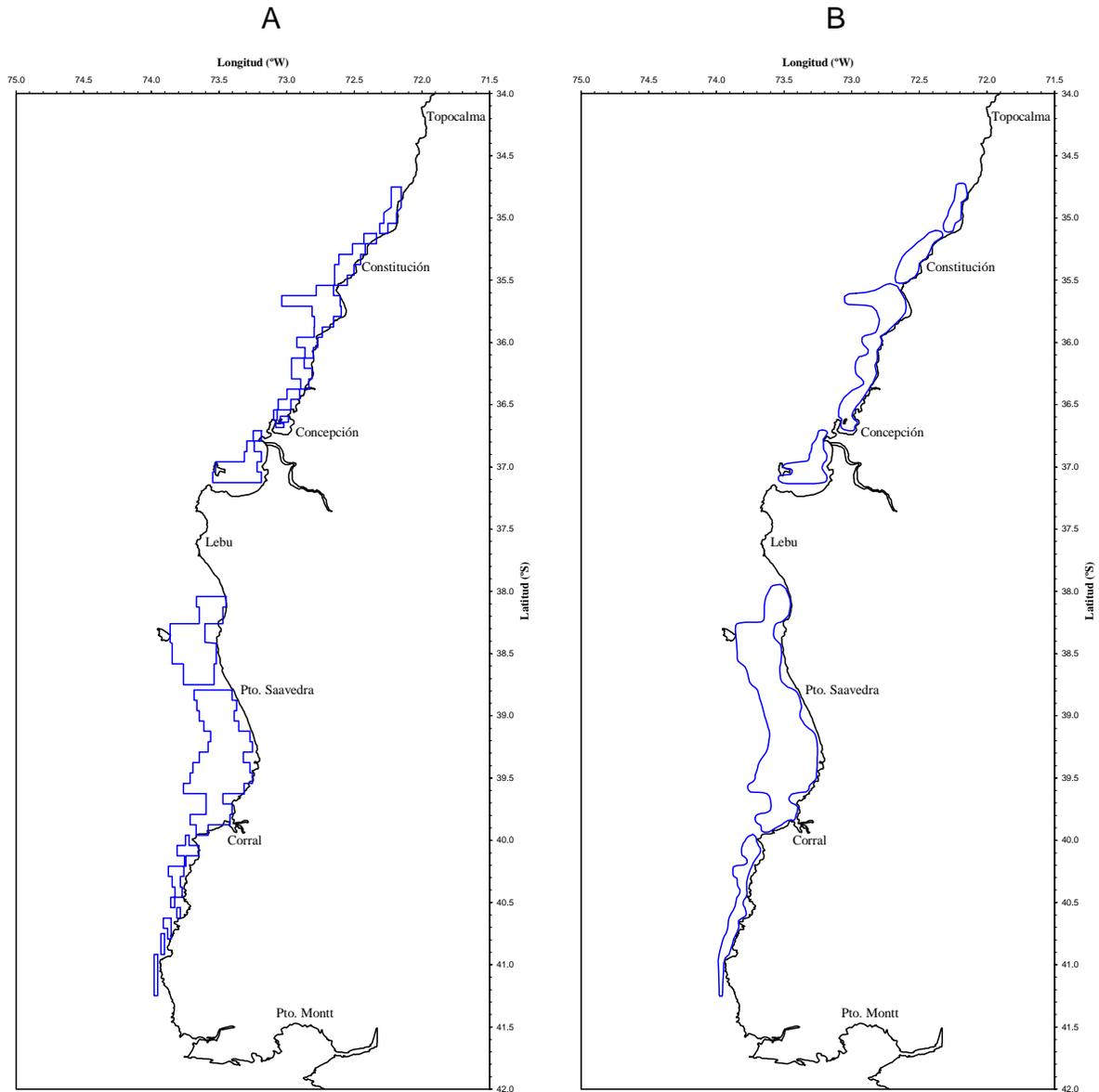
### b) Determinación de las áreas de los focos de distribución de huevos

El área de los focos de distribución de huevos de anchoveta y sardina común en la zona de estudio se determinó a partir de la cuantificación de las subáreas que representan las estaciones positivas (con presencia de huevos) para cada una de las especies objeto de estudio. El criterio para determinar el área de los focos de distribución se basó en considerar el área mínima de presencia de huevos para cada estación de muestreo.

Dada la existencia de estaciones negativas (ausencia de huevos) al interior de un transecto, circundadas por estaciones positivas, éstas fueron consideradas como cerros locales y por lo tanto contribuyen a la estimación del área total de cada foco de distribución de huevos. Este criterio fue aplicado en los ejes norte-sur (entre transectos adyacentes) y este-oeste (entre estaciones sobre un mismo transecto). El esquema siguiente explica la forma en que son elegidas las celdas que definen un foco de abundancia de huevos:

○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	●	○	○
○	○	○	●	●	●	●	●	○
○	○	●	●	○	○	●	●	○
○	●	●	○	○	●	●	○	○
○	●	●	●	●	●	●	○	○
○	○	○	●	●	●	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○

En seguida, se procede a juntar las celdas de manera que los bordes definen los vértices del polígono de estimación, los que posteriormente son suavizados mediante la aplicación de medias móviles con distintos tamaños de agrupación y puntos de partida. Finalmente, los polígonos son “blanqueados” en el margen oriental para aquellos casos en que sobrepasan el límite costero (**Figura 2**).



**Figura 2.** Diagrama que muestra la forma en que son agrupadas las celdas de distribuci3n de huevos (A) las que son suavizadas y blanqueadas (B) para definir los focos de distribuci3n de huevos. Ejemplo para *Engraulis ringens*.



### **c) Relación distribución de huevos con variables ambientales**

#### **Análisis cualitativos**

Se analizó la distribución espacial de los huevos de anchoveta y sardina común en las regiones de análisis con el propósito de explorar posibles relaciones entre tal comportamiento espacial y variables ambientales relevantes tales como temperatura y salinidad. Los análisis cuantitativos consistieron en:

- i) La construcción de mapas de contornos de las variables oceanográficas temperatura (superficial y a 10 m de profundidad) y salinidad (superficial y a 10 m de profundidad) a los que se les superpuso una representación horizontal escalada de la abundancia de huevos de anchoveta y sardina común.
- ii) La construcción de diagramas T-S en los cuales se sobrepuso una representación escalada de las abundancias de huevos de anchoveta y sardina común. Consecuentemente, mediante estos tipos de representaciones básicas se obtendrán los rangos de las variables oceanográficas entre los cuales los huevos de cada especie se encuentran preferentemente en la zona de estudio.

#### **Análisis cuantitativos**

- **Preferencia-rechazo**

La relación entre el patrón de distribución espacial de los huevos de las especies bajo estudio y variables relacionadas con su hábitat, en nuestro caso, temperatura superficial del mar, salinidad superficial del mar, intensidad del viento, turbulencia, profundidad del fondo de ecosonda y distancia desde la costa (longitud oeste), se ha explorado a través de metodología propuesta por Perry y Smith (1994) para un esquema de muestreo regular.

A cada estaci3n oceanogr3fica se le asigna un valor de densidad de huevos de anchoveta y de sardina com3n, con el prop3sito de obtener los valores de densidad de cada especie con las variables relacionadas con el h3bitat de ambos recursos. La caracterizaci3n de la distribuci3n de frecuencia de la variable del h3bitat, se realiza a trav3s de la construcci3n de una funci3n de distribuci3n acumulada emp3rica (FDA).

$$f(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I(x_i) \quad (21)$$

con la funci3n indicadora adoptando los valores,  $I(x_i) = \begin{cases} 1, & \text{si } x_i \leq t; \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases}$

donde,

$n$  = n3mero de estaciones oceanogr3ficas.

$x_i$  = medida de la variable hidrogr3fica en las estaciones oceanogr3ficas ( $i = 1, \dots, n$ )

Posteriormente, se asocia los valores de densidad de huevos de ambos recursos con las condiciones del h3bitat, a trav3s de una ponderaci3n de la forma:

$$g(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{Y_i}{\bar{Y}} I(x_i) \quad (22)$$

donde,

$Y_i$  = densidad de huevos de sardina com3n (3 anchoveta) en cada estaci3n oceanogr3fica ( $i = 1, \dots, n$ ).

$\bar{Y}$  = estimado de la abundancia media de huevos de sardina com3n (3 anchoveta).

Si los valores grandes de  $Y_i / \bar{Y}$  est1n vinculados consistentemente con una condici3n ambiental particular, entonces esto sugiere una fuerte asociaci3n entre la especie con la condici3n del h1bitat.

La fuerza de la asociaci3n entre la densidad de huevos de ambos recursos y la variable ambiental representativa del h1bitat, se determin3 evaluando el grado de diferencia entre las dos curvas de frecuencia acumulada,  $g(t)$  y  $f(t)$ . El c1lculo de la m1xima distancia absoluta entre  $g(t)$  y  $f(t)$  se establece como:

$$\max_{\forall t} |g(t) - f(t)| = \max_{\forall t} \left| \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{Y_i - \bar{Y}}{\bar{Y}} \right) I(x_i) \right| \quad (23)$$

donde  $|g(t) - f(t)|$  indica el valor absoluto de la diferencia entre  $g(t)$  y  $f(t)$  a cualquier punto  $t$ . Para evaluar la significancia estadística en la ecuaci3n anterior, se modela la distribuci3n de la prueba estadística bajo la hip3tesis nula de una asociaci3n al azar entre la densidad de huevos de sardina com1n (3 anchoveta) y la variable ambiental representativa del h1bitat, a trav1s de un re-muestreo Monte Carlo. Lo anterior, se llev3 a cabo aleatorizando los pares de  $[(Y_i - \bar{Y}) / \bar{Y}]$  y  $x_i$  a trav1s de todos los  $i$  para todos los datos y luego se calcul3 la prueba estadística para los nuevos pares. El  $x_i$  para el apareamiento se obtuvo de un muestreo con reemplazo de la  $x_i$  observada con la probabilidad  $1/n$ . Este procedimiento se repiti3 2000 veces hasta obtener una pseudo-poblaci3n de las pruebas estadísticas bajo la hip3tesis nula.

- **Enfoque geoestadístico**

Las t1cnicas de an1lisis geoestadístico son ideales para describir la distribuci3n espacial de cualquier variable regionalizada. Son a la vez conceptualmente s3lidas, estadísticamente rigurosas y visualmente informativas. Por estos motivos es que est1n siendo utilizadas con una frecuencia cada vez mayor en



investigaci3n bio-pesquera a nivel mundial, y se han convertido en una herramienta de alta relevancia tanto en la descripci3n de la distribuci3n espacial de recursos bent3nicos (Freire *et al.*, 1992; Gonz1lez-Gurriar1n *et al.*, 1993; Comeau *et al.*, 1998; Roa y Tapia, 2000) y pel1gicos (Maravelias *et al.*, 1996), como en estimaciones de biomasa (Conan, 1985; Simard *et al.*, 1992; Pelletier & Parma, 1994; Maynou *et al.*, 1998). Este tipo de an1lisis ya ha sido aplicado con 3xito en estudios anteriores respecto de los mismos t3picos tratados en este proyecto. Las t3cnicas geoestad1sticas, fueron aplicadas a la cantidad total de huevos de cada una de las especie objeto de estudio, as1 como a las variables ambientales temperatura (superficial y a la profundidad 10 m) y salinidad (superficial y a 10 m de profundidad).

La estimaci3n geoestad1stica se basa en la correlaci3n espacial entre los datos en lugar de evitarla, como en el caso de un muestreo aleatorio, y permite obtener resultados insesgados pr1cticamente desde cualquier tipo de dise1o muestral (Conan, 1985; Petitgas, 1996). No obstante, se obtiene una mayor precisi3n al aplicar este tipo de an1lisis bajo estrategias de muestreo de tipo regular (Conan, 1985), como es el caso de este estudio. Las estimaciones locales de cada variable obtenidas durante el crucero fueron consideradas como una representaci3n muestral del proceso aleatorio subyacente (*i.e.* campo de la densidad de huevos o campo de la variable ambiental). Primero, se realiz3 un an1lisis estructural que permiti3 caracterizar el proceso sobre la base de las propiedades de los datos, modelando el cambio en su disimilitud en funci3n de la distancia entre ellos. Posteriormente, este modelo de correlaci3n espacial fue utilizado durante una interpolaci3n por *kriging puntual ordinario* para asignar ponderadores 3ptimos a las mediciones de la variable local densidad local en cada lance. El procedimiento b1sico del *kriging* lineal consiste en la interpolaci3n sobre el 1rea no muestreada mediante combinaciones lineales de las observaciones provenientes del 1rea muestreada en la grilla de transectas. Los coeficientes de las combinaciones

lineales son óptimos desde el punto de vista de las desviaciones cuadráticas esperadas entre las observaciones y las interpolaciones (Isaaks y Srivastava, 1989).

- **Análisis Estructural**

Para el presente análisis se supuso la existencia de *estacionaridad de segundo orden*, es decir, que la media del proceso aleatorio bajo estudio es constante en toda el área de análisis y la covarianza entre dos puntos de muestreo depende sólo de sus distancias relativas (Isaaks y Srivastava, 1989). La herramienta estructural a ser utilizada es el variograma, definido (Journel y Huijbregts 1978) como la esperanza de la variable aleatoria  $(Z(x) - Z(x+h))^2$ , o

$$2\gamma(x, h) = E((Z(x) - Z(x+h))^2) \quad (24)$$

Bajo la hipótesis intrínseca, es posible estimar el variograma  $2\gamma(h)$  a partir de los datos mediante el variograma experimental  $2\gamma^*(h)$ , que es la media aritmética de las diferencias al cuadrado entre dos mediciones experimentales,  $z(x_i) - z(x_i+h)$ , realizadas en dos puntos cualesquiera separados por el vector  $h$ , o sea:

$$2\gamma^*(h) = \frac{1}{N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} (z(x_i) - z(x_i+h))^2 \quad (25)$$

donde  $N(h)$  es el número de pares de datos experimentales separados por el vector  $h$ . Realizaremos este cálculo en varias direcciones para investigar así la existencia de diferencias direccionales en la estructura del proceso (*i.e.* anisotropía).

Una vez calculado el variograma experimental, se ajustó un modelo estadístico que permitió relacionar la estructura observada con el proceso generador. Los dos

modelos investigados fueron el esférico y el exponencial, que han sido apropiados para las estimaciones de densidad de huevos de sardina y anchoveta realizadas anteriormente (Castro *et al.*, 1997). Estos modelos están dados en términos del variograma por Cressie (1993), como

$$\gamma(h; \theta) = \begin{cases} 0, & h = 0 \\ c_0 + c \left( \frac{3}{2} \left( \frac{\|h\|}{\beta} \right) \right) - \frac{1}{2} \left( \frac{\|h\|}{\beta} \right)^3, & 0 < \|h\| \leq \beta \\ c_0 + c, & \|h\| \geq \beta \end{cases} \quad (26)$$

para el modelo esférico, y

$$\gamma(h; \theta) = \begin{cases} 0, & h = 0 \\ c_0 + c \left( 1 - \exp\left(-\frac{\|h\|}{\beta}\right) \right), & h \neq 0 \end{cases} \quad (27)$$

para el modelo exponencial, donde  $c_0$  es el efecto *nugget*, que caracteriza la variabilidad de micro-escala,  $c$  es el valor asintótico o *sill* del variograma menos el *nugget*, y  $\beta$  es el rango del variograma, más allá del cual los datos ya no presentan correlación (para el modelo exponencial, el rango práctico es tres veces el rango teórico  $\beta=3\beta$ ).

- **Ajuste Mínimo Cuadrático de Cressie**

Los parámetros de cada modelo fueron estimados a partir del variograma experimental mediante el método de mínimos cuadrados descrito por Cressie (1993), y aplicado con éxito por Pelletier y Parma (1994) y por Roa y Tapia (2000), minimizando la sumatoria.

$$\sum_{i=1}^H N(h_i) \left( \frac{\hat{\gamma}(h_i)}{\gamma(h_i)} - 1 \right)^2 \quad (28)$$

donde  $H$  es el n3mero de intervalos en que se divide la distancia entre puntos de muestreo. Con esta funci3n de minimizaci3n cada residuo al cuadrado se pondera seg3n  $N(h_i)$ , que es el n3mero de pares utilizado para calcular  $\hat{\gamma}(h_i)$ , y seg3n el inverso de  $\gamma(h_i)^2$ . Este procedimiento tiene la ventaja de disminuir la ponderaci3n de pares menos representados en la muestra y aumentar la de puntos cercanos al origen del variograma, zona crucial en la estimaci3n de los par3metros del modelo (Pelletier y Parma, 1994).

- **Validaci3n Cruzada**

Se realiz3 una validaci3n cruzada de los par3metros del variograma te3rico ajustado y de los par3metros a utilizar en la interpolaci3n por *kriging* (i.e. par3metros del variograma te3rico, radio de b3squeda, n3mero m3ximo de pares a utilizar en la interpolaci3n). El m3todo de validaci3n cruzada (Deutsch y Journel, 1998) consisti3 en eliminar uno a uno los puntos en que se realiz3 el muestreo y utilizar el resto de los datos para estimar el valor de la variable en ese punto, utilizando el modelo de variograma y par3metros de *kriging* seleccionados (Maravelias *et al.*, 1996). De esta forma, se define el error de predicci3n en cada localidad muestreada como la diferencia entre el valor medido y el estimado a partir del resto de los datos (Isaaks y Srivastava 1989). El objetivo final de este procedimiento es obtener un criterio de decisi3n para seleccionar una combinaci3n dada de par3metros del variograma te3rico y del *kriging*. El criterio de selecci3n es el error medio cuadrado:

$$MSE = \left( \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \{z^{*(k)}(x_i, y_i) - z(x_i, y_i)\} \right)^2 + \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N \{(z^{*(k)}(x_i, y_i) - z(x_i, y_i))\}^2 \quad (29)$$

$$MSE = sesgo^2 + var_y$$

donde  $z^{*(k)}$  es la predicción por *kriging*,  $i$  indexa a las observaciones que en total son  $N$ , y  $y_i$  es una observación separada una distancia  $h_i$  de  $x_i$ . Un buen modelo de continuidad espacial debería entregar estimaciones cuyo sesgo y dispersión de residuos se aproximen a cero. Por lo tanto, la combinación seleccionada de modelo y parámetros de *kriging* fue aquella con el menor  $MSE$ . Sin embargo, el hecho de que la distribución univariada de los residuos cumpla con estas condiciones no es suficiente para garantizar que las predicciones del modelo espacial en localidades no visitadas serán de buena calidad. Por ello y, como ha sido sugerido por Isaaks y Srivastava (1989), se inspeccionó además el grado de sesgo condicional (*i.e.* correlación entre las magnitudes de las estimaciones y sus residuos) y de correlación existente entre los estimados y las observaciones. La selección del conjunto de parámetros con mínimo  $MSE$  estuvo restringida a aquellas combinaciones que cumplan con estos dos requisitos. Como un criterio de selección adicional se incorporó la distribución latitudinal de los residuos, con el objeto de asegurar que las estimaciones no sólo sean condicionalmente insesgadas respecto de cualquier rango de valores, sino también respecto de su posición espacial.

- **Mapeo por kriging**

Los parámetros del variograma teórico y del *kriging* seleccionados después de la validación cruzada para cada variable, fueron utilizados para calcular las ponderaciones óptimas a ser asignadas a cada estimación local de la variable, para así estimar la misma  $\hat{z}(x_0, y_0)$  en cada uno de los nodos de la grilla de interpolación  $(x_0, y_0)$  utilizando:



$$Z^*(x_0, y_0) = \sum_{j=1}^n w_j Z(x_j, y_j) \quad (30)$$

donde  $w_j$  representa las ponderaciones asignadas a cada localidad muestreada. La suma de estas ponderaciones es igual a 1 (*i.e.* constituyen una combinaci3n lineal convexa), y por lo tanto la estimaci3n es insesgada ( $E[Z^*(x_0) - Z(x_0)] = 0$ ). Cada ponderaci3n fue estimada de tal forma que el error de estimaci3n ( $\sigma_k^{*2}(x_0)$ ), llamado *varianza de kriging*, sea minimizado (Simard *et al.*, 1992).



## 8. RESULTADOS

---

De acuerdo con lo establecido en la propuesta técnica del proyecto, los resultados dicen relación con:

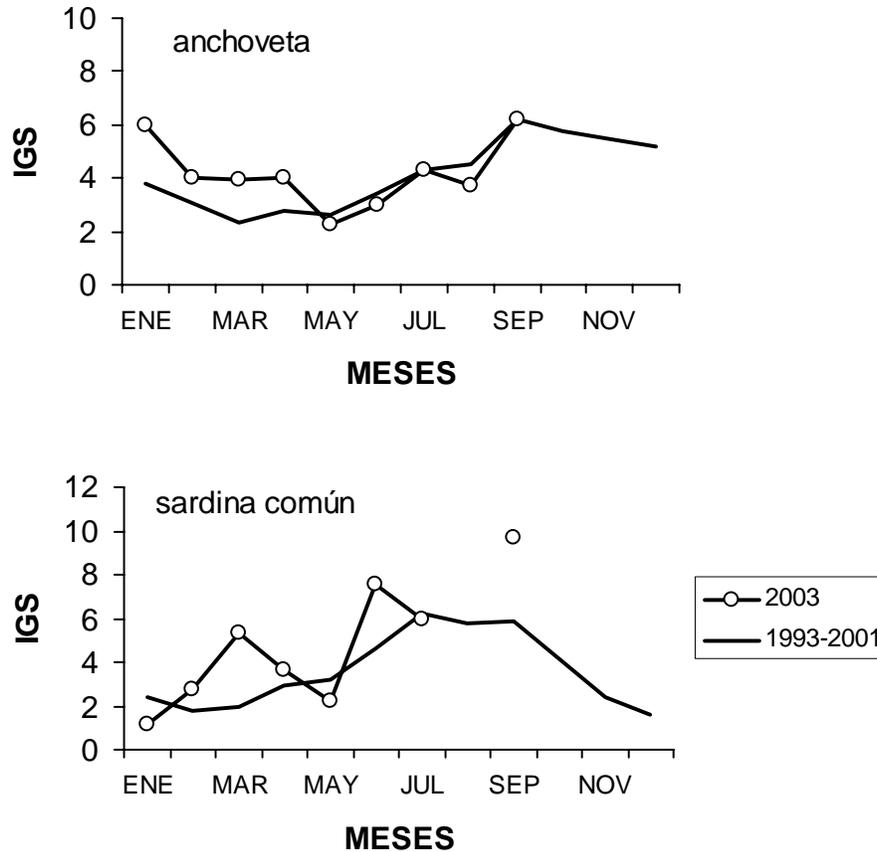
- a) Distribución y abundancia de huevos de anchoveta y sardina común en el área de estudio.
- b) Condición general reproductiva
- c) Estimación de la producción diaria de huevos, varianza y tasa de mortalidad instantánea de huevos
- d) Proporción de estadios de madurez sexual microscópicos y frecuencia del desove de
- e) Fecundidad parcial de anchoveta.
- f) Proporción sexual en peso.
- g) Distribución horizontal de temperatura superficial del mar.

### 8.1 Desarrollo del muestreo planctónico y de adultos

#### 8.1.1 Indicadores reproductivos

Se destaca que a pesar que se contó con la autorización para desarrollar pesca, la renuncia de las naves industriales a la Pesca de Investigación, lo que sumado a días de mal tiempo, determinó un retraso considerable para realizar el crucero de huevos en el sector sur.

No obstante lo anterior, el índice gonadosomático, reveló un incremento significativo en junio y julio en sardina común y anchoveta, respectivamente; presentándose con una máxima expresión en septiembre, tal y como ha sido observado en el registro histórico del IGS (**Figura 3**).



**Figura 3.** Índice gonadosomático de anchoveta y sardina común.

### 8.1.2 Monitoreo reproductivo

Los muestreos semanales de estados de madurez microscópica fueron realizados los días 17 de julio; 14 de agosto; 08 de septiembre y 23 de septiembre de 2003. Las muestras de sardina común fueron escasas en los desembarques artesanales como para apreciar la condición reproductiva, siendo más representativo el muestreo de anchoveta. La fracción de muestras que fueron analizadas histológicamente permitió que un total de 68 hembras fueran consideradas en el análisis microscópico de la madurez.

Los estados de madurez macroscópicos de las muestras obtenidas del monitoreo previo se presentan en la **Tabla 9**, donde se observa una gran proporción de hembras en estado 3 (maduro) con 66 % de los ejemplares, seguido por aquellas hembras en estado 4 (hidratado) con 27,9 % de los peces y luego el estado 2 (virgen madurando) ó (desovado) con casi 2,9 % de los individuos.

**Tabla 9.** Distribución del estado de madurez sexual de sardina común durante el monitoreo reproductivo.

Fecha	EMS				Total general
	2	3	4	5	
17-07-2003	-	7 (63,6 %)	3 (27,3 %)	1 (9,1 %)	11
14-08-2003	-	7 (77,8 %)	2 (22,2 %)	-	9
08-09-2003	2 (8,7 %)	13 (56,5 %)	7 (30,4 %)	1 (4,3 %)	23
23-09-2003	-	18 (72,0 %)	7 (28,0 %)	-	25
Total general	2 (2,9 %)	45 (66,2 %)	19 (27,9 %)	2 (2,9 %)	68

A partir de estas 68 hembras, la identificación de los distintos estadios de madurez microscópicos se realizó de acuerdo con la escala de madurez entregada en la **Tabla 2**. La proporción en porcentaje de cada uno de los estados de madurez microscópicos por fecha de muestreo se presenta en la **Tabla 10**, donde se observa que hacia los últimos días de muestreo el porcentaje de hembras maduras (estados 3 a 9) aumenta a valores cercanos al 90%, lo que estaría indicando que el proceso de máxima actividad reproductiva de la anchoveta habría estado cubierta durante el crucero de huevos. Además, hacia fines de septiembre es donde se observa la mayor proporción de hembras en estado 8 o en proceso de postdesove.

**Tabla 10.** Estados de madurez microscópicos de sardina común obtenidos del monitoreo (n = 68).

Fecha	Estados de Madurez Microscópicos						Total general
	2	3	4	5	6	8	
17-07-03	-	-	4 (36,4 %)	3 (27,3 %)	1 (9,1 %)	3 (27,3 %)	11
14-08-03	-	1 (11,1 %)	4 (44,4 %)	1 (11,1 %)	2 (22,2 %)	1 (11,1 %)	9
08-09-03	1 (4,3 %)	-	7 (30,4 %)	11 (47,8 %)	-	4 (17,4 %)	23
23-09-03	-	1 (4,0 %)	3 (12,0 %)	5 (20,0 %)	2 (8,0 %)	14 (56,0 %)	25
Total general	1 (1,5 %)	2 (3,0 %)	18 (26,5 %)	20 (29,4 %)	5 (7,4 %)	22 (32,4 %)	68

En el caso de aquellas hembras que presentaron folículos postovulatorios (FPO) éstos fueron clasificados de acuerdo a los criterios establecidos en FPO nuevos de día 0, FPO de día 1 y FPO de día 2. De acuerdo a lo anterior se observa en la **Tabla 11** que los primeros días del monitoreo aparecen FPO de día 0 y 2, incrementándose la presencia de FPO de día 1 y 2 en la última semana de monitoreo.

**Tabla 11.** Número de ejemplares de sardina común con folículos postovulatorios (FPO) en cada una de las muestras analizadas del monitoreo (n = 68).

Fecha	FPO Día			Total general
	0	1	2	
17-07-03	1	1	1	3
14-08-03			1	1
08-09-03	2		2	4
23-09-03		5	9	14
Total general	3	6	13	22

## 8.2 Condiciones meteorológicas generales

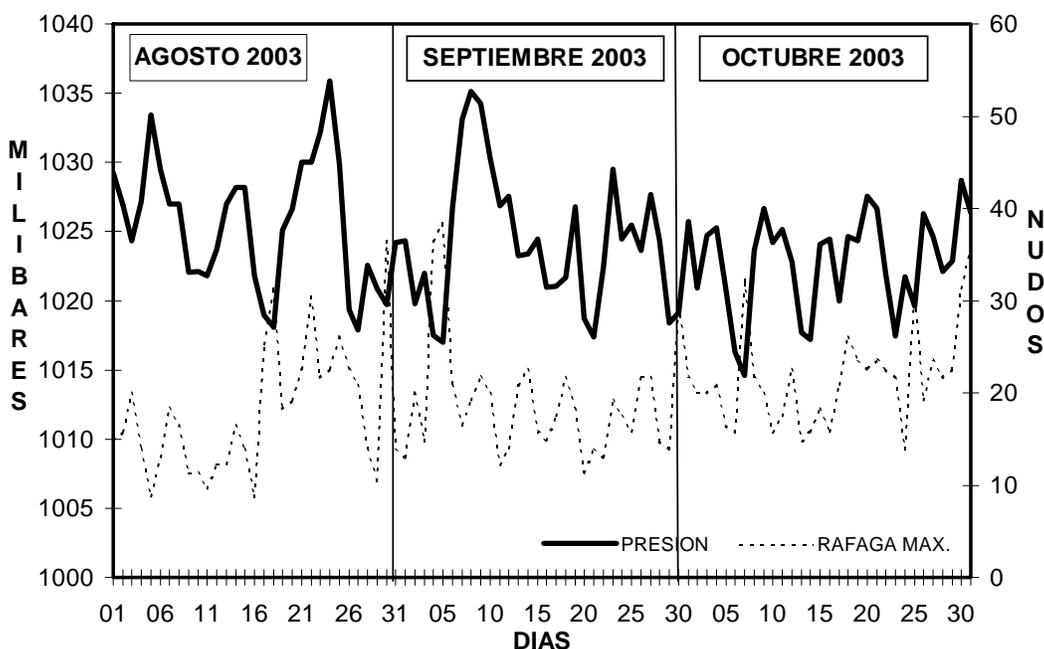
El muestreo de adultos de anchoveta y sardina común se desarrolló entre el 20 de agosto y el 12 de septiembre de 2003, mientras que el muestreo de huevos se extendió desde el 23 de agosto hasta el 24 de octubre de 2003. De acuerdo con los datos registrados en la estación meteorológica del Instituto de Investigación



Pesquera VIII Regi3n, durante la segunda quincena de agosto de 2003, se presentaron 2 sistemas frontales. Cada uno de ellos tuvo un car3cter fuerte entre el 16-17 y 30-31 de agosto, con r3fagas que superaron los 20 y 30 nudos, respectivamente. En septiembre, entre los d3as 5-7, 20-21 y 29-30 se presentaron 3 sistemas frontales d3biles en Talcahuano (**Figura 4**), pero de mayor intensidad al sur de los 38°S (Corral), con r3fagas de vientos que superaron los 25 nudos en esa zona.

Durante octubre las condiciones meteorol3gicas fueron m3s favorables, registr3ndose solamente el paso de frentes d3biles de mal tiempo de corta duraci3n, el primero determin3 r3fagas de viento que superaron los 30 nudos (07 al 08 de octubre), el segundo fue muy d3bil, entre el 14 y 15, y, el tercero con caracter3sticas moderadas el 26 de octubre (**Figura 4**).

El muestreo de huevos comenz3 en el sector centro a contar del 23 de agosto con la L/M "Rainer Alejandro", y continuo en el mismo sector entre el 27 de agosto y el 30 de agosto con la L/M "Quenos". La renuncia de las embarcaciones industriales determin3 que el muestreo en el sector sur se iniciar3 el 23 de septiembre y se interrumpiera por razones clim3ticas y seguridad en la navegaci3n entre el 29 y 30 de septiembre, termin3ndose el 04 de octubre. Por disponibilidad de embarcaciones, el muestreo en el sector Norte y parte del Centro se evalu3 entre el 11 y 24 de octubre. Por razones clim3ticas y seguridad en la navegaci3n, as3 como por el presupuesto de d3as/buque, algunas transectas no pudieron completarse. Sin embargo, la evaluaci3n global de los resultados indica que el 3rea de desove de ambas especies en el sector Centro y Sur fue cubierta.



**Figura 4.** Presión atmosférica superficial y ráfagas máximas de viento entre el 1 de agosto y el 31 de octubre de 2003 (Estación meteorológica de INPESCA, Talcahuano).

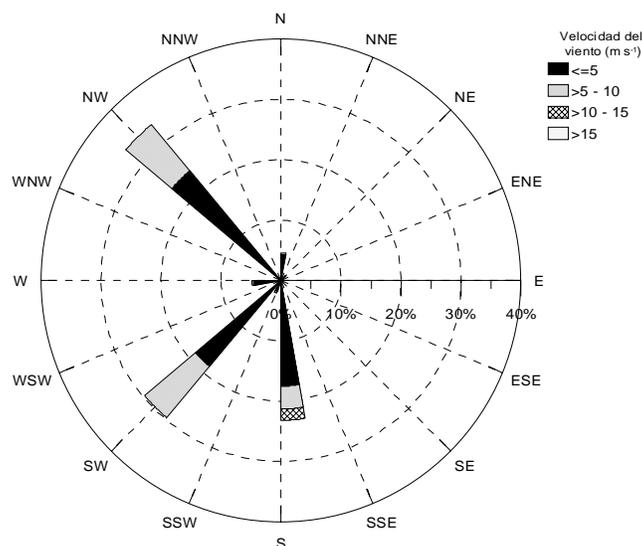
Durante el período de estudio se obtuvo registros de intensidad y dirección del viento local en cada una de las estaciones de muestreo realizadas. En la **Tabla 12** se resumen las variaciones en la intensidad del viento para cada zona del área de estudio. Se verifica un valor promedio similar entre las distintas zonas de prospección, con máximas intensidades de viento local asociadas a las estaciones del sector Centro las que fueron evaluadas durante la última quincena de octubre del 2003.

**Tabla 12.** Resumen de la intensidad del viento ( $\text{m s}^{-1}$ ) registrada durante el crucero de prospección para cada una de las zonas evaluadas en el estudio.

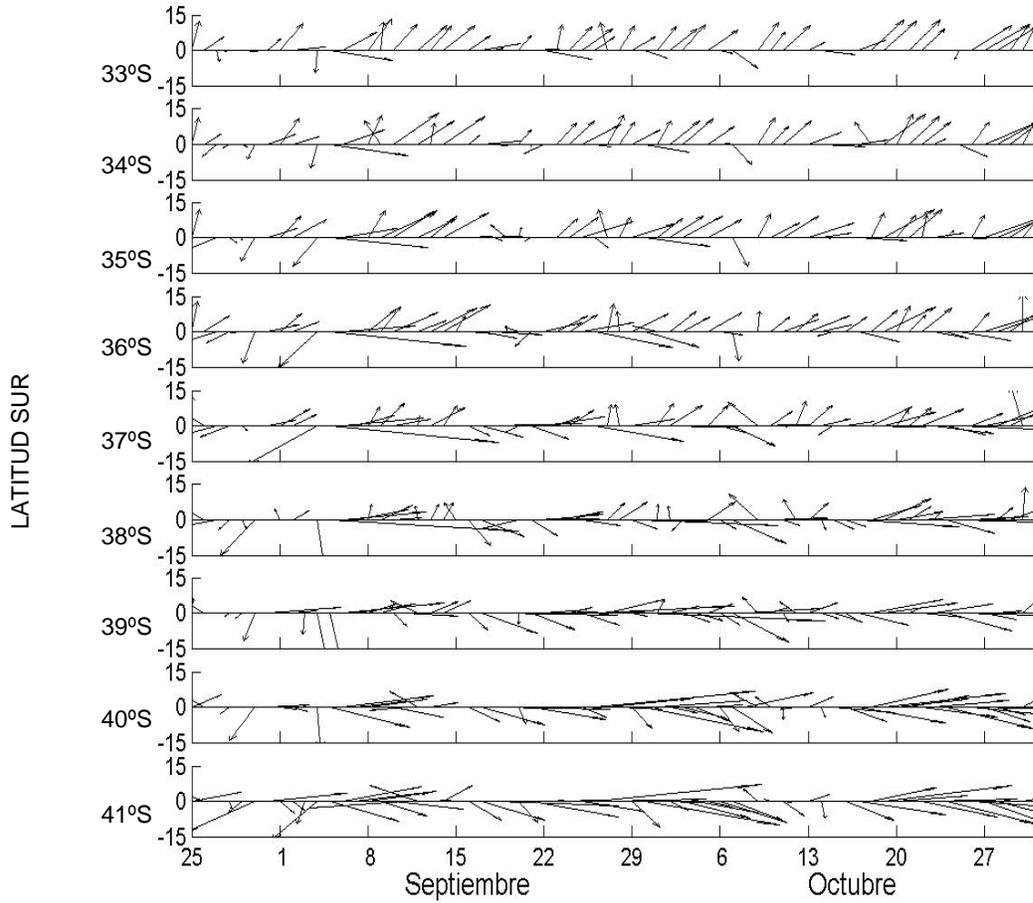
Intensidad del viento ( $\text{m s}^{-1}$ )	Zona Norte	Zona Centro	Zona Sur	Área Total
Promedio $\pm$ Desv.Est.	3,2 $\pm$ 2,0	3,0 $\pm$ 3,5	3,0 $\pm$ 2,6	3,0 $\pm$ 2,8
Rango	1,0 – 7,7	0,3 – 12,9	0,5 – 9,3	0,3 – 12,9
Nro. observaciones	38	108	225	371

Por otra parte, el análisis de frecuencia por cuadrante (rosa de vientos, **Figura 5**) considerando toda el área de estudio, reveló el predominio de los vientos provenientes de los sectores NW (33,7%), SW (29,6%) y S (23,2%), respectivamente. Los vientos provenientes del NW, asociados a períodos de mal tiempo, fueron dominantes durante septiembre y octubre, especialmente en la zona Sur del área prospectada. Por su parte, vientos provenientes del S y SW fueron más importantes al norte de los 38°S.

Este comportamiento es corroborado a través del análisis diario de viento satelital proveniente del satélite Quikscat para el período comprendido entre el 25 de agosto y el 31 de octubre de 2003. La **Figura 6** evidencia claras diferencias latitudinales en la evolución temporal de los vientos, mostrando el dominio de vientos provenientes de los cuadrantes sur en la región situada al norte de los 38°S, mientras que, en el extremo austral del área prospectada (al sur de los 38°S), y especialmente a partir de la segunda quincena de septiembre, se observan importantes períodos de viento NW, con intensidades que superaron los 10 m s<sup>-1</sup>.



**Figura 5.** Rosa de vientos para el área y período de estudio.



**Figura 6.** Evolución latitudinal y temporal de la intensidad de vientos diarios provenientes del satélite Quikscat, resolución 0,25 \* 0,25 grados. Período de tiempo 25 de agosto a 31 de octubre de 2003.



## 8.2.1 Monitoreo reproductivo aguas interiores

A partir de la operaci3n de la flota artesanal con puerto base en Calbuco, se obtuvieron 368 hembras de sardina com3n y 162 hembras de anchoveta, extraídas, desde octubre a diciembre de 2003, en las aguas interiores de la X Regi3n. De 3stas, 322 ovarios de sardina com3n y 156 ovarios de anchoveta fueron sometidos a un procesamiento histol3gico para un an3lisis microsc3pico de la madurez sexual. El tamaño de las hembras, a las cuales se les extrajo las g3nadas, oscil3 entre 12,5 y 17,0 cm de longitud total en sardina com3n y entre 13,0 y 20,0 cm de longitud total en anchoveta.

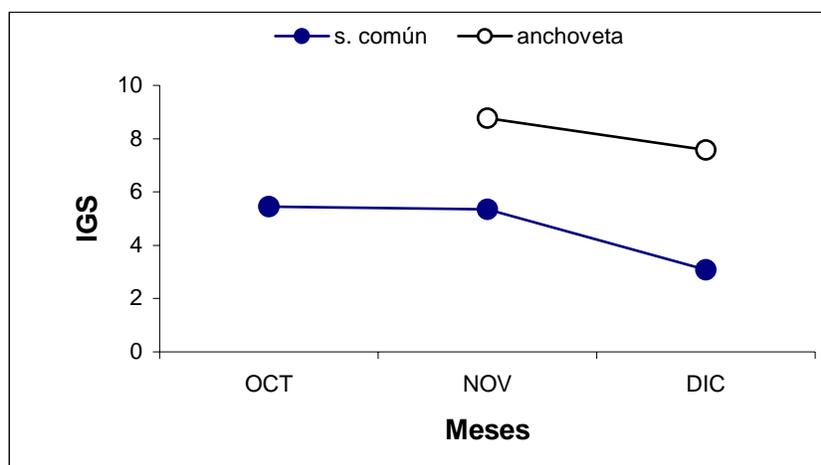
### 8.2.1.1 3ndice gonadosom3tico

En ambas especies, el indicador macrosc3pico se mantuvo en valores relativamente estables. En sardina com3n, el mayor valor correspondi3 a 5,4 en octubre, observ3ndose una disminuci3n en diciembre (3,1). En anchoveta, el mayor valor fue de 8,8 en noviembre, disminuyendo a 7,6 en diciembre (**Figura 7**). De acuerdo al IGS, Cubillos *et al.* (1999) y Sep3lveda *et al.* (2000) reportan, para la sardina com3n, valores m3ximos en julio-agosto (sobre 6) y m3nimos en verano (menores a 3). Para la anchoveta, estos 3ltimos autores indican, una actividad reproductiva sostenida que se inicia en junio-julio y se mantiene con valores altos en primavera, para luego descender en febrero.

### 8.2.1.2 Estadios de madurez sexual

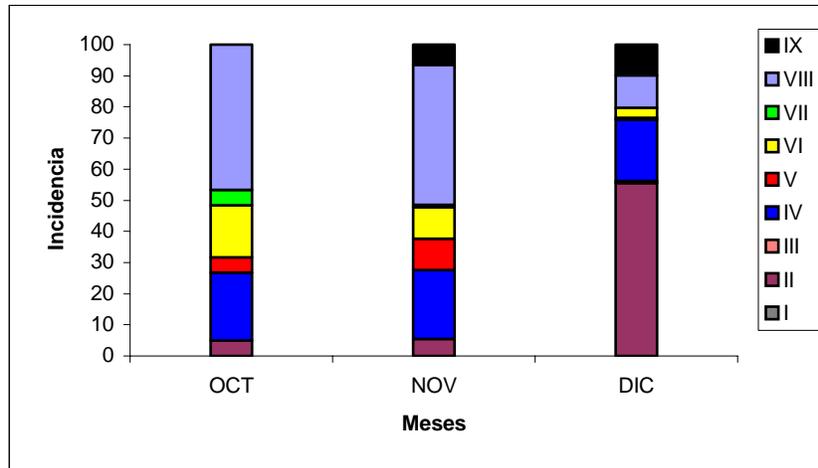
En los ejemplares de las dos especies, se registr3 la presencia simult3nea de ovarios en diferentes estados de madurez sexual, con el predominio de uno de ellos, lo que es normal dado el car3cter de desovador parcial de la sardina com3n y la anchoveta.

En sardina común, durante octubre y noviembre, se observó una variabilidad de estadios de madurez, representados principalmente por ovarios en desarrollo vitelogénico y en actividad de desove y en menor fracción, hembras inmaduras y desovadas. En diciembre, disminuyeron los estadios de depositación de vitelo y de desove, a la vez que incrementaron los ovarios desovados (10%) y principalmente los ovarios inmaduros que representaron un 56% (**Figura 8**).

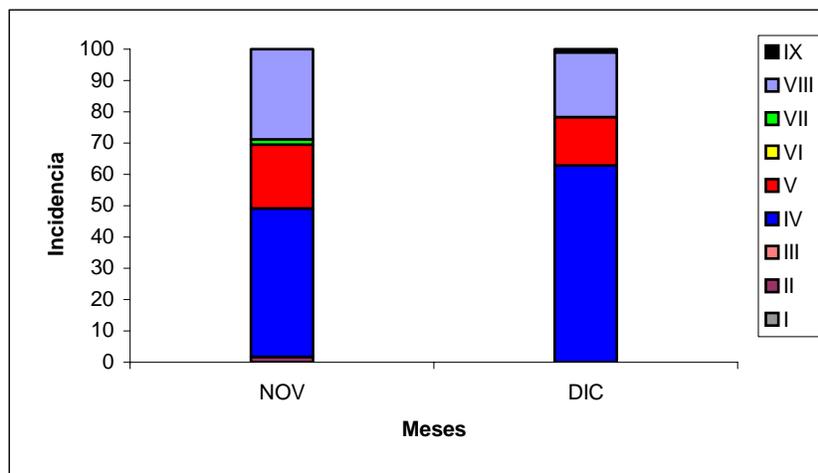


**Figura 7.** Evolución mensual del índice gonadosomático de hembras de sardina común y anchoveta de aguas interiores, durante octubre a diciembre de 2003.

La anchoveta, durante noviembre y diciembre, se caracterizó por la presencia mayoritaria de ovarios en EMS de incorporación de vitelo y actividad de desove. Prácticamente no se observaron hembras desovadas e inmaduras (menor del 2%) (**Figura 9**).



**Figura 8.** Incidencia porcentual de estadios microscópicos de madurez sexual de hembras de sardina común (I: Virginal; II: Inmaduro; III: Parcialmente vitelado; IV: Vitelado; V: Próximo a la hidratación; VI: Hidratado; VII: En Desove; VIII: Postdesovante de Tanda y IX: Desovado).

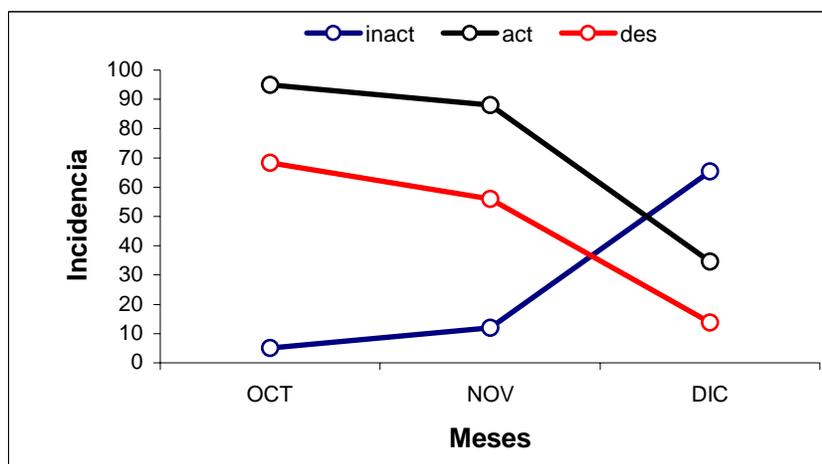


**Figura 9.** Incidencia porcentual de estadios microscópicos de madurez sexual de hembras de anchoveta (I: Virginal; II: Inmaduro; III: Parcialmente vitelado; IV: Vitelado; V: Próximo a la hidratación; VI: Hidratado; VII: En Desove; VIII: Postdesovante de Tanda y IX: Desovado).

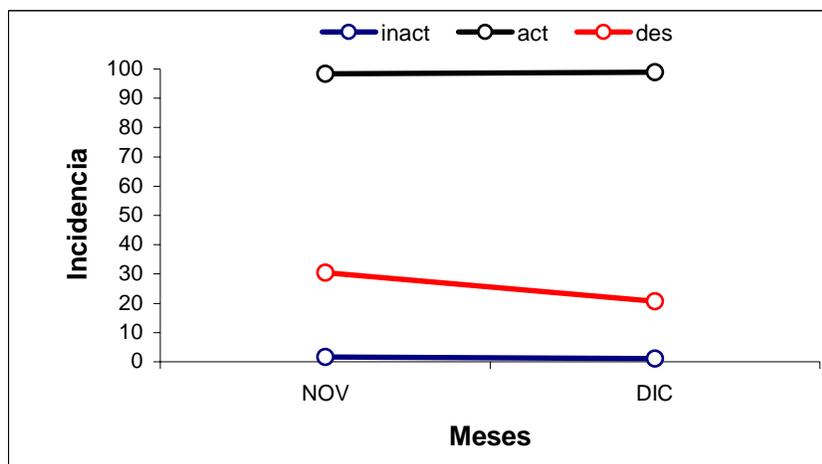
### 8.2.1.3 Actividad ovárica y de desove

En sardina común, el análisis de hembras con actividad reproductiva (**agrupación de EMS III a VIII**), mostró una mayor actividad (sobre 85%) durante octubre y noviembre, con una importante fracción de las hembras en procesos de desove (sobre 55%) (**EMS VI a VIII**). En diciembre, la actividad ovárica (35%) y de desove (14%) decae, incrementando las hembras desovadas (10%) y principalmente, las hembras inmaduras (56%), como representantes de inactividad gonadal (**I, II y IX**), indicando la disminución de la intensidad reproductiva (**Figura 10**). La atresia folicular aumento de 5% en noviembre a 9% en diciembre.

En anchoveta, en noviembre y diciembre, prácticamente el 100% de las hembras se encontró con actividad reproductiva (**EMS III a VIII**), de las cuales un 31% en noviembre y un 21% en diciembre presentó evidencia de desove (**EMS VI a VIII**) (**Figura 11**). Sólo un ejemplar en diciembre presentó atresia folicular, sin observarse indicios que indiquen una disminución de la intensidad reproductiva.



**Figura 10.** Incidencia porcentual de ovarios inactivos y con actividad de maduración y de desove de ejemplares de sardina común.



**Figura 11.** Incidencia porcentual de ovarios inactivos y con actividad de maduraci3n y de desove de ejemplares de anchoveta.

#### 8.2.1.4 Fracci3n de diaria de hembras desovantes

Se calcul3 la fracci3n diaria de hembras desovantes de acuerdo a Alheit *et al.* (1984). En sardina com3n, el an3lisis de hembras con fol3culos postovulatorios combinados (FPO d3a 1 y FPO d3a 2), entreg3 una fracci3n de desove de 0,1838, con una varianza de 0,00051 y un coeficiente de variaci3n de 0,123. Esto indic3 que durante el per3odo de estudio el 18% de las hembras maduras desovaron cada d3a o que cada hembra desov3, en promedio, cada 5,6 d3as. En anchoveta, el an3lisis de los fol3culos postovulatorios combinados, entreg3 una fracci3n de desove de 0,0882, con una varianza de 0,00005 y un coeficiente de variaci3n de 0,082. Esto indic3 que durante el per3odo de estudio el 9% de las hembras maduras desovaron cada d3a o que cada hembra madura desov3, en promedio, cada 11 d3as.

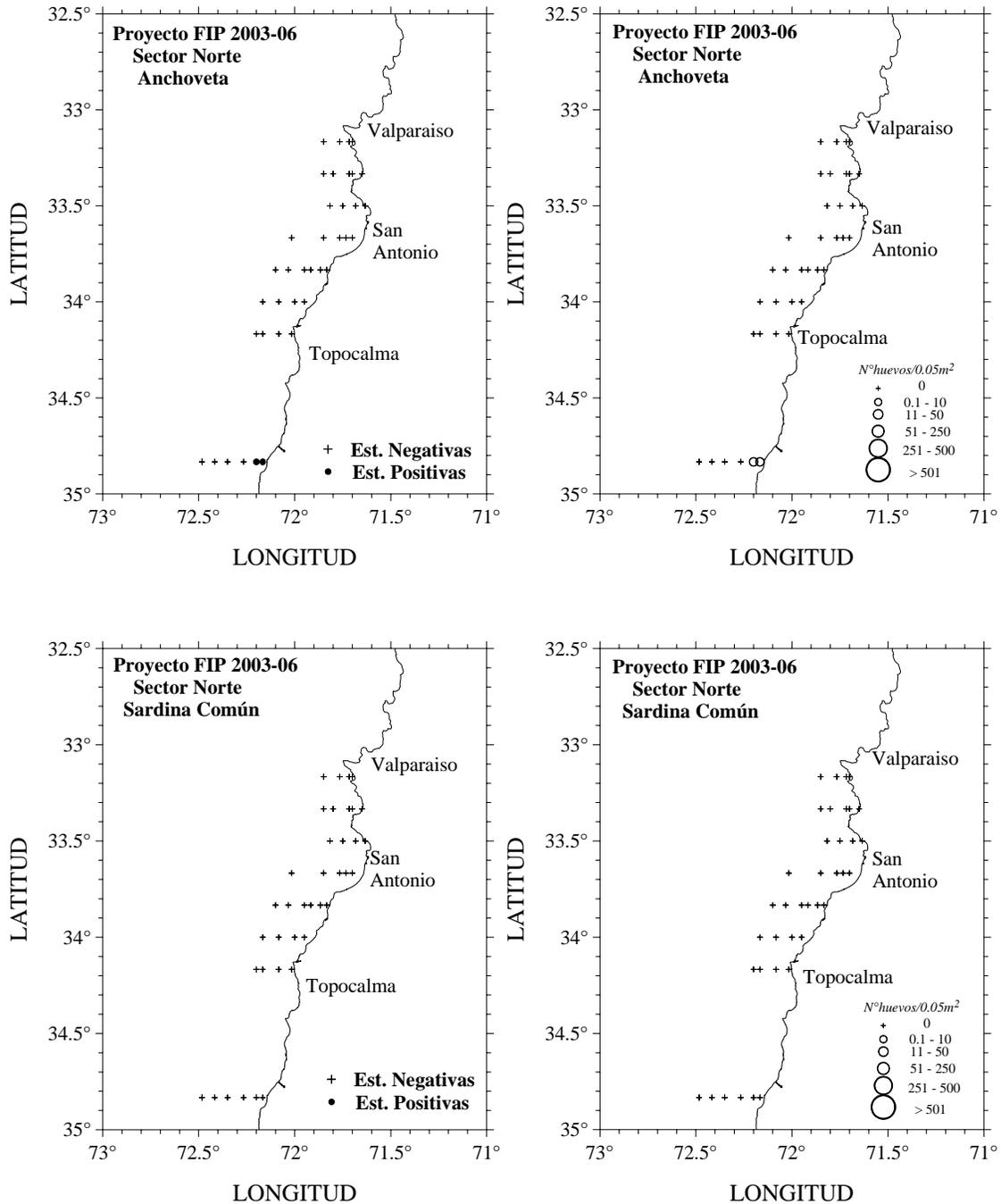
### 8.3 Distribución y abundancia de huevos de anchoveta y sardina común

El análisis de las 429 muestras planctónicas recolectadas durante el crucero, permitió verificar la presencia de huevos de sardina común en 78 estaciones de muestreo, alcanzando un 18,2 % de todas las estaciones realizadas; en tanto que, para el recurso anchoveta se detectó huevos en 198 estaciones, con un porcentaje de estaciones positivas que alcanzó al 46,2 % (**Tabla 13**).

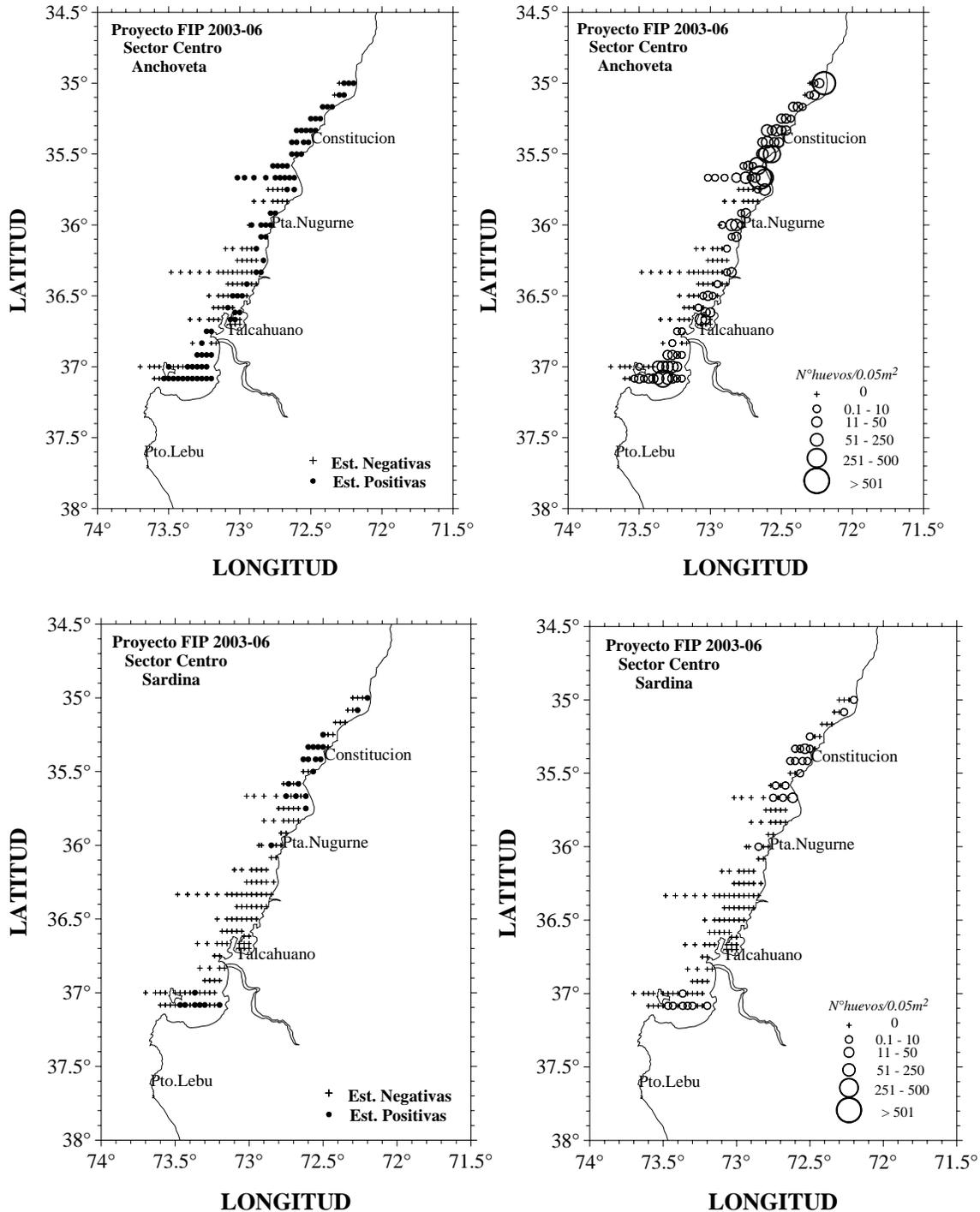
En ambos recursos, el porcentaje de estaciones positivas fue explicado en gran parte por las estaciones realizadas en el sector sur del área de estudio, en contraste a lo reportado para el sector norte, donde este porcentaje fue significativamente menor (**Tabla 13**). La distribución espacial de las estaciones positivas para sardina común y anchoveta, considerando cada uno de los sectores estudiados se presenta en las **Figuras 12,13 y 14**, para los sectores norte, centro y sur, respectivamente. En toda el área de estudio se verificó un total de 12.213,9 huevos/0,05 m<sup>2</sup> para anchoveta y 457,3 huevos/0,05 m<sup>2</sup> para sardina común.

**Tabla 13.** Número de estaciones positivas para huevos de sardina común y anchoveta, considerando los diferentes sectores al interior del área de estudio. Entre paréntesis se entrega el porcentaje de estaciones positivas con relación al total de estaciones realizadas en cada sector de estudio.

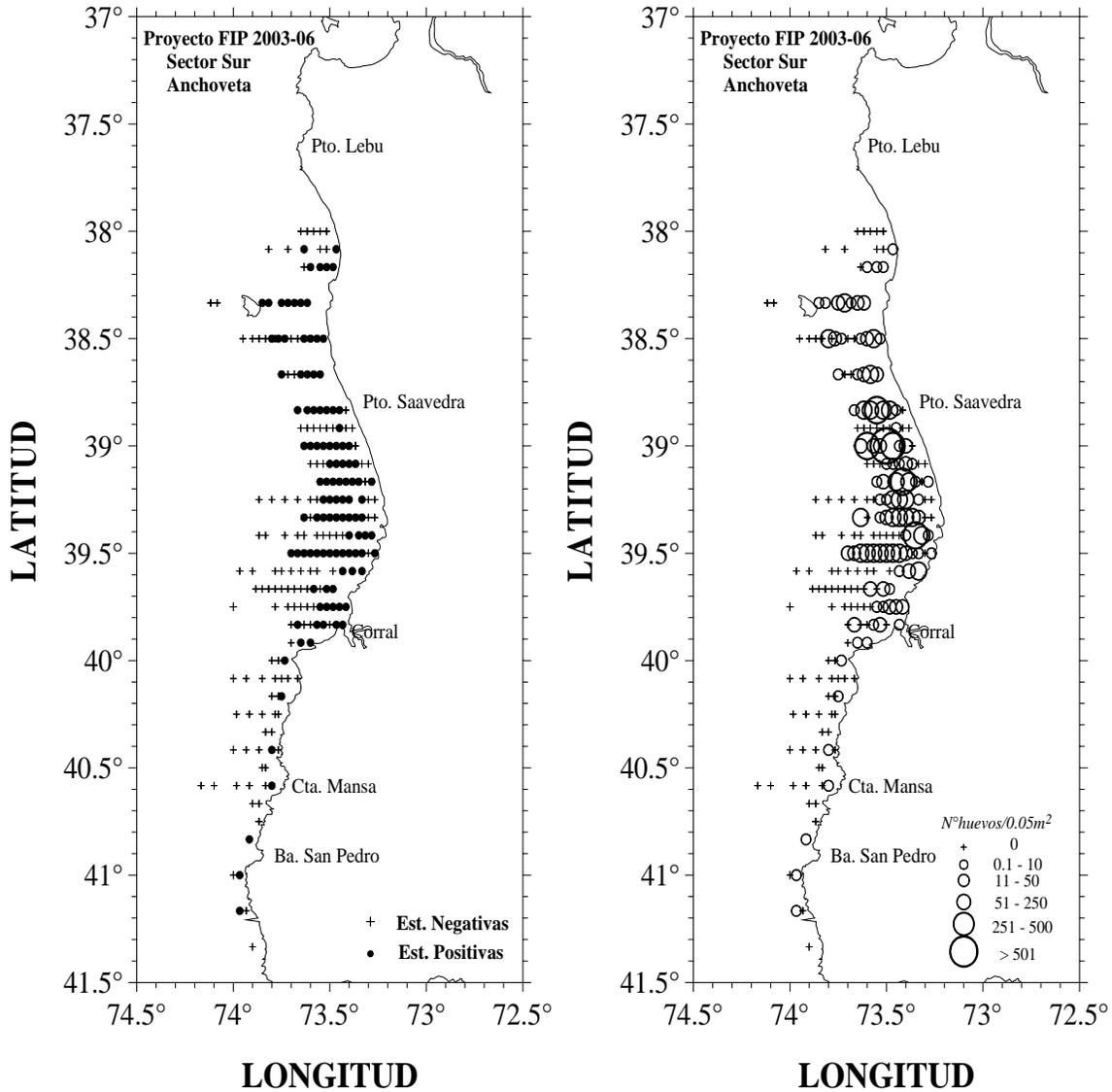
SECTOR	SARDINA COMÚN		ANCHOVETA	
	Est. Totales	Est. Positivas	Est. Totales	Est. Positivas
Norte	38	0 (0,0%)	38	2 (5,3%)
Centro	155	26 (16,8%)	155	83 (53,6%)
Sur	236	52 (22,0%)	236	113 (47,9%)
TOTAL	429	78 (18,1%)	429	198 (46,2%)



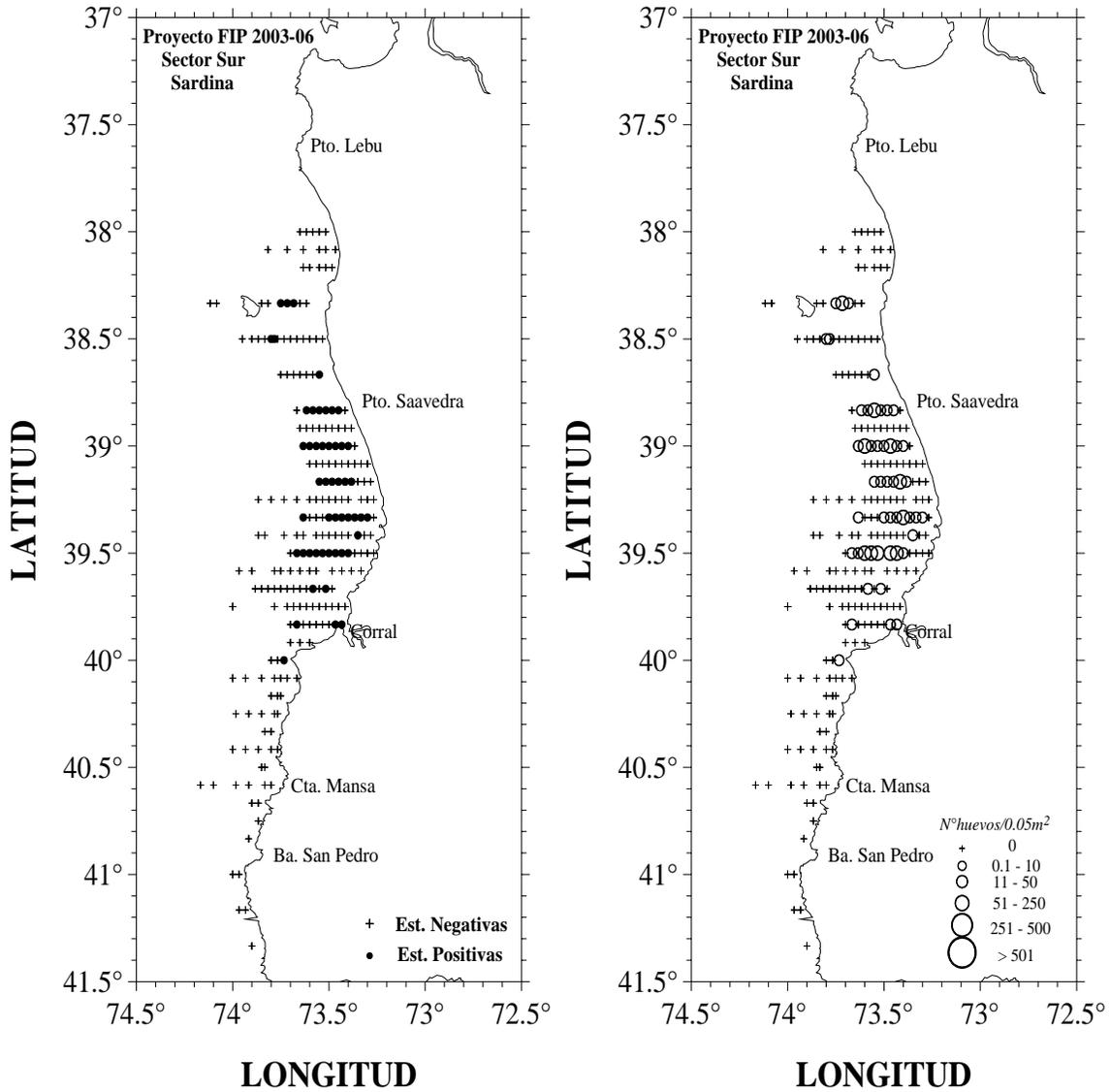
**Figura 12.** Disposición geográfica de estaciones positivas y distribución espacial de huevos (huevos/0,05 m<sup>2</sup>) de anchoqueta y sardina común en el sector norte del área prospectada.



**Figura 13.** Disposición geográfica de estaciones positivas y distribución espacial de huevos (huevos/0,05 m<sup>2</sup>) de anchoqueta y sardina común en el sector centro del área prospectada.



**Figura 14a.** Disposición geográfica de estaciones positivas y distribución espacial de huevos de anchoveta (huevos/0,05 m<sup>2</sup>) en el sector sur del área prospectada.



**Figura 14b.** Disposici3n geogr3fica de estaciones positivas y distribuci3n espacial de huevos de sardina com3n (huevos/0,05 m<sup>2</sup>) en el sector sur del 3rea prospectada.

La **Tabla 14** muestra la densidad de huevos de anchoveta y sardina común en cada uno de los sectores estudiados, evidenciando densidades promedio significativamente mayores para anchoveta (62,3 huevos/0.05 m<sup>2</sup>) con relación a sardina común (6,0 huevos/0.05 m<sup>2</sup>), al considerar las estaciones positivas detectadas en toda el área de estudio. Un análisis por sector reveló la mayor densidad promedio de anchoveta, ésta se encontró en el sector Centro (73,2 huevos/0,05 m<sup>2</sup>); en tanto, que en el caso de la sardina común la mayor densidad promedio de esta especie se localizó en el sector Sur con 7,31 huevos/0,05 m<sup>2</sup>.

**Tabla 14.** Estadística básica de la densidad promedio de huevos de sardina común y anchoveta (huevos/0,05 m<sup>2</sup>) por sector de estudio, considerando el total de estaciones de muestreo y las estaciones positivas para cada recurso.

SARDINA	Zona Norte		Zona Centro		Zona Sur		Area Total	
	Totales	Positivas	Totales	Positivas	Totales	Positivas	Totales	Positivas
Promedio	-	-	0,59	3,52	1,55	7,31	1,07	6,02
Desv. Estándar	-	-	2,23	4,45	5,47	10,02	4,30	8,69
Valor mínimo	-	-	0,0	1,02	0,0	1,02	0,0	1,02
Valor Máximo	-	-	19,4	19,4	46,9	46,9	46,9	46,9
N	38	0	155	26	236	52	429	78
ANCHOVETA	Zona Norte		Zona Centro		Zona Sur		Area Total	
	Totales	Positivas	Totales	Positivas	Totales	Positivas	Totales	Positivas
Promedio	0,21	4,07	39,17	73,2	25,98	55,25	28,5	62,31
Desv. Estándar	1,16	4,32	105,3	135,3	73,98	100,31	84,3	116,1
Valor mínimo	0,0	1,02	0,0	1,02	0,0	1,02	0,0	1,02
Valor Máximo	7,13	7,13	711,99	711,99	569,4	569,4	711,99	711,99
N	38	2	155	83	236	113	429	198



### 8.3.1 Distribuci3n espacial

La distribuci3n espacial de los huevos de sardina com3n y anchoveta en el 3rea de estudio, evidenci3 que el desove de ambas especies estuvo limitado a los sectores centro y sur del 3rea de estudio, principalmente entre la rada de Llico (34°40'S) y sur de Corral (40°00'S). El sector norte, comprendido entre los 33°00' y los 34°40'S, no present3 huevos de sardina com3n mientras que los registros de anchoveta se presentaron en dos estaciones. Asimismo, m3s del 95 % de las estaciones de muestreo positivas para huevos de una u otra especie, estuvo concentrado entre la costa y las 10-15 mn mar afuera, denotando un desove costero de ambos recursos en el per3odo de estudio. Lo anterior, implica reconocer que el Crucero abarc3 de buena forma el 3rea de desove global de ambas especies, resolviendo los l3mites longitudinales y latitudinales del desove en el 3rea de estudio.

#### a) Sector norte

En el sector norte del 3rea de prospecci3n (entre 33°10'S y 34°50'S), el an3lisis de las 38 muestras planct3nicas recolectadas revel3 una virtual ausencia de huevos para ambas especies; esto es, s3lo un total de 8,15 huevos/0,05 m<sup>2</sup> para para anchoveta, contribuyendo al recuento total de huevos con 0,07 %. En esta zona se verific3 la total ausencia de huevos de sardina com3n y para la la anchoveta una densidad promedio de 4,07 huevos/0,05 m<sup>2</sup> (n = 2 estaci3n); situ3ndose en la transecta m3s sureña del sector al norte de la rada de Llico (**Figura 12**).

#### b) Sector central

En el sector central, entre 35°00'S y golfo de Arauco (37°05'S), donde se evalu3 155 estaciones planct3nicas, se contabiliz3 un total de 91,7 huevos/0,05 m<sup>2</sup> para



sardina común y 6072,8 huevos/0,05 m<sup>2</sup> para anchoveta, contribuyendo con 20,0 y 49,7 % del total de huevos contabilizados en toda el área de estudio.

En este sector se detectó densidades mayores de anchoveta que de sardina común (**Figura 13**), los que evidenciaron una distribución costera (menor a las 15 mn) prácticamente a lo largo de todo el sector, verificándose cuatro núcleos de mayor densidad: a) entre el norte de Constitución y bahía Chanco, b) punta Nugurne (36°00'S), c) Dichato – bahía de Concepción y d) el sector oriental y fondo de saco del golfo de Arauco.

Por el contrario, la densidad de huevos de sardina común en este sector fue más baja que la de la anchoveta sin evidenciar una distribución espacial continua a lo largo de la costa, sino que pequeños núcleos de baja densidad asociados al sector comprendido entre el norte de Constitución y bahía Chanco y al sector oriental del golfo de Arauco (**Figura 13**). En esta especie, el desove también fue costero, no sobrepasando las 10 mn desde la costa.

### c) Sector sur

El sector sur del área de prospección, entre los 38°00'S y 41°20'S, se presentó una concentración de huevos que totalizaron 365,7 huevos/0,05 m<sup>2</sup> para sardina común y 6132,94 huevos/0,05 m<sup>2</sup> para anchoveta, a partir de 236 muestras analizadas, aportando al recuento total con porcentajes de 80,0 y 50,2 % para sardina común y anchoveta, respectivamente.

La distribución espacial de huevos, tanto de sardina común como de anchoveta, evidenciaron bajas densidades en las transectas al sur del 40°S (entre punta Galera y 41°20'S). Por el contrario, entre los 38°20'S y 39°55'S, se detectó la mayor abundancia y densidad de huevos (**Figura 14**). En esta región, el desove de ambas

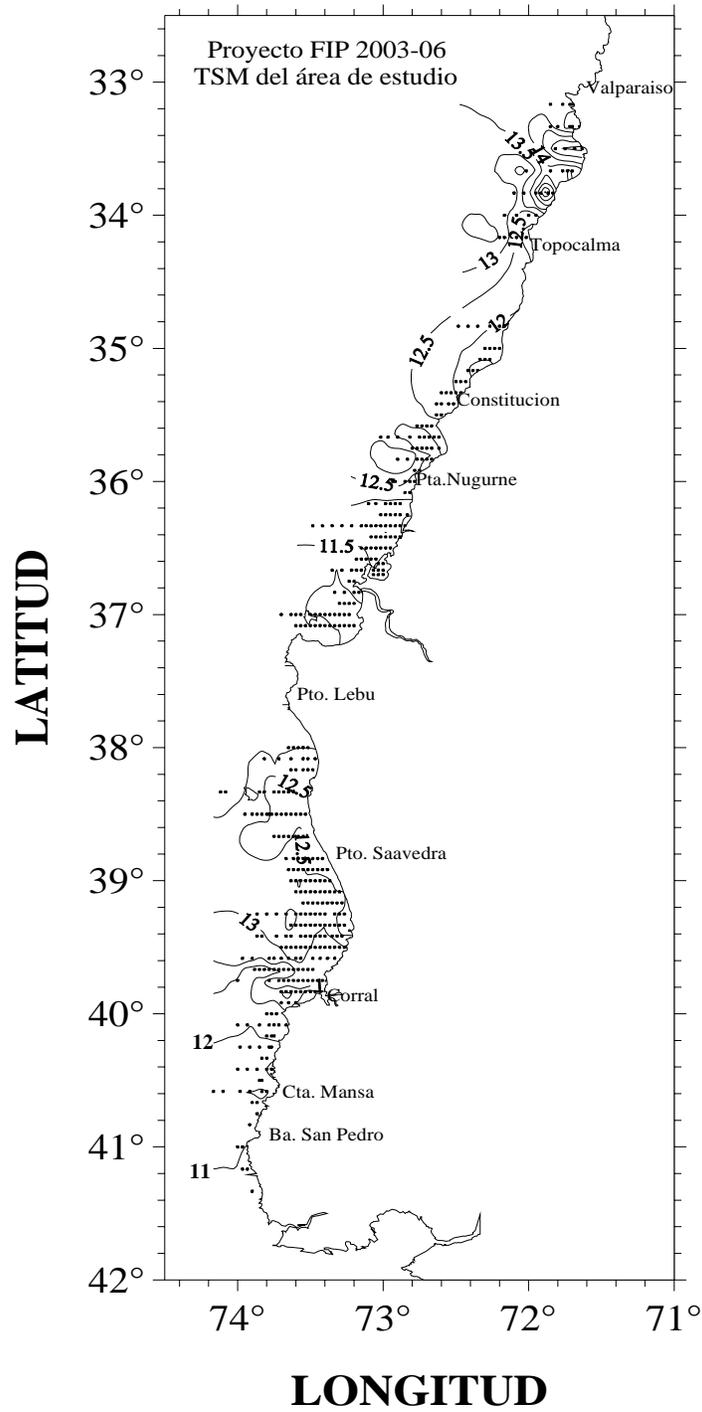


especies también fue costero, atendiendo a que su distribución no sobrepasó las 20 mn desde la costa.

## **8.4 Condiciones oceanográficas**

### **8.4.1 Características superficiales**

En la **Figura 15** se muestra la temperatura superficial del mar (TSM) en el área de estudio. En términos generales, las características oceanográficas del área total de estudio correspondieron a condiciones tipo invernal, con temperaturas que variaron entre 10,8 y 15,7 °C con un promedio de 12,3 °C. La TSM más cálida se registró en el sector Norte del área de estudio, en tanto que en el sector Centro prevalecieron TSM de 11,5 y 12,5 °C. El mayor número de estructuras térmicas superficiales de mesoescala (plumas, meandros, etc.) ocurrió en las zonas centro y Sur.



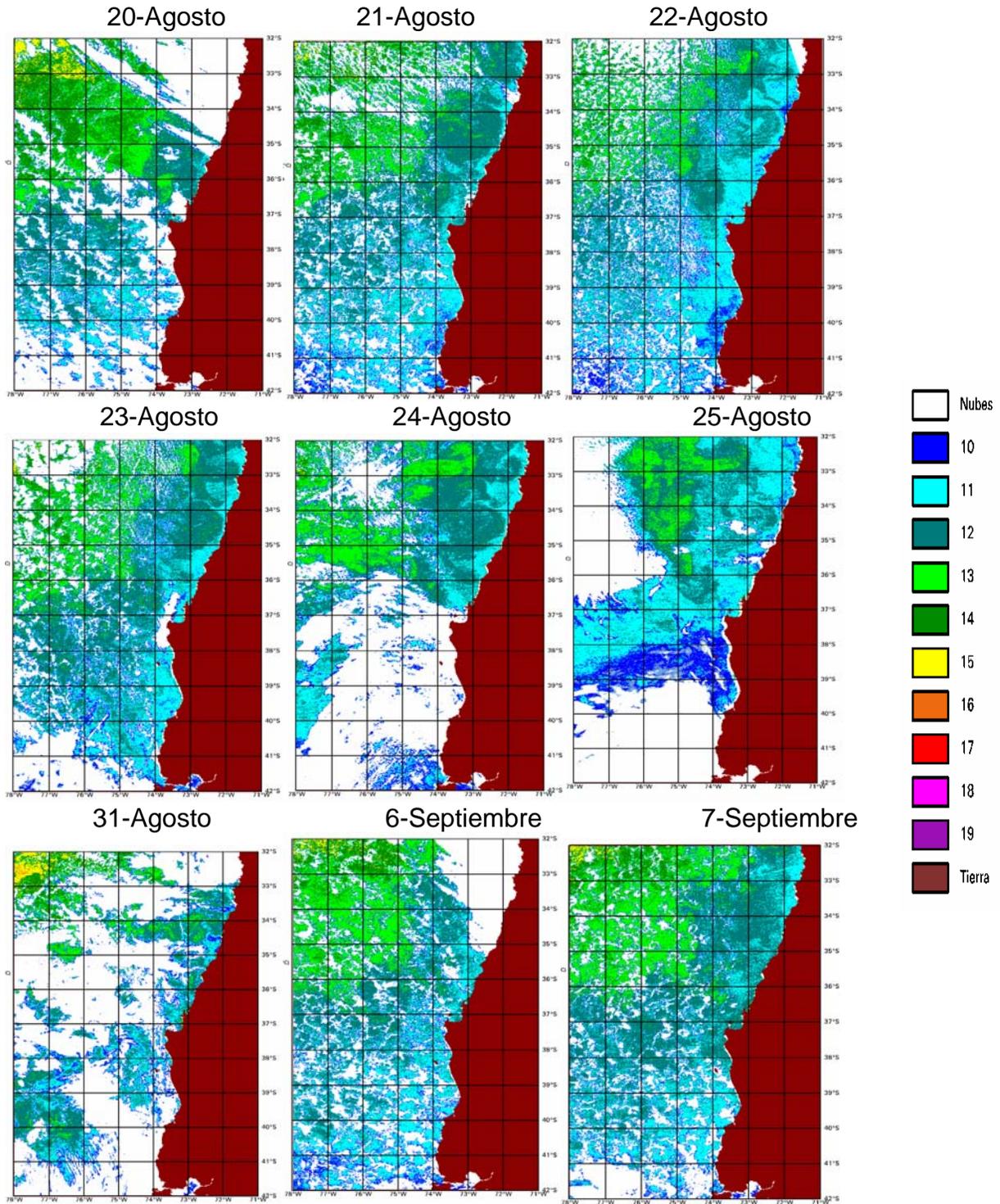
**Figura 15.** Distribución de la temperatura superficial del mar.



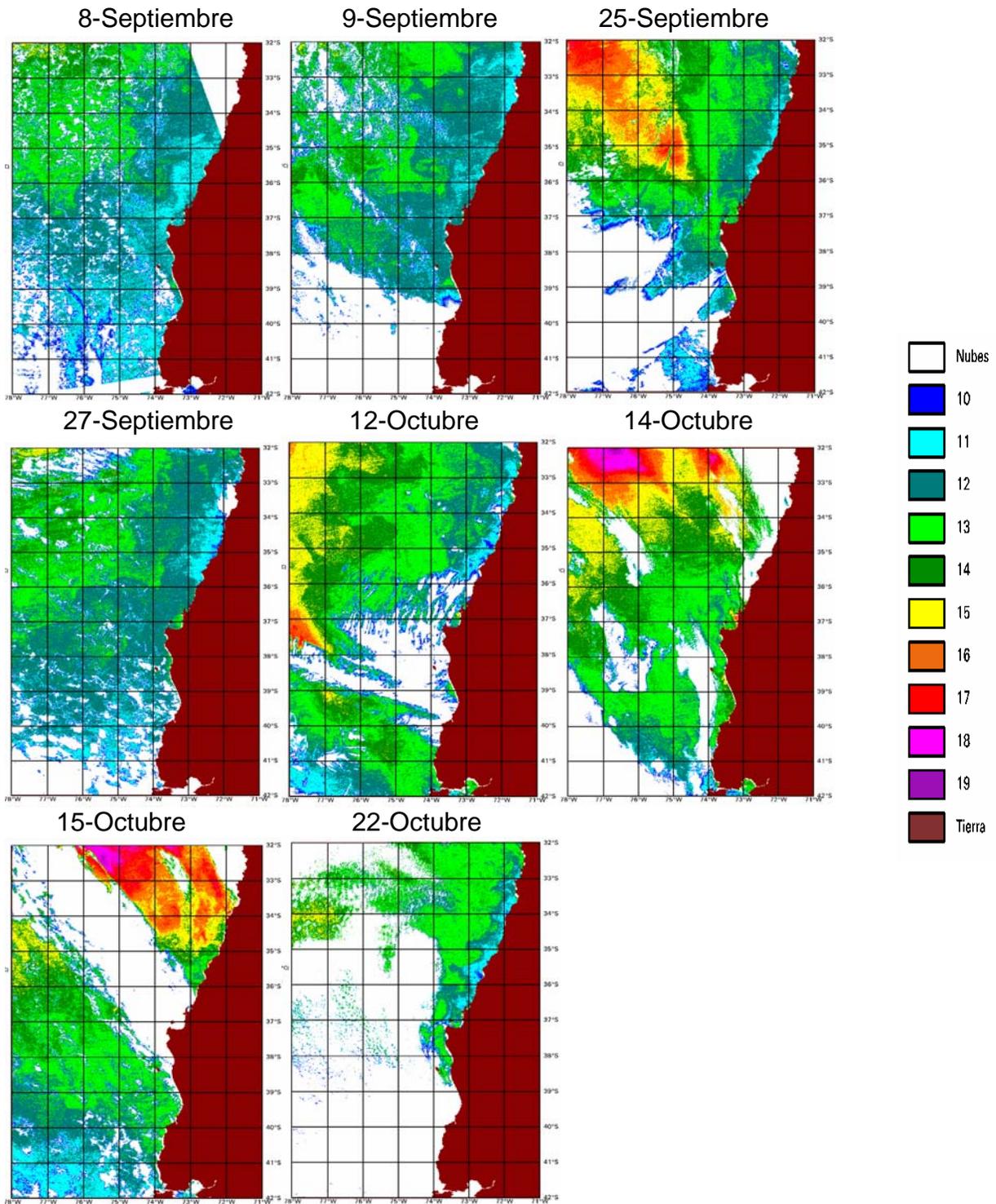
Para el per3odo en que se llev3 a cabo el estudio en terreno (agosto-octubre 2003), se pudo contar con 17 im3genes satelitales de alta resoluci3n para temperatura superficial del mar - TSM (**Figura 16**), que reflejan de buena forma la evoluci3n t3rmica en la escala diaria para el 3rea de estudio. Durante la prospecci3n, la distribuci3n de la TSM reflej3 dos situaciones distintas. Por una parte, durante el mes de agosto y la primera quincena de septiembre la distribuci3n t3rmica superficial estuvo caracterizada por la presencia de aguas comparativamente m3s fr3as a lo largo del 3rea de estudio, con escasa variaci3n espacial, esto es, sin la presencia de gradientes t3rmicos longitudinales importantes y el dominio de las isotermas de 11 y 12°C en el 3rea prospectada. En este per3odo no fue posible identificar eventos locales de surgencia costera.

A partir de la segunda quincena de septiembre, se observ3 el ingreso de cu3as de aguas m3s c3lidas desde el NW (>16°C), situaci3n que coincide con la virtual desaparici3n de aguas con temperaturas menores a 11°C en toda el 3rea de estudio (espec3ficamente los d3as 25-27 de septiembre de 2003). Este hecho volvi3 a presentarse entre el 12 al 15 de octubre de 2003 (16 - 18°C) lo que gener3 importantes gradientes laterales entre la costa y el oc3ano.

A partir del an3lisis de las im3genes de TSM, fue posible detectar eventos locales de surgencia costera, aunque en pocas oportunidades, los que fueron caracterizados por una banda costera con temperaturas inferiores a 11°C, donde destacan la respuesta de puntas o salientes topogr3ficas, como punta Topocalma, cabo Carranza, punta Nugurne, punta Tumbes, punta Lavapi3, y punta Morguilla. Estos eventos se describen para los d3as 25-27 de septiembre, 12 y 22 de octubre de 2003, verific3ndose casi exclusivamente en el sector situado al norte de los 37°S.



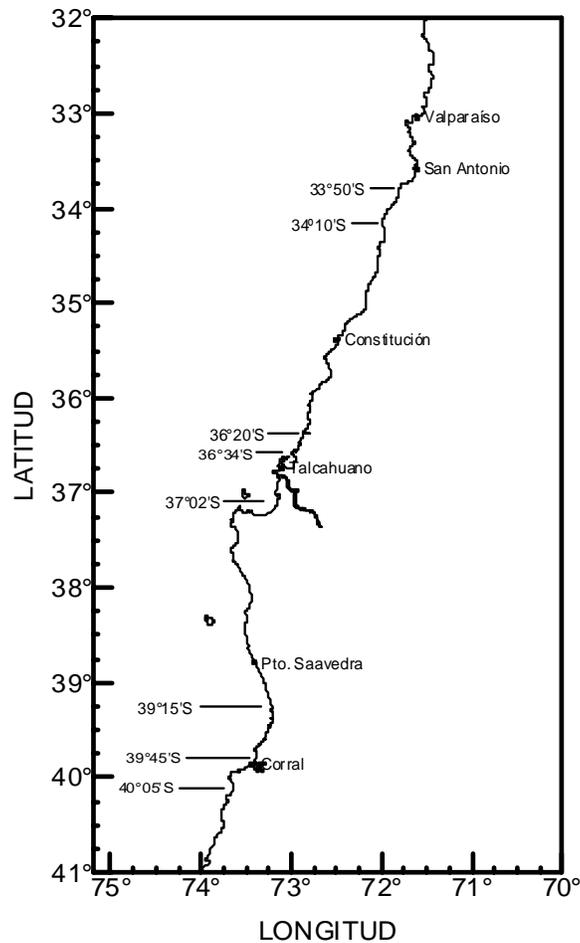
**Figura 16.** Imágenes satelitales de alta resolución (1,1 x 1,1 km) de la temperatura superficial del mar para el área y período de prospección.



**Figura 16 (cont.).** Imágenes satelitales de alta resolución (1,1 x 1,1 km) de la temperatura superficial del mar para el área y período de prospección.

## Secciones oceanográficas

A continuación, se describe la distribución vertical de la temperatura, salinidad y densidad del agua de mar, para dos transectas representativas del sector Norte del área de estudio ( $33^{\circ}50'S$  y  $34^{\circ}10'S$ ), tres representativas del sector Centro ( $36^{\circ}20'S$ ,  $36^{\circ}34'S$  y  $37^{\circ}02'S$ ) y tres del sector Sur ( $39^{\circ}15'S$ ,  $39^{\circ}45'S$  y  $40^{\circ}00'S$ ) del área prospectada (**Figura 17**).



**Figura 17.** Ubicación de las transectas de muestreo hidrográficas realizadas por zona en el área de estudio.

**a) Sector norte (Figura 18)**

La distribución vertical de la temperatura, salinidad y densidad del agua de mar, se representan en las transectas situadas en las latitudes 33°50'S y 34°10'S.

**Transecta 33°50'S**

La transecta situada a los 33°50'S, evaluada el 13 de octubre de 2003, presenta una plataforma continental estrecha, que no sobrepasa las 13 mn desde la costa. La distribución vertical de la temperatura en esta sección mostró: a) un estrato superficial con temperaturas frías, centradas en las isothermas de 12 y 12,5 °C, y hacia estratos más profundos (50 m de profundidad) el dominio de la isoterma de 11,5 °C y, b) la ausencia de estratificación vertical y de gradientes térmicos laterales (costa-océano).

La distribución vertical de la salinidad y de la densidad en esta transecta muestra un claro gradiente lateral, debido al efecto de mezcla superficial de las ASAA con aguas continentales aportadas por el río Rapel, evidenciándose aguas menos salinas y menos densas ( $< 34,0$  psu y  $< 25,6 \sigma_t$ ), las que tienen sólo una influencia local, tanto en el campo vertical (no sobrepasan los 10 m de profundidad) como longitudinal ( $< 7$  mn desde la costa). Bajo los 20 m de profundidad todo el transecto estuvo dominado por aguas con alta salinidad y densidad, caracterizada por la isohalina de 34,8 psu y la isopicna de 26,5  $\sigma_t$ .

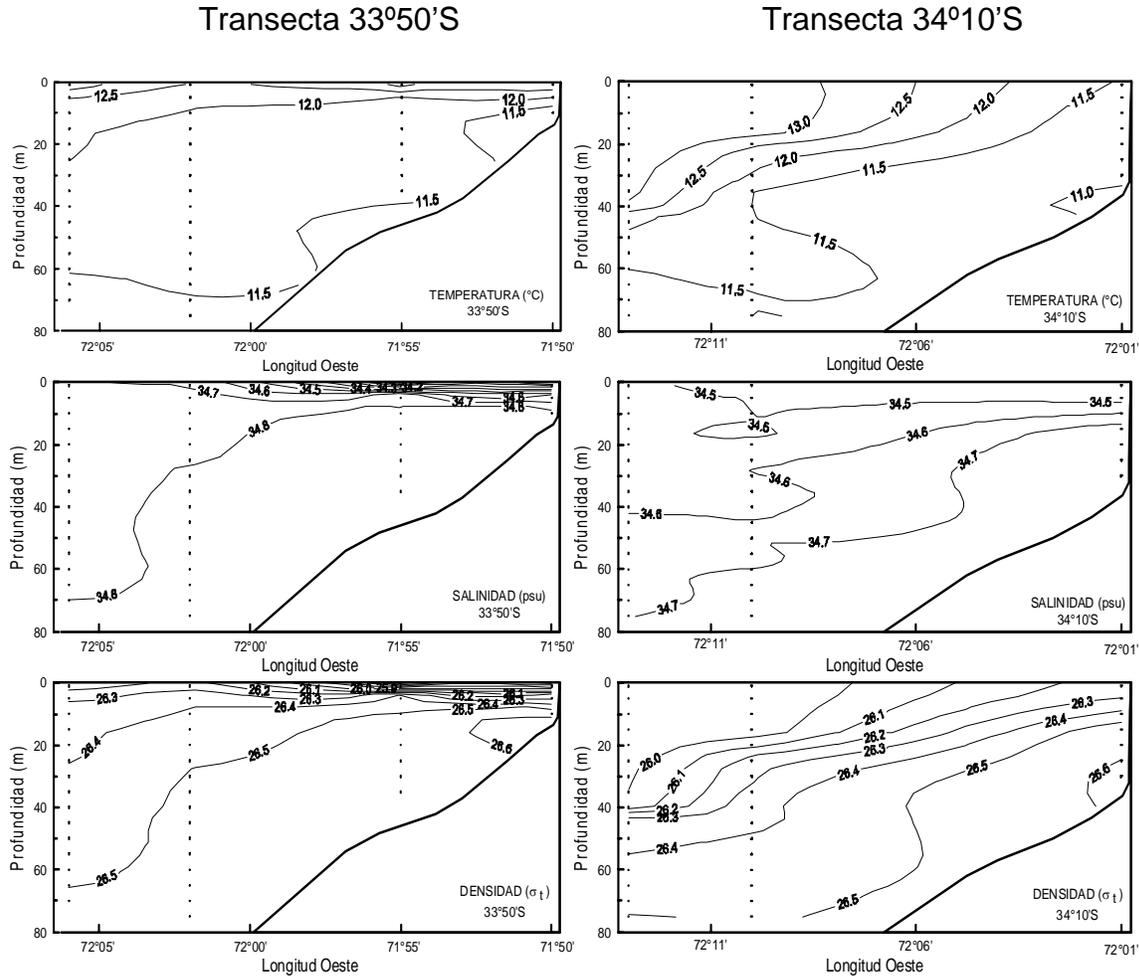
**Transecta 34°10'S**

La transecta situada a los 34°10'S, evaluada también el 13 de octubre de 2003, se sitúa frente a punta Topocalma, evidenciando una plataforma continental inferior a las 10 mn desde la costa. La distribución vertical de la temperatura en esta sección evidenció un claro gradiente lateral, positivo hacia el océano,



debido al ascenso hacia el sector costero de aguas comparativamente más frías (isotermas de 12,0 y 11,5°C), dominando en el sector oceánico aguas con temperaturas superiores a los 13°C y una escasa estratificación vertical situada entre los 40 y 50 m de profundidad. Bajo los 50 m todo el transecto presentó aguas con temperatura inferior a los 11,5 °C.

La distribución vertical de la salinidad y de la densidad muestran un gradiente costa-océano, con aguas comparativamente más salinas y densas en el sector costero (< 5 mn) producto del ascenso hacia la costa de las isohalinas de 34,6 y 34,7 psu y de las isopicnas entre 26,2-26,4  $\sigma_t$ . A diferencia de la transecta anterior, afectada por el aporte de aguas dulces a través del río Rapel; en esta sección, las características físicas de la columna de agua se encontraron moduladas por el desarrollo de un evento local de surgencia costera vinculado a punta Topocalma, donde destaca la presencia de aguas frías, salinas y densas al interior de las 5 mn desde la costa.



**Figura 18.** Distribución vertical de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu) y densidad ( $\sigma_t$ ) del agua de mar, para dos transectas perpendiculares a la costa situadas en la región norte del área de estudio.

### b) Sector central (Figura 19)

El campo vertical de la temperatura, salinidad y densidad del agua de mar en el sector central del área de estudio, está representado por las transectas situadas en las latitudes  $36^{\circ}20'$ ,  $36^{\circ}34'$  y  $36^{\circ}58'S$ .



### Transecta 36°20'S

En esta secci3n s3lo presenta el campo vertical de temperatura debido a fallas en el sensor de conductividad de la sonda oceanogr3fica utilizada. La transecta 36°20'S, realizada el 28 de agosto de 2003 y situada a inmediatamente al norte de la desembocadura del r3o Itata, evidenci3 una distribuci3n vertical de temperatura caracterizada por la presencia de aguas fr3as menores a 12°C (dominio de isotermas entre 11,4 – 11,8 °C) y la ausencia tanto de estratificaci3n vertical como de gradientes laterales (costa-oc3ano).

### Transecta 36°34'S

La transecta situada a los 36°34'S (inmediatamente al norte de la boca de bah3a Concepci3n) se realiz3 el d3a 30 de agosto de 2003. La distribuci3n vertical de la temperatura en esta secci3n mostr3 la presencia de aguas muy fr3as (< 12°C) con el dominio en toda la columna de agua de las isotermas entre 11,4 – 11,8°C y la ausencia de estratificaci3n vertical, as3 como de gradientes laterales de temperatura.

La distribuci3n vertical de la salinidad en el estrato superficial (< 20 m de profundidad) evidenci3 un claro gradiente lateral positivo al oc3ano, con la presencia de aguas comparativamente menos salinas (< 33,7 psu) hacia el sector costero (< 5 mn), debido a la influencia de r3os locales, lo que genera una estratificaci3n salina importante en los primeros 20 m de profundidad. Bajo los 20 m todo el transecto estuvo dominado por las isohalinas de 34,4 y 34,5 psu. Por su parte, el campo vertical de densidad mostr3 la presencia de aguas menos densas (< 25,6  $\sigma_t$ ) hacia el sector costero y una piconclina situada entre los 10 y 20 m de profundidad, patr3n distribuci3n similar al reportado para la salinidad.

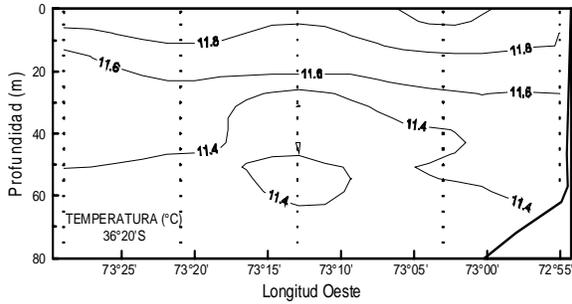


### Transecta 37°02'S

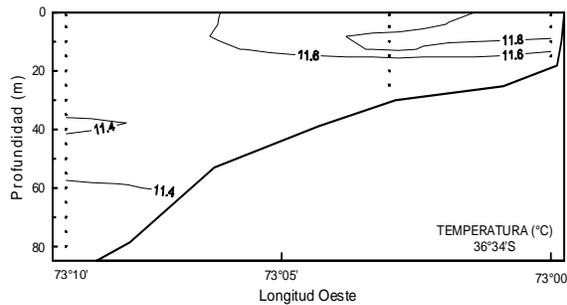
Esta transecta, de batimetría irregular debido a que se realizó a través del golfo de Arauco, se evaluó el día 24 de agosto de 2003. De igual forma a lo reseñado para las transectas anteriores del sector central, la distribución vertical de la temperatura evidenció la presencia de aguas frías y ausencia tanto de gradientes verticales como laterales (costa-océano), mostrando una columna de agua bien mezclada térmicamente caracterizada por las isotermas entre 11,4 y 11,8 °C.

La distribución vertical de la salinidad y densidad en el estrato superficial (< 20 m de profundidad) mostró la presencia de aguas menos salinas y densas (< 33,5 psu y 25,6 6  $\sigma_t$ ) en el sector central del transecto, situado inmediatamente al sur de punta Cochinos en la isla Santa María, debido probablemente al aporte de ríos y esteros locales situados en el fondo de saco del Golfo (e.g., ríos Tubul, Raqui, estero Llico). Lo anterior, generó un gradiente salino y de densidad importante sobre todo con el sector oceánico de la transecta, donde dominaron aguas comparativamente más salinas (> 34,1 psu) y densas (> 26,0  $\sigma_t$ ).

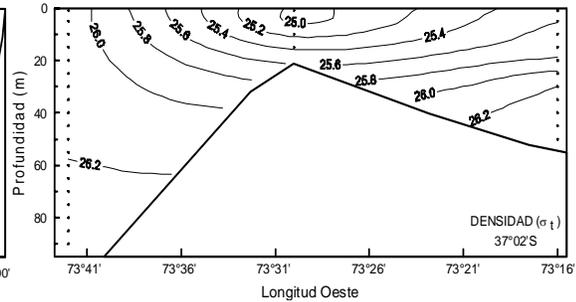
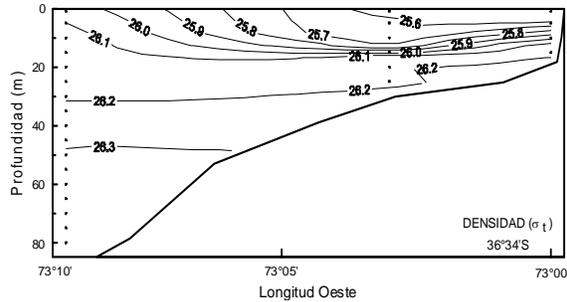
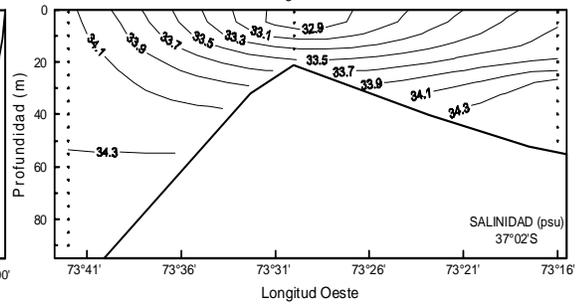
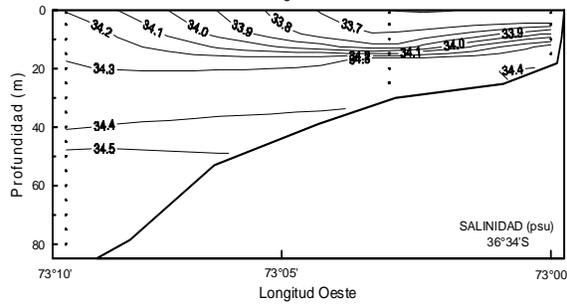
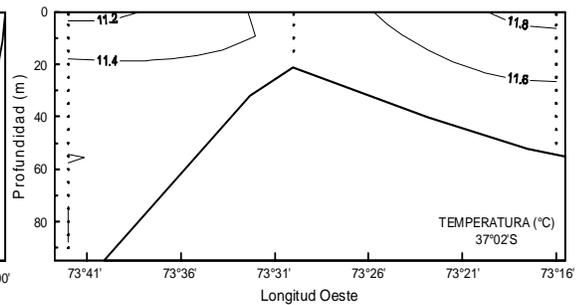
### Transecta 36°20'S



### Transecta 36°34'S



### Transecta 37°02'S



**Figura 19.** Distribución vertical de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu) y densidad ( $\sigma_t$ ) del agua de mar, para tres transectas perpendiculares a la costa situadas en la región central del área de estudio.

### **c) Sector sur (Figura 19)**

En el sector sur del área de estudio, la distribución vertical de la temperatura, salinidad y densidad del agua de mar se representa a través de las secciones situadas en las latitudes 39°15', 39°45' y 40°05'S.

#### *Transecta 39°15'S*

Esta transecta (evaluada el 20 de octubre de 2003), situada a la cuadra del río Toltén, evidenció un campo térmico vertical caracterizado por la presencia superficial de aguas comparativamente más cálidas ( $> 13,5^{\circ}\text{C}$ ) que las transectas situadas más al norte, una estratificación vertical mayor hacia las estaciones del sector costero, con una termoclina situada entre los 10 y los 20 m de profundidad, la que se debilita y profundiza hacia el extremo oceánico del transecto. Bajo los 40 m de profundidad destaca la presencia de aguas frías ( $< 12^{\circ}\text{C}$ ) a lo largo de todo el transecto caracterizada por la isoterma de  $11,5^{\circ}\text{C}$ .

La distribución vertical de la salinidad y densidad en este transecto estuvo fuertemente condicionada a la influencia de aguas continentales aportadas por el río Toltén. De esta manera, la distribución salina evidenció un fuerte gradiente lateral, positivo hacia el océano, con aguas mucho menos salinas ( $< 30$  psu) y menos densas ( $< 22 \sigma_t$ ) hacia el extremo costero de la transecta ( $< 7$  mn). Asimismo, el sector costero evidenció una fuerte estratificación salina en la columna de agua, situada entre la superficie y los 20 m de profundidad, la que se debilita hacia el océano situándose entre los 10 y los 25 m de profundidad.

Por su parte, la densidad del agua de mar evidenció un comportamiento vertical similar al reseñado para la salinidad, con aguas menos densas en el sector costero y una pycnoclina situada entre la superficie y los 20 m de profundidad. Bajo



los 40 m de profundidad, la columna de agua no evidenció gradientes laterales, quedando bien caracterizada por las isopicnas de 25,8 y 26,0  $\sigma_t$ .

### Transecta 39°45'S

La transecta situada al sur de punta Rocura (evaluada el 17 de octubre de 2003), presentó una distribución vertical de temperatura caracterizada por aguas superficiales más frías que las reseñadas en la transecta anterior, con una termoclina situada entre los 15 y los 40 m de profundidad en el sector costero, la que se debilita y profundiza hacia el extremo oceánico del transecto. Hacia los estratos más profundos (e.g. > 40 m) todo el transecto estuvo caracterizado por la presencia de las isotermas de 11,0 y 11,5°C.

Al igual que lo reportado anteriormente, la distribución vertical de la salinidad y densidad en este transecto evidenció un marcado gradiente lateral positivo hacia el océano, con aguas menos salinas y menos densas asociadas hacia la costa (< 30,5 psu y 23,0  $\sigma_t$ ). En la primera mitad del transecto, destaca una fuerte estratificación salina y de densidad, con una haloclina/picnoclina situada entre la superficie y los 30 m de profundidad, la que se debilita y virtualmente desaparece hacia el extremo oceánico del transecto. Por su parte, bajo los 40 m de profundidad, dominan aguas comparativamente más salinas y densas quedando todo el transecto caracterizado por la presencia de las isohalinas de 34,0 y 34,2 psu y las isopicnas de 26,0 y 26,2  $\sigma_t$ .

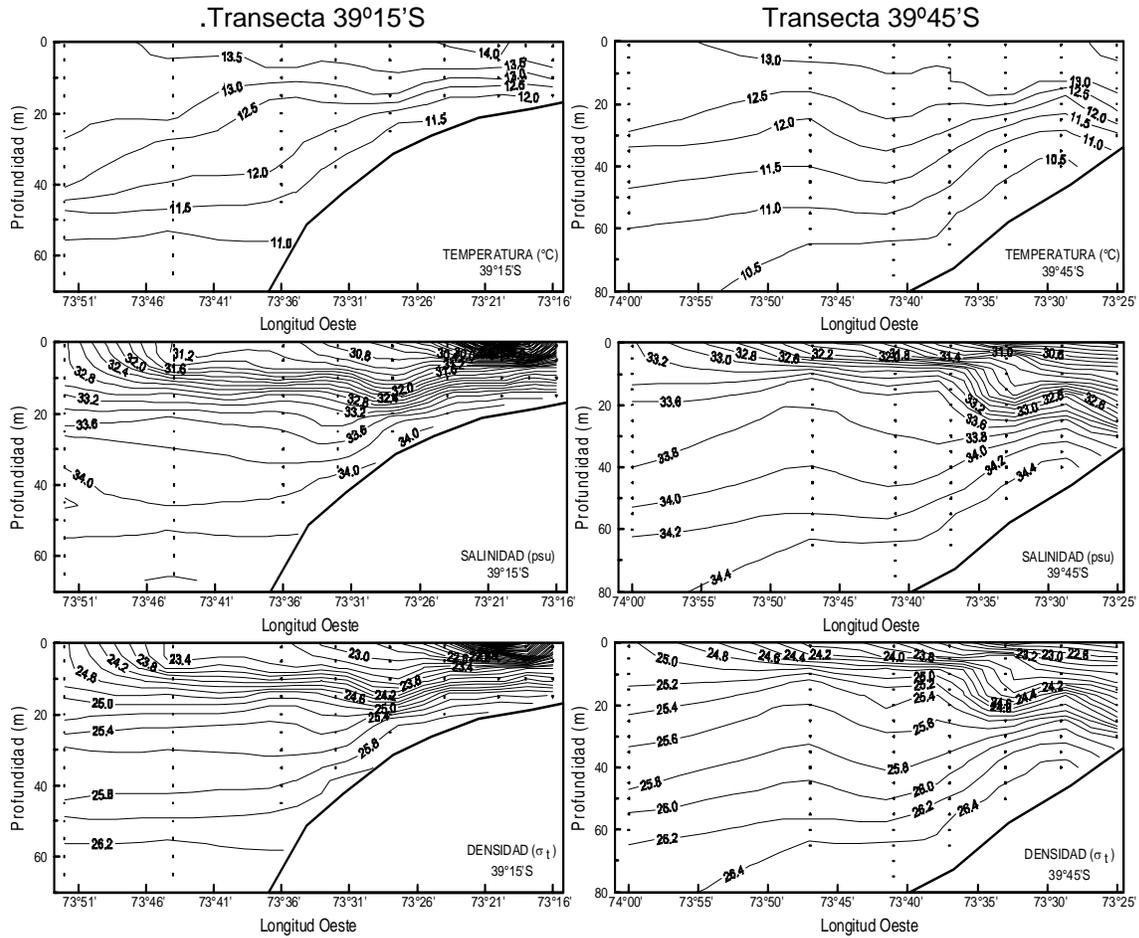
### Transecta 40°05'S

Esta sección ubicada a la cuadra de punta Colón, fue evaluada el 29 de septiembre de 2003. La distribución vertical de temperatura muestra, a diferencia de las otras transectas del sector sur, una columna de agua térmicamente

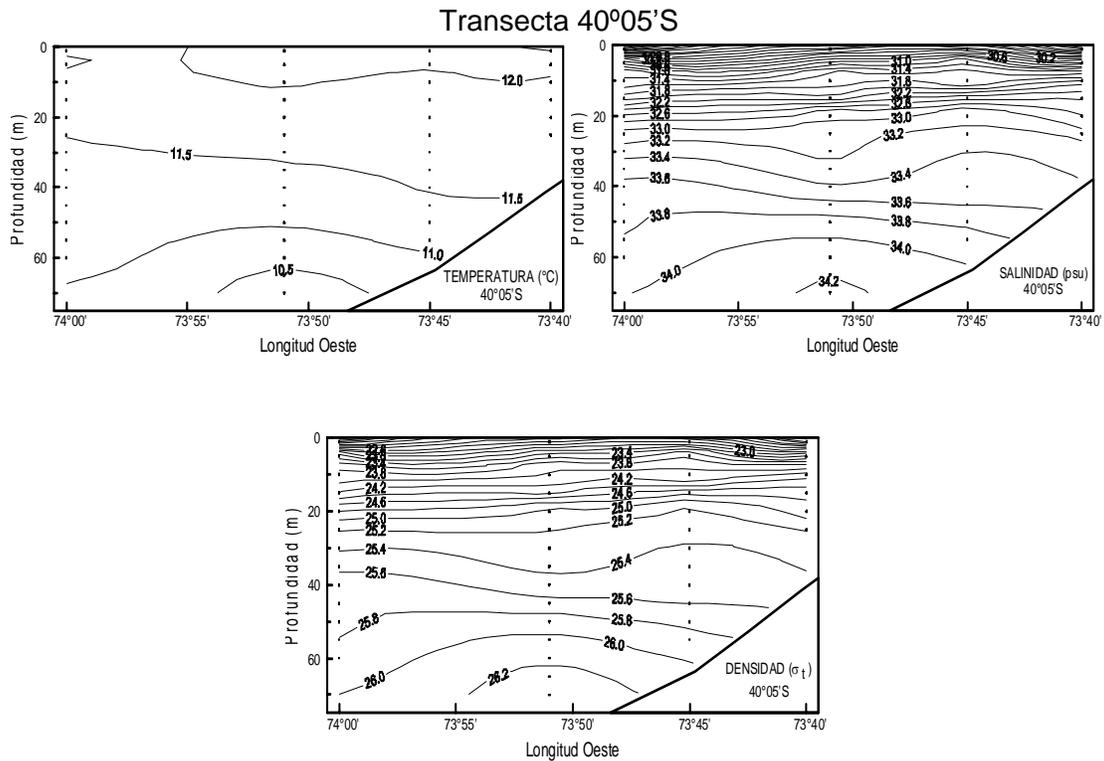


homogénea verificable a lo largo de todo el transecto, caracterizada por el dominio de las isotermas de 11,5 y 12°C y la ausencia de gradientes térmicos laterales.

La distribución vertical de la salinidad mostró una fuerte estratificación vertical a lo largo de todo el transecto, con una haloclina situada entre la superficie y los 25 m de profundidad. El estrato superficial (0-10 m) estuvo caracterizado por aguas de baja salinidad (< 31 psu) y bajo los 40 m se evidenció la presencia de aguas con salinidades entre 33,5 y 34,2 psu. Similar patrón de distribución fue encontrado para la densidad del agua de mar, evidenciando una marcada picnoclina, identificable a lo largo de todo el transecto entre la superficie y los 25 m de profundidad. Bajo los 40 m de profundidad se evidenció la presencia de aguas más densas (isopicnas de 25,8 y 26,0  $\sigma_t$ ).



**Figura 20.** Distribuci3n vertical de temperatura ( $^{\circ}$ C), salinidad (psu) y densidad ( $\sigma_t$ ) del agua de mar, para tres transectas perpendiculares a la costa situadas en la regi3n sur del 3rea de estudio.



**Figura 20 (Cont.).** Distribución vertical de temperatura (°C), salinidad (psu) y densidad ( $\sigma_t$ ) del agua de mar, para tres transectas perpendiculares a la costa situadas en la región sur del área de estudio.

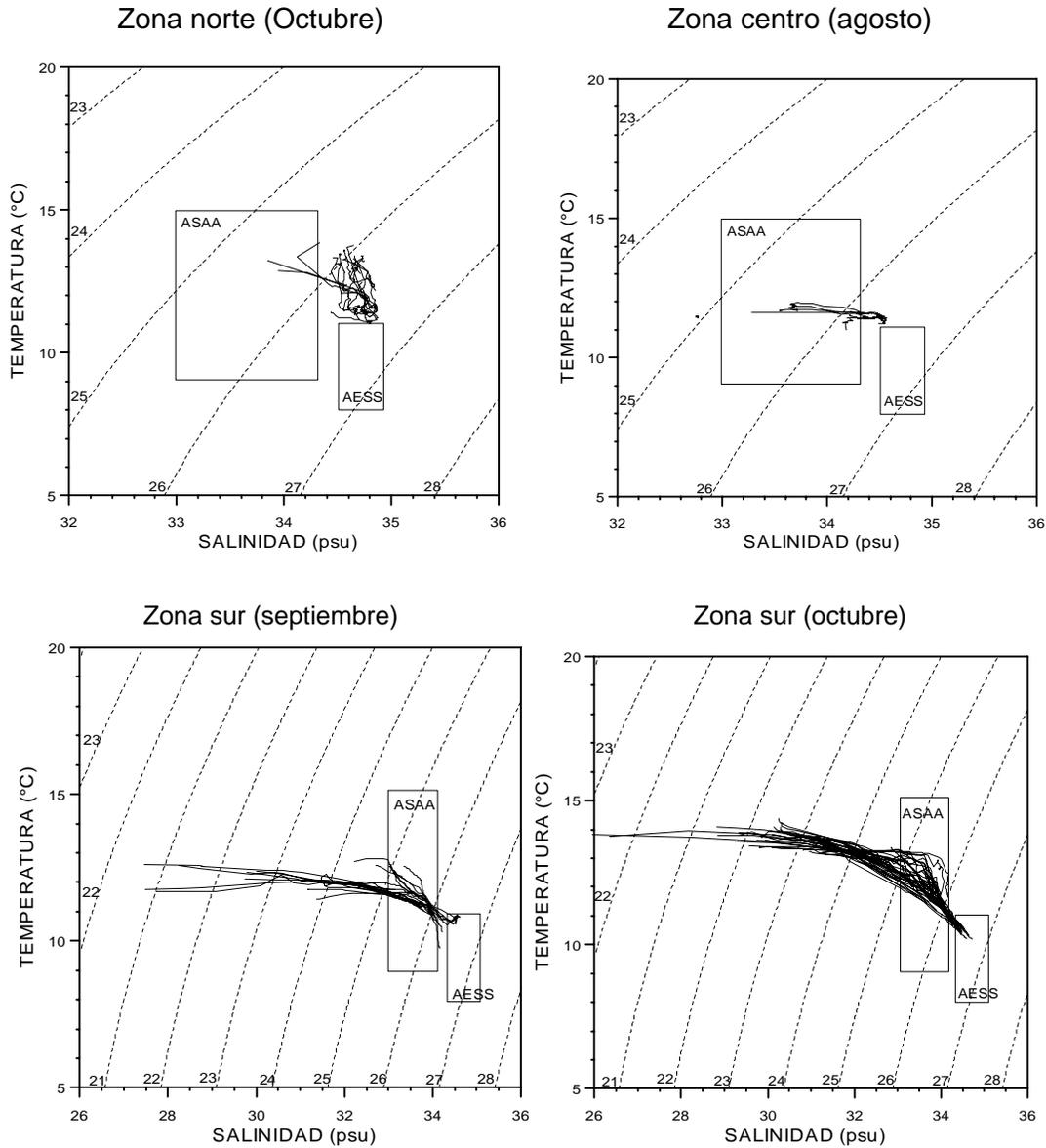
## Diagramas T-S

El análisis de los índices termosalinicos generados para cada zona de estudio (**Figura 21**) reveló la presencia de: a) una zona norte con un estrato superficial mezclado, dominado por la presencia de las Aguas Subantárticas (ASAA) con una fluctuación de temperatura entre los 12,5 y 14°C y un rango de salinidad de 33,5 a 34,3 psu, b) un sector centro con una amplio predominio de ASAA que



evidenciaron un rango de temperatura entre 11 a 12°C, con una fluctuaci3n salina entre 33,3 a 34,4 psu, mientras que Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) s3lo se detectaron en las m3ximas profundidades de muestreo y, c) una zona sur con un estrato superficial fuertemente modulado por la acci3n de mezcla entre las aguas de origen continental y las ASAA, observ3ndose 3ndices termosalinos que variaron entre los 11,3 y 14,5°C para la temperatura y entre 26 a 33 psu para la salinidad.

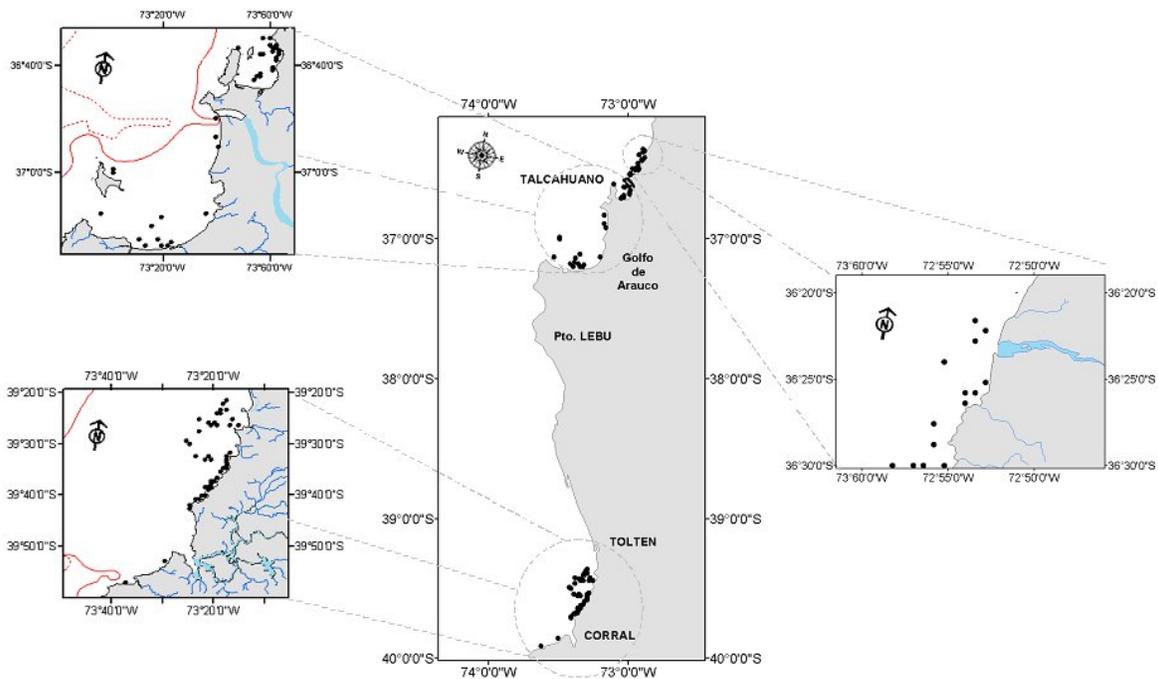
Los 3ndices termosalinos aqu3 reportados, evidencian el predominio de las ASAA y una incipiente presencia de las AESS hacia las m3ximas profundidades de muestreo, con un estrato superficial caracterizado por la marcada acci3n de las aguas de origen continental en la zona sur del 3rea de prospecci3n. Estos resultados son similares a los reportados por otros autores (Brandhorst, 1971; Silva & Konow, 1975; Silva & Neshyba, 1977; Strub *et. al.*, 1998), y comparables a los descritos en otros cruceros de similar naturaleza desarrollados en el sector costero durante los per3odos invernales y primaverales (N3ñez *et. al.*; 1997; 1999; 2000; Castro *et. al.*, 1997).



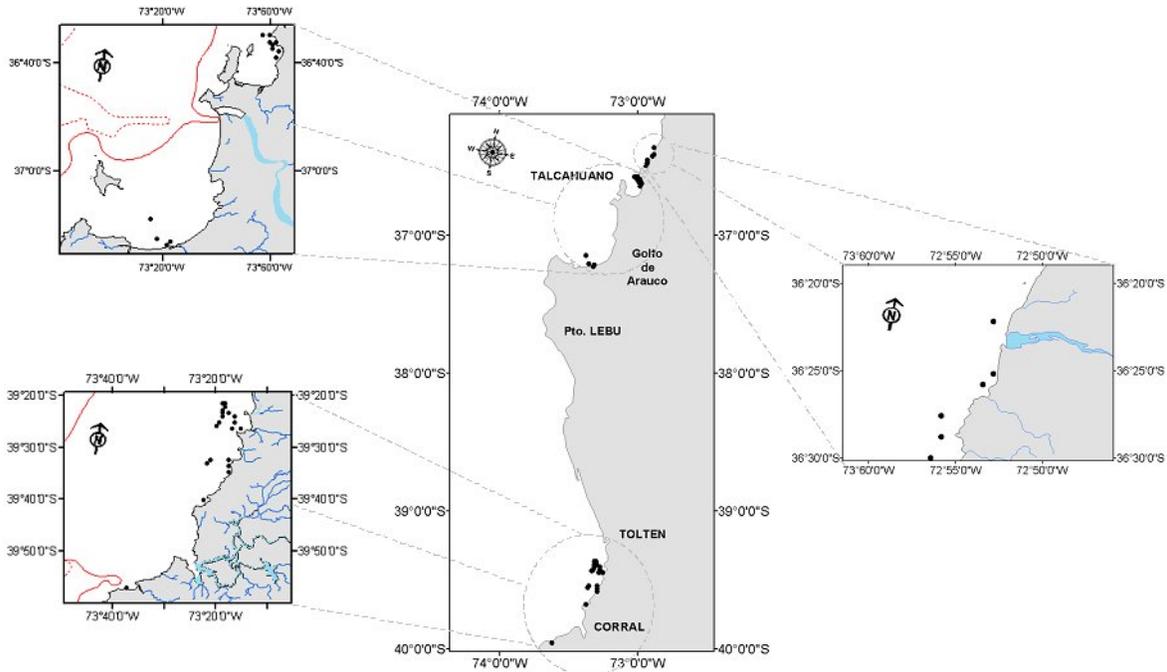
**Figura 21.** Relación entre la temperatura y salinidad (Diagramas T-S) considerando las estaciones oceanográficas realizadas en las regiones norte, central y sur del área de estudio.

## 8.5 Crucero de adultos

El crucero de adultos tuvo una duración de 24 días y se desarrolló entre el 20 de agosto y el 12 de septiembre del 2003, en dicho periodo se efectuaron un total de 146 lances de pesca, de los cuales 6 fueron sin pesca, 11 lances fueron clasificados como muestra (presencia), y 7 lances se debieron a otras especies. Del total de lances positivos, 30 lances de pesca fueron mixtos permitiendo contar con 49 lances con sardina común y 116 con anchoveta. La distribución espacial de los lances de pesca totales y efectivos se presenta en las **Figuras 22 y 23** para anchoveta y sardina común, respectivamente. La bitácora de pesca se presenta en el **Anexo A**.



**Figura 22.** Distribución espacial de los lances de pesca totales y lances de pesca efectivos de anchoveta, 20 de agosto – 12 de septiembre de 2003.



**Figura 23.** Distribución espacial de los lances de pesca totales y lances de pesca efectivos de sardina común, 20 de agosto – 12 de septiembre de 2003.

### 8.5.1 Distribución espacial de los lances de pesca

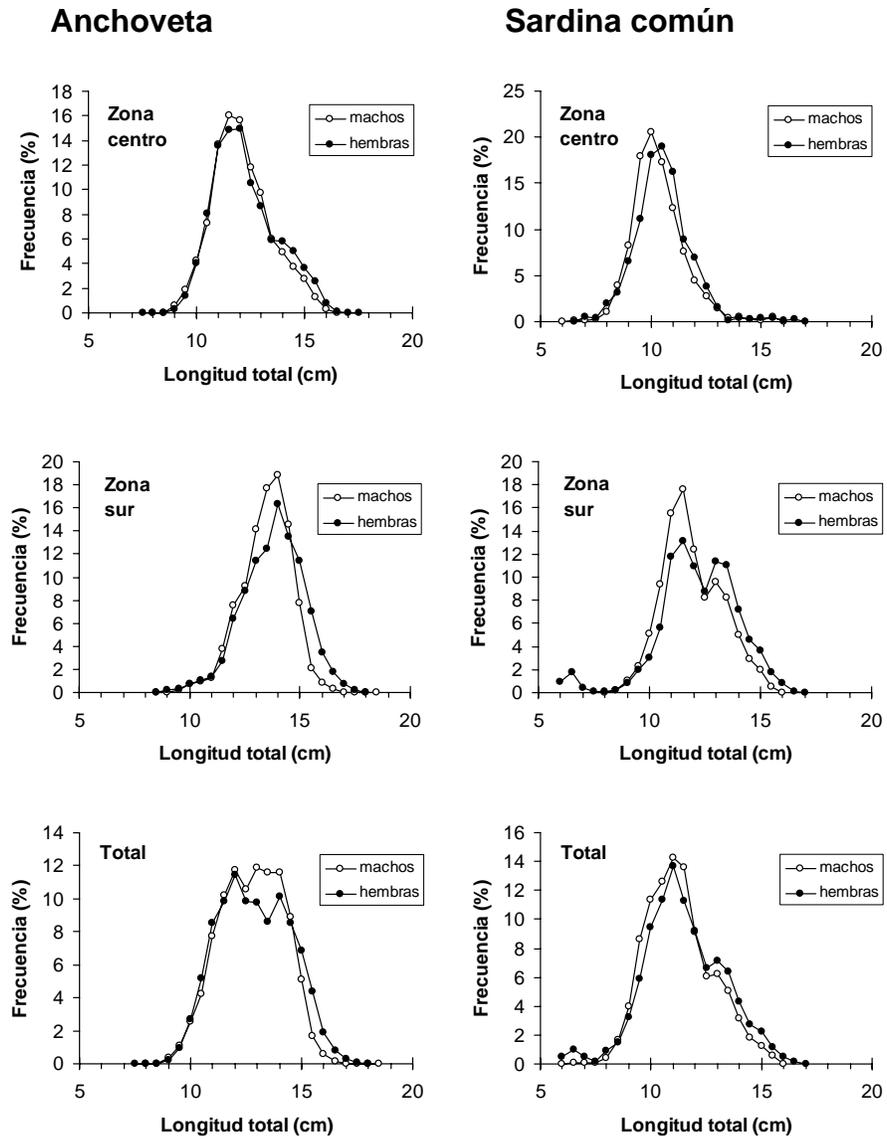
La distribución espacial de los lances de pesca, en términos de las agregaciones de anchoveta, se detectaron en tres sectores principales: a) Desembocadura del río Itata ( $36^{\circ}25'S - 36^{\circ}30'S$ ), b) bahía de Concepción –golfo de Arauco ( $36^{\circ}35'S - 37^{\circ}15'S$ ), y c) entre Toltén y punta Galera ( $39^{\circ}20'S - 39^{\circ}58'S$ ) (**Figura 22**). En el caso de la sardina común, las agregaciones de sardina común fueron detectadas los siguientes sectores: a) sur del Itata ( $36^{\circ}25'S - 36^{\circ}30'S$ ), b) Bahía de Concepción – golfo de Arauco, y entre los  $39^{\circ}20'S - 39^{\circ}40'S$  (**Figura 23**). En términos generales, las pescas fueron costeras, al interior de las 5 millas náuticas.



### 8.5.2 Distribuci3n de tama1os

El crucero de adultos determin3 12.939 ejemplares de anchoveta, con un rango comprendido entre 8,0 y 18,0 cm de longitud total (LT). Del total de anchovetas medidas 6.091 fueron machos y 6.848 hembras, cuya distribuci3n por tama1o se muestra en la **Figura 24**. En el sector Centro, se observa una moda centrada en 11-12 cm LT, mientras que en el sector Sur tanto machos como hembras presentaron una moda en 14 cm LT.

En el caso de la sardina com3n, se obtuvo un total de 3.879 ejemplares en un rango comprendido entre 6,0 y 16,5 cm LT. Del total de ejemplares 1.791 fueron machos y 2.088 hembras con similar rango de tama1o. En la zona Centro, la sardina com3n present3 una estructura similar en ambos sexos caracterizada por una distribuci3n unimodal centrada en los 10 – 10,5 cm LT: En la zona Sur, se observ3 una estructura bi-modal con una moda principal en 11,5 cm y otra secundaria en los 13,5 cm LT (**Figura 24**).

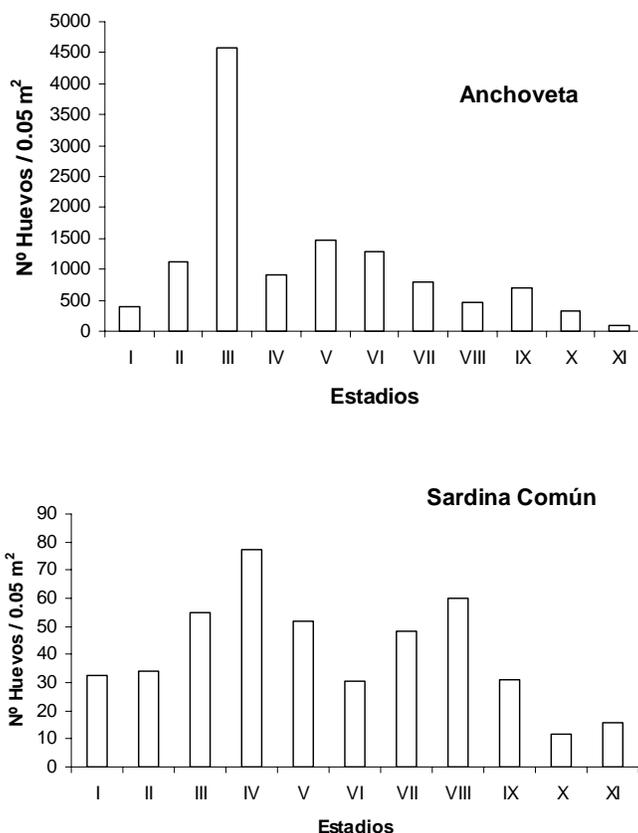


**Figura 24.** Composición de longitudes de la anchoveta (izquierda) y sardina común (derecha) en el crucero de adultos (20 de agosto – 12 de septiembre, 2003).

## 8.6 Resultados por objetivo específico

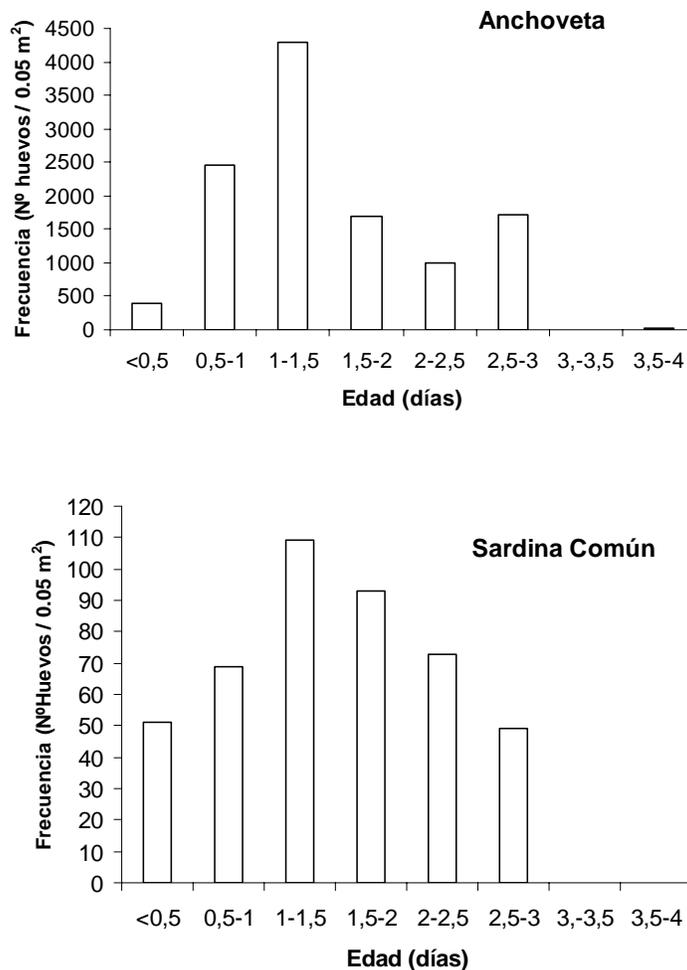
### 8.6.1 Estimación de la producción diaria de huevos, varianza y tasa de mortalidad instantánea de huevos

El número de huevos por estadios de desarrollo se presenta en la **Figura 25**, observándose en el caso de la anchoveta una marcada abundancia del estadio III (cercano a los 4500 huevos/0,05m<sup>2</sup>), el resto de los estadios no supera los 1.500 huevos. Para la sardina común, son abundantes los estadios IV y VIII, dominando el estadio IV. Destaca la baja abundancia de huevos por estadios encontrados en esta especie (no superior a los 75 huevos/0,05m<sup>2</sup>).



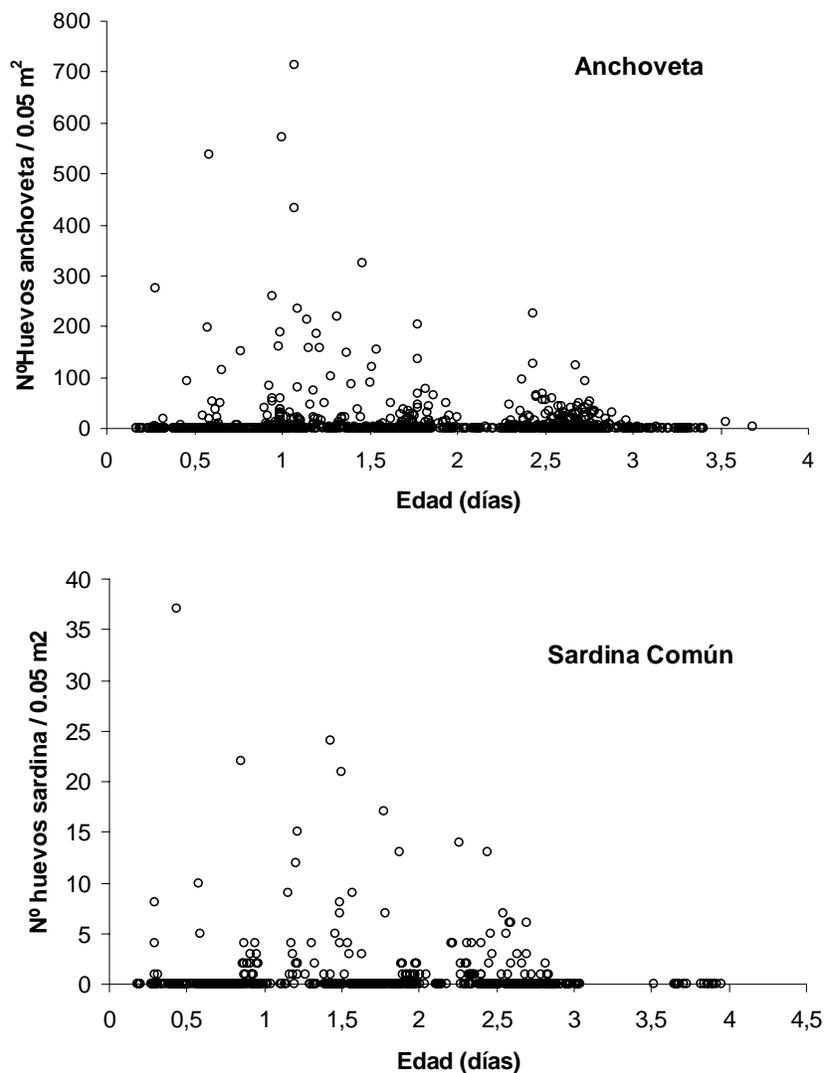
**Figura 25.** Número de huevos por estadio de desarrollo de anchoveta y sardina común, centro-sur de Chile.

En relación con el número de huevos por grupos de edad provisionales de medio día, se observa que en la anchoveta domina el grupo de edad de 1-1,5 días, seguido del grupo de edad de 0,5-1 días. En el caso de la sardina común también domina el grupo de edad de 1-1,5 días, observándose un decaimiento gradual de los otros grupos de edad. En ambas especies no se observaron huevos con edades superiores a 4 días (**Figura 26**).



**Figura 26.** Número de huevos de anchoveta y sardina común por grupos de edad provisionales de medio día, zona centro-sur de Chile.

La estimación de la producción diaria de huevos, (**Figura 27**) se muestra la abundancia de huevos por edad, en donde se descartó de los análisis los huevos menores a 4 horas de desarrollo y los que tuvieran una edad superior al 90% de la mayor edad esperada para cada estación.



**Figura 27.** Abundancia de huevos de anchoveta y sardina común en función de la edad.



La estimación de la producción diaria de huevos se realizó por sector y ponderada por área geográfica de desove. La zona norte quedó descartada de los análisis debido a la ausencia de huevos en ese sector, para ambas especies.

En la anchoveta, la producción diaria de huevos total fue de 19,9 huevos / 0,05 m<sup>2</sup>/día, registrándose la mayor producción en la zona centro con 27,9 huevos / 0,05 m<sup>2</sup>/día (**Tabla 15**). Al comparar estos resultados con los obtenidos el año 2002, se observa que la producción total presentó un aumento significativo de un 148 %. Destaca que en el año 2002 la máxima producción se obtuvo en la zona sur, al contrario de lo reportado para el año 2003.

En el caso de la sardina común, la producción diaria de huevos total fue de 2,09 huevos / 0,05 m<sup>2</sup>/día, observándose, al contrario de la anchoveta, una mayor producción en la zona sur (**Tabla 15**). Cabe mencionar que las bajas densidades de huevos reportados para esta especie en este crucero, se vieron reflejadas en la baja producción estimada, no comparable a la reportada para el año 2002, la cual es superior en casi 20 veces su valor.

Las tasas instantáneas de mortalidad de huevos fueron estimadas en 0,22 día<sup>-1</sup> para anchoveta (CV = 74,5 %) y en 0,12 día<sup>-1</sup> para sardina común (CV = 141,2 %, **Tabla 15**). La tasa de mortalidad instantánea total indica que el 19,7 % de los huevos de anchoveta muere diariamente, en tanto que en la sardina común lo hace el 11,4 %. Al comparar estas mortalidades con las del año 2002, se observa que en el caso de la anchoveta la mortalidad no difiere significativamente, no así en el caso de la sardina común en donde la tasa de mortalidad es inferior en un 76 %.

Al comparar las áreas de desove para ambas especies y entre los cruceros 2002 (FIP2002-14) y 2003 (FIP2003-06), destaca que las áreas de desove no han variado significativamente.

**Tabla 15.** Estimación de la producción diaria de huevos y tasa de mortalidad diaria de huevos de anchoveta y sardina común.

a) Fip 2002-14	Anchoveta Regresión no-lineal			Sardina Común Regresión no-lineal			
	N+Centro	Sur	Total		N+Centro	Sur	Total
Po	4,515	10,1307	8,02	Po	57,0786	29,9759	35,96
V (Po)	4,38	14,22	6,16	V (Po)	1478,96	247,72	222,49
CV	46,36	37,22	30,94	CV	67,38	52,51	41,48
Z	0,09	0,1563	0,13	Z	0,56	0,494	0,51
V(Z)	0,07	0,04	0,03	V(Z)	0,34	0,15	0,11
CV	273,55	132,31	121,43	CV	103,60	78,54	64,57
N	321	440	761	N	120	341	461
Area Desove (Km <sup>2</sup> )	2736,55	4553,01	7289,57	Area Desove (Km <sup>2</sup> )	999,36	3527,62	4526,99
b) Fip 2003-06	Anchoveta Regresión no-lineal			Sardina Común Regresión no-lineal			
	Centro	Sur	Total		Centro	Sur	Total
Po	27,91	15,86	19,94	Po	0,83	2,6961	2,09
V (Po)	86,64	23,62	20,27	V (Po)	0,17	0,96	0,32
CV	33,35	30,64	22,58	CV	49,35	36,28	27,02
Z	0,30	0,22	0,22	Z	0,21	0,08	0,12
V(Z)	0,04	0,04	0,03	V(Z)	0,08	0,05	0,03
CV	67,38	86,36	74,52	CV	132,17	272,18	141,21
N	378	510	888	N	158	149	307
Area Desove (Km <sup>2</sup> )	3007,0	5862,14	8869,15	Area Desove (Km <sup>2</sup> )	1430,62	2969,78	4400,40

### 8.6.2 Estimación de la proporción de estadios de madurez sexual y la fracción diaria de hembras desovantes

#### a) Análisis microscópico de los ovarios

En el caso de la anchoveta se analizaron 2.620 hembras en 78 lances de pesca (Tabla 16), dominando el estadio de madurez sexual IV (vitelados) con el 54,9 %, siguiendo en importancia el estadio de madurez VIII (postdesovante de tanda) con 28,3 % y el estadio hidratado con 4,5 %. A su vez, 10% de las hembras se encontraba en un estadio próximo a la hidratación, aspectos que indican que las hembras se encontraban sexualmente activas y en proceso de desove durante el crucero. En la zona centro dominó el estadio IV (vitelados), con una baja frecuencia

de hembras en proceso de hidratación, así como en postdesove de tanda comparados con la zona sur.

**Tabla 16.** Proporción de estadios de madurez sexual microscópicos de anchoveta y sardina común durante el cruce de evaluación.

<b>Anchoveta</b> EMS	Zona centro		Zona sur		Total	
	Frecuencia	(%)	Frecuencia	(%)	Frecuencia	(%)
I	0	0,0	0	0,0	0	0,0
II	4	0,3	0	0,0	4	0,2
III	9	0,7	4	0,3	13	0,5
IV	964	75,1	474	35,5	1438	54,9
V	97	7,6	165	12,4	262	10,0
VI	6	0,5	111	8,3	117	4,5
VII	1	0,1	0	0,0	1	0,0
VIII	174	13,6	567	42,4	741	28,3
IX	29	2,3	15	1,1	44	1,7
Total	1284	100	1336	100	2620	100

<b>Sardina</b> EMS	Zona		Zona		Total	
	Frecuencia	(%)	Frecuencia	(%)	Frecuencia	(%)
I	0	0,0	0	0,0	0	0,0
II	2	0,6	0	0,0	2	0,2
III	23	6,7	8	1,6	31	3,7
IV	240	70,0	271	53,6	511	60,2
V	41	12,0	93	18,4	134	15,8
VI	1	0,3	4	0,8	5	0,6
VII	0	0,0	0	0,0	0	0,0
VIII	20	5,8	127	25,1	147	17,3
IX	16	4,7	3	0,6	19	2,2
Total	343	100	506	100	849	100

En la sardina común, se analizaron 1.238 hembras en 34 lances de pesca, de las cuales 849 fueron consideradas en los análisis posteriores (**Tabla 16**). En la sardina común se observa una situación similar al caso de la anchoveta, ya que el estado IV (vitelados) de madurez fue el que dominó con el 60,2 % de las hembras analizadas, seguido por el estado VIII (postdesovante de tanda) con un 17,3 % y luego el estado V (próximo a la hidratación) con 15,8 %, pero a diferencia de la anchoveta sólo se observa un 0,6 % de hembras hidratadas. El alto número de hembras próximas a la hidratación (estado V) evidencia que la sardina común también se encuentra sexualmente activa y al inicio de un proceso de desove durante el cruce de prospección.



## **b) Fracción diaria de hembras desovantes**

Para ambas especies, se contó con dos conjuntos de datos independientes para determinar la fracción diaria de hembras desovantes; esto es, la fracción de hembras desovantes con folículos postovulatorio de día 1 y 2. (**Tabla 17 y 18**).

Para la anchoveta, la fracción de hembras con FPO de día 1 fluctuó entre 0 y 37%, en tanto que la fracción de hembras con FPO de día 2 lo hizo entre 0 y 40%. La estimación de la fracción diaria de hembras desovantes combinando las hembras con FPO de día 1 y 2 fue de 0,121, con una varianza de 0,00008 (CV= 7,5%). Esto indica que cada día desovó el 12 % de las hembras maduras, o bien que las hembras de anchoveta desovaron en promedio cada 8,2 días. En la sardina común, la fracción de hembras con FPO de día 1 fluctuó entre 0 y 41%, mientras que la fracción de hembras con FPO de día 2 lo hizo entre 0 y 29%. La estimación de la fracción diaria de hembras desovantes combinando las hembras con FPO de día 1 y 2 fue de 0,075, con una varianza de 0,00026 (CV= 21,4%). Esto implica que las hembras de sardina común estuvieron desovando en promedio cada 13,3 días o bien que cada día desovó el 7,5 % de las hembras activas.

**Tabla 17.** Resumen de los datos de los lances. Promedios del muestreo aleatorio de hembras maduras de anchoveta: longitud total (LT), peso total (PT), peso total corregido (PTCOR), peso de gónada (PG), fecundidad parcial estimada (FPE), hembras maduras (HM), hembras hidratadas (HH), folículos postovulatorios (FPO) de edad 0, 1 y 2 días. Peso total de hembras corregido (PTHCOR), hembras (H), peso total de machos corregidos (PTMCOR) y machos (M) del muestreo aleatorio de proporción sexual.

DATOS LANCES					DATOS HEMBRAS MADURAS										PROPORCIÓN SEXUAL			
Lance (n)	Fecha (d-m)	Colecta (h)	Posición (s)	Posición (w)	LT (cm)	PT (g)	PTCOR (g)	PG (g)	FPE (n)	HM (n)	HH (n)	EDAD 0	F. 1	P. 2	PTHCOR (g)	H (n)	PTMCOR (g)	M (n)
1	21-8-03	12:40	36°37'	73°06'	11,6	9,6	10,1	0,36	3965	35	0	1	1	4	10,7	50	9,4	50
2	21-8-03	17:10	36°38'	73°02'	11,8	10,7	11,2	0,49	4367	35	0	0	1	5	10,5	55	10,7	45
3	22-8-03	08:00	36°32'	72°59'	13,7	16,3	17,0	0,83	6529	35	1	9	3	1	13,9	54	13,2	46
4	23-8-03	07:40	36°32'	72°59'	12,0	14,1	14,8	0,73	5667	35	0	0	5	5	11,9	45	8,7	53
5	25-8-03	06:25	36°42'	73°03'	12,0	13,6	14,2	0,67	5484	35	0	0	0	2	10,1	40	10,5	58
6	26-8-03	11:25	36°38'	72°58'	12,1	10,8	11,3	0,50	4385	35	0	2	1	6	7,8	42	7,5	58
7	24-8-03	10:00	36°31'	72°56'	14,5	20,8	21,8	1,32	8196	35	0	0	0	1	8,8	47	7,6	50
8	22-8-03	14:50	37°14'	73°20'	13,1	16,0	16,7	1,07	6300	35	1	3	6	2	9,5	45	8,6	46
9	21-8-03	16:30	36°60'	73°30'	14,9	22,5	23,6	1,33	8923	33	0	0	0	5	20,6	49	19,2	51
10	26-8-03	11:20	36°38'	72°58'	12,0	11,3	11,8	0,60	4559	35	0	0	0	2	8,5	49	8,6	51
11	26-8-03	10:04	36°37'	72°58'	12,3	11,0	11,5	0,54	4459	35	0	3	0	3	8,4	35	8,0	65
12	25-8-03	06:51	36°42'	73°02'	12,6	13,5	14,2	0,62	5477	35	0	0	2	0	11,4	50	10,6	50
13	24-8-03	10:00	36°24'	72°55'	13,2	14,4	15,1	0,73	5806	35	0	1	1	5	10,0	47	9,5	53
14	23-8-03	18:08	36°30'	72°55'	12,2	11,7	12,2	0,57	4735	35	0	0	5	2	7,4	37	6,1	63
15	21-8-03	10:00	36°31'	72°58'	12,3	12,3	12,9	0,53	5022	35	0	1	1	2	9,8	63	9,1	36
16	29-8-03	07:55	36°36'	72°59'	12,3	11,9	12,5	0,58	4832	35	1	1	1	1	11,1	46	11,0	54
17	27-8-03	09:00	36°37'	72°59'	12,3	12,5	13,1	0,58	5049	35	0	0	1	0	11,2	59	11,1	41
18	22-8-03	18:30	37°19'	73°22'	13,7	16,4	17,1	0,94	6517	35	0	1	5	4	15,1	60	13,0	40
19	25-8-03	14:30	36°41'	72°59'	14,1	17,9	18,7	1,03	7104	35	0	0	2	1	13,3	55	11,5	45
20	25-8-03	07:25	36°42'	73°02'	13,2	14,3	15,0	0,73	5768	35	0	0	1	4	7,7	50	7,6	50
21	22-8-03	10:00	37°13'	73°21'	10,9	10,3	10,8	0,56	4164	35	0	0	0	9	10,0	50	9,8	50
22	23-8-03	07:30	36°26'	72°54'	12,9	13,2	13,8	0,67	5303	35	0	0	4	0	10,8	51	8,6	49
23	22-8-03	12:25	37°14'	73°19'	12,0	12,7	13,3	0,70	5115	35	1	1	2	7	9,0	37	8,3	62
24	21-8-03	11:45	37°13'	73°19'	12,3	11,6	12,2	0,63	4676	35	1	1	2	2	10,8	49	9,5	51
25	25-8-03	12:35	36°43'	73°03'	13,8	12,1	12,7	0,53	4912	31	0	1	2	0	11,8	45	12,4	55
26	23-8-03	0,44792	36°27'	72°54'	12,1	10,4	10,9	0,53	4204	35	0	0	1	0	10,2	60	8,2	40
27	28-8-03	10:00	36°39'	72°59'	12,6	11,3	11,8	0,52	4588	34	0	0	1	5	10,8	45	9,6	55
28	27-8-03	18:00	36°37'	72°59'	13,0	13,7	14,3	0,73	5505	34	0	0	1	1	7,0	32	6,6	68
29	25-8-03	07:30	36°42'	73°02'	12,6	12,6	13,2	0,61	5095	35	0	0	1	7	7,6	56	7,3	44
30	26-8-03	09:35	39°38'	73°22'	14,6	21,9	22,9	1,33	8632	37	3	15	5	6	21,3	42	18,0	58
31	29-8-03	10:30	39°27'	73°19'	14,7	22,8	23,6	1,64	8798	39	12	2	5	2	22,4	55	18,7	45
32	29-8-03	15:05	39°34'	73°18'	14,4	22,0	23,0	1,38	8667	35	0	2	4	12	19,8	54	17,9	46
33	1-9-03	09:30	39°34'	73°18'	12,2	12,5	13,1	0,67	5050	35	0	0	5	4	11,0	45	10,7	55
34	1-9-03	11:30	39°32'	73°17'	12,3	12,6	13,2	0,67	5067	35	0	0	0	8	11,5	43	11,3	57
35	25-8-03	11:20	39°37'	73°20'	13,8	21,8	22,8	1,41	8574	30	5	2	6	7	18,4	54	17,2	46
36	24-8-03	07:20	39°23'	73°18'	13,3	15,8	16,5	0,82	6322	32	1	2	8	11	13,0	67	11,3	33
37	24-8-03	08:45	39°22'	73°18'	14,7	21,2	22,2	1,19	8435	32	0	2	10	13	20,3	56	16,9	44
38	29-8-03	12:15	39°33'	73°23'	14,3	20,7	21,6	1,38	8117	31	3	1	5	8	19,3	58	17,7	42
39	25-8-03	09:58	39°38'	73°20'	14,2	19,2	20,0	1,22	7552	40	6	7	8	6	18,3	51	17,0	49
40	25-8-03	15:58	39°41'	73°23'	13,6	17,5	18,3	1,14	6920	31	1	4	2	2	17,5	46	14,7	54
41	25-8-03	13:30	39°33'	73°17'	13,9	17,6	18,4	1,00	7001	30	2	5	13	3	17,7	39	15,5	51
42	25-8-03	11:30	39°35'	73°18'	13,6	16,9	17,6	1,16	6600	31	7	0	2	7	15,9	49	15,5	51
43	23-8-03	17:25	39°24'	73°19'	12,5	13,2	13,8	0,66	5307	34	0	0	7	8	9,9	56	9,6	44
44	29-8-03	10:05	39°26'	73°21'	14,8	23,2	24,0	1,72	8907	33	12	3	4	6	22,9	56	19,6	42
45	23-8-03	13:40	39°41'	73°23'	12,9	12,2	12,8	0,62	4941	35	0	0	0	0	12,2	41	12,0	59
46	25-8-03	10:30	39°42'	73°24'	13,6	16,2	16,9	1,07	6366	34	7	7	4	1	16,1	38	15,8	62
47	25-8-03	09:50	39°38'	73°21'	14,1	20,2	21,0	1,35	7893	31	6	2	7	4	20,6	38	18,0	62
48	29-8-03	12:35	39°33'	73°20'	14,8	22,3	23,4	1,37	8812	35	1	1	10	8	19,5	59	17,0	41
49	29-8-03	09:03	39°32'	73°23'	14,9	24,4	25,5	1,58	9576	30	3	11	4	5	22,0	59	20,0	41
50	1-9-03	10:39	39°33'	73°21'	12,4	13,6	14,2	0,70	5458	30	0	0	8	5	12,3	58	11,8	42
51	25-8-03	12:45	39°43'	73°25'	14,2	18,3	19,1	1,14	7226	35	2	6	8	4	17,1	54	15,9	46
52	25-8-03	10:20	39°35'	73°19'	14,7	22,1	22,9	1,68	8488	30	9	6	2	0	18,3	49	16,8	51
53	26-8-03	17:17	39°38'	73°20'	13,6	17,7	18,4	1,13	6950	33	5	2	5	2	16,1	41	16,7	59
54	29-8-03	12:30	39°22'	73°18'	14,2	19,0	19,9	0,97	7589	32	0	1	9	4	13,8	59	13,7	41
55	2-9-03	09:15	39°26'	73°15'	13,0	13,1	13,8	0,74	5270	32	1	0	0	1	13,9	45	11,6	55
56	25-8-03	08:36	39°40'	73°22'	12,6	12,5	13,0	0,62	5023	35	2	5	7	8	10,9	48	10,6	52
57	25-8-03	11:59	39°35'	73°18'	13,9	17,6	18,4	1,09	6956	35	2	3	6	4	16,6	49	15,1	51
58	26-8-03	11:00	39°36'	73°19'	13,5	19,7	20,6	1,28	7769	30	2	2	14	5	19,5	39	16,7	61
59	25-8-03	10:30	39°37'	73°20'	14,8	22,3	23,3	1,33	8811	35	3	6	7	7	19,7	49	19,7	51
60	1-9-03	16:00	39°26'	73°21'	13,6	16,9	17,7	0,96	6748	27	0	2	4	4	15,9	60	14,8	40
61	26-8-03	12:00	39°35'	73°18'	13,6	18,1	18,9	1,05	7173	30	4	7	8	3	16,4	40	14,9	59
62	26-8-03	15:00	39°40'	73°21'	13,4	16,9	17,7	1,06	6705	34	0	0	4	3	16,9	50	16,2	50
63	2-9-03	10:49	39°26'	73°20'	13,9	18,5	19,3	1,22	7264	31	4	5	3	6	16,3	60	14,5	40
64	26-8-03	09:03	39°34'	73°17'	14,0	21,9	22,9	1,28	8645	30	5	11	5	6	20,0	37	17,2	63
65	29-8-03	14:30	39°27'	73°23'	14,1	20,0	21,0	1,20	7933	30	0	1	9	6	19,1	58	16,9	42
66	2-9-03	13:05	39°24'	73°19'	14,2	20,3	21,2	1,23	8029	31	0	3	4	4	20,3	54	17,1	46
67	29-8-03	16:00	39°25'	73°23'	14,6	22,0	23,0	1,33	8702	30	0	1	5	8	22,0	64	18,3	35
68	1-9-03	12:00	39°33'	73°21'	12,0	12,8	13,4	0,68	5162	31	0	0	1	4	12,6	44	11,6	56

**Tabla 18.** Resumen de los datos de los lances. Promedios del muestreo aleatorio de hembras maduras de sardina común: longitud total (LT), peso total (PT), peso total corregido (PTCOR), peso de gónada (PG), fecundidad parcial estimada (FPE), hembras maduras (HM), hembras hidratadas (HH), folículos postovulatorios (FPO) de edad 0, 1 y 2 días. Peso total de hembras corregido (PTHCOR), hembras (H), peso total de machos corregidos (PTMCOR) y machos (M) del muestreo aleatorio de proporción sexual.

DATOS LANCES					DATOS HEMBRAS MADURAS										PROPORCIÓN SEXUAL				
Lance (n)	Fecha (d-m)	Colecta (h)	Posicion (s)	Posicion (w)	LT (cm)	PT (g)	PTCOR (g)	PC (g)	PG (g)	FPE (g)	HM (n)	HH (n)	EDAD F. P. O.			PTHCOR (g)	H (n)	PTMCOR (g)	M (n)
													0	1	2				
1	21-8-03	11:45	37°13'	73°19'	12,07	16,30	16,94	13,47	1,18	9154	31	0	0	2	3	745,42	53	771,22	47
2	22-8-03	11:45	37°13'	73°19'	11,24	12,69	13,19	10,67	0,87	7059	25	0	0	2	3	408,51	46	438,53	52
3	29-8-03	11:45	37°13'	73°19'	10,92	9,77	10,16	8,09	0,82	5239	33	0	0	0	0	297,83	46	347,89	54
4	1-9-03	12:15	36°26'	72°53'	11,00	10,83	11,25	8,97	0,90	5862	35	0	0	0	0	1353,24	36	257,05	41
5	1-9-03	15:50	36°29'	72°56'	10,79	9,76	10,14	8,17	0,69	5308	34	0	0	1	0	331,82	46	391,12	54
6	1-9-03	07:20	36°30'	72°56'	10,57	9,31	9,68	7,61	0,69	5026	36	0	1	0	0	143,35	29	310,70	71
7	2-9-03	10:20	36°25'	72°53'	10,36	8,25	8,57	6,87	0,57	4427	34	0	0	0	0	327,91	50	316,73	50
8	25-8-03	11:59	39°35'	73°18'	11,80	12,81	13,31	10,79	0,76	7201	24	0	4	10	2	733,97	56	541,85	44
9	1-9-03	10:39	39°33'	73°21'	12,91	18,84	19,58	15,43	1,81	10382	28	0	0	2	5	1129,60	60	665,01	40
10	1-9-03	19:18	39°22'	73°18'	12,47	24,10	25,04	19,05	2,03	13572	23	0	0	0	0	1283,54	54	1030,30	46
11	2-9-03	10:49	39°26'	73°20'	12,06	14,63	15,21	12,00	1,08	8162	23	1	0	0	2	680,03	57	501,53	43
12	2-9-03	13:42	39°24'	73°18'	12,22	17,19	17,86	14,03	1,40	9583	14	0	0	0	1	677,53	43	887,21	57
13	2-9-03	16:55	39°24'	73°16'	11,46	17,70	18,39	13,91	1,35	9936	22	0	0	0	4	581,93	50	508,81	50
14	1-9-03	12:00	39°33'	73°21'	12,95	18,98	19,72	14,79	1,74	10513	19	0	0	0	1	1120,46	59	670,18	41
15	1-9-03	16:00	39°26'	73°21'	13,46	19,54	20,30	14,31	1,48	11022	7	0	0	0	2	346,36	16	13,28	1
16	1-9-03	19:00	39°22'	73°18'	12,13	15,93	16,55	12,88	1,30	8846	28	0	0	0	1	739,78	52	710,56	45
17	2-9-03	13:05	39°24'	73°19'	13,61	21,85	22,70	17,56	2,18	12057	7	0	0	0	0	255,65	13	135,75	7
18	22-8-03	12:25	37°14'	73°19'	11,69	14,12	14,67	11,70	1,31	7689	18	1	2	5	1	452,98	52	374,44	48
19	24-8-03	08:15	36°31'	72°57'	11,34	11,20	11,64	9,14	1,20	5911	5	0	0	0	0	122,29	12	169,57	16
20	24-8-03	10:00	36°31'	72°56'	11,58	11,12	11,55	9,78	0,94	6020	17	0	0	0	0	315,12	30	300,77	27
21	26-8-03	11:25	36°38'	72°58'	10,00	7,32	7,60	6,10	0,39	3946	6	0	0	0	0	184,84	28	499,21	26
22	25-8-03	13:30	39°33'	73°17'	11,16	10,58	10,99	9,58	0,64	5863	25	0	0	9	2	427,10	38	638,99	62
23	28-8-03	12:30	39°22'	73°18'	13,05	20,47	21,27	16,08	1,66	11501	31	0	4	5	4	710,34	43	861,05	57
24	29-8-03	13:45	39°23'	73°19'	13,06	18,23	18,94	14,83	1,46	10201	18	0	0	0	1	894,55	50	737,76	41
25	29-8-03	15:30	39°23'	73°18'	13,42	21,47	22,31	17,66	1,73	12094	17	0	2	3	1	803,88	46	931,09	54
26	1-9-03	19:00	39°22'	73°18'	13,18	20,53	21,35	16,84	1,60	11587	25	1	0	0	1	752,53	47	723,26	53
27	2-9-03	16:20	39°22'	73°18'	12,87	18,69	19,42	14,85	1,50	10475	20	0	0	0	1	637,01	43	758,17	57
28	23-8-03	12:15	36°32'	72°58'	10,33	8,10	8,41	6,80	0,63	4297	14	0	0	0	0	222,22	25	370,75	45
29	27-8-03	09:00	36°37'	72°59'	11,21	11,09	11,52	9,02	0,98	5976	7	0	0	0	0	167,46	20	147,27	18
30	28-8-03	10:00	36°39'	72°59'	10,87	9,67	10,04	8,00	0,84	5161	11	0	0	0	0	191,27	20	168,12	16
31	23-8-03	17:25	38°24'	73°19'	12,30	16,59	17,24	13,48	0,99	9452	34	0	0	8	10	564,19	54	437,55	46
32	24-8-03	05:15	39°33'	73°18'	13,41	20,85	21,66	17,04	1,49	11844	37	0	0	3	11	753,72	52	709,24	48
33	1-9-03	11:30	39°32'	73°17'	12,86	18,84	19,57	15,13	1,45	10593	31	0	0	5	4	1223,72	63	609,37	37
34	2-9-03	09:15	39°26'	73°15'	11,89	13,28	13,80	10,90	1,06	7314	25	0	0	1	1	717,70	53	564,03	47
35	2-9-03	12:35	39°25'	73°16'	11,44	11,77	12,14	9,58	0,99	6342	9	1	0	0	0	565,72	47	525,62	47

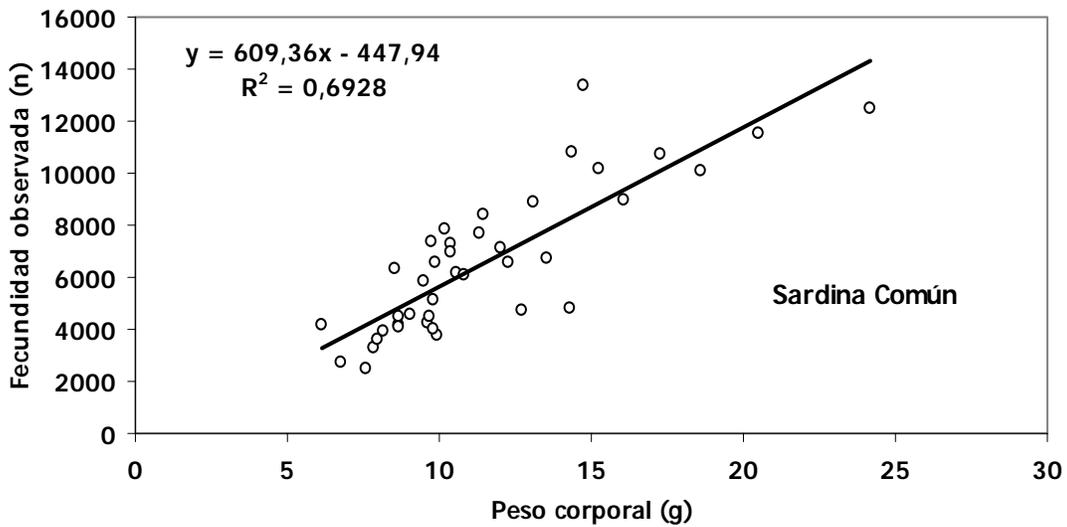
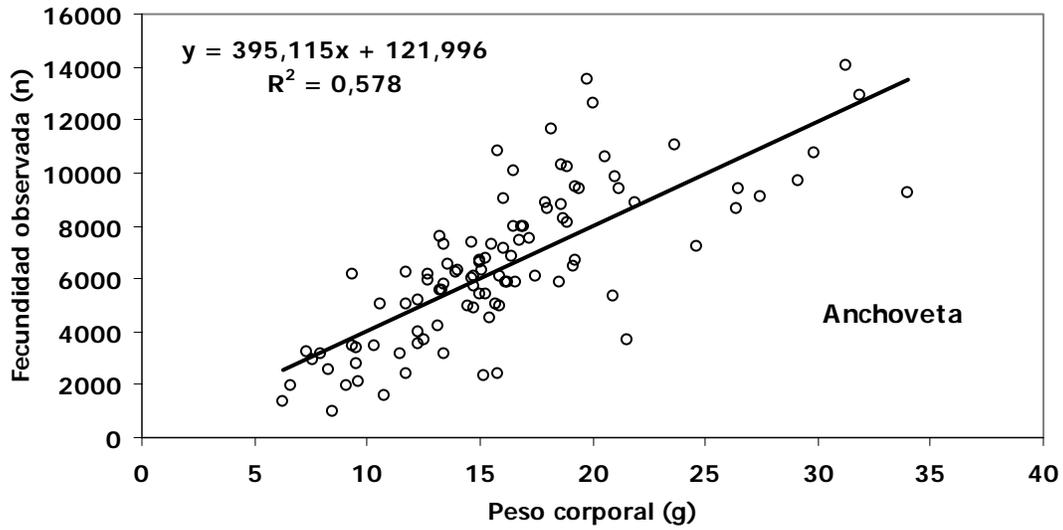
### 8.6.3 Estimaci3n de la fecundidad parcial en funci3n del peso corporal y fecundidad media poblacional

#### a) Fecundidad parcial

La fecundidad parcial se estim3 a partir de las hembras hidratadas, histol3gicamente evaluadas en dicha condici3n. En la anchoveta se cont3 con 100 hembras hidratadas para determinar el modelo de fecundidad parcial en funci3n del peso corporal y en el caso de sardina com3n con 40 ejemplares (**Tabla 19**). El ajuste del modelo lineal en funci3n del peso corporal para ambas especies se muestra en la **Figura 28**, observ3ndose la variaci3n existente.

**Tabla 19.** Par3metros del modelo lineal utilizado para estimar la fecundidad parcial en funci3n del peso corporal.

	anchoveta		sardina com3n	
	Estimado	Error Est3ndar	Estimado	Error Est3ndar
Intercepto	121,99	580,49	-447,93	797,09
Pendiente	395,12	34,07	609,36	65,83
Error t3pico	1877,71		1568,19	
$r^2$	0,57		0,69	
n	100		40	



**Figura 28.** Regresión lineal entre la fecundidad parcial y el peso corporal de hembras hidratadas.



## **b) Fecundidad media poblacional**

La fecundidad media poblacional, estimada a partir del modelo de regresión utilizando el peso corporal de las hembras a las que se realizó el análisis histológico para determinar la fracción diaria de hembras desovantes se presenta en las **Tablas 17 y 18**.

Para la anchoveta, la fecundidad media poblacional fue de 6.437 ovocitos y su varianza de 71755,4 (CV= 4,2). En el caso de la sardina común, la fecundidad fue de 8.341 ovocitos con varianza de 334.874 (CV=6,9%).

## **8.7 Proporción sexual en peso**

La estimación de la proporción sexual en peso de ambas especies se presenta en el Anexo B. Se destaca que hubo lances con un 100 % de machos, los que obviamente fueron excluidos de los análisis correspondientes, ya que esta información debe corresponderse con aquellos lances disponibles para estimar la fracción de hembras desovante y el peso promedio de dichas hembras.

En la anchoveta, la proporción sexual en peso presentó un rango entre 0,33 y 0,70 g, con un promedio ponderado de 0,52 y una varianza igual a 0,00010 (CV= 1,92%).

La proporción sexual observada en la sardina común presentó un rango entre 0,27 y 0,96 g, con un promedio ponderado de 0,52 y una varianza igual a 0,00028 (CV= 3,2%).

### **8.8 Peso promedio de hembras maduras**

El peso promedio de hembras maduras se estimó a partir del muestreo aleatorio para caracterizar histológicamente la condición reproductiva. Los datos fueron corregidos por el efecto del fijador y a su vez, el peso de las hembras hidratadas fue corregido utilizando un modelo no lineal entre el peso corporal y el peso de las hembras que no clasificaron como hidratadas.

Para la hembras maduras de anchoveta, el peso promedio fue de 16,92 g con una varianza de 0,2760 (CV=3,10 %).

En el caso de la sardina común, el peso promedio fue de 15,59 g con una varianza de 0,7869 (CV=5,69 %).

### **8.9 Estimación de la biomasa del stock desovante**

A través del criterio estructural se estimó la biomasa del stock desovante de la anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, en 148.272 t para la anchoveta y en 6.268 t para la sardina común, con varianza de  $1,29 \times 10^9$  (CV = 24,21 %) para anchoveta y de  $4,84 \times 10^6$  (CV = 35,11 %) para sardina común (**Tabla 20**).

El área de desove de anchoveta fue de 8.869,1 km<sup>2</sup>, representando 50,3 % del área de estudio. El área de desove de sardina común fue de 4.400,4 km<sup>2</sup> con el 24,9 % del área total del estudio.

**Tabla 20.** Parámetros reproductivos, producción diaria de huevos y biomasa del stock desovante de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur de Chile. Proyectos FIP 2002-14 y 2003-06.

**FIP 2002-14**

	Peso de hembras (g)	Fecundidad (n)	Frecuencia de desove	Proporción de hembras	Producción de huevos (huevos/0,05 m <sup>2</sup> día)	Biomasa desovante (t)
Anchoveta	18,57	6.758	0,11	0,51	8,02	59.212
CV(%)	5,84	6,93	12,84	3,71	30,94	33,53
Sardina	21,43	9.227	0,13	0,47	35,96	115.926
CV(%)	3,55	3,54	11,34	3,28	41,48	43,65

**FIP 2003-06**

	Peso de hembras (g)	Fecundidad (n)	Frecuencia de desove	Proporción de hembras	Producción de huevos (huevos/0,05 m <sup>2</sup> día)	Biomasa desovante (t)
Anchoveta	16,92	6.437	0,12	0,52	19,94	148.272
CV(%)	3,10	4,16	7,52	1,93	20,27	24,21
Sardina	15,59	8.341	0,08	0,52	2,09	6.268
CV(%)	5,69	6,94	21,40	3,22	27,02	35,12

La covarianza de los parámetros y su correlación se resumen en la **Tabla 21**, observándose que la menor correlación entre los parámetros ocurre entre el peso promedio de hembra madura y la proporción sexual en peso en el caso de la anchoveta y para la sardina común entre la proporción sexual en peso y la fracción de hembras desovantes.

**Tabla 21.** Covarianza (COVAR) y correlación (COR) entre los parámetros reproductivos de las hembras de anchoveta y sardina común (F:Fecundidad; W: Peso medio hembras maduras; R: Proporción sexual; S: Fracción de hembras desovantes).

	Anchoveta		sardina común	
	COVAR	COR	COVAR	COR
F – W	100,403	1,000	440,988	0,999
F – R	0,549	0,289	1,883	0,376
F – S	0,905	0,531	3,472	0,314
W – R	0,001	0,285	0,003	0,380
W – S	0,002	0,528	0,006	0,294
R – S	0,000	0,311	0,000	0,186



## 8.10 Relaciones h3bitat-recurso

La identificaci3n de asociaciones entre peces y rangos particulares de condiciones ambientales es el primer paso para incorporar los efectos de la variabilidad ambiental en el an3lisis de cruceros de abundancia (Perry & Smith, 1994; Harrison & Parsons, 2000). En el ambiente marino, el enfoque m3s com3n ha sido determinar asociaciones ambientales emp3ricas, usando informaci3n de campo. En este informe se ha intentado explorar las relaciones entre la distribuci3n de huevos de sardina com3n y anchoveta con variables que caractericen su h3bitat, verificando la existencia de rangos de distribuci3n preferenciales sobre una variable ambiental determinada. Lo anterior, se ha realizado aqu3 por medio de la metodolog3a propuesta inicialmente por D'Amours (1993), y re-analizada por Perry & Smith (1994) y Perry *et al.* (1994), quienes proponen un m3todo modificado de la estadística no param3trica de Kolmogorov-Smirnov para probar la hip3tesis nula sobre la existencia de una asociaci3n aleatoria entre la distribuci3n de peces y las condiciones de su h3bitat.

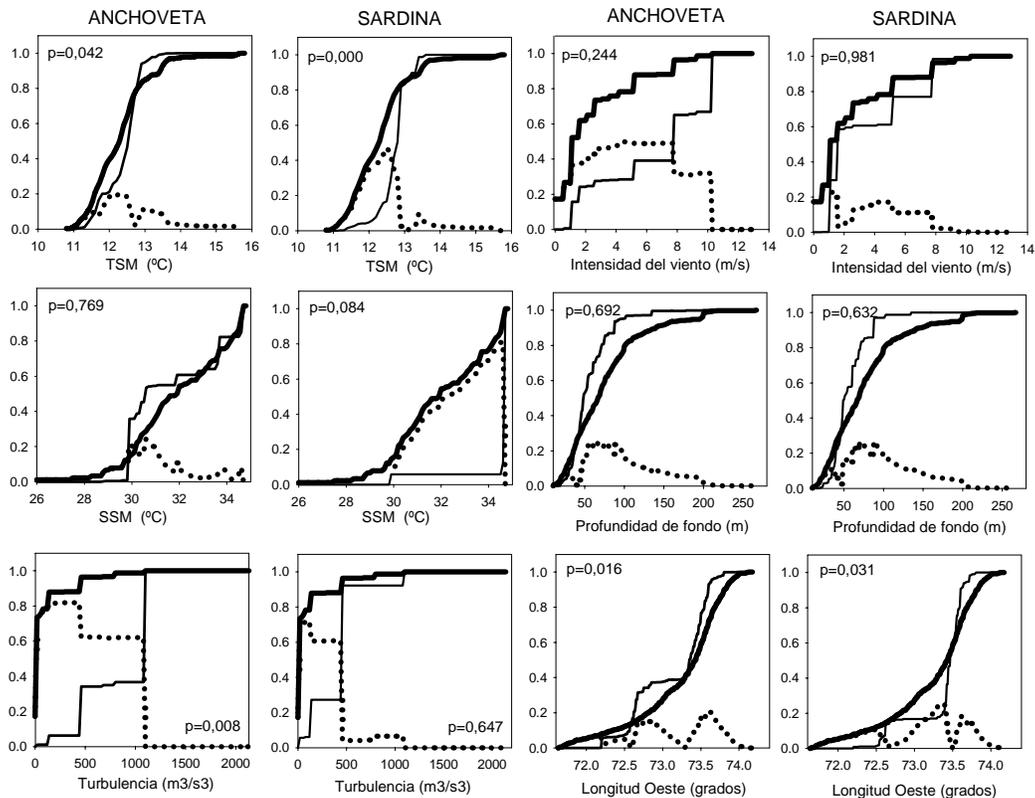
Esta metodolog3a, propuesta para la identificaci3n de asociaciones recurso-ambiente y la estimaci3n de su significancia estadística, consta de tres pasos consecutivos: a) la caracterizaci3n de la distribuci3n de frecuencia de variables ambientales representativas del h3bitat del recurso, en este caso, temperatura superficial de mar, salinidad superficial del mar, intensidad del viento, índice de turbulencia, profundidad de fondo (ecosonda) y distancia de la costa, a trav3s de la construcci3n de curvas de distribuci3n acumulativas emp3ricas; b) la construcci3n de curvas de frecuencia acumulativa para cada variable ambiental ponderada por la densidad de huevos de sardina com3n (3 anchoveta) y, c) la determinaci3n de la fuerza de la asociaci3n entre la densidad de huevos y la variable ambiental, adem3s de su significancia estadística ( $p < 0,05$ ) para el grado de diferenciaci3n entre las dos funciones.

La **Figura 29** muestra las funciones de distribución acumulativas empíricas  $f(t)$  para las variables ambientales características del hábitat y, las funciones de distribución acumulativas empíricas para el producto entre la variable ambiental y la densidad de huevos de sardina común o anchoveta  $g(t)$ . Asimismo, la **Tabla 22** muestra el rango de preferencia ambiental y la significancia estadística asociada a las variables ambientales ensayadas.

Las distribuciones de frecuencia acumulada mostraron una asociación significativa entre los huevos de sardina común y anchoveta con la temperatura superficial del mar ( $p < 0,05$ ) y también con la distancia de la costa ( $p < 0,05$ ). Por el contrario, no se evidenció ninguna asociación significativa entre: a) la salinidad superficial y huevos de anchoveta ( $p = 0,769$ ) y sardina común ( $p = 0,084$ ), b) intensidad del viento y huevos de anchoveta ( $p = 0,244$ ) y de sardina común ( $p = 0,981$ ) y, c) entre la profundidad del fondo y huevos de anchoveta ( $p = 0,692$ ) y de sardina común ( $p = 0,632$ ). La turbulencia mostró significancia ( $p < 0,05$ ) sólo con huevos de anchoveta (sardina común:  $p = 0,647$ ).

**Tabla 22.** Resultados de la prueba de aleatoriedad univariada de la asociación entre la densidad de huevos de anchoveta y sardina común y las variables ambientales. Para las asociaciones significativas ( $p < 0,05$ ) se indica el rango de preferencia ambiental (máxima diferencia absoluta entre  $g(t)$  y  $f(t)$ ).

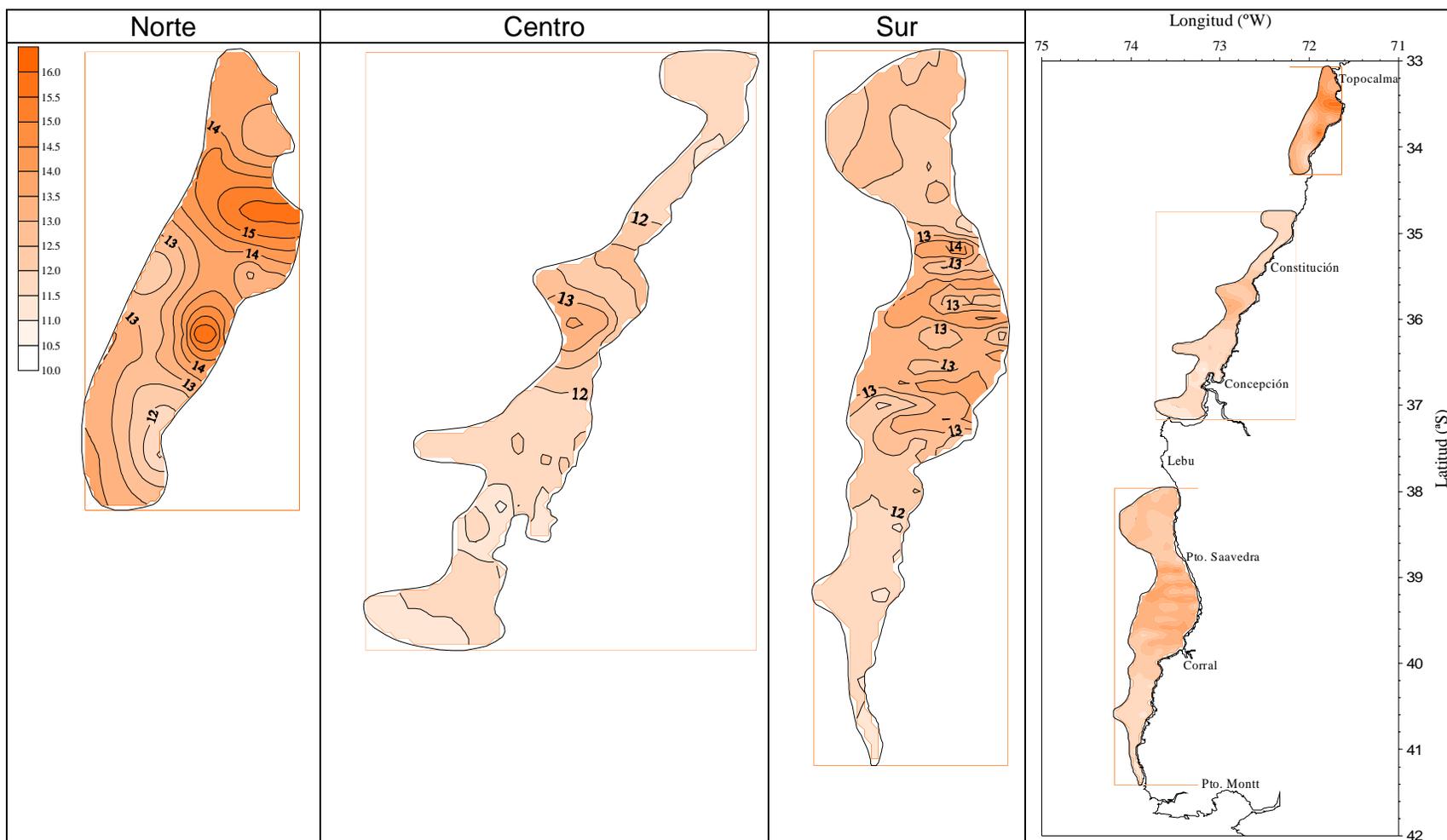
VARIABLE AMBIENTAL	Anchoveta	Sardina común
Temperatura superficial (°C)	11,9 - 12,6 ( $p = 0,042$ )	11,7 - 12,8 ( $p = 0,000$ )
Salinidad superficial (psu)	$p = 0,769$	$p = 0,084$
Intensidad del viento ( $m\ s^{-1}$ )	$p = 0,244$	$p = 0,981$
Indice de turbulencia ( $m^3\ s^{-3}$ )	300 - 440 ( $p = 0,008$ )	$p = 0,649$
Profundidad de fondo (m)	$p = 0,692$	$p = 0,632$
Distancia costa (grados W)	72,7 - 73,0 ( $p = 0,016$ )	73,0 - 73,4 ( $p = 0,031$ )



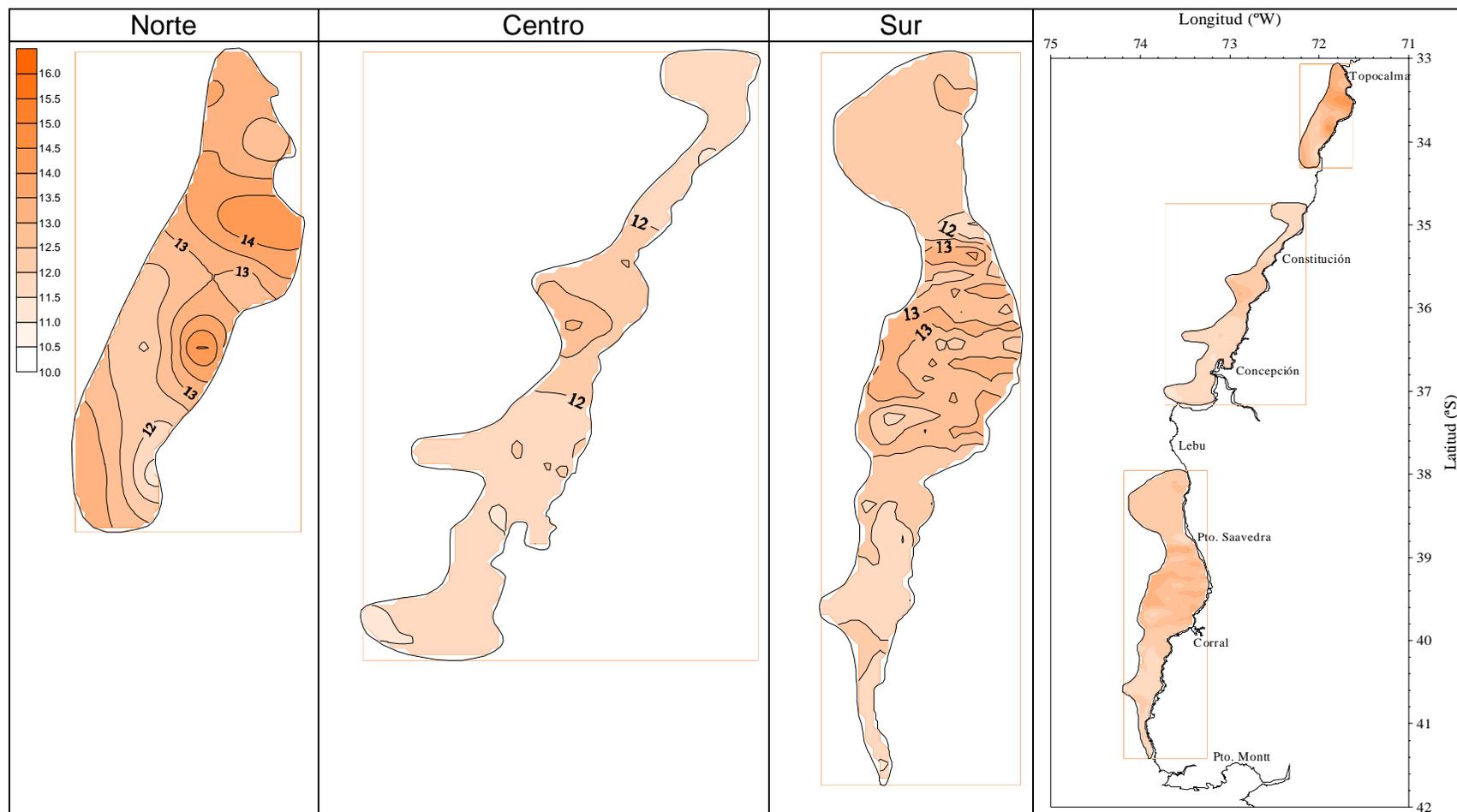
**Figura 29.** Distribución de frecuencias acumuladas observada para la variable ambiental ( $f_t$ , línea gruesa) y la variable ambiental ponderada por la densidad de huevos ( $g_t$ , línea delgada). La línea punteada representa la diferencia absoluta entre ambas distribuciones

### a) Modelamiento geoestadístico de la temperatura

En la región Norte de la zona de estudio, la temperatura superficial (°C) no presentó efecto anisotrópico, a diferencia de lo observado en las regiones Centro y Sur, donde en ambos casos se observó anisotropía zonal en la dirección Este-Oeste. El análisis estructural reveló que el rango de las estructuras alcanzaron un tamaño de 19,4 mn en el caso de la región Centro y de 13,2 mn en la región Sur. En la región Norte, el radio de las estructuras espaciales alcanzaron un tamaño de aproximadamente 8 mn. La **Tabla 23** entrega los parámetros de los variogramas teóricos ajustados a los registros de temperatura superficial (**Figura 30**).



**Figura 30.** Diagramas de contorno (isolíneas) de temperatura superficial (°C) en las tres regiones de análisis, norte, centro y sur.



**Figura 31.** Diagramas de contorno (isolíneas) de temperatura (°C) a la profundidad de 10 m en las tres regiones de análisis, norte, centro y sur.

**Tabla 23.** Parámetros de los variogramas teóricos ajustados a los registros de temperatura superficial ( $^{\circ}\text{C}$ ) para cada una de las regiones de análisis. Bondad de ajuste: SCR = suma de cuadrados residuales.

Parámetro	Región de Análisis		
	Norte	Centro	Sur
Modelo	Esférico	Esférico	Exponencial
Rango (mn)	16,083	19,374	13,201
Umbral ( <i>sill</i> )	1,336	0,089	0,414
Efecto pepita (nugget)	-0,066	-0,001	0,011
SCR	0,907	0,006	0,152

En el caso de la temperatura a 10 metros de profundidad ( $^{\circ}\text{C}$ ), en forma similar a lo ocurrido con la temperatura superficial, no se observó efecto anisotrópico en la región norte y existencia de anisotropía zonal en las regiones centro y sur de la zona de estudio, en ambos casos en dirección E-O. En la región norte, el radio de las estructuras espaciales alcanzaron un tamaño de aproximadamente 7,5 mn. Por otro lado, en las regiones centro y sur, el análisis estructural reveló que el rango de las estructuras alcanzaron un tamaño de 18,8 mn y 12,5 mn, respectivamente (**Tabla 24, Figura 31**).

**Tabla 24.** Parámetros de los variogramas teóricos ajustados a los registros de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) a 10 metros de profundidad para cada una de las regiones de análisis. Bondad de ajuste: SCR = suma de cuadrados residuales.

Parámetro	Región de Análisis		
	Norte	Centro	Sur
Modelo	Esférico	Esférico	Esférico
Rango (mn)	26,684	18,822	12,471
Umbral ( <i>sill</i> )	0,251	0,040	0,157
Efecto pepita ( <i>nugget</i> )	0,630	0,005	-0,008
SCR	0,130	0,003	0,017

## b) Modelamiento geoestadístico de la salinidad

La salinidad superficial (psu) en la región norte no mostró efecto anisotrópico encontrándose que el radio de las estructuras espaciales alcanzó a aproximadamente 13,3 mn. En las regiones centro y sur se observó anisotropía zonal en la dirección E-O en el caso de la región centro, y aproximadamente en la dirección NE-SO en la región sur, respectivamente. En la región centro, el análisis estructural reveló que el rango de las estructuras espaciales alcanzó a 25,9 mn y a 22,0 mn en el caso de la región sur. Los parámetros de los variogramas teóricos ajustados a los registros de salinidad superficial se entregan en la **Tabla 25** y en la **Figura 32** se muestra los mapas de isolíneas de salinidad.

**Tabla 25.** Parámetros de los variogramas teóricos ajustados a los registros de salinidad superficial (psu) para cada una de las regiones de análisis. Bondad de ajuste: SCR = suma de cuadrados residuales.

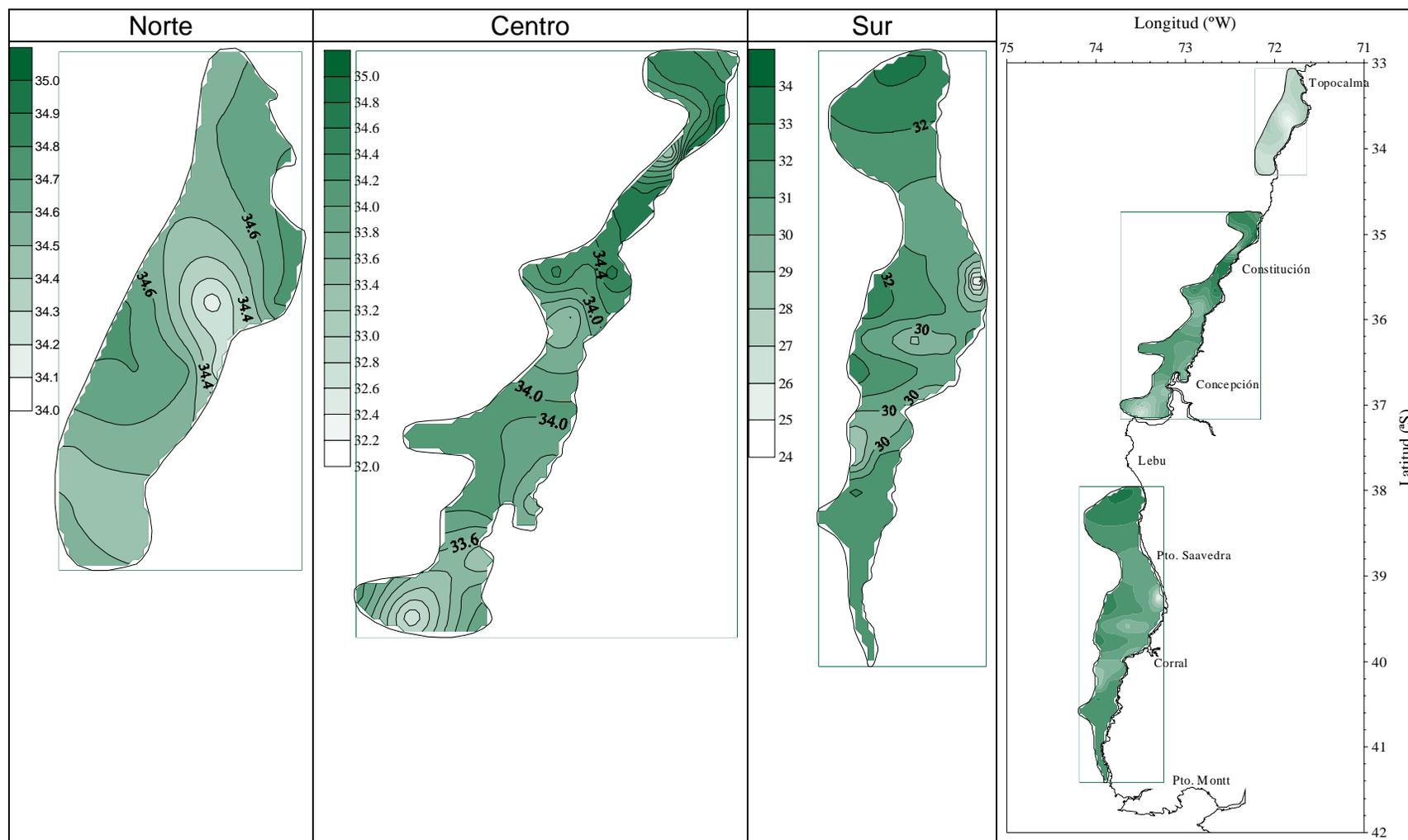
Parámetro	Región de Análisis		
	Norte	Centro	Sur
Modelo	Esférico	Esférico	Exponencial
Rango (mn)	26,684	25,961	22,020
Umbral ( <i>sill</i> )	0,036	0,146	2,808
Efecto pepita ( <i>nugget</i> )	0,001	-0,014	0,092
SCR	0,00023	0,00907	12,74554

En cuanto a la salinidad (psu) a 10 metros de profundidad, de igual manera que con la salinidad superficial, no se observó efecto anisotrópico en la región norte y existencia de anisotropía zonal en las regiones centro y sur de la zona de estudio.

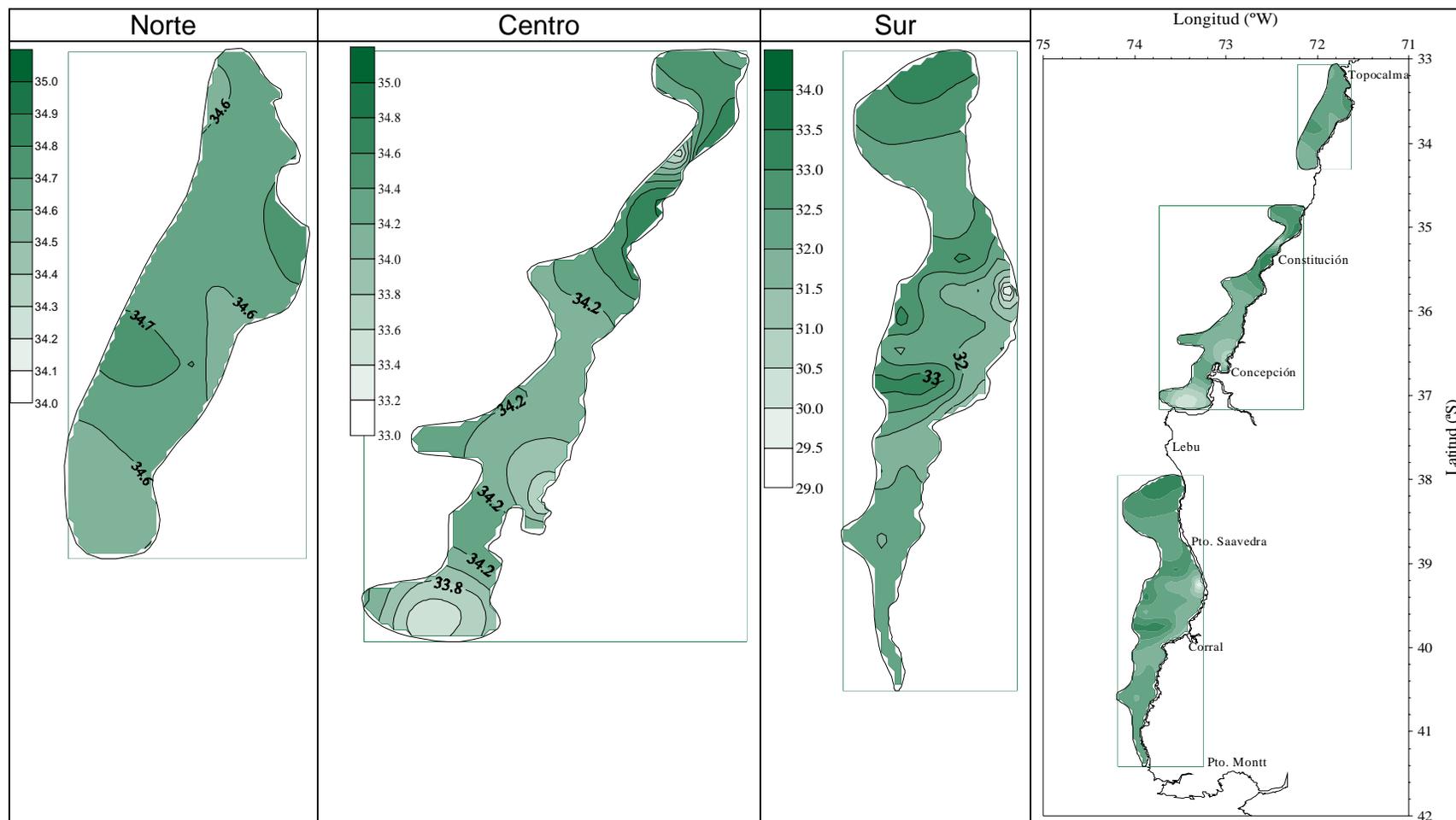
Sin embargo, en este caso, tanto para la región centro como para la región sur, la anisotropía zonal se detectó en la dirección E-O. En la región norte, el radio de las estructuras espaciales alcanzó a aproximadamente 12,8 mn, y en las regiones centro y sur, el análisis estructural reveló que el rango de las estructuras alcanzaron un tamaño de 28,9 mn y 36,4 mn, respectivamente (**Tabla 26, Figura 33**).

**Tabla 26.** Parámetros de los variogramas teóricos ajustados a los registros de salinidad a 10 metros de profundidad para cada una de las regiones de análisis. Bondad de ajuste: SCR = suma de cuadrados residuales.

Parámetro	Región de Análisis		
	Norte	Centro	Sur
Modelo	Esférico	Esférico	Esférico
Rango (mn)	25,636	28,855	36,446
Umbral ( <i>Sill</i> )	0,013	0,089	0,683
Efecto pepita ( <i>nugget</i> )	0,007	-0,005	0,043
SCR	0,00007	0,00540	0,017



**Figura 32.** Diagramas de contorno (isolíneas) de salinidad superficial (psu) en las tres regiones de análisis, norte, centro y sur.



**Figura 33.** Diagramas de contorno (isolíneas) de la salinidad (psu) a la profundidad de 10 m en las tres regiones de análisis, norte, centro y sur.

### Área de los focos de distribución de huevos

En el caso de anchoveta, en el área total de estudio, se identificó seis focos de distribución de huevos, los cuatro primeros en la región centro y el quinto y sexto en la región sur. No se detectó focos de abundancia de huevos en la región norte. El área total de los focos de distribución de huevos alcanzó a 3.582,7 mn<sup>2</sup>, representando aquellos localizados en la zona centro el 34,7% del área de distribución total (**Tabla 27, Figura 34**).

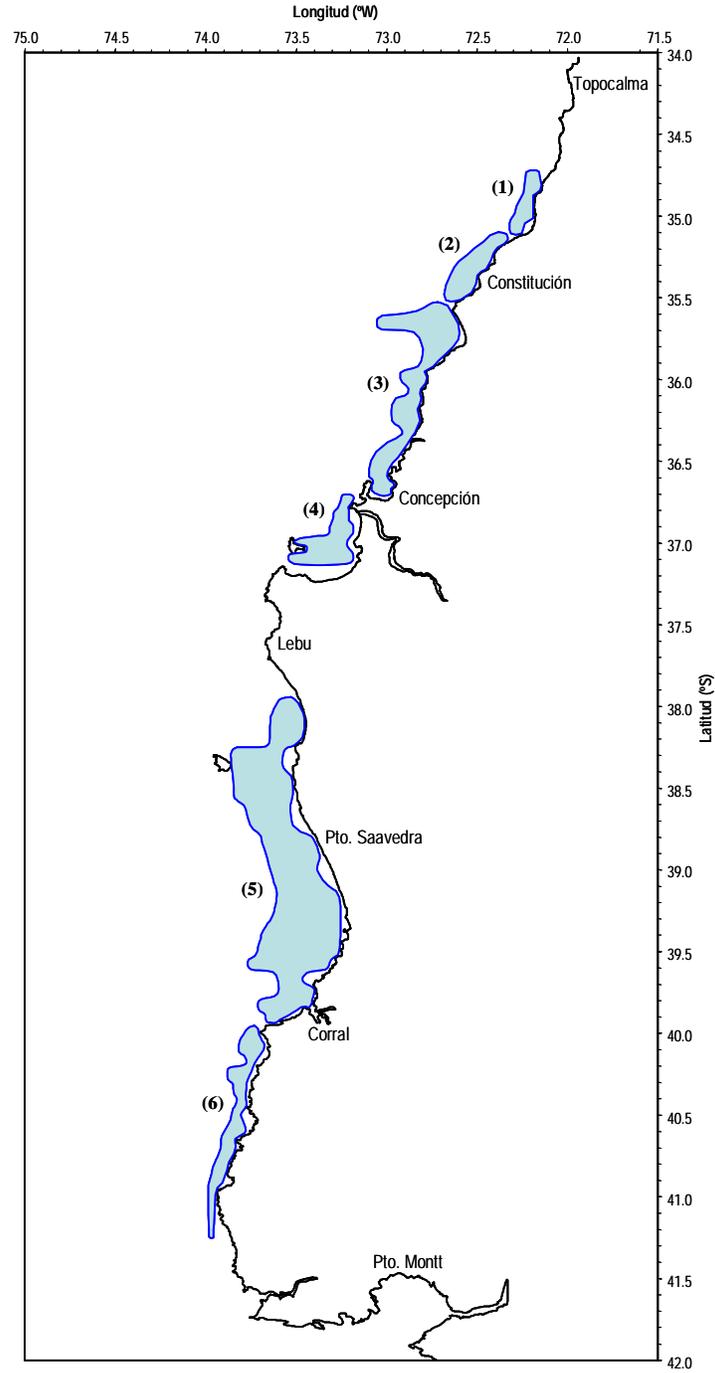
**Tabla 27.** Área (mn<sup>2</sup>) de los focos de distribución de huevos de anchoveta (*Engraulis ringens*) en las regiones centro y sur de la zona total de estudio.

Región/Foco		Area (mn <sup>2</sup> )
Centro	1	116,4
	2	213,7
	3	648,0
	4	265,7
Sur	5	2.001,9
	6	337,0
Total		3.582,7

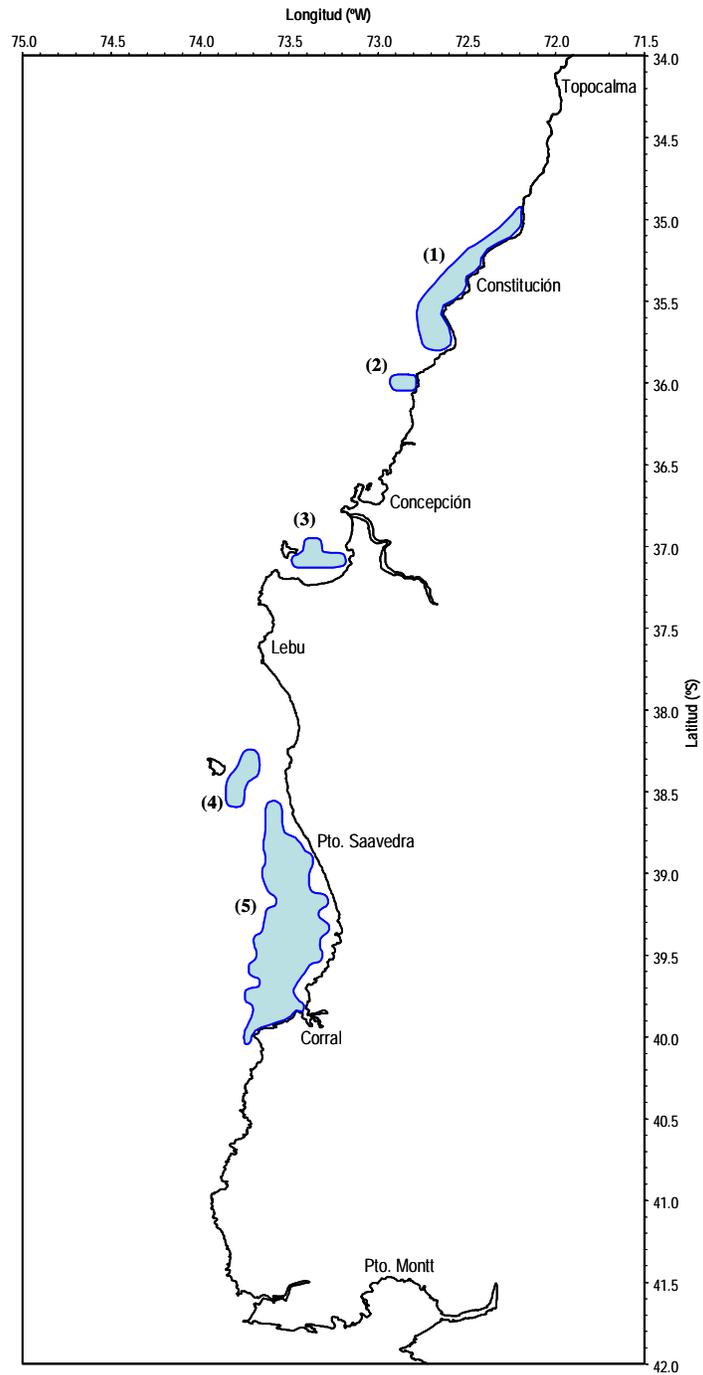
Por otro lado, en cuanto a la sardina común, se identificó cinco focos de distribución de huevos, tres en la región centro y dos en la región sur. Al igual que en el caso de anchoveta, no se detectó focos de abundancia de huevos en la región de la zona de estudio. Los focos de abundancia localizados en la región centro representaron 30,1% del área total de distribución de huevos, la que alcanzó a 2.024,2 mn<sup>2</sup> (**Tabla 28, Figura 35**).

**Tabla 28.** Area (mn<sup>2</sup>) de los focos de distribución de huevos de sardina común (*Strangomera bentincki*) en las regiones centro y sur de la zona total de estudio.

Región/Foco		Area (mn <sup>2</sup> )
Centro	1	437,9
	2	47,4
	3	123,0
Sur	4	137,9
	5	1.227,9
Total		2.024,2



**Figura 34.** Disposici3n espacial de los focos de distribuci3n de huevos de anchoveta (*Engraulis ringens*) en la zona de estudio.



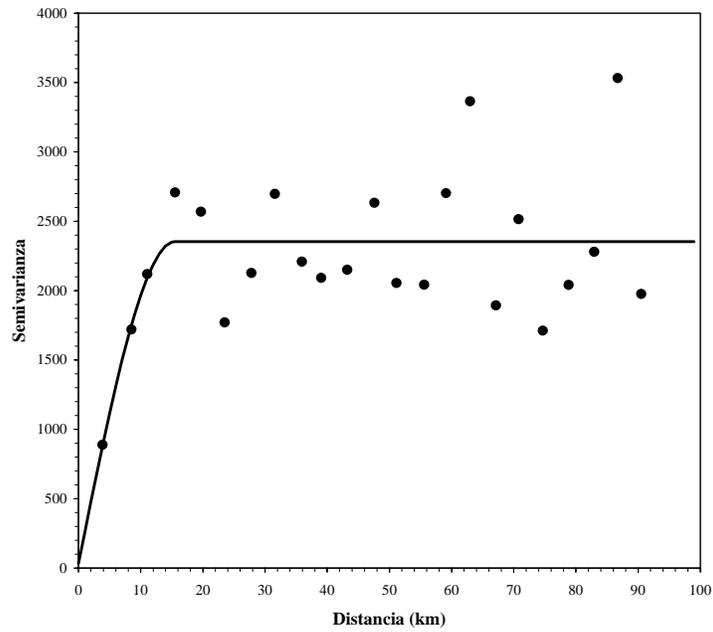
**Figura 35.** Disposici3n espacial de los focos de distribuci3n de huevos de sardina com3n (*Strangomera bentincki*) en la zona de estudio.

### Distribución espacial de huevos de anchoveta y sardina común

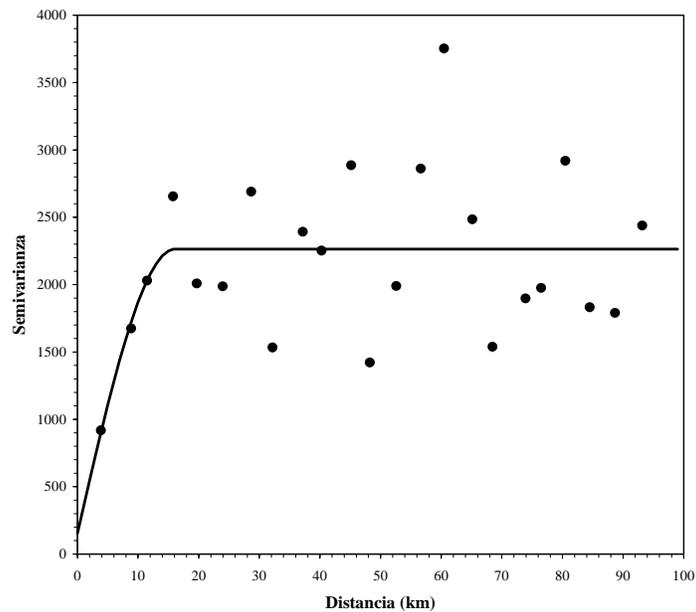
La distribución de los huevos de anchoveta presentó anisotropía zonal tanto en la región centro como en la región, en ambos casos en aproximadamente la dirección NE-SO. El análisis estructural reveló que el rango de las estructuras alcanzó a 8,4 mn en la región centro (**Figura 36**) y 8,7 mn en la región sur (**Figura 37**). Los parámetros de los variogramas teóricos ajustados a los registros de densidad de huevos totales (núm/0,05 m<sup>2</sup>) se entregan en la **Tabla 29** y en la **Figura 38** y **Figura 39** se muestran los mapas de isolíneas de la densidad de huevos (núm/0,05 m<sup>2</sup>) para las regiones centro y sur, respectivamente.

**Tabla 29.** Parámetros de los variogramas teóricos ajustados a los registros de densidad (núm/0,05 m<sup>2</sup>) de anchoveta y sardina común en las regiones centro y sur de la zona de estudio. Bondad de ajuste: SCR = suma de cuadrados residuales.

Parámetro	Anchoveta		Sardina común	
	Centro	Sur	Centro	Sur
Modelo	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico
Rango (mn)	8,387	8,682	39,807	78,035
Umbral ( <i>Sill</i> )	2.321,295	2.110,213	5,366	33,438
Efecto pepita ( <i>nugget</i> )	32,429	153,622	0,618	22,015
SCR	4508525,9	6437919,0	15,043	4,806



**Figura 36.** Variograma teórico (modelo esférico, línea roja) ajustado al variograma experimental (puntos) de la densidad de huevos de anchoveta (*Engraulis ringens*, núm/0,05 m<sup>2</sup>) en la región centro de la zona de estudio.



**Figura 37.** Variograma teórico (modelo esférico, línea roja) ajustado al variograma experimental (puntos) de la densidad de huevos de anchoveta (*Engraulis ringens*, núm/0,05 m<sup>2</sup>) en la región sur de la zona de estudio.

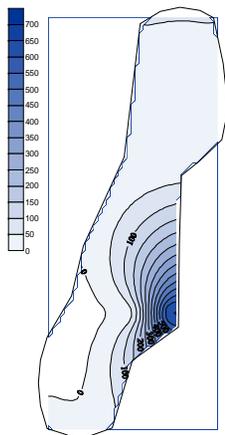


En el caso de sardina común, la distribución de huevos presentó anisotropía zonal en la dirección N-S en la región centro, y en la dirección E-O en la región sur. El análisis estructural reveló que el rango de las estructuras alcanzó a 15 mn en el caso de la región centro (**Figura 40**) y a 4,8 mn en la región sur (**Figura 41**). Los mapas de isolíneas de densidad de huevos de sardina común (núm/0,05 m<sup>2</sup>) en las regiones centro y norte se muestran en la **Figura 42** y **Figura 43**, respectivamente. Los parámetros de los variogramas teóricos ajustados a los registros de densidad de huevos totales se entregan en la **Tabla 29**.

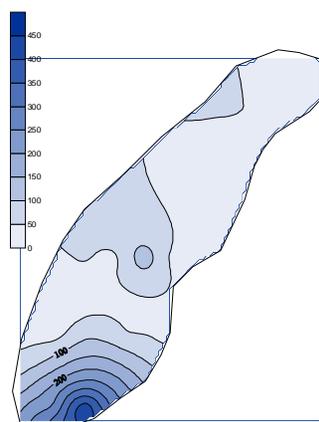
#### **Relación distribución de huevos con variables ambientales**

En las **Figuras 44, 45, 46 y 47**, se sobrepuso los mapas de isolíneas de densidad de huevos de anchoveta (núm/0,05 m<sup>2</sup>) en las regiones centro y sur de la zona de estudio respecto de la temperatura superficial (**Figura 44**), temperatura a 10 m de profundidad (**Figura 45**), salinidad (psu) superficial (**Figura 46**) y salinidad (psu) a la profundidad de 10 metros (**Figura 47**), respectivamente. Así mismo, en las **Figuras 48, 49, 50 y 51**, se sobrepuso los mapas de isolíneas de densidad de huevos de sardina común (núm/0,05 m<sup>2</sup>) respecto de la temperatura superficial (**Figura 47**), temperatura a 10 m de profundidad (**Figura 48**), salinidad (psu) superficial (**Figura 50**) y salinidad (psu) a la profundidad de 10 metros (**Figura 51**), respectivamente.

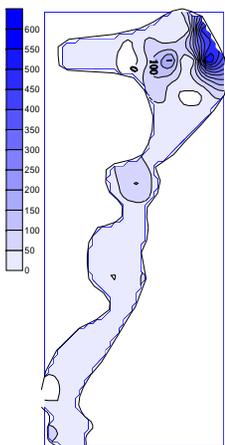
Foco 1



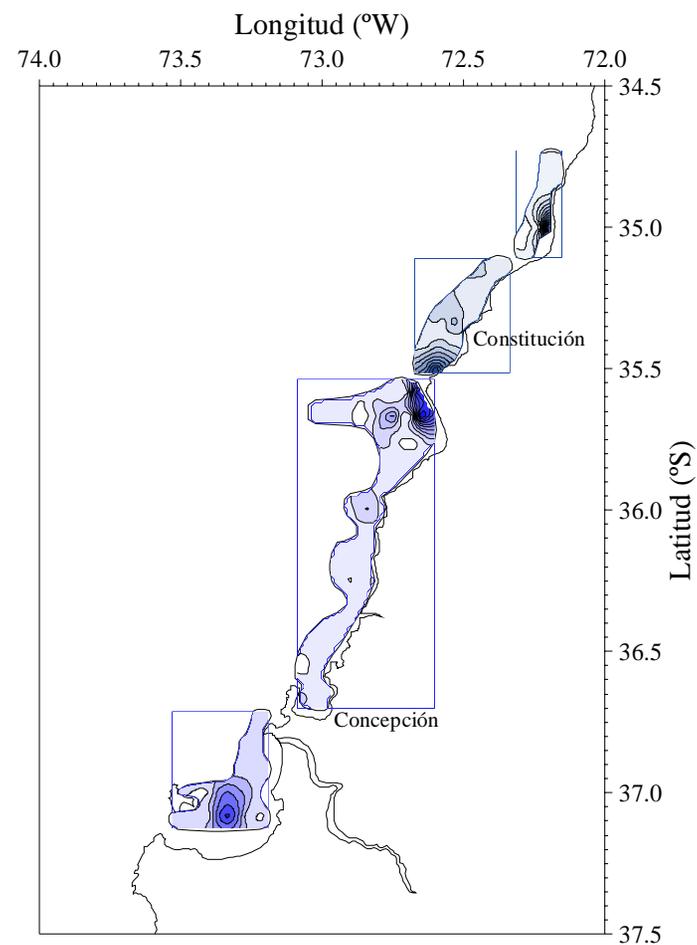
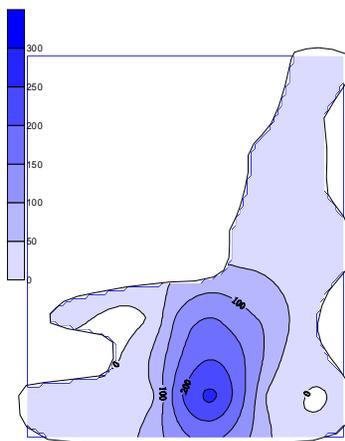
Foco 2



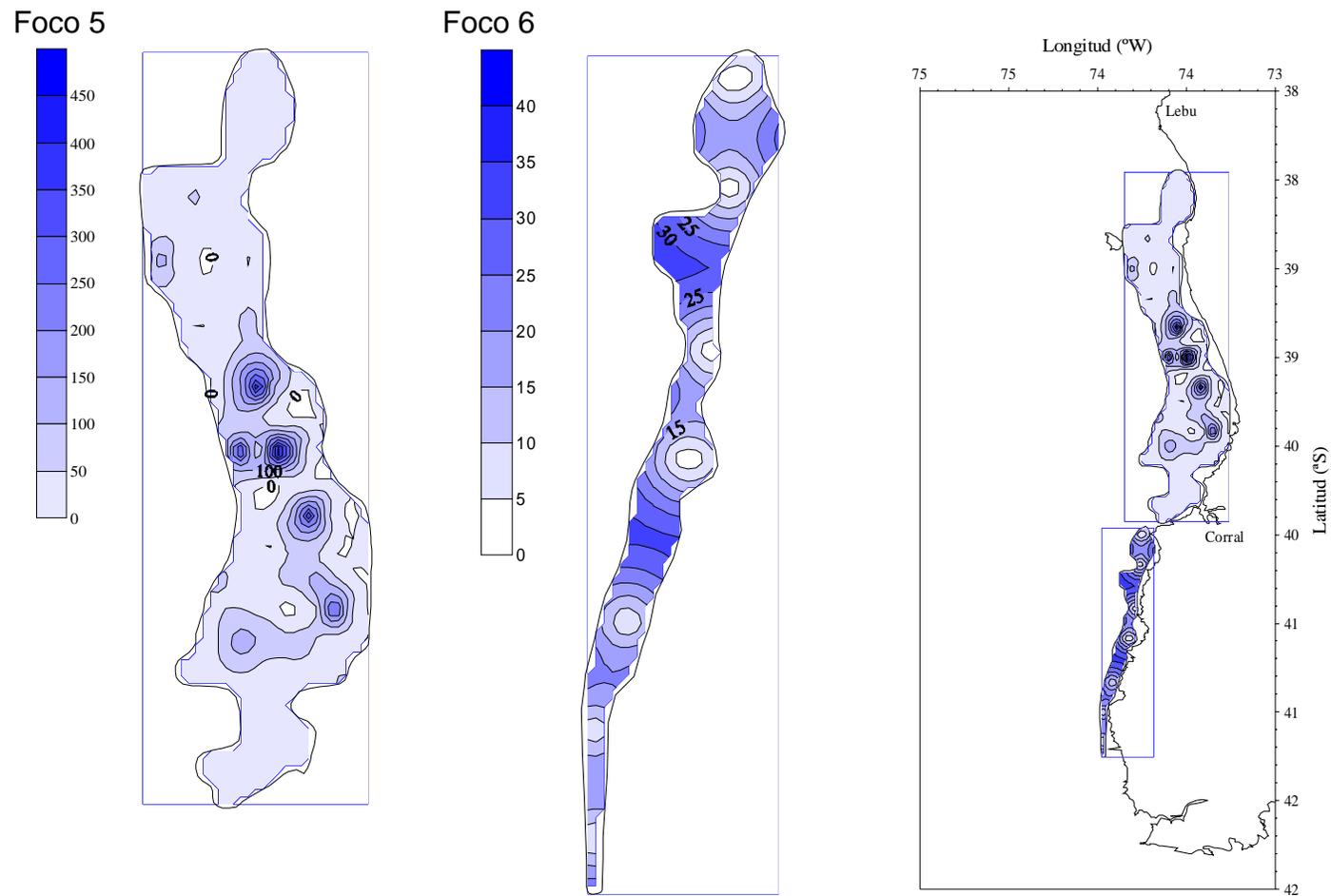
Foco 3



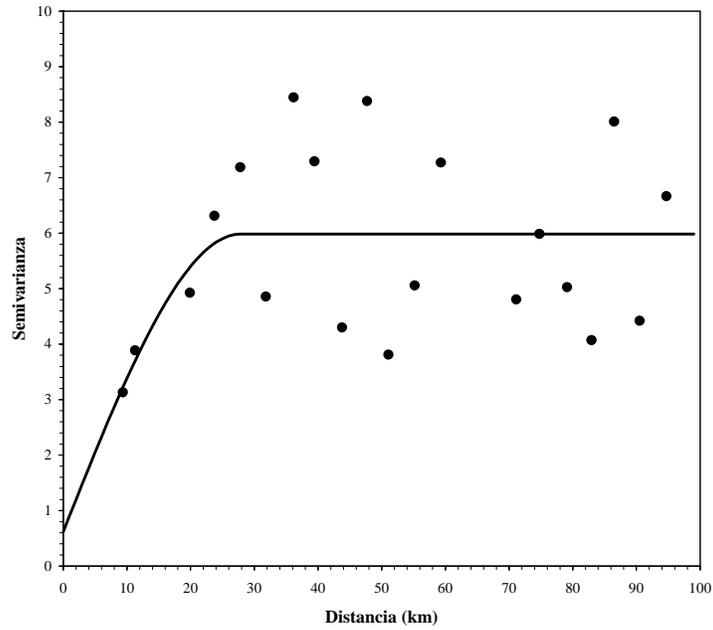
Foco 4



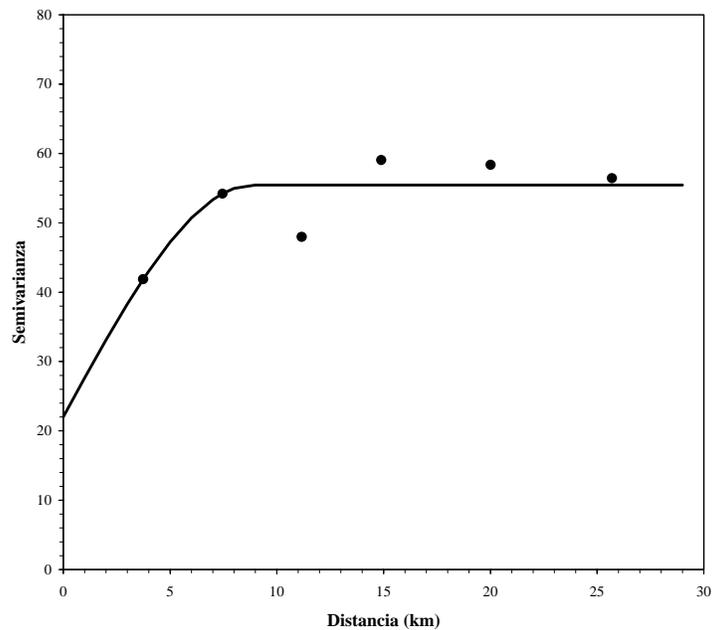
**Figura 38.** Diagramas de contorno (isolíneas) de densidad de huevos de anchoveta (núm/ 0,05 m<sup>2</sup>) en la región centro.



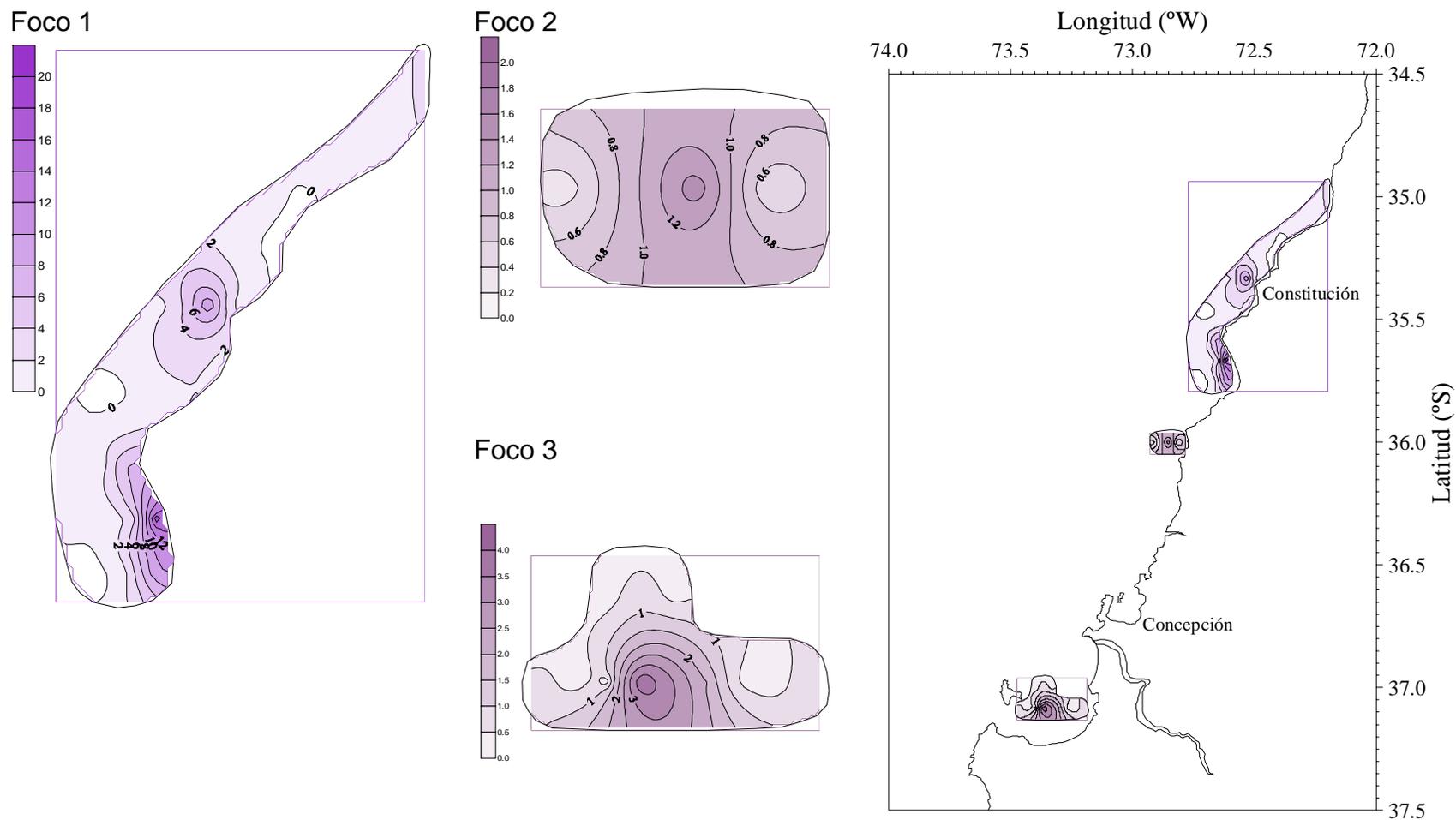
**Figura 39.** Diagramas de contorno (isolíneas) de densidad de huevos de anchoveta (núm/ 0,05 m<sup>2</sup>) en la región sur.



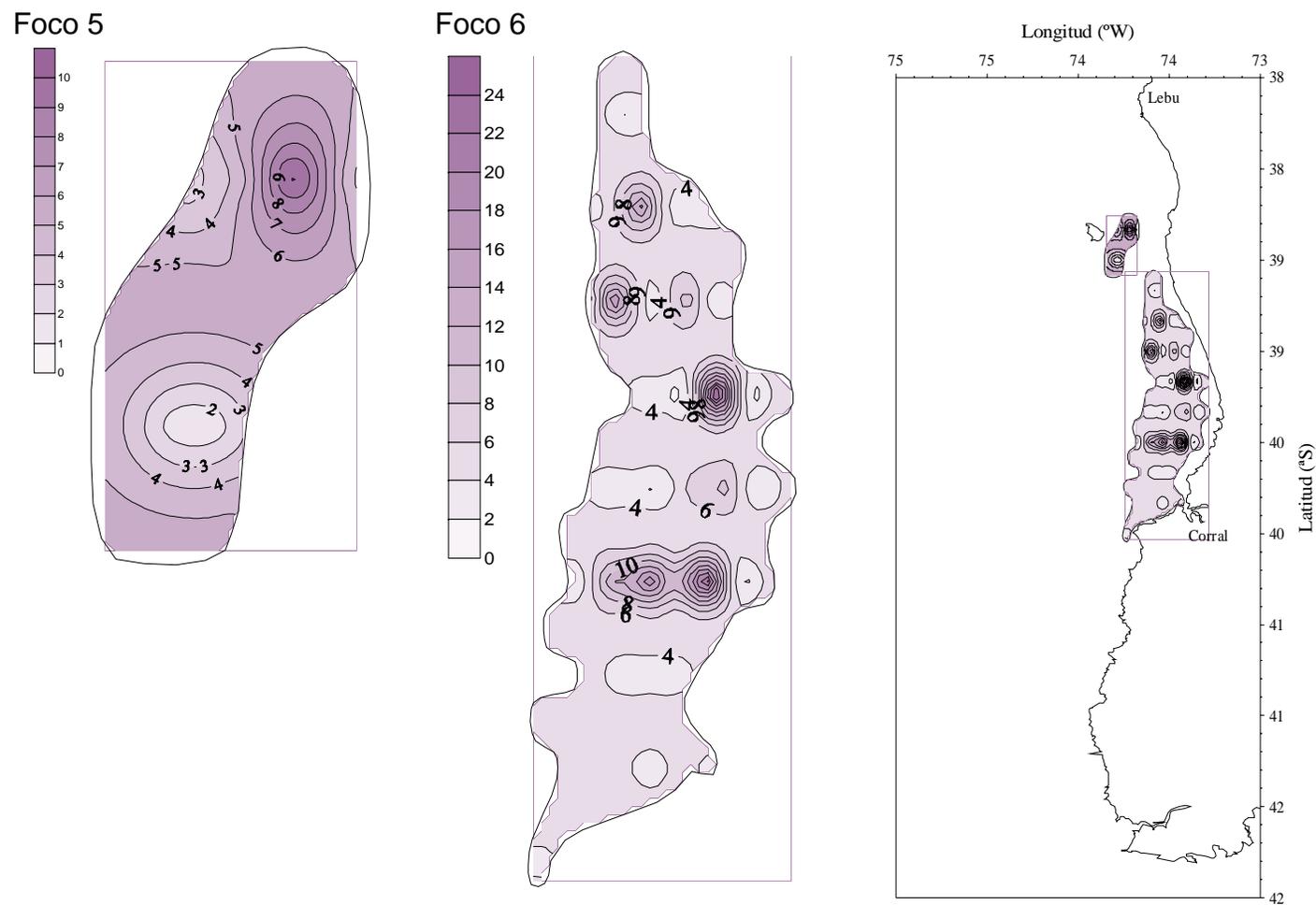
**Figura 40.** Variograma te3rico (modelo esf3rico, lnea roja) ajustado al variograma experimental (puntos) de la densidad de huevos de sardina com3n (*Strangomera bentincki*, n3m/0,05 m<sup>2</sup>) en la regi3n centro de la zona de estudio.



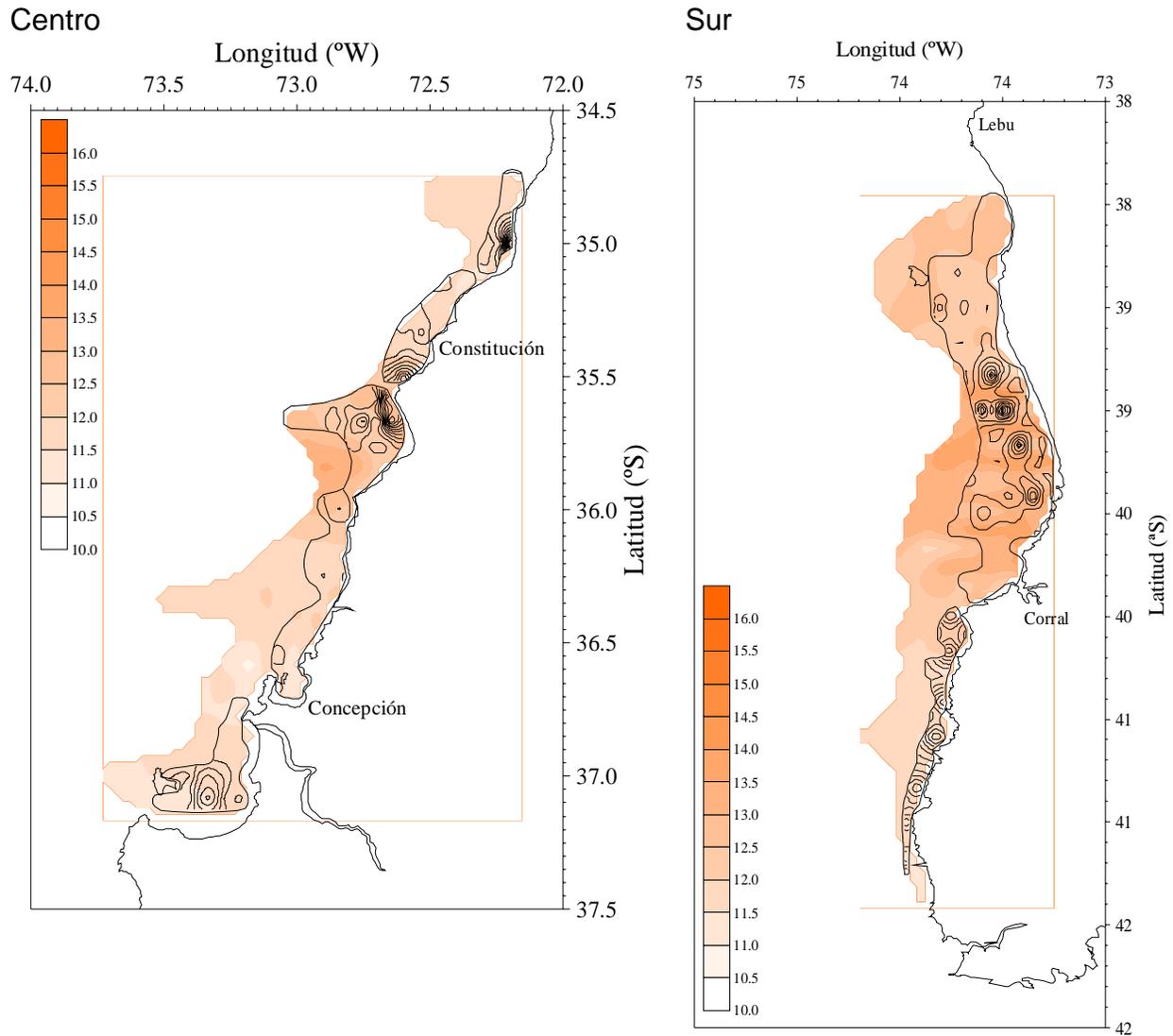
**Figura 41.** Variograma te3rico (modelo esf3rico, lnea roja) ajustado al variograma experimental (puntos) de la densidad de huevos de sardina com3n (*Strangomera bentincki*, n3m/0,05 m<sup>2</sup>) en la regi3n sur de la zona de estudio.



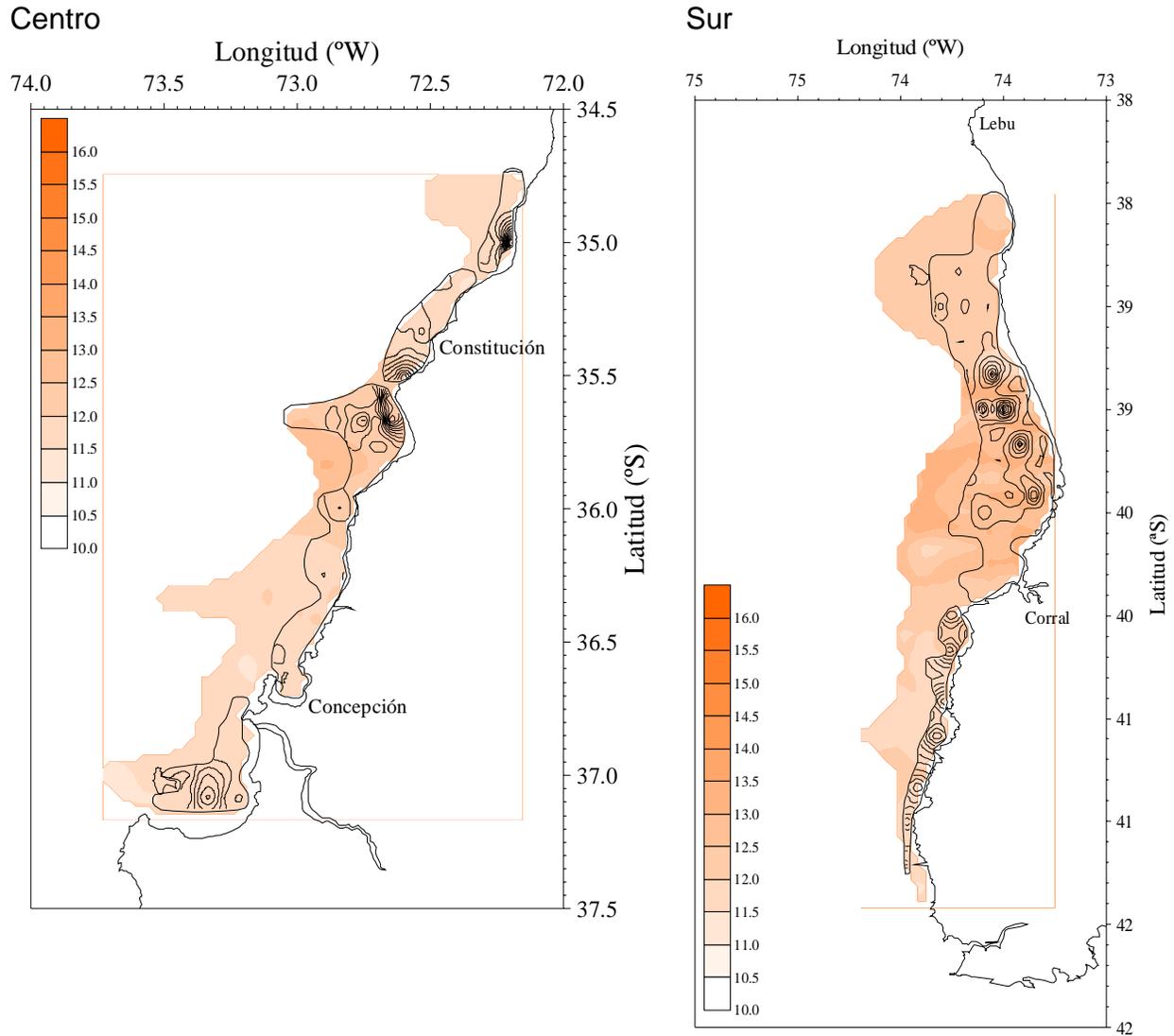
**Figura 42.** Diagramas de contorno (isolíneas) de densidad de huevos de sardina común (núm/ 0,05 m<sup>2</sup>) en la región centro.



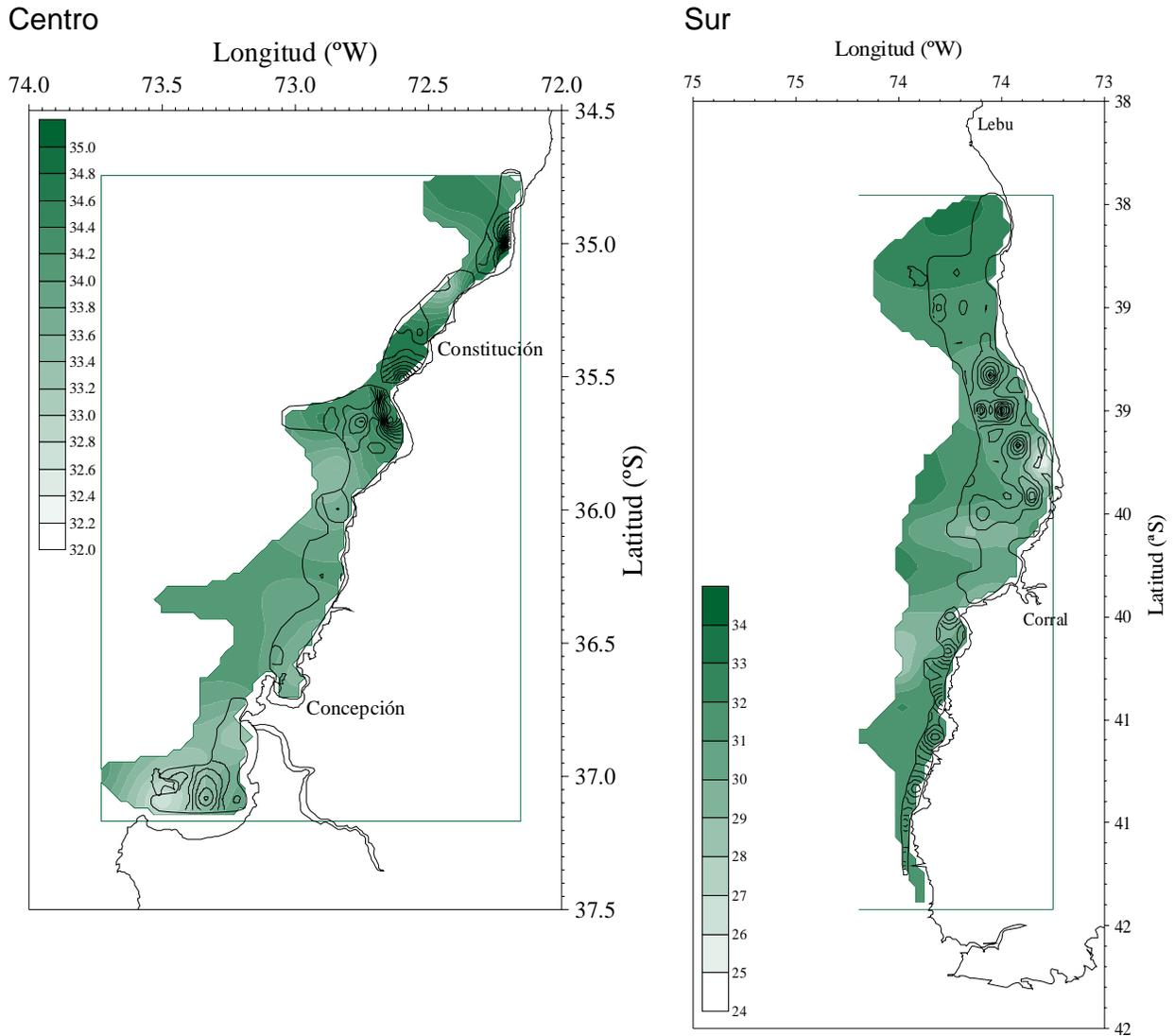
**Figura 43.** Diagramas de contorno (isolíneas) de densidad de huevos de sardina común (núm/ 0,05 m<sup>2</sup>) en la región sur.



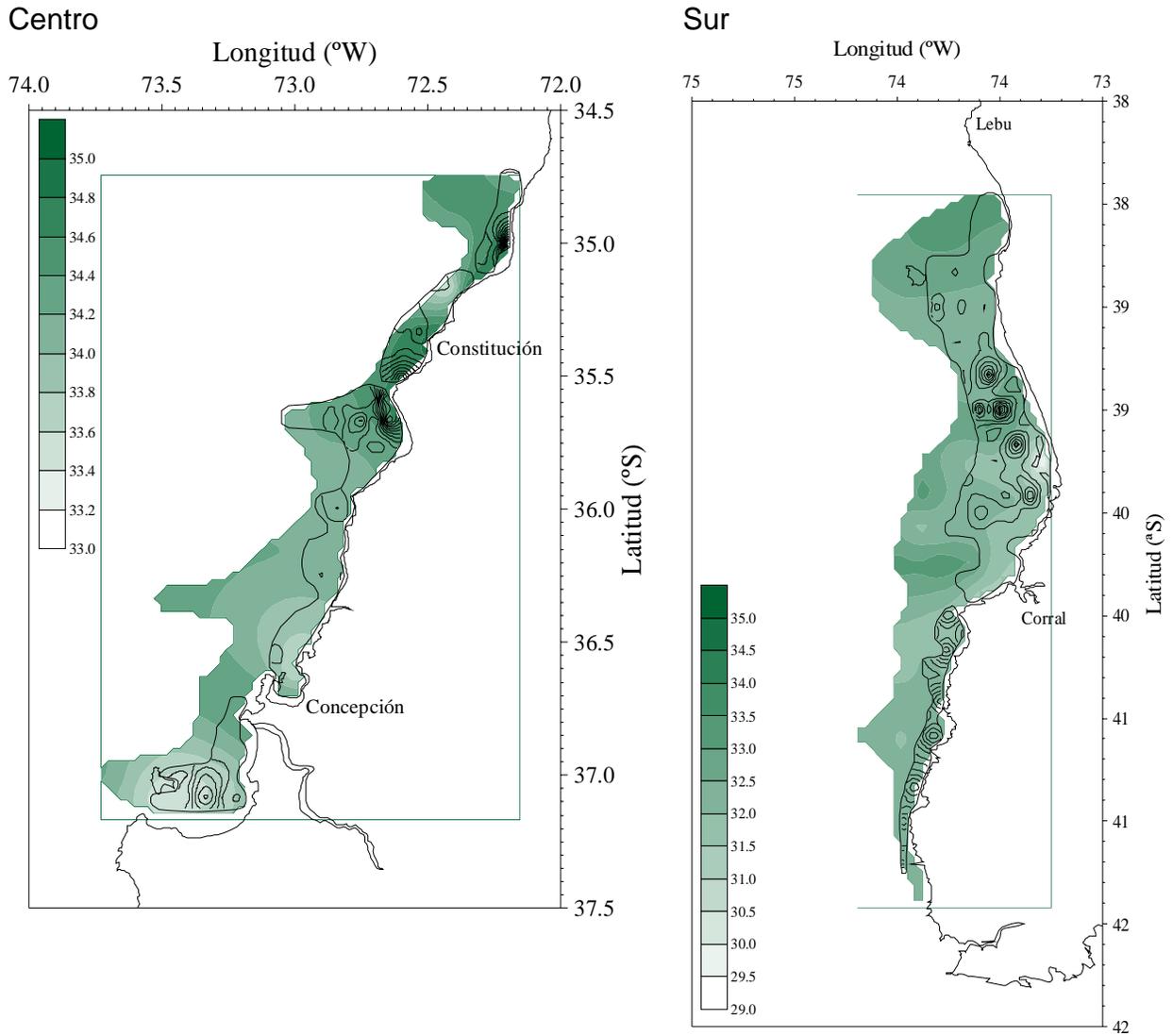
**Figura 44.** Disposición espacial de los focos de distribución de huevos de anchoveta (número/0,05 m<sup>2</sup>, isólineas de densidad) respecto de la distribución espacial de la temperatura superficial (°C).



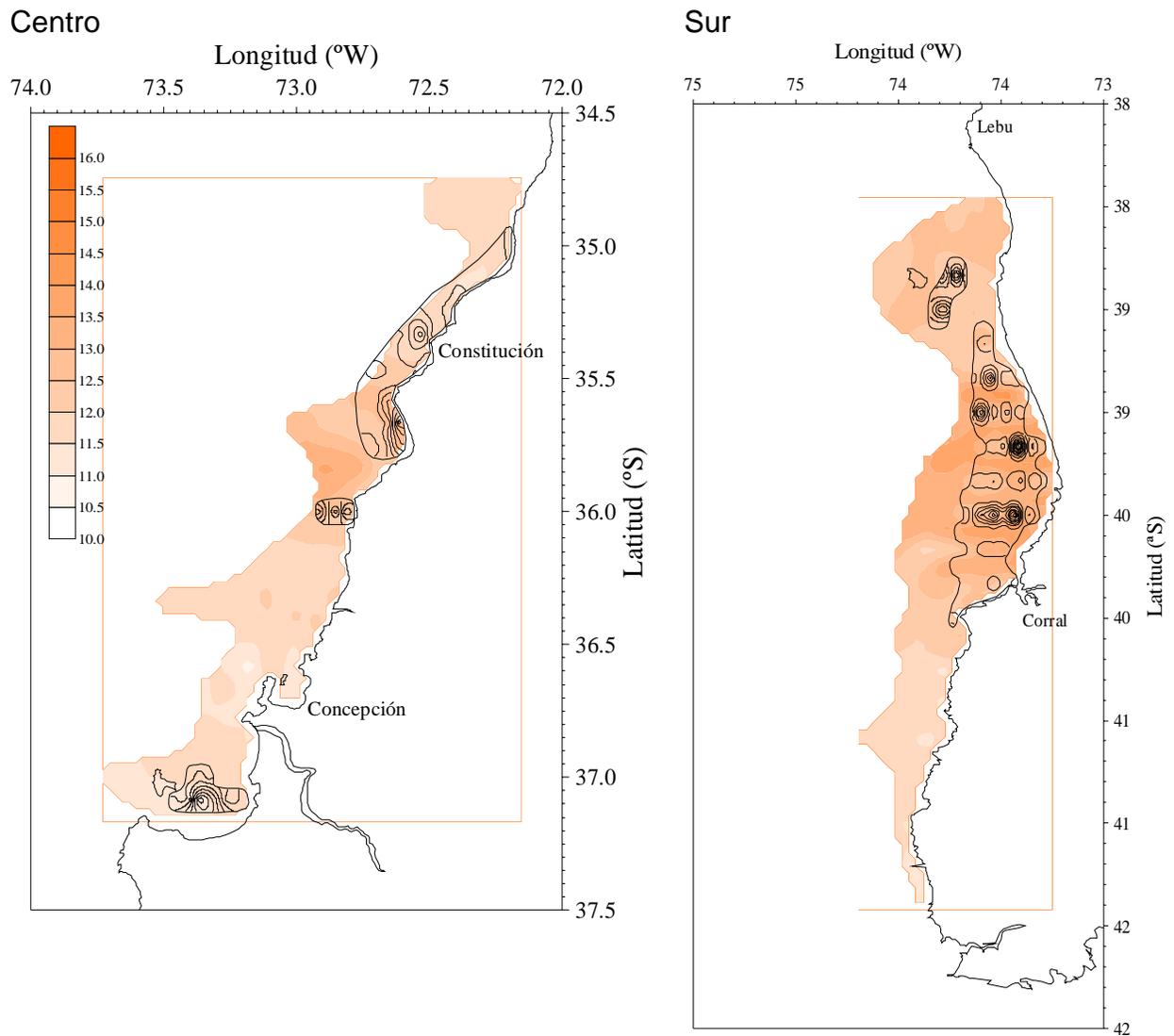
**Figura 45.** Disposición espacial de los focos de distribución de huevos de anchoveta (número/0,05 m<sup>2</sup>, isolíneas de densidad) respecto de la distribución espacial de la temperatura a 10 metros de profundidad (°C).



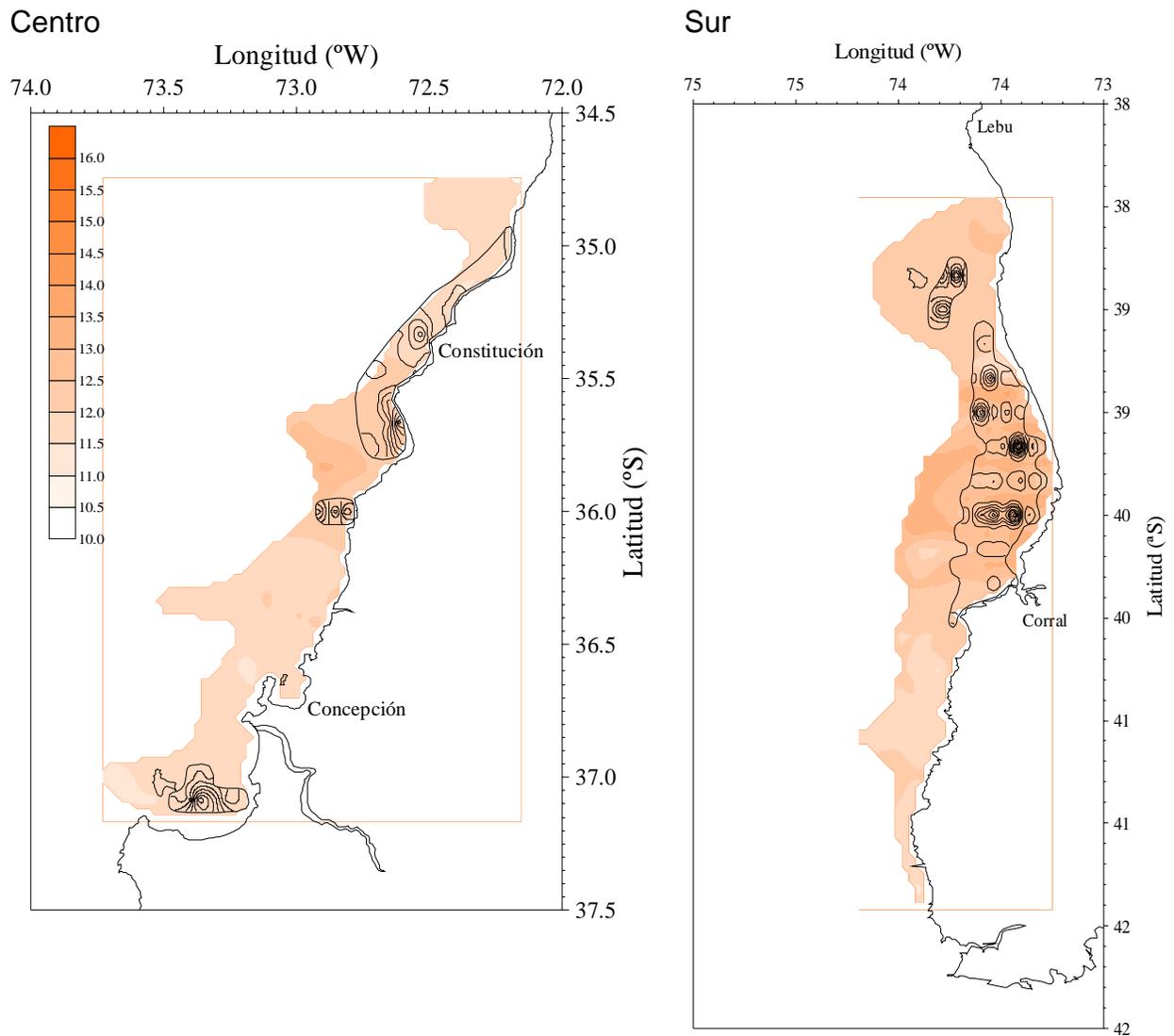
**Figura 46.** Disposición espacial de los focos de distribución de huevos de anchoveta (número/0,05 m<sup>2</sup>, isolíneas de densidad) respecto de la distribución espacial de la salinidad (psu) superficial.



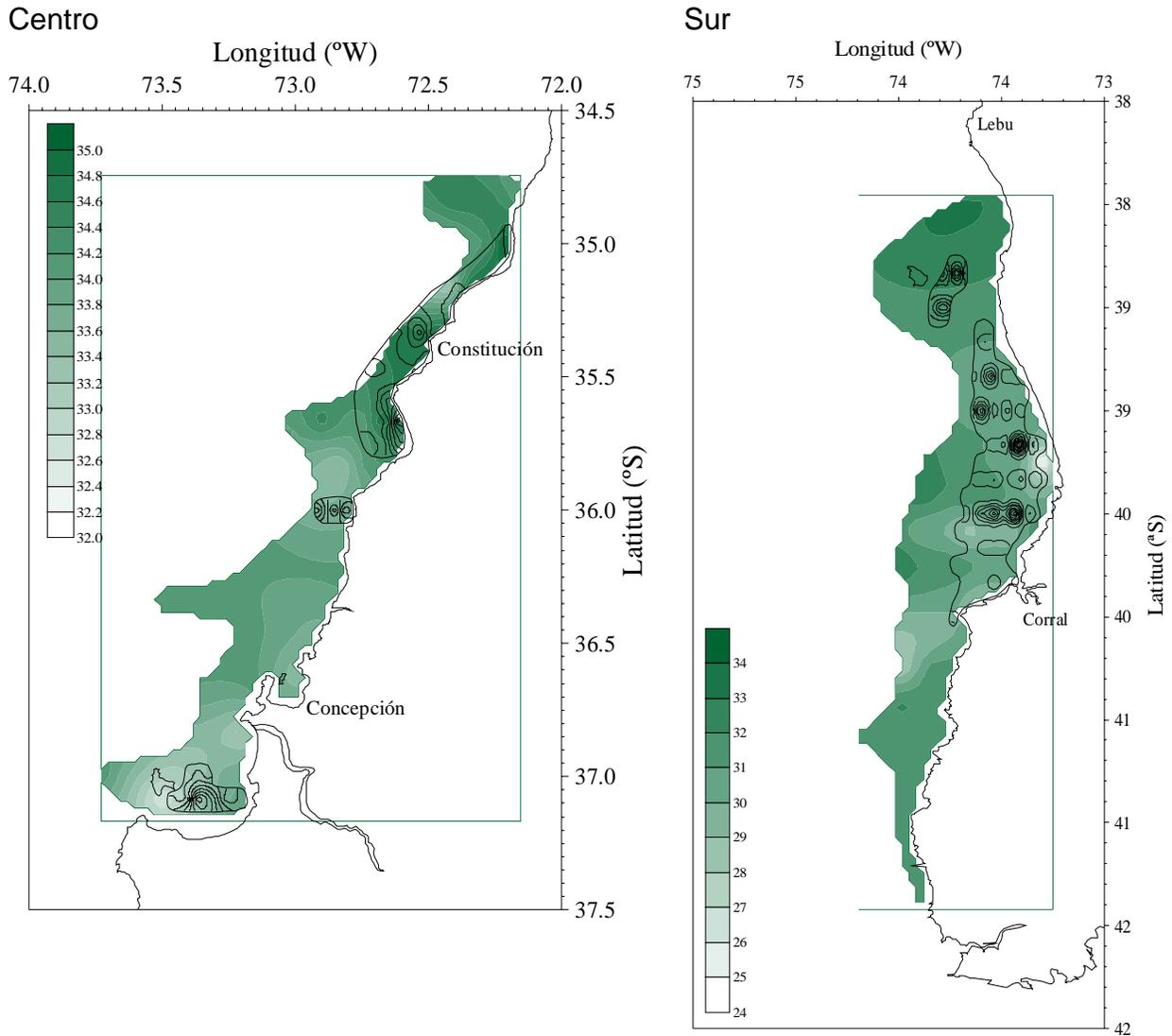
**Figura 47.** Disposición espacial de los focos de distribución de huevos de anchoveta (número/0,05 m<sup>2</sup>, isolíneas de densidad) respecto de la distribución espacial de la salinidad (psu) a 10 metros de profundidad (°C).



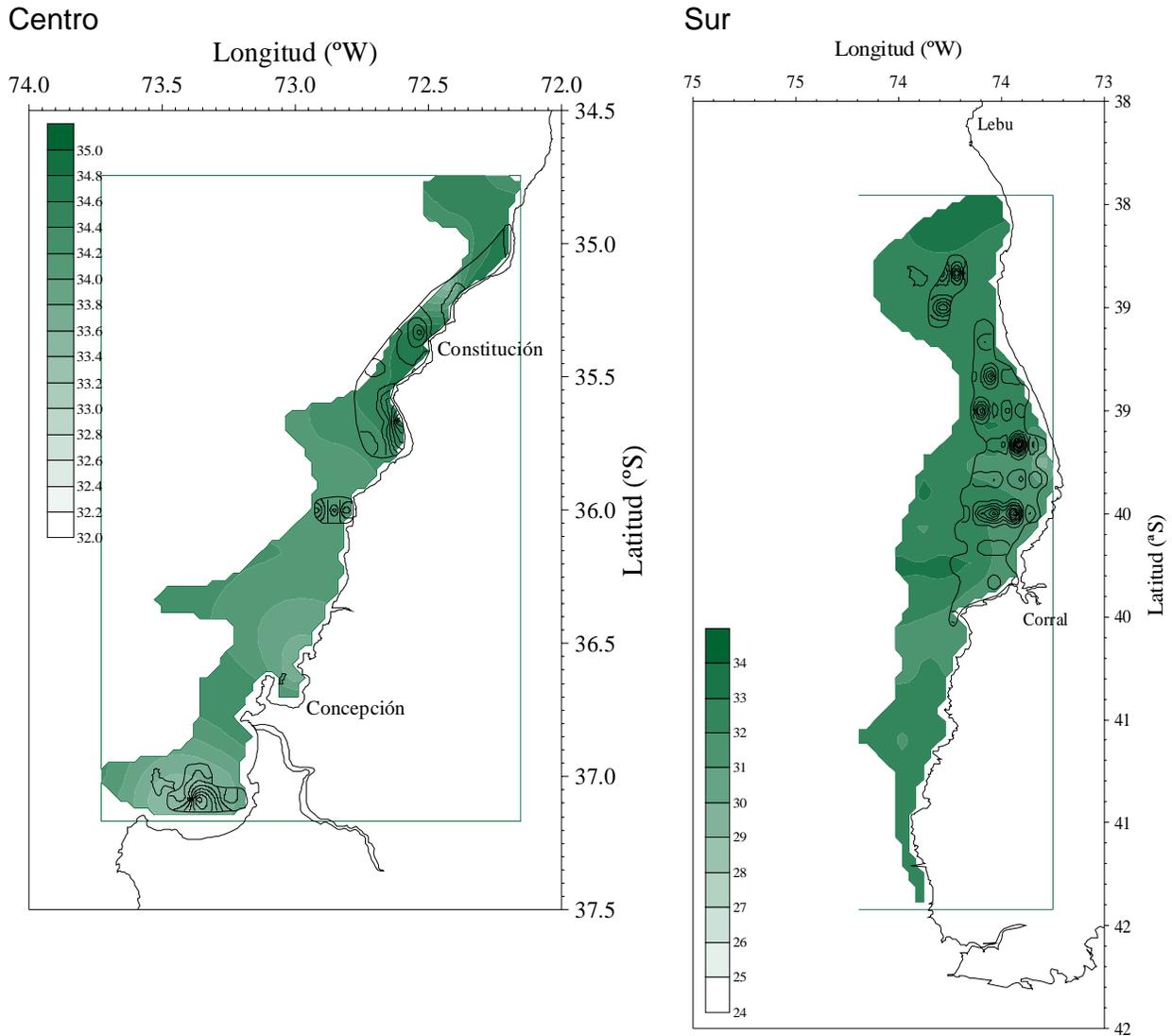
**Figura 48.** Disposici3n espacial de los focos de distribuci3n de huevos de sardina com3n (n3m/0,05 m<sup>2</sup>, isol3neas de densidad) respecto de la distribuci3n espacial de la temperatura superficial (°C).



**Figura 49.** Disposici3n espacial de los focos de distribuci3n de huevos de sardina com3n (n3m/0,05 m<sup>2</sup>, isol3neas de densidad) respecto de la distribuci3n espacial de la temperatura a 10 metros de profundidad (°C).



**Figura 50.** Disposición espacial de los focos de distribución de huevos de sardina común (número/0,05 m<sup>2</sup>, isolíneas de densidad) respecto de la distribución espacial de la salinidad (psu) superficial.



**Figura 51.** Disposición espacial de los focos de distribución de huevos de sardina común (número/0,05 m<sup>2</sup>, isolíneas de densidad) respecto de la distribución espacial de la salinidad (psu) a 10 metros de profundidad (°C).



## 9. DISCUSIÓN

---

La actividad reproductiva de las hembras de ambas especies, evaluada a través del índice gonadosomático, reveló una expresión máxima del desove en septiembre. El análisis microscópico de los adultos de anchoveta reveló que entre agosto y septiembre las hembras se encontraban reproductivamente activas.

Las actividades de muestreo de adultos se concentraron entre el 20 de agosto y 12 de septiembre, evidenciando en el caso de la anchoveta que en el sector Sur la fracción diaria de hembras desovantes fue del orden de 21,9 %, lo que implica que una hembra promedio estuvo desovando cada 4,6 días en contraste con el sector Centro en que las hembras estuvieron desovando cada 16 días. Estas diferencias espacio-temporales en el proceso de desove, ya destacadas por Sepúlveda *et al.* (2000), debieran ser consideradas en futuros estudios de aplicación del MPDH y eventualmente deberían ser tomadas en cuenta al momento de determinar la biomasa desovante.

La expresión del desove mantuvo sus características de distribución costera, dentro de las primeras 15 – 20 millas náuticas de la costa y concentradas dentro del veril de 100 m de profundidad, aspecto muy similar al observado en el 2002 (Cubillos, 2003). Se destaca también, la similitud existente entre las áreas de distribución de huevos y del área de desove de ambos recursos en los dos años de evaluación.

Esta distribución espacial es consistente con la estrategia reproductiva planteada por Cubillos *et al.* (2001), quienes concluyen que estas especies comienzan el desove poblacional al término del invierno (agosto) cuando ocurren condiciones



oceanográficas que favorecen la retención de huevos en la costa (**e.g.** transporte hacia la costa, y convergencia debido a la dominancia de vientos norte).

En menos de un mes, estas condiciones cambian a un régimen de surgencias moderadas en septiembre-octubre (Arcos y Navarro, 1986), lo que favorece tanto en la producción de alimento como su concentración en zonas costeras, y por lo tanto para la sobrevivencia de larvas y juveniles (Castro *et al.* 2000), condición que sería coherente y explicada a través de la hipótesis de la tríada (Bakun, 1996). En este contexto, considerando las condiciones meteorológicas que se caracterizan por el paso de frentes de mal tiempo (vientos nortes) alternados con intensificación del anticiclón, determinan la mejor condición para el desove de estas especies de peces pelágicos pequeños, favoreciendo la retención en la costa y el enriquecimiento trófico a través de surgencias de carácter moderadas.

En cuanto a la información obtenida en aguas interiores, no obstante lo acotado de la recopilación de datos, se destaca que las hembras de sardina común, extraídas durante octubre a diciembre y las hembras de anchoveta, extraídas en noviembre y diciembre, de las aguas interiores, se encontraban en actividad reproductiva de desarrollo ovocitario y de desove. En sardina común, la mayor actividad ovárica se presentó en octubre y noviembre, observándose una atenuación de la actividad gonadal en diciembre. En anchoveta, la condición reproductiva y de desove fue similar en el período analizado (noviembre-diciembre), sin visualizarse indicios de disminución de la intensidad reproductiva. Estos resultados microscópicos corroboran lo visualizado a través del IGS y son concordantes con el patrón reproductivo reportado por Sepúlveda *et al.* (2000), quienes indican, para las dos especies y mediante similar análisis histológico, una sola temporada reproductiva anual, de menor duración en la sardina común, que se inicia en mayo y desciende a partir de octubre, con un máximo desove en julio-agosto, en cambio en la anchoveta la actividad va de junio a febrero, con un máximo desove en agosto-septiembre.



Respecto al área de muestreo, la disposición espacial de la grilla de muestreo y su extensión longitudinal cubrió la plataforma continental, delimitada por la isobata de 200 m, permitió cubrir el desove de ambas especies. Se destaca que la distribución espacial del desove es coherente con los antecedentes recientes que se disponen de ambos recursos y que han sido desarrollados en términos de la distribución espacial de adultos, reclutas y huevos y larvas de sardina común y anchoveta (ver Castro *et al.*, 1997; Castillo *et al.*, 2002a, 2002b). Castro *et al.* (1997) encontraron las mayores concentraciones de huevos de las dos especies objetivo hacia el sector nerítico del área prospectada (plataforma continental), con núcleos claramente definidos sobre la terraza del Itata (entre los 36°05'-36°45'S), al interior del golfo de Arauco y en el sector sur (37°40'S - 39°40'S). Estos estudios han revelado la ausencia de huevos de sardina común y anchoveta hacia el norte de los 35°S (Constitución) y hasta los 32°20'S (norte de Valparaíso), situación que se confirma con los resultados obtenidos, por segundo año consecutivo, en este estudio concordante a la distribución espacial de huevos de ambas especies observada en el 2002.

De acuerdo con los antecedentes empíricos aportados en los últimos años, se podría decir que el diseño de muestreo consideró una evaluación de la abundancia de huevos de ambas especies entre los 35°20'S (Constitución) y 41°20'S (bahía San Pedro), ratificándose que el sector norte, comprendido entre los 33°S (Valparaíso) y los 35°20'S (Constitución), constituye un área poco importante para el desove de ambas especies y acorde a las recomendaciones emanadas del Taller de Discusión de Resultados del FIP2002-14, el área al norte de Constitución debiera desestimarse en una evaluación del stock desovante de sardina común y anchoveta, privilegiándose mayores esfuerzos en el área sur.



Se destaca que la biomasa desovante de ambos recursos, evaluada acústicamente durante el mes de agosto de 2001, estuvo circunscrita principalmente en la zona nerítica de la región sur del área de estudio, entre Tirúa y Corral (Castillo *et al.*, 2002b). Este estudio también concluye que hay una ausencia de peces de ambas especies en el sector Norte del área de prospección, entre los 34° S (Topocalma) y los 35°S (Constitución) y, densidades bajas (76-150 t/mn<sup>2</sup>) en la región Centro (entre punta Nugurne y Tirúa). A su vez, Castillo *et al.* (2002b) indicaron que el 100% de la biomasa de ambas especies estuvo circunscrita entre la costa y las 10 millas náuticas mar afuera, aspecto que concuerda con la distribución del desove observado en el 2002 y 2003.

Para poder hacer comparables los estimados de producción diaria de huevos y las estimaciones de biomasa desovante, se realizó un esfuerzo importante en la re-estimación de los valores de la producción diaria de huevos del 2002, basándose en las recomendaciones emanadas por los expertos extranjeros que participaron en el Taller de Discusión de Resultados de este proyecto.

Los estimados de la producción diaria de huevos de anchoveta representaron el cambio más significativo entre el crucero de 2002 y el de 2003, incrementándose en un 148% la producción obtenida en el 2003 (19,94 huevos/0,05 m<sup>2</sup>/día) con respecto a la del 2002 (8,02 huevos/0,05 m<sup>2</sup>/día). En los parámetros reproductivos, estimados para la ecuación de la biomasa desovante de este recurso, no se observan diferencias significativas entre ambos años. A pesar de la importante reducción de área observada en este recurso, la biomasa desovante estimada se incrementó de 59.212 t a 148.272 t en el 2002.

En contraposición con las estimaciones obtenidas en la anchoveta, para la sardina común se observa una notoria disminución en la producción diaria de huevos entre el 2002 (35,96 huevos/0,05 m<sup>2</sup>/día) y el estimado del 2003 (2,09 huevos/0,05 m<sup>2</sup>/día).



En este recurso, la mayor contribución en la reducida biomasa estimada en el 2003 sería debido a una estructura menos robusta del stock desovante evaluado, donde el peso medio de las hembras maduras disminuyó de 21,4 g en el 2002 a 15,6 g en el 2003. Similar situación ocurrió con el resto de los parámetros reproductivos (fecundidad, frecuencia de desove), sin que se observaran importantes variaciones en el área de desove de este recurso. Sin embargo, la notoria reducción observada en la producción diaria de huevos y en los parámetros reproductivos inciden en la baja biomasa desovante estimada en 2003 (6.268 t) con respecto a la estimada en 2002 (115.926 t). Causa importante de esta reducción, se podría deber a las diferencias temporales existentes entre el muestreo de huevos y el muestreo de adultos. Otra fuente importante de incertidumbre en el muestreo de huevos, se debe al extenso período de tiempo en que se desarrolló esta actividad que afecta en especial a los estimados de sardina común por que acorde a los antecedentes previos existentes, en este recurso la época de máximo desove declina rápidamente a diferencia de la de la anchoveta que es más extensa. Una recomendación lógica que emana tras la realización de este estudio, es que el crucero de huevos, en especial al sur de los 38°W, debe efectuarse con una embarcación industrial para favorecer la sinopticidad del estudio y una adecuada cobertura espacial del área de desove.

El diseño de muestreo estratificado para la evaluación del área de desove de sardina común y anchoveta en la zona centro-sur de Chile, cubrió la expresión espacial del desove y permitió lograr una muy buena caracterización de los núcleos de alta densidad de huevos.

Desde el punto de vista del muestreo de adultos, si bien se logra un adecuado número de lances efectivos de muestreo de hembras maduras de ambos recursos, éstos deben ser dispuesto con una mejor cobertura espacial, en especial en aguas de la IX Región al norte de Queule y al sur de Punta Galera en la X Región.



En lo que se refiere a las condiciones meteorológicas y oceanográficas, el régimen de vientos durante el estudio reveló el predominio de los vientos provenientes de los sectores NW (33,7%), SW (29,6%) y S (23,2%) Los vientos provenientes del NW, asociados a períodos de mal tiempo, fueron dominantes durante septiembre y octubre, especialmente en la zona sur del área prospectada. Por su parte, vientos provenientes del S y SW fueron más importantes al norte de los 38°S. La intensidad promedio considerando toda el área y período de estudio fue de  $3,0 \pm 2,8 \text{ m s}^{-1}$ .

La distribución vertical de las variables oceanográficas reveló, en la mayor parte de los casos: a) una columna de agua bien mezclada térmicamente (ausencia de termoclinas), b) la clara estratificación vertical salina y de densidad asociada a la región costera de los transectos, por efecto de mezcla con aguas de origen continental, aportada por ríos locales especialmente en el sector sur del área de prospección y, c) la detección eventual de focos locales surgencia, que se verificó principalmente en la región norte del área de estudio, mediante el análisis de los campos horizontal y vertical de las variables oceanográficas medidas (ascenso de la isohalina de 34,6 y la isopicna de 26,4), así como por el análisis sinóptico de la temperatura superficial del mar a través de imágenes satelitales.

El predominio de las Aguas Subantárticas Superficiales (ASAA) y una incipiente presencia de las Aguas Ecuatoriales SubSuperficiales (AESS) hacia las máximas profundidades de muestreo, con un estrato superficial caracterizado por la marcada acción de las aguas de origen continental en la zona sur del área de prospección.

Se observó una asociación significativa entre los huevos de ambas especies con la temperatura superficial del mar, sobre un rango térmico similar 11,9-12,6°C



(anchoveta) y 11,7-12,8°C (sardina común). No se evidenció ninguna asociación significativa (preferencia por habitat) entre: a) la salinidad superficial y huevos de anchoveta ( $p=0,769$ ) y sardina común ( $p=0,084$ ), b) intensidad del viento y huevos de anchoveta ( $p=0,244$ ) y de sardina común ( $p=0,981$ ) y, c) entre la profundidad del fondo y huevos de anchoveta ( $p=0,692$ ) y de sardina común ( $p=0,632$ ). Hubo una asociación significativa ( $p<0,05$ ) entre huevos de anchoveta y valores bajos de turbulencia ( $300 - 400 \text{ m}^3 \text{ s}^{-3}$ ), no así para sardina común ( $p=0,647$ ).



## 10. CONCLUSIONES

---

De acuerdo a lo señalado, se concluye lo siguiente:

- La condición reproductiva monitoreada a través de indicadores macroscópicos (IGS y estados de madurez sexual), obtenidos previamente a la realización del crucero, indican que en la región costera entre la VIII y X Regiones, ambas especies habrían iniciado su actividad reproductiva a partir de julio de 2003, registrándose un máximo de actividad en septiembre para ambas especies.
- En aguas interiores de la X Región, la sardina común registró el mayor valor de IGS en octubre (IGS=5,4), en tanto que la anchoveta, en noviembre (IGS=8,8). En estos mismos meses se marcó una mayor actividad reproductiva y evidencia de desove (>50% EMS VI a VIII) en ambos recursos.
- Se registró la ausencia de huevos de ambas especies entre el sur de Valparaíso y norte de Constitución, excepto por algunas estaciones positivas ligeramente al norte de Constitución.
- Se verificó la presencia de huevos de sardina común en 78 estaciones de muestreo, alcanzando un 18,2% de todas las estaciones realizadas; en el recurso anchoveta, se detectó huevos en 198 estaciones, con un porcentaje de estaciones positivas de 46,2%. En el sector centro, hubo una mayor abundancia de huevos de anchoveta en toda el área (73,2 huevos/0,05 m<sup>2</sup>) mientras que la sardina común tuvo una expresión de desove más localizada y de menor abundancia (3,5 huevos/0,05 m<sup>2</sup>). En el sector sur, la expresión del desove estuvo restringida al sector más costero, asociado a la isóbata de 50 m, entre los 38°10'S y 40°S, siendo la abundancia de anchoveta de 55,3 huevos/0,05 m<sup>2</sup>, mayor que la sardina común (7,3 huevos/10m<sup>2</sup>).



- Se considera que el crucero abarcó de buena forma el área global de desove de ambas especies, resolviéndose los límites longitudinales y latitudinales del desove en el área de estudio. Al comparar las áreas de desove de ambas especies y entre los años 2002 (FIP2002-14) y 2003 (este estudio), se destaca que éstas no han variado significativamente.
- La cobertura geográfica del muestreo de adultos fue amplia, entre el sur de Constitución y punta Galera. La distribución de tallas fue unimodal, con una mayor participación de ejemplares con moda en 10 cm en el sector centro y de 14,5 cm en el sector sur. En el caso de la sardina común se observó una estructura de tallas similar entre el sector centro y sur, caracterizada por una moda principal centrada en los 10 cm en el sector centro y otra en los 11,5 cm en el sector sur.
- En la anchoveta, la producción diaria de huevos total fue de 19,9 huevos / 0,05 m<sup>2</sup>/día, registrándose la mayor producción en la zona centro con 27,9 huevos / 0,05 m<sup>2</sup>/día. Con respecto al año 2002 donde la mayor producción se obtuvo en la zona sur, se observa que la producción total presentó un aumento significativo de un 148 %. En el caso de la sardina común, la producción diaria de huevos total fue de 2,09 huevos / 0,05 m<sup>2</sup>/día, observándose una mayor producción en la zona sur, sin embargo, esta cifra es casi 20 veces inferior a la producción estimada para el año 2002.
- Las tasas instantáneas de mortalidad de huevos fueron estimadas en 0,22 día<sup>-1</sup> para anchoveta (CV = 74,5 %) y en 0,12 día<sup>-1</sup> para sardina común (CV = 141,2 %). La tasa de mortalidad instantánea total indica que el 19,7 % de los huevos de anchoveta muere diariamente, en tanto que en la sardina común lo hace el 11,4 %. Al comparar estas mortalidades con las del año



2002, se observa que en el caso de la anchoveta la mortalidad no difiere significativamente, no así en el caso de la sardina común en donde la tasa de mortalidad es inferior en un 76 %.

- En la región costera entre la V y X Regiones, los principales parámetros reproductivos utilizados en el MPDH se obtuvieron a partir de 2.620 hembras de anchoveta obtenidas desde 78 lances de pesca y en la sardina común, se analizaron 1.238 hembras en 34 lances de pesca, de las cuales 849 fueron consideradas en los análisis posteriores.
- La fracción diaria de hembras desovantes en la anchoveta (FPO día 1 y 2) fue de 12,1% (CV= 7,5%), por lo que desovaron en promedio cada 8,2 días. En la sardina común, la fracción diaria de hembras desovantes fue de 7,5% (CV= 21,4%). Esto implica que las hembras de sardina común estuvieron desovando en promedio cada 13 días.
- En aguas interiores de la X Región, la fracción diaria de hembras desovantes en sardina común (FPO día 1 y 2), fue estimada en 18,38% (CV=12,3%), Por lo cual, cada hembra desovó, en promedio, cada 5,6 días. En tanto, en anchoveta se obtuvo una fracción de desove de 8,82% (CV=8,2%). Esto implica que cada hembra madura desovó, en promedio, cada 11 días.
- La fecundidad parcial se relacionó linealmente con el peso corporal. La fecundidad media poblacional estimada para todos los lances de pesca fue de 6.437 ovocitos en la anchoveta (CV=4,2%) y 8.341 ovocitos en la sardina común (CV=6,9%).



- En la anchoveta, la proporción sexual en peso fue de 52,0% (CV=1,92%), en tanto en la sardina común presentó un promedio ponderado de 52,0% (CV=3,2%).
- El peso promedio para la hembras maduras de anchoveta, fue de 16,92 g (CV=3,10%). En el caso de la sardina común, el peso promedio fue de 15,59 g (CV=5,69%).
- La biomasa del stock desovante, estimada para ambas especies bajo el criterio estructural entre la V y X Regiones, fue de 148.272 t (CV=24,21%) para la anchoveta y de 6.268 t (CV=35,11%) para la sardina común.
- El área de desove de anchoveta fue de 8.869,1 km<sup>2</sup>, representando 50,3 % del área de estudio y el área de desove de sardina común fue de 4.400,4 km<sup>2</sup> con el 24,9 % del área total del estudio.
- Se determinó una asociación significativa entre los huevos de ambas especies con la temperatura superficial del mar, sobre un rango térmico similar 11,9-12,6°C (anchoveta) y 11,7-12,8°C (sardina común).



## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Aguayo, M y S. Soto. 1978. Edad y crecimiento de la sardina común (*Clupea Strangomera bentincki*) en Coquimbo y Talcahuano. Serv. Invest. Pesq., IFOP, Santiago (Chile), 28:1-31.
- Alheit, J., 1993. Use of the daily egg production method for estimating biomass of clupeoid fishes: a review and evaluation. Bulletin of Marine Science 53, 750-767.
- Alheit, J. 1985. Spawning frequency of Peruvian anchovies taken with a purse seine. In: R. Lasker (ed.), An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 59-61.
- Arcos, D.F. Navarro, N., 1986. Análisis de un índice de surgencia para la zona de Talcahuano, Chile (Lat. 37° S). Invest. Pesq. (Chile), 33:91-98.
- 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*) de Talcahuano, Chile. Monografías Biológicas (2):39-49.
- Ayon, P., Buitron, B. 1997. Estimación de la biomasa desovante del stock norte-centro de la anchoveta por el método de la producción de huevos, durante el invierno de 1996. In: Crucero de la biomasa desovante de la anchoveta, BIC Humboldt 9608-09. IMARPE, CEE-VECEP ALA 92/43. Informe N° 123, p. 13-19.
- Bakun, A. 1996. Patterns in the oceans: Ocean process and marine population dynamics. California Sea Grant College System and Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, BCS, México., 323 págs.
- Brandhorst, W. 1971. Condiciones oceanográficas estivales frente a la costa de Chile. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 14(3):45-84.
- Blaxter, J.H.S., Hunter, J.S. 1982. The biology of the clupeoid fishes. Adv. Mar. Biol. 20, 201-223.



- Castillo, J., Barbieri, M.A., Espejo, M., Catasti, V., 2000. Evaluación de la biomasa y distribución espacial de anchoveta y sardina común. Primavera 1999. En: FIP 99-13 Evaluación acústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur de Chile. Informes Técnicos FIP – IT/99-13, 138 p.
- Castillo, J. & M.A. Barbieri. 2001. Alternate dominance in sardine and anchovy biomass in the Chilean central area: Competition or ecosystem dependence?. Report of a GLOBEC-SPACC/IDYLE/ENVIFISH. Workshop on spatial approach to the dynamics of coastal pelagic resources and their environment in upwelling areas (6-8 Septiembre, 2001; Cape Town, South Africa). Pages: 39-41 (extended abstract).
- Castillo, J., Barbieri, M.A., Espejo, M., Catasti, V., 2001. Evaluación acústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 2000. Informe Final FIP 2000-09. Informes Técnicos FIP – IT/2000-09, 151 p.
- Castillo, J., Barbieri, M.A., Espejo, M., Saavedra, A. Catasti, V., Núñez, S., Ortiz, J., Barría, P. Arraigada, G., Braun, M., Galindo, G. 2002a. Evaluación hidroacústica del stock desovante de anchoveta y sardina común, Centro-Sur, 2001 Proyecto FIP N° 2001-14
- Castillo, J., Barbieri, M.A., Espejo, M., Saavedra, A. Catasti, V., Núñez, S., Ortiz, J., Barría, P. Arraigada, G., Braun, M., Galindo, G. 2002b. Evaluación acústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común, centro-Sur, 2001-2002 Proyecto FIP N° 2001-13.
- Castro, L., R. Quiñones, H. Arancibia, D. Figueroa, R. Roa, M. Sobarzo y M. Retamal. 1997. Informe Final Proyecto Areas de desove de anchoveta y sardina común en la zona central. Fondo de Investigación Pesquera, Universidad de Concepción. 115 p + Figs + Anexos.
- Castro, L.R., Hernández, E.H., 2000. Early life survival of the anchoveta *Engraulis ringens* off central Chile during the 1995 and 1996 winter spawning seasons. Trans. Amer. Fish. Soc. 129, 1107-1117.



- Claramunt, G., Herrera, G., Pizarro, P., Pizarro, J., Escribano, E., Oliva, M., Olivares, A., Guerra, C., Zuleta, A. 1997. Evaluación del stock desovante de anchoveta por el método de la producción de huevos en la I y II Regiones. Informe Final FIP 96-01. Informes Técnicos FIP – IT/96-01, 75 p.
- Cubillos, L., Arancibia, H., 1993. On the seasonal growth of common sardine (*Strangomera bentincki*) and anchovy (*Engraulis ringens*) off Talcahuano, Chile. Rev. Biol. Mar. (Valparaíso) 28(1), 43-49.
- 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. Investigación Pesquera, Talcahuano, Chile, 2(2), 19 p.
- Cubillos, L. H. Arancibia, R. Alarcón, S. Núñez, G. Valenzuela, L. Vilugrón y D. Arcos. 1994. Evaluación indirecta del stock de sardina común en la VIII Región. Fondo de Investigación Pesquera – Instituto de Investigación Pesquera.
- Cubillos, L., Canales, M., Hernández, A., Bucarey, D., Vilugrón, L., Miranda, L., 1998. Poder de pesca, esfuerzo de pesca y cambios estacionales e interanuales en la abundancia relativa de *Strangomera bentincki* y *Engraulis ringens* en el área frente a Talcahuano, Chile (1990-97). Invest. Mar. Valparaíso, 26:3-14.
- Cubillos, L., 1999. Estrategia reproductiva, crecimiento y reclutamiento de *Strangomera bentincki* (Norman, 1936) en el sistema de la zona centro-sur de Chile. Tesis Magister en Ciencias (Oceanografía), Escuela de Graduados, Universidad de Concepción, 180 p.
- Cubillos, L., Canales, M., Bucarey, D., Rojas, A., Alarcón, R., 1999. Época reproductiva y talla media de primera madurez sexual de *Strangomera bentincki* y *Engraulis ringens* en la zona centro-sur de Chile en el período 1993-1997. Invest. Mar. Valparaíso 27, 73-86.
- Cubillos, D. Arcos, D. Bucarey, & M. Canales. 2001. Seasonal growth of small pelagic fish off Talcahuano (37°S-73°W), Chile: a consequence of their reproductive strategy to seasonal upwelling?. Aquatic Living Resources. 14(2):115-124.



- Cubillos, L.A., Arcos, D.F. 2002. Recruitment of common sardine (*Strangomera bentincki*) and anchovy (*Engraulis ringens*) in the 1990s, and impact of the 1997-98 El Niño. *Aquatic Living Resources* 15, 87-94.
- Cubillos, L.A. (ed.) 2003. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X Región, año 2002. Informe Final FIP 2002-14, Informes Técnicos FIP – IT / 2002-14, 127 p.
- D'Amours, D. 1993. The distribution of cod (*Gadus morhua*) in relation to temperature and oxygen level in the Gulf of St. Lawrence, *Fish. Oceanogr.*, 2: 24-29.
- Harrison, P.J. & T.R. Parsons. 2000. Fisheries oceanography and integrative approach to fisheries ecology and management. Fish and aquatic resources. Series 4. Blackwell Sciences Ltd. 347 p.
- Holden, M.J., Raitt, D.F.S., 1975. Manual de ciencia pesquera. Parte 2: Métodos para investigar los recursos y su aplicación. Doc.Téc. FAO. Pesca (115), Rev. 1, 211 p.
- Hunter, J.R., 1985. Preservation of Northern anchovy in formadehyde solution. In: R. Lasker (ed.), An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36, 63-65.
- Hunter, J. R. and S. R. Goldberg. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. *Fish Bull.*, U.S. 77: 641-652.
- Hunter, J. R., N. C. H. Lo and R. J. H. Leong. 1985. Batch fecundity in multiple spawning fishes. In: R. Lasker (ed.), An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 67 - 77.
- Hunter, J. R. and B. J. Macewicz. 1985. Rates of atresia in the ovary of captive and wild northern anchovy, *Engraulis mordax*. *Fishery Bulletin*: Vol 83 N° 2. 119-136.



- Hunter, J., Lo, N.C.-H., 1993. Ichthyoplankton methods for estimating fish biomass introduction and terminology. *Bulletin of Marine Science* 53, 723-727.
- Kara, A.B., P.A. Rochford & H.E. Hulburt. 2000. An optimal definition for ocean mixed layer depth. *J. Geophys. Res.*, 105(C7):16803-16821.
- Lasker, R. (ed.) 1985 An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36.
- Macewicz, B. and R. Hunter. 1993. Spawning frequency and batch fecundity of jack mackerel, *Trachurus symmetricus*, off California during 1991. *CalCOFI Rep.*, Vol. 34. 112-121.
- Millero, F. y A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state for seawater. *Deep Sea Res.* 28A: 625 - 629.
- Núñez, S., L. Cubillos, D. Arcos, A. Urrutia, V. Troncoso, F. Véjar, M. Landaeta, R. Quiñones, A. Pacheco, H. Muñoz & M. Braun. 1997. Informe Final Proyecto FIP Condiciones oceanográficas que inciden en el Reclutamiento de los recursos anchoveta y sardina común en la VIII Región. 226 pp + Anexos.
- Núñez, S., J. Ortiz. 1999. Pre-Informe Final. Capítulo: Oceanografía física y química. En: Proyecto FIP 98-11 Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la ZEE de Chile. 200 pp + Anexos.
- Núñez, S., J. Ortiz & P. Torres. 2000. Pre-Informe Final. Capítulo: Oceanografía física. En: Proyecto FIP 99-13 Evaluación acústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 1999.
- Oliva, J., Braun, M., Cordova, Castillo, J., Valenzuela, V., Catasti, V., Blanco, J., Martínez, C., 2000. Evaluación del stock desovante de la anchoveta en la I y II Regiones, 1999. Informe Final FIP 99-10, Informes Técnicos FIP – IT / 99-10, 97 p.



- Oliva, J., Montenegro, C., Braun, M., Rojas, O., Díaz, E., Catasti, V., Reyes, H., Barría, P., Serra, R., Claramunt, G., Herrera, G., Pizarro, P., Pizarro, J., Escribano, R., Oliva, M., 2001. Evaluación del stock desovante de anchoveta en la I y II Regiones, año 2000. Informe Final FIP 2000-06, Informes Técnicos FIP – IT /2000-06, 116 p.
- Perry, R.I., y S.J. Smith. 1994. Identifying habitat associations of marine fishes using survey data: an application to the Northwest Atlantic, Can. J. Fish. Aquat. Sci., 51: 589–602.
- Perry, R.I., M. Stocker & J. Fargo. 1994. Environmental effects on the distributions of groundfish in Hecate Strait, British Columbia. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51: 1401-1409.
- Picquelle, S., 1985. Sampling requirements for the adult fish survey. In: R. Lasker (ed.), An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36, 55-57.
- Rojas de Mendiola, B. 1989. Stomach contents of anchoveta (*Engraulis ringens*), 1953-1974. In: The peruvian upwelling ecosystem, dynamics and interactions. Pauly, D., P. Muck, J. Mendo & Tsukayama (Eds.). ICLARM Conference in proceeding. 18, 97-104.
- Santander, H., J. Alheit and P. E. Smith. 1984. Estimación de la biomasa de la población desovante de anchoveta peruana, *Engraulis ringens*, en 1981 por aplicación del "Método de Producción de Huevos ". Bol. Inst. Mar Perú, Callao. 8: 209-250.
- Selman, K. and R. Wallace. 1989. Cellular aspects of oocyte growth in teleosts. Zoological Science. 6:211-231.
- Sepúlveda, A. 1990. Variabilidad temporal del ictioplancton en el área de surgencia costera de Chile central: Procesos ambientales y biológicos asociados. Tesis de Magíster en Ciencias, mención Oceanografía. Escuela de Graduados, Universidad de Concepción, 85 págs.



- Sepúlveda, A., más 14 autores (2000). Antecedentes biológicos del stock desovante de anchoveta y sardina común de la V a IX Regiones. Informe Final FIP 97-04. Informes Técnicos FIP – IT/97-04, 199 p.
- Serra, R. 1978. La pesquería de la sardina común (*Clupea Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*) de Talcahuano: Análisis de su desarrollo y situación actual. IFOP, Santiago (Chile), 29, 21 p.
- Silva, N. Y D. Konow. 1975. Contribución al conocimiento de las masas de agua del Pacífico SudOriental. Expedición Krill, Crucero 3-4, Julio-Agosto de 1974, Pacifico Sur, 3:63-75.
- Silva, N. Y S. Neshyba. 1977. Corrientes superficiales frente a la costa austral de Chile. Ciencia y tecnología del mar, CONA, 3:37-42.
- Smith, P. E.; W. Flerx and R. P. Hewitt. 1985. The CalCOFI vertical egg tow (CalVET) net. In: R. Lasker (ed.), An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 27-32.
- Strub, P.T., J. Mesías, V. Montecinos, J. Rutland y S. Salinas. 1998. Coastal ocean circulation off western South America. Coastal Segment (6,E). In: The Sea (A.R.Robinson & K.H. Brink, eds), Vol. 11. p: 273-313.
- UNESCO. 1981a. The practical salinity scale 1978 and the international Equation of State of Seawater 1980. Unesco Tech. Papers in Mar Sci. N°36.
- UNESCO. 1982b. Background paper and supporting data on the practical salinity scale 1978. Unesco Tech. Papers in Mar Sci. N°37.
- Wallace, R. and K. Selman. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. Amer. Zool. 21:325-343.
- 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, Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso: 49-62.



Yáñez, E., Barbieri, M.A., Santillán, L., 1992. Long-term environmental variability and pelagic fisheries in Talcahuano, Chile. In: Payne, A.I., Brink, L., Mann, K.H., Hilborn, R. (Eds.), Benguela Trophic Functioning. S. Afr. J. Mar. Sci. 12, 175-188.

---

A N E X O S

---

# A N E X O A

---

**BITÁCORA DE PESCA  
CRUCERO DE ADULTOS**

---



## ANEXO A: Bitácora de pesca crucero de adultos

N	Barco	Lance	Zona	Fecha	Latitud	Longitud	Hora	C (tn)	Sardina	Anchoveta	Otros
1	Achernar	1	Centro	21/08/03	3713.0	7318.7	11:45	30	X	X	
2	Achernar	2	Centro	22/08/03	3712.8	7320.8	10:00	25	X	X	
3	Achernar	3	Centro	22/08/03	3718.5	7322.3	18:30	5		X	
4	Achernar	4	Centro	23/08/03	3625.9	7253.9	07:30	10		X	
5	Achernar	5	Centro	25/08/03	3641.7	7301.7	07:30	70		X	
6	Don Pepe	1	Centro	21/08/03	3659.7	7329.4	15:00	muestra		X	
7	Don Pepe	2	Centro	21/08/03	3659.5	7329.6	16:30	muestra		X	
8	Don Pepe	3	Centro	22/08/03	3713.5	7319.4	12:25	5	X	X	
9	Don Pepe	4	Centro	22/08/03	3713.7	7320.2	14:50	2		X	
10	Don Pepe	5	Centro	22/08/03	3713.9	7323.4	15:20	22		X	
11	Don Pepe	6	Centro	22/08/03	3712.4	7324.5	18:25	4		X	
12	Don Pepe	7	Centro	23/08/03	3632.4	7259.2	07:45	5		X	
13	Don Pepe	8	Centro	23/08/03	3626.6	7254.2	10:45	30		X	
14	Don Pepe	9	Centro	23/08/03	3632.3	7259.0	13:45	15		X	
15	Don Pepe	10	Centro	24/08/03	3630.9	7257.4	08:15	5		X	
16	Don Pepe	11	Centro	24/08/03	3630.7	7255.7	10:00	20		X	
17	Don Pepe	12	Centro	24/08/03	3640.4	7259.5	14:05	60		X	
18	Don Pepe	13	Centro	25/08/03	3641.9	7301.6	07:25	60		X	
19	Don Pepe	14	Centro	25/08/03	3642.7	7303.2	12:35	10		X	
20	Don Pepe	15	Centro	25/08/03	3640.8	7259.4	14:30	50		X	
21	Don Pepe	16	Centro	26/08/03	3637.8	7258.2	11:25	25		X	
22	Don Pepe	17	Centro	26/08/03	3637.1	7259.2	13:30	20		X	
23	Poseidón II	1	Centro	21/08/03	3636.5	7306.0	12:40	3		X	
24	Poseidón II	2	Centro	21/08/03	3638.0	7301.0	15:50	5		X	
25	Poseidón II	3	Centro	21/08/03	3638.0	7302.0	17:10	25		X	
26	Poseidón II	4	Centro	22/08/03	3632.0	7259.0	08:00	15		X	
27	Poseidón II	5	Centro	22/08/03	3631.0	7258.0	10:00	45		X	
28	Poseidón II	6	Centro	22/08/03	3630.0	7258.0	11:50	15		X	
29	Poseidón II	7	Centro	23/08/03	3632.0	7259.0	07:40	7		X	
30	Poseidón II	8	Centro	23/08/03	3632.0	7258.4	12:15	2		X	
31	Poseidón II	9	Centro	25/08/03	3641.8	7302.5	06:25	20		X	
32	Poseidón II	10	Centro	25/08/03	3641.6	7301.5	08:00	30		X	
33	Quenos	2	Centro	21/08/03	3638.0	7301.0	16:30	2		X	
34	Quenos	1	Centro	21/08/03	3630.0	7257.0	08:21	10		X	
35	Quenos	2	Centro	21/08/03	3631.0	7258.0	10:00	20		X	
36	Quenos	3	Centro	23/08/03	3630.0	7255.0	18:08	30		X	
37	Quenos	4	Centro	24/08/03	3624.0	7255.0	10:00	4		X	
38	Quenos	5	Centro	25/08/03	3642.0	7302.0	06:51	75		X	
39	Quenos	6	Centro	26/08/03	3637.0	7258.0	10:04	35		X	
40	Quenos	7	Centro	26/08/03	3638.0	7258.0	11:20	40		X	
41	Rainier Alejandro	1	Centro	27/08/03	3636.8	7259.0	09:00	50		X	
42	Rainier Alejandro	2	Centro	27/08/03	3637.3	7259.2	18:00	15	X	X	
43	Rainier Alejandro	1	Centro	28/08/03	3638.0	7258.0	7:02	50	X	X	
44	Rainier Alejandro	2	Centro	28/08/03	3639.0	7259.0	08:40	7	X	X	
45	Rainier Alejandro	3	Centro	28/08/03	3639.0	7259.0	10:00	15	X	X	
46	Rainier Alejandro	4	Centro	28/08/03	3639.0	7259.0	17:15	4	X	X	
47	Rainier Alejandro	5	Centro	29/08/03	3636.0	7259.0	07:55	40	X	X	
48	Rainier Alejandro	6	Centro	29/08/03	3636.0	7259.0	10:20	7	X		
49	Rainier Alejandro	7	Centro	29/08/03	3635.0	7300.0	16:20	10	X		
50	Andrea C	1	Centro	28/08/03	3638.3	7258.6	06:40	15	X		
51	Andrea C	2	Centro	28/08/03	3639.2	7259.0	10:00	35	X		
52	Andrea C	3	Centro	28/08/03	3639.0	7259.0	15:30	50	X		
53	Andrea C	4	Centro	29/08/03	3637.1	7259.2	07:30	10	X		
54	Andrea C	5	Centro	29/08/03	3636.6	7259.3	10:00	30	X		
55	Andrea C	6	Centro	29/08/03	3635.7	7259.8	11:45	40	X		



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

N	Barco	Lance	Zona	Fecha	Latitud	Longitud	Hora	C (tn)	Sardina	Anchoveta	Otros
56	Andrea C	7	Centro	29/08/03	3634.6	7301.1	18:10	30	X		
57	Andrea C	8	Centro	01/09/03	3627.8	7255.8	09:30	10	X		
58	Andrea C	9	Centro	01/09/03	3625.9	7253.3	12:15	9	X	X	
59	Andrea C	10	Centro	01/09/03	3628.9	7255.6	15:50	15	X	X	
60	Andrea C	11	Centro	02/09/03	3630.2	7256.5	07:20	6	X	X	
61	Andrea C	12	Centro	02/09/03	3625.4	7252.9	10:20	7	X	X	
62	Andrea C	13	Centro	02/09/03	3622.3	7252.8	16:25	10	X	X	
63	Andrea C	14	Centro	10/09/03	3650.0	7310.3	12:15	10		X	
64	Andrea C	15	Centro	10/09/03	3650.1	7310.1	14:40	5		X	
65	Andrea C	16	Centro	11/09/03	3653.6	7310.1	08:30	20		X	
66	Achernar	1	Centro	03/09/03	3710.0	7322.0	09:00	15		X	
67	Achernar	2	Centro	08/09/03	3708.0	7332.0	09:10	30		X	
68	Achernar	3	Centro	09/09/03	3709.0	7322.0	09:20	20	X		
69	Achernar	4	Centro	10/09/03	3708.0	7312.0	07:50	40		X	
70	Don Pepe	1	Centro	02/09/03	3627.7	7255.9	09:45	3		X	
71	Don Pepe	6	Centro	03/09/03	3621.8	7253.3	10:40	5		X	
72	Don Pepe	8	Centro	03/09/03	3622.6	7253.2	15:20	15		X	
73	Don Pepe	11	Centro	11/09/03	3655.0	7309.6	08:30	8		X	
74	Don Pepe	12	Centro	12/09/03	3708.6	7320.5	13:55	4		x	
75	Don Héctor I	1	Sur	25/08/03	3937.1	7320.2	10:30	5		X	
76	Don Héctor I	2	Sur	26/08/03	3934.7	7317.8	12:00	25		X	
77	Don Héctor I	3	Sur	26/08/03	3940.1	7321.4	15:00	21		X	
78	Don Héctor I	4	Sur	29/08/03	3927.4	7323.0	14:30	10		X	
79	Don Héctor I	5	Sur	29/08/03	3925.4	7323.1	16:00	40		X	
80	Don Héctor I	6	Sur	01/09/03	3932.6	7320.9	12:00	5	X	X	
81	Don Héctor I	7	Sur	01/09/03	3925.7	7320.7	16:00	20		X	
82	Don Héctor I	8	Sur	01/09/03	3921.8	7318.1	19:00	10	X		
83	Don Héctor I	9	Sur	02/09/03	3924.1	7319.3	13:05	7		X	
84	Don Alberto II	1	Sur	24/08/03	3953.0	7329.5	08:29	Muestra		X	
85	Don Alberto II	2	Sur	25/08/03	3940.1	7322.3	08:36	5	X	X	
86	Don Alberto II	3	Sur	25/08/03	3938.1	7320.1	09:58	25		X	
87	Don Alberto II	4	Sur	25/08/03	3934.6	7317.6	11:59	1	X	X	
88	Don Alberto II	5	Sur	25/08/03	3933.3	7317.5	13:45	2	X	X	
89	Don Alberto II	6	Sur	25/08/03	3940.5	7323.1	15:58	5		X	
90	Don Alberto II	7	Sur	26/08/03	3933.5	7317.2	09:03	30		X	
91	Don Alberto II	8	Sur	26/08/03	3932.8	7316.8	10:28	S/P			
92	Don Alberto II	9	Sur	26/08/03	3937.9	7320.2	15:53	2		X	
93	Don Alberto II	10	Sur	26/08/03	3937.9	7320.2	17:17	10		X	
94	Don Alberto II	11	Sur	29/08/03	3932.1	7323.4	09:03	10		X	
95	Don Alberto II	12	Sur	29/08/03	3930.2	7324.7	10:57	10		X	
96	Don Alberto II	13	Sur	29/08/03	3929.6	7325.0	12:00	50		X	
97	Don Alberto II	14	Sur	01/09/03	3932.7	7323.5	08:52	S/P			
98	Don Alberto II	15	Sur	01/09/03	3932.7	7321.3	10:39	20	X	X	
99	Don Alberto II	16	Sur	01/09/03	3923.5	7317.6	16:23	25			X
100	Don Alberto II	17	Sur	01/09/03	3923.5	7317.7	17:52	10			X
101	Don Alberto II	18	Sur	01/09/03	3921.5	7317.9	19:18	2	X		
102	Don Alberto II	19	Sur	02/09/03	3925.8	7319.5	10:49	5	X	X	
103	Don Alberto II	20	Sur	02/09/03	3924.9	7319.2	12:31	5	X		
104	Don Alberto II	21	Sur	02/09/03	3923.7	7318.4	13:42	5	X		
105	Don Alberto II	22	Sur	02/09/03	3923.7	7316.4	16:55	Muestra	X		
106	Tiburón I	1	Sur	23/08/03	3940.6	7322.6	13:40	2		X	
107	Tiburón I	2	Sur	25/08/03	3941.7	7324.4	10:30	20		X	
108	Tiburón I	3	Sur	25/08/03	3939.4	7323.5	12:00	S/P			X
109	Tiburón I	4	Sur	25/08/03	3942.5	7324.5	12:45	17		X	
110	Tiburón I	5	Sur	26/08/03	3938.3	7321.6	09:35	3		X	
111	Tiburón I	6	Sur	26/08/03	3936.4	7319.4	11:00	45		X	
112	Tiburón I	7	Sur	29/08/03	3926.5	7319.1	10:30	13		X	
113	Tiburón I	8	Sur	29/08/03	3933.2	7320.2	12:35	15		X	
114	Tiburón I	9	Sur	29/08/03	3934.1	7317.6	15:05	10		X	
115	Tiburón I	10	Sur	01/09/03	3934.2	1717.6	09:30	Muestra		X	
116	Tiburón I	11	Sur	01/09/03	3932.2	7317.3	11:30	2	X	X	



N	Barco	Lance	Zona	Fecha	Latitud	Longitud	Hora	C (tn)	Sardina	Anchoveta	Otros
117	Tiburón I	12	Sur	02/09/03	3926.2	7315.2	09:15	20	X	X	
118	Tiburón I	13	Sur	02/09/03	3926.1	7316.6	11:15	8	X	X	
119	Tiburón I	14	Sur	02/09/03	3925.2	7315.9	12:35	2	X	X	
120	Samaritano II	1	Sur	23/08/03	3924.2	7318.7	17:25	Muestra	X	X	
121	Samaritano II	2	Sur	24/08/03	3932.6	7317.6	05:15	5	X	X	
122	Samaritano II	3	Sur	24/08/03	3923.1	7317.5	07:20	10	X	X	
123	Samaritano II	4	Sur	24/08/03	3921.5	7317.5	08:45	5		X	
124	Samaritano II	5	Sur	25/08/03	3938.2	7321.2	09:50	20		X	
125	Samaritano II	6	Sur	25/08/03	3937.3	7319.6	11:20	Muestra		X	X
126	Samaritano II	7	Sur	25/08/03	3937.9	7319.5	12:40	S/P			
127	Samaritano II	8	Sur	25/08/03	3939.6	7322.6	11:40	S/P			
128	Samaritano II	9	Sur	29/08/03	3926.4	7320.5	10:05	Muestra		X	
129	Samaritano II	10	Sur	29/08/03	3932.5	7322.5	12:15	Muestra		X	
130	Samaritano II	11	Sur	29/08/03	3932.5	7317.2	14:35	15		X	
131	Margarita del Mar	1	Sur	23/08/03	3957.1	7337.2	19:00	Muestra	X	X	
132	Margarita del Mar	2	Sur	25/08/03	3935.4	7318.9	10:20	5		X	
133	Margarita del Mar	3	Sur	25/08/03	3934.8	7317.7	11:30	55		X	
134	Margarita del Mar	4	Sur	25/08/03	3932.9	7317.4	13:30	2		X	
135	Margarita del Mar	5	Sur	26/08/03	3932.0	7316.8	08:20	35		X	X
136	Margarita del Mar	6	Sur	26/08/03	3932.8	7317.2	10:30	5		X	
137	Margarita del Mar	7	Sur	26/08/03	3934.5	7318.1	11:55	S/P			
138	Margarita del Mar	8	Sur	26/08/03	3939.0	7321.2	14:00	40		X	
139	Margarita del Mar	9	Sur	27/08/03	3939.4	7322.2	17:30	S/P			
140	Margarita del Mar	10	Sur	29/08/03	3922.4	7318.2	12:30	20	X	X	
141	Margarita del Mar	11	Sur	29/08/03	3923.2	7318.5	13:45	50	X	X	
142	Margarita del Mar	12	Sur	29/08/03	3922.8	7318.5	15:30	30	X		
143	Margarita del Mar	13	Sur	01/09/03	3924.0	7317.7	15:50	40			X
144	Margarita del Mar	14	Sur	01/09/03	3922.0	7317.8	19:00	15	X		
145	Margarita del Mar	15	Sur	01/09/03	3923.5	7317.8	21:00	5			X
146	Margarita del Mar	16	Sur	02/09/03	3921.7	7318.3	16:20	Muestra	X		

# A N E X O B

---

**BITÁCORA PROPORCIÓN  
SEXUAL**

---

**ANEXO B: Bitácora proporción sexual**

Datos corregidos de longitud y pesos promedios, en conjunto a su proporción sexual en peso de los sexos separados y en conjunto de la anchoveta.

**a) machos**

n	Zona	Barco	Fecha	Lance	LTPM	LTPMCorr	PPM	PPMCorr	PT M	PTCorr	NM	PROPM(%)
1	Centro	Achernar	21/08/03	1	11.5	12.0	9.3	9.5	475.2	483.3	51	0.48
2	Centro	Achernar	22/08/03	2	11.5	12.0	9.7	9.8	483.0	491.2	50	0.49
3	Centro	Achernar	22/08/03	3	12.8	13.3	12.8	13.0	510.6	519.3	40	0.36
4	Centro	Achernar	23/08/03	4	11.2	11.7	8.5	8.6	414.7	422.1	49	0.43
5	Centro	Achernar	25/08/03	5	10.6	11.1	7.2	7.3	316.1	322.5	44	0.43
6	Centro	Andrea C	29/08/03	4	9.6	10.1	5.1	5.2	177.5	181.3	35	0.56
7	Centro	Don Pepe	21/08/03	1	15.0	15.5	22.2	22.7	288.8	294.8	13	0.32
8	Centro	Don Pepe	21/08/03	2	14.6	15.1	18.9	19.3	962.2	983.4	51	0.49
9	Centro	Don Pepe	22/08/03	3	11.1	11.6	8.1	8.3	505.1	514.3	62	0.60
10	Centro	Don Pepe	23/08/03	4	11.1	11.6	8.5	8.7	391.9	399.9	46	0.48
11	Centro	Don Pepe	23/08/03	8	11.1	11.6	8.1	8.2	322.5	328.6	40	0.35
12	Centro	Don Pepe	23/08/03	9	11.9	12.4	10.4	10.6	466.2	476.0	45	0.42
13	Centro	Don Pepe	24/08/03	11	11.0	11.5	7.5	7.7	374.6	382.8	50	0.47
14	Centro	Don Pepe	24/08/03	12	12.7	13.2	12.6	12.9	681.0	694.9	54	0.54
15	Centro	Don Pepe	25/08/03	13	10.7	11.2	7.5	7.7	376.5	383.6	50	0.50
16	Centro	Don Pepe	25/08/03	14	12.7	13.2	12.2	12.4	670.3	683.0	55	0.56
17	Centro	Don Pepe	25/08/03	15	12.5	13.0	11.3	11.5	508.4	519.5	45	0.41
18	Centro	Don Pepe	26/08/03	16	10.8	11.3	7.4	7.5	427.0	435.9	58	0.57
19	Centro	Don Pepe	26/08/03	17	12.4	12.9	11.8	12.1	592.1	604.1	50	0.50
20	Centro	Poseidón II	21/08/03	1	11.7	12.2	9.3	9.5	465.2	475.5	50	0.47
21	Centro	Poseidón II	21/08/03	3	11.8	12.3	10.5	10.7	473.2	482.3	45	0.45
22	Centro	Poseidón II	22/08/03	4	12.8	13.3	13.0	13.2	596.3	609.4	46	0.45
23	Centro	Poseidón II	23/08/03	7	11.3	11.8	8.5	8.7	451.7	461.6	53	0.46
24	Centro	Poseidón II	25/08/03	9	11.7	12.2	10.3	10.5	600.1	611.5	58	0.60
25	Centro	Quenos	21/08/03	1	10.6	11.1	6.9	7.0	308.6	314.3	45	0.44
26	Centro	Quenos	21/08/03	2	11.3	11.8	8.9	9.1	320.9	328.0	36	0.35
27	Centro	Quenos	23/08/03	3	10.2	10.7	6.0	6.1	376.9	384.0	63	0.58
28	Centro	Quenos	24/08/03	4	11.6	12.1	9.4	9.5	496.7	506.1	53	0.52
29	Centro	Quenos	25/08/03	5	11.7	12.2	10.5	10.7	523.6	532.8	50	0.48
30	Centro	Quenos	26/08/03	6	10.9	11.4	7.9	8.1	514.3	523.8	65	0.64
31	Centro	Quenos	26/08/03	7	11.2	11.7	8.5	8.6	431.2	439.3	51	0.51
32	Centro	Rainier Alejandro	27/08/03	2	10.4	10.9	6.5	6.6	440.3	449.1	68	0.67
33	Centro	Rainier Alejandro	28/08/03	1	12.3	12.8	11.0	11.2	449.6	459.3	41	0.41
34	Centro	Rainier Alejandro	28/08/03	3	11.7	12.2	9.4	9.6	519.4	528.9	55	0.52
35	Centro	Rainier Alejandro	28/08/03	4	11.3	11.8	8.3	8.4	398.3	403.0	48	0.47
36	Centro	Rainier Alejandro	29/08/03	5	12.3	12.8	10.8	11.0	582.3	594.9	54	0.54



n	Zona	Barco	Fecha	Lance	LTPM	LTPMCorr	PPM	PPMCorr	PT M	PTCorr	NM	PROPM(%)
37	Centro	Rainier Alejandro	29/08/03	7	11.9	12.4	10.3	10.5	504.8	514.9	49	0.49
38	Sur	Don Alberto	25/08/03	2	11.9	12.4	10.4	10.6	542.4	553.6	52	0.51
39	Sur	Don Alberto	25/08/03	3	13.6	14.1	16.7	17.0	818.1	835.0	49	0.47
40	Sur	Don Alberto	25/08/03	4	13.2	13.7	14.9	15.2	758.9	774.4	51	0.49
41	Sur	Don Alberto	25/08/03	6	12.9	13.4	14.5	14.7	780.6	796.4	54	0.50
42	Sur	Don Alberto	26/08/03	7	13.8	14.3	16.9	17.3	1067.6	1089.3	63	0.59
43	Sur	Don Alberto	26/08/03	8	14.1	14.6	18.7	19.1	1345.5	1372.8	72	0.72
44	Sur	Don Alberto	26/08/03	10	13.6	14.1	16.4	16.7	967.6	987.3	59	0.60
45	Sur	Don Alberto	29/08/03	11	14.1	14.6	19.7	20.1	809.5	825.8	41	0.39
46	Sur	Don Alberto	01/09/03	15	12.1	12.6	11.6	11.8	487.3	497.0	42	0.41
47	Sur	Don Alberto	02/09/03	19	12.8	13.3	14.2	14.5	569.5	580.7	40	0.37
48	Sur	Don Héctor	25/08/03	1	14.3	14.8	19.4	19.8	988.7	1009.7	51	0.51
49	Sur	Don Héctor	26/08/03	2	13.1	13.6	14.7	15.0	866.4	884.6	59	0.57
50	Sur	Don Héctor	26/08/03	3	13.5	14.0	16.0	16.3	799.5	816.5	50	0.49
51	Sur	Don Héctor	29/08/03	4	13.4	13.9	16.6	17.0	699.1	713.5	42	0.39
52	Sur	Don Héctor	29/08/03	5	13.7	14.2	18.0	18.4	630.6	643.6	35	0.31
53	Sur	Don Héctor	01/09/03	6	11.9	12.4	11.4	11.6	637.1	650.3	56	0.54
54	Sur	Don Héctor	01/09/03	7	12.9	13.4	14.6	14.9	582.3	594.1	40	0.38
55	Sur	Don Héctor	02/09/03	9	13.5	14.0	16.8	17.1	773.0	788.6	46	0.42
56	Sur	Margarita del Mar	25/08/03	2	13.6	14.1	16.5	16.9	843.9	862.0	51	0.49
57	Sur	Margarita del Mar	25/08/03	3	13.3	13.8	15.3	15.6	780.9	797.6	51	0.50
58	Sur	Margarita del Mar	25/08/03	4	13.2	13.7	15.3	15.6	780.0	796.7	51	0.47
59	Sur	Margarita del Mar	26/08/03	5	14.3	14.8	19.8	20.3	1071.3	1094.1	54	0.50
60	Sur	Margarita del Mar	29/08/03	10	12.9	13.4	13.5	13.7	552.0	563.6	41	0.41
61	Sur	Margarita del Mar	29/08/03	11	13.3	13.8	15.3	15.6	719.7	732.9	47	0.45
62	Sur	Samaritano II	23/08/03	1	11.4	11.9	9.5	9.7	417.9	427.0	44	0.43
63	Sur	Samaritano II	24/08/03	3	11.9	12.4	11.2	11.4	368.4	376.3	33	0.30
64	Sur	Samaritano II	24/08/03	4	13.5	14.0	16.7	17.0	733.4	748.3	44	0.40
65	Sur	Samaritano II	25/08/03	5	13.7	14.2	17.8	18.1	1100.5	1124.2	62	0.59
66	Sur	Samaritano II	25/08/03	6	13.6	14.1	16.9	17.3	778.8	795.5	46	0.44
67	Sur	Samaritano II	29/08/03	9	14.2	14.7	19.3	19.7	808.7	825.8	42	0.39
68	Sur	Samaritano II	29/08/03	10	13.6	14.1	17.4	17.8	732.2	747.7	42	0.40
69	Sur	Tiburón	23/08/03	1	12.1	12.6	11.8	12.1	698.1	712.7	59	0.59
70	Sur	Tiburón	25/08/03	2	13.3	13.8	15.5	15.9	963.3	983.3	62	0.62
71	Sur	Tiburón	25/08/03	4	13.5	14.0	15.6	15.9	718.5	733.4	46	0.44
72	Sur	Tiburón	26/08/03	5	13.9	14.4	17.7	18.1	1027.4	1048.6	58	0.54
73	Sur	Tiburón	26/08/03	6	13.7	14.2	16.4	16.8	1003.2	1024.1	61	0.57
74	Sur	Tiburón	29/08/03	7	14.0	14.5	18.4	18.8	827.2	844.0	45	0.40
75	Sur	Tiburón	29/08/03	8	13.8	14.3	16.8	17.1	687.0	701.0	41	0.38
76	Sur	Tiburón	29/08/03	9	13.9	14.4	17.6	18.0	811.0	827.6	46	0.44
77	Sur	Tiburón	01/09/03	10	11.8	12.3	10.5	10.7	578.3	590.0	55	0.54
78	Sur	Tiburón	01/09/03	11	11.9	12.4	11.1	11.3	631.9	644.5	57	0.56
79	Sur	Tiburón	02/09/03	12	12.2	12.7	11.4	11.6	628.3	640.5	55	0.50



## b) Hembras

n	Zona	Barco	Fecha	Lance	LTPH	LTPHCorr	PPH	PPHCorr	PT H	PTCorr	NH	PROPH(%)
1	Centro	Achernar	21/08/03	1	11.9	12.4	10.6	10.8	520.2	529.8	49	0.52
2	Centro	Achernar	22/08/03	2	11.5	12.0	9.9	10.1	493.9	502.8	50	0.51
3	Centro	Achernar	22/08/03	3	13.3	13.8	14.9	15.1	891.2	907.5	60	0.64
4	Centro	Achernar	23/08/03	4	11.9	12.4	10.6	10.8	541.2	551.5	51	0.57
5	Centro	Achernar	25/08/03	5	10.8	11.3	7.5	7.7	420.8	430.0	56	0.57
6	Centro	Andrea C	29/08/03	4	9.9	10.4	5.5	5.6	137.4	140.6	25	0.44
7	Centro	Don Pepe	21/08/03	1	14.9	15.4	22.3	22.8	624.9	638.8	28	0.68
8	Centro	Don Pepe	21/08/03	2	14.8	15.3	20.2	20.7	992.1	1015.7	49	0.51
9	Centro	Don Pepe	22/08/03	3	11.3	11.8	8.8	9.0	326.3	332.6	37	0.39
10	Centro	Don Pepe	23/08/03	4	11.4	11.9	9.3	9.5	419.6	428.8	45	0.52
11	Centro	Don Pepe	23/08/03	8	11.8	12.3	10.0	10.2	602.2	614.6	60	0.65
12	Centro	Don Pepe	23/08/03	9	12.4	12.9	12.5	12.7	635.7	650.2	51	0.58
13	Centro	Don Pepe	24/08/03	11	11.3	11.8	8.7	8.9	409.4	419.1	47	0.52
14	Centro	Don Pepe	24/08/03	12	12.7	13.2	12.7	12.9	582.5	595.3	46	0.46
15	Centro	Don Pepe	25/08/03	13	10.8	11.3	7.5	7.7	376.8	384.4	50	0.50
16	Centro	Don Pepe	25/08/03	14	12.5	13.0	11.6	11.9	524.2	534.9	45	0.44
17	Centro	Don Pepe	25/08/03	15	13.0	13.5	13.1	13.4	720.1	737.1	55	0.59
18	Centro	Don Pepe	26/08/03	16	10.9	11.4	7.6	7.8	320.8	328.0	42	0.43
19	Centro	Don Pepe	26/08/03	17	12.4	12.9	11.7	12.0	586.3	599.1	50	0.50
20	Centro	Poseidón II	21/08/03	1	11.9	12.4	10.6	10.8	528.5	541.2	50	0.53
21	Centro	Poseidón II	21/08/03	3	11.8	12.3	10.3	10.5	567.7	579.6	55	0.55
22	Centro	Poseidón II	22/08/03	4	13.0	13.5	13.7	14.0	738.6	756.2	54	0.55
23	Centro	Poseidón II	23/08/03	7	12.4	12.9	11.7	12.0	527.3	539.8	45	0.54
24	Centro	Poseidón II	25/08/03	9	11.6	12.1	9.9	10.1	396.2	404.3	40	0.40
25	Centro	Quenos	21/08/03	1	10.6	11.1	7.1	7.2	388.4	396.1	55	0.56
26	Centro	Quenos	21/08/03	2	11.5	12.0	9.6	9.9	606.4	620.8	63	0.65
27	Centro	Quenos	23/08/03	3	10.6	11.1	7.3	7.5	271.0	276.6	37	0.42
28	Centro	Quenos	24/08/03	4	11.7	12.2	9.8	10.0	461.1	470.5	47	0.48
29	Centro	Quenos	25/08/03	5	12.0	12.5	11.2	11.5	562.2	572.8	50	0.52
30	Centro	Quenos	26/08/03	6	10.8	11.3	8.3	8.4	289.7	295.4	35	0.36
31	Centro	Quenos	26/08/03	7	11.2	11.7	8.4	8.5	410.6	418.8	49	0.49
32	Centro	Rainier Alejandro	27/08/03	2	10.6	11.1	6.8	7.0	219.1	223.9	32	0.33
33	Centro	Rainier Alejandro	28/08/03	1	12.2	12.7	11.0	11.3	648.7	663.8	59	0.59
34	Centro	Rainier Alejandro	28/08/03	3	12.2	12.7	10.7	10.9	480.0	489.5	45	0.48
35	Centro	Rainier Alejandro	28/08/03	4	11.4	11.9	8.6	8.7	445.1	450.5	52	0.53
36	Centro	Rainier Alejandro	29/08/03	5	12.4	12.9	10.9	11.2	503.0	514.7	46	0.46
37	Centro	Rainier Alejandro	29/08/03	7	12.0	12.5	10.2	10.4	520.4	531.6	51	0.51
38	Sur	Don Alberto	25/08/03	2	12.0	12.5	10.7	11.0	515.1	526.6	48	0.49
39	Sur	Don Alberto	25/08/03	3	13.9	14.4	18.0	18.4	919.4	939.9	51	0.53
40	Sur	Don Alberto	25/08/03	4	13.6	14.1	16.3	16.7	800.5	818.1	49	0.51
41	Sur	Don Alberto	25/08/03	6	13.7	14.2	17.3	17.7	794.7	812.1	46	0.50
42	Sur	Don Alberto	26/08/03	7	14.3	14.8	19.7	20.1	728.3	744.3	37	0.41



n	Zona	Barco	Fecha	Lance	LTPH	LTPHCorr	PPH	PPHCorr	PT H	PTCorr	NH	PROPH(%)
43	Sur	Don Alberto	26/08/03	8	14.1	14.6	19.1	19.5	533.4	545.1	28	0.28
44	Sur	Don Alberto	26/08/03	10	13.4	13.9	15.9	16.2	650.1	664.3	41	0.40
45	Sur	Don Alberto	29/08/03	11	14.5	15.0	21.7	22.2	1279.3	1307.0	59	0.61
46	Sur	Don Alberto	01/09/03	15	12.3	12.8	12.1	12.4	703.8	718.8	58	0.59
47	Sur	Don Alberto	02/09/03	19	13.5	14.0	16.0	16.4	960.8	981.1	60	0.63
48	Sur	Don Héctor	25/08/03	1	14.3	14.8	19.4	19.8	948.8	970.6	49	0.49
49	Sur	Don Héctor	26/08/03	2	13.5	14.0	16.2	16.5	647.1	661.7	40	0.43
50	Sur	Don Héctor	26/08/03	3	13.7	14.2	16.8	17.0	822.8	852.4	50	0.51
51	Sur	Don Héctor	29/08/03	4	13.9	14.4	18.7	19.3	1068.6	1116.8	58	0.61
52	Sur	Don Héctor	29/08/03	5	14.5	15.0	21.6	22.1	1383.6	1414.4	64	0.69
53	Sur	Don Héctor	01/09/03	6	12.4	12.9	12.4	12.7	546.3	558.6	44	0.46
54	Sur	Don Héctor	01/09/03	7	13.2	13.7	15.7	16.0	940.9	961.5	60	0.62
55	Sur	Don Héctor	02/09/03	9	14.2	14.7	20.0	20.5	1082.0	1105.6	54	0.58
56	Sur	Margarita del Mar	25/08/03	2	14.0	14.5	18.0	18.5	884.0	904.5	49	0.51
57	Sur	Margarita del Mar	25/08/03	3	13.4	13.9	15.7	16.0	767.1	784.9	49	0.50
58	Sur	Margarita del Mar	25/08/03	4	13.7	14.2	17.5	17.9	680.8	696.6	39	0.41
59	Sur	Margarita del Mar	26/08/03	5	15.0	15.5	23.4	23.9	1075.6	1100.4	46	0.50
60	Sur	Margarita del Mar	29/08/03	10	12.9	13.4	13.6	13.9	803.7	822.0	59	0.59
61	Sur	Margarita del Mar	29/08/03	11	13.7	14.2	16.9	17.2	894.8	912.4	53	0.55
62	Sur	Samaritano II	23/08/03	1	11.6	12.1	9.8	10.0	547.6	560.5	56	0.57
63	Sur	Samaritano II	24/08/03	3	12.4	12.9	12.8	13.1	856.8	876.8	67	0.70
64	Sur	Samaritano II	24/08/03	4	14.2	14.7	20.0	20.4	1119.7	1144.2	56	0.60
65	Sur	Samaritano II	25/08/03	5	14.2	14.7	20.3	20.7	770.1	788.0	38	0.41
66	Sur	Samaritano II	25/08/03	6	13.9	14.4	18.1	18.5	976.5	999.2	54	0.56
67	Sur	Samaritano II	29/08/03	9	14.7	15.2	22.5	23.0	1261.3	1290.1	56	0.61
68	Sur	Samaritano II	29/08/03	10	14.1	14.6	19.0	19.5	1103.0	1128.2	58	0.60
69	Sur	Tiburón	23/08/03	1	12.3	12.8	12.0	12.3	492.6	503.7	41	0.41
70	Sur	Tiburón	25/08/03	2	13.4	13.9	15.8	16.2	600.8	614.3	38	0.38
71	Sur	Tiburón	25/08/03	4	13.8	14.3	16.9	17.2	910.5	931.0	54	0.56
72	Sur	Tiburón	26/08/03	5	14.6	15.1	21.0	21.5	882.9	902.7	42	0.46
73	Sur	Tiburón	26/08/03	6	14.1	14.6	19.2	19.6	747.4	764.1	39	0.43
74	Sur	Tiburón	29/08/03	7	14.7	15.2	22.1	22.6	1213.7	1240.4	55	0.60
75	Sur	Tiburón	29/08/03	8	14.2	14.7	19.2	19.6	1131.4	1156.3	59	0.62
76	Sur	Tiburón	29/08/03	9	14.1	14.6	19.5	19.9	1050.7	1073.9	54	0.56
77	Sur	Tiburón	01/09/03	10	11.9	12.4	10.9	11.1	488.8	499.4	45	0.46
78	Sur	Tiburón	01/09/03	11	12.1	12.6	11.3	11.6	487.7	498.2	43	0.44
79	Sur	Tiburón	02/09/03	12	12.9	13.4	13.7	14.0	617.7	630.6	45	0.50



**Datos corregidos de longitud y pesos promedios individuales, y su proporción en peso de los sexos separados y en conjunto de la sardina común.**

**a) machos**

n	Zona	Barco	Fecha	Lance	LTPM	LTPMCorr	PPM	PPMCorr	PT M	PTCorr	NM	PROPM(%)
1	Centro	Achernar	21/08/03	1	11.9	12.4	16.2	16.4	759.4	771.2	47	0.51
2	Centro	Achernar	22/08/03	2	9.9	10.4	8.3	8.4	431.8	436.2	52	0.51
3	Centro	Andrea C	29/08/03	4	9.4	9.9	6.3	6.4	342.6	346.4	54	0.54
4	Centro	Andrea C	01/09/03	9	9.2	9.7	6.2	6.2	253.1	256.0	41	0.16
5	Centro	Andrea C	01/09/03	10	9.8	10.3	7.1	7.2	385.1	389.6	54	0.54
6	Centro	Andrea C	02/09/03	11	8.5	9.0	4.3	4.4	305.9	309.5	71	0.68
7	Centro	Andrea C	02/09/03	12	9.4	9.9	6.2	6.3	311.9	315.5	50	0.49
8	Centro	Don Pepe	22/08/03	3	9.8	10.3	7.7	7.8	368.7	372.5	48	0.45
9	Centro	Don Pepe	24/08/03	10	10.6	11.1	10.4	10.6	167.0	169.9	16	0.58
10	Centro	Don Pepe	24/08/03	11	10.9	11.4	11.0	11.1	296.2	300.2	27	0.49
11	Centro	Don Pepe	26/08/03	16	8.9	9.4	18.9	19.2	491.5	498.2	26	0.73
12	Centro	Poseidón II	23/08/03	8	9.4	9.9	8.1	8.2	365.1	370.1	45	0.63
13	Centro	Quenos	26/08/03	6	8.9	9.4	5.8	5.9	208.4	211.3	36	0.64
14	Centro	Rainier Alejandro	27/08/03	2	9.7	10.2	7.2	7.3	429.5	437.9	60	0.59
15	Centro	Rainier Alejandro	28/08/03	1	9.7	10.2	8.1	8.2	145.0	147.0	18	0.47
16	Centro	Rainier Alejandro	28/08/03	3	10.7	11.2	10.3	10.5	165.5	167.8	16	0.47
17	Centro	Rainier Alejandro	29/08/03	6	10.0	10.5	8.4	8.5	84.0	85.2	10	0.40
18	Sur	Don Alberto	25/08/03	4	11.4	11.9	12.1	12.3	533.5	541.1	44	0.42
19	Sur	Don Alberto	01/09/03	15	12.0	12.5	16.4	16.6	654.8	664.7	40	0.37
20	Sur	Don Alberto	01/09/03	18	13.2	13.7	22.1	22.4	1014.5	1029.7	46	0.45
21	Sur	Don Alberto	02/09/03	19	11.1	11.6	11.5	11.7	493.8	501.2	43	0.42
22	Sur	Don Alberto	02/09/03	21	11.8	12.3	15.3	15.6	873.6	886.8	57	0.57
23	Sur	Don Alberto	02/09/03	22	10.6	11.1	10.0	10.2	501.0	508.9	50	0.47
24	Sur	Don Héctor	01/09/03	6	11.7	12.2	16.1	16.3	659.9	669.3	41	0.37
25	Sur	Don Héctor	01/09/03	7	11.5	12.0	13.1	13.3	13.1	13.3	1	0.04
26	Sur	Don Héctor	01/09/03	8	11.5	12.0	15.5	15.7	699.7	708.3	45	0.49
27	Sur	Don Héctor	02/09/03	9	12.7	13.2	19.1	19.4	133.7	135.6	7	0.35
28	Sur	Margarita del Mar	25/08/03	4	10.7	11.2	10.1	10.3	629.2	637.6	62	0.60
29	Sur	Margarita del Mar	29/08/03	10	11.9	12.4	14.9	15.1	847.8	859.7	57	0.55
30	Sur	Margarita del Mar	29/08/03	11	12.7	13.2	17.7	18.0	726.4	737.1	41	0.45
31	Sur	Margarita del Mar	01/09/03	14	11.2	11.7	13.4	13.6	712.2	722.4	53	0.49
32	Sur	Margarita del Mar	03/09/03	16	11.4	11.9	13.1	13.3	746.5	757.4	57	0.54
33	Sur	Margarita del Mar	28/09/03	12	12.3	12.8	17.0	17.3	916.8	933.1	54	0.54
34	Sur	Samaritano II	23/08/03	1	10.3	10.8	9.4	9.5	430.8	436.7	46	0.44
35	Sur	Samaritano II	24/08/03	2	11.8	12.3	14.5	14.7	698.4	706.1	48	0.48
36	Sur	Samaritano II	24/08/03	3	11.7	12.2	15.4	15.6	783.7	794.6	51	0.50
37	Sur	Tiburón	25/08/03	4	11.1	11.6	11.4	11.5	159.5	161.7	14	0.64
38	Sur	Tiburón	01/09/03	11	12.1	12.6	16.2	16.4	600.0	608.6	37	0.33
39	Sur	Tiburón	02/09/03	12	11.2	11.7	11.8	12.0	555.4	563.6	47	0.44
40	Sur	Tiburón	02/09/03	14	11.0	11.5	11.0	11.2	517.6	525.3	47	0.48



## b) Hembras

n	Zona	Barco	Fecha	Lance	LTPH	LTPHCorr	PPH	PPHCorr	PT H	PTCorr	NM	PROPH(%)
1	Centro	Achernar	21/08/03	1	11.5	12.0	13.8	14.1	734.0	745.4	53	0.49
2	Centro	Achernar	22/08/03	2	10.2	10.7	8.7	8.8	402.2	406.4	46	0.48
3	Centro	Andrea C	29/08/03	4	9.4	9.9	6.4	6.4	293.3	296.5	46	0.46
4	Centro	Andrea C	01/09/03	9	10.0	10.5	37.0	37.4	1332.5	1347.9	36	0.82
5	Centro	Andrea C	01/09/03	10	9.9	10.4	7.1	7.2	326.7	330.5	46	0.46
6	Centro	Andrea C	02/09/03	11	8.7	9.2	4.9	4.9	141.2	142.8	29	0.32
7	Centro	Andrea C	02/09/03	12	9.6	10.1	6.5	6.5	322.9	326.6	50	0.51
8	Centro	Don Pepe	22/08/03	3	10.3	10.8	8.6	8.7	446.0	450.6	52	0.55
9	Centro	Don Pepe	24/08/03	10	10.8	11.3	10.0	10.2	120.4	122.5	12	0.42
10	Centro	Don Pepe	24/08/03	11	10.9	11.4	10.3	10.5	310.3	314.5	30	0.51
11	Centro	Don Pepe	26/08/03	16	9.4	9.9	6.5	6.6	182.0	184.4	28	0.27
12	Centro	Poseidón II	23/08/03	8	10.0	10.5	8.8	8.9	218.8	221.8	25	0.37
13	Centro	Quenos	26/08/03	6	9.7	10.2	7.7	7.8	115.5	117.2	15	0.36
14	Centro	Rainier Alejandro	27/08/03	2	12.2	12.8	7.7	7.9	293.3	299.1	38	0.40
15	Centro	Rainier Alejandro	28/08/03	1	9.8	10.3	8.2	8.4	164.9	167.2	20	0.53
16	Centro	Rainier Alejandro	28/08/03	3	10.4	10.9	9.4	9.5	188.3	190.9	20	0.53
17	Centro	Rainier Alejandro	29/08/03	6	10.4	10.9	9.1	9.2	127.3	129.0	14	0.60
18	Sur	Don Alberto	25/08/03	4	11.6	12.1	12.9	13.1	722.7	733.0	56	0.58
19	Sur	Don Alberto	01/09/03	15	12.8	13.3	18.5	18.8	1112.3	1129.0	60	0.63
20	Sur	Don Alberto	01/09/03	18	13.6	14.1	23.4	23.8	1263.8	1282.7	54	0.55
21	Sur	Don Alberto	02/09/03	19	11.3	11.8	11.7	11.9	669.6	679.6	57	0.58
22	Sur	Don Alberto	02/09/03	21	12.1	12.6	15.5	15.7	667.1	677.2	43	0.43
23	Sur	Don Alberto	02/09/03	22	11.0	11.5	11.5	11.6	573.0	582.1	50	0.53
24	Sur	Don Héctor	01/09/03	6	12.8	13.3	18.7	19.0	1103.3	1118.9	59	0.63
25	Sur	Don Héctor	01/09/03	7	13.2	13.7	21.3	21.6	341.0	345.9	16	0.96
26	Sur	Don Héctor	01/09/03	8	11.3	11.8	14.0	14.2	728.4	737.4	52	0.51
27	Sur	Don Héctor	02/09/03	9	12.8	13.3	19.4	19.6	251.7	255.3	13	0.65
28	Sur	Margarita del Mar	25/08/03	4	10.9	11.4	11.1	11.2	420.5	426.1	38	0.40
29	Sur	Margarita del Mar	29/08/03	10	12.3	12.8	16.3	16.5	699.4	709.2	43	0.45
30	Sur	Margarita del Mar	29/08/03	11	12.7	13.2	17.6	17.9	880.8	893.8	50	0.55
31	Sur	Margarita del Mar	01/09/03	14	12.1	12.6	15.8	16.0	741.0	751.6	47	0.51
32	Sur	Margarita del Mar	03/09/03	16	11.8	12.3	14.6	14.8	627.2	636.4	43	0.46
33	Sur	Margarita del Mar	28/09/03	12	12.5	13.0	17.2	17.5	791.5	805.6	46	0.46
34	Sur	Samaritano II	23/08/03	1	10.8	11.3	10.3	10.4	555.5	563.1	54	0.56
35	Sur	Samaritano II	24/08/03	2	11.8	12.3	14.3	14.4	742.1	750.4	52	0.52
36	Sur	Samaritano II	24/08/03	3	12.3	12.8	16.2	16.4	794.9	805.9	49	0.50
37	Sur	Tiburón	25/08/03	4	11.6	12.1	12.6	12.8	88.2	89.4	7	0.36
38	Sur	Tiburón	01/09/03	11	12.8	13.3	19.1	19.4	1204.9	1222.2	63	0.67
39	Sur	Tiburón	02/09/03	12	11.7	12.2	13.3	13.5	706.7	717.2	53	0.56
40	Sur	Tiburón	02/09/03	14	11.4	11.9	11.9	12.0	557.0	565.4	47	0.52

# A N E X O C

---

FACTORES DE CORRECCIÓN  
DEBIDO AL FIJADOR

---



## **ANEXO C: Factores de correcci3n debido al fijador**

---

La estimaci3n de par3metros reproductivos empleados para el m3todo de producci3n de huevos, se hace necesario cuantificar el efecto del medio utilizado para preservar las muestras antes de que estas sean analizadas. Esto debido a que una variaci3n en las mediciones, puede sesgar los estimados y por ende la estimaci3n final. Es por ello necesario la cuantificaci3n de las variaciones producidas con la finalidad de obtener un factor de correcci3n para cada soluci3n de almacenamiento.

En base a esto se planteo una actividad similar a lo planteado por Hunter (1985) para la anchoveta, la cual consiste en la medici3n sistem3tica de una muestra aleatoria de 60 individuos recolectadas de la capturas de una embarcaci3n artesanal, individualizados por especie y por sexo (30 machos y 30 hembras) y por tratamiento (dos tipos de soluciones) durante un periodo de tiempo determinado.

Los tratamientos se refieren a la soluci3n utilizada para la preservaci3n de los ejemplares y se explican por la finalidad de su funci3n de la siguiente forma:

La soluci3n A: Es utilizada para la preservaci3n de los individuos que son elegidos para obtenci3n de los cortes histol3gicos, esta soluci3n esta preparada seg3n la metodolog3a propuesta por Hunter (1985) para la preservaci3n de la anchoveta del norte (formalina m3s sales al 10% con agua destilada).

La soluci3n B: Es utilizada para el almacenamiento de los individuos cuyo destino es la estimaci3n de la proporci3n sexual por peso (formalina t3cnica en agua de mar al 10%).



La ejecución de este experimento no fue posible para ambas especies debido a la escasez de sardina, lo que hizo imposible obtener una muestra en buenas condiciones para llevar a cabo el experimento. Esta situación obligo a utilizar los parámetros obtenidos del experimento del FIP 2002-14, referidos a la sardina para corregir las longitudes y los pesos.

Los resultados del experimento para la anchoveta señalan que hay una variación en peso diferencial por tratamiento, en donde la solución B produce una pérdida de peso para ambas especies con un factor de corrección igual al promedio de las mediciones por sexo (Tablas A1 y A2) y la solución A tiene el efecto contrario, por lo cuál estos factores promedios serán empleados para la corrección de las mediciones correspondientes. La variación en longitud presento similar forma en ambos tratamientos siendo más variable en la solución sin sales.

**Tabla A1.** Variación (%) en producto del fijador para la anchoveta:

**a) en longitud:**

Solución A (con sales)						
Días	LTPM	Var. prom. (%)	LTPH	Var. Prom. (%)	LTPA	Var. Prom. (%)
0	11.90		11.43		11.58	
2	11.83	-0.63	11.25	-1.53	11.44	-1.22
10	11.85	-0.42	11.20	-1.97	11.42	-1.44
17	11.85	-0.42	11.23	-1.75	11.43	-1.29
36	11.75	-1.26	11.18	-2.19	11.37	-1.87
93	11.85	-0.42	11.18	-2.19	11.40	-1.58
Promedio	11.84	-0.63	11.24	-1.93	11.44	-1.48
Desvest	0.049	0.364	0.094	0.285	0.075	0.257

Solución B (sin sales)						
Días	LTM	Var. prom. (%)	LTPH	Var. prom. (%)	LTPA	Var. prom. (%)
0	11.42		11.14		11.25	
2	11.19	-2.01	11.01	-1.12	11.08	-0.50
10	11.21	-1.82	11.14	0.00	11.17	0.25
17	11.21	-1.82	11.00	-1.25	11.08	-0.50
36	11.17	-2.19	10.94	-1.75	11.03	-0.95
93	11.17	-2.19	10.97	-1.50	11.05	-0.80
Promedio	11.23	-2.01	11.03	-1.12	11.11	-0.50
Desvest	0.095	0.182	0.084	0.671	0.082	0.461

**c) en peso:**

Solución A (con sales)						
Día	PPM	Var Prom. (%)	PPH	Var. Prom. (%)	PPA	Var. Prom (%)
0	9.92		8.46		8.95	
2	10.26	3.48	8.86	4.70	9.33	4.25
10	10.25	3.35	8.90	5.18	9.35	4.50
17	10.27	3.60	8.87	4.83	9.34	4.37
36	10.25	3.34	8.85	4.54	9.31	4.10
93	10.20	2.82	8.83	4.35	9.29	3.79
Promedio	10.20	3.32	8.80	4.72	9.27	4.20
Desvest	0.137	0.296	0.165	0.314	0.155	0.277

Solución B (sin sales)						
Día	PPM	Var Prom. (%)	PPH	Var. Prom. (%)	PPA	Var. Prom (%)
0	8.48		7.89		8.13	
2	8.44	-0.47	7.85	-0.48	8.09	-0.47
10	8.37	-1.23	7.79	-1.27	8.02	-1.25
17	8.31	-1.96	7.76	-1.68	7.98	-1.79
36	8.36	-1.39	7.74	-1.96	7.99	-1.72
93	8.27	-2.44	7.69	-2.52	7.92	-2.49
Promedio	8.38	-1.50	7.80	-1.58	8.03	-1.54
Desvest	0.077	0.747	0.074	0.767	0.074	0.743

**d) en longitud y en peso para ambos sexo de la sardina**

Días	LTPA	Variación (%)	PPA	Variación (%)
0	11.9		12.87	
5	11.42	-4.06	12.53	-2.58
11	11.68	-1.82	12.78	-0.68
12	11.65	-2.10	12.62	-1.94
25	11.70	-1.68	12.76	-0.85
32	11.68	-1.82	12.44	-3.34
39	11.70	-1.68	12.77	-0.78
46	11.62	-2.38	12.59	-2.11
55	11.68	-1.82	12.82	-0.39
63	11.70	-1.68	12.69	-1.37
Promedio	11.67	-2.12	12.69	-1.56
desv std	0.09	0.77	0.13	1.00

# A N E X O D

---

**ASIGNACIÓN DE  
PERSONAL PARTICIPANTE  
POR ACTIVIDADES**

---

**PERSONAL PARTICIPANTE FIP N° 2003-06**

PERSONAL PROFESIONAL	FUNCIÓN
<b>IFOP</b> Claudio Bernal L. Mariella Canales A Víctor Catasti B. Eduardo Díaz R. Carlos Montenegro S. Leonardo Caballero G Guillermo Galindo P.	Jefe Proyecto. Coordinación general Análisis Estadístico -Evaluación Oceanografía Coordinador – Reproducción Análisis Estadístico – Evaluación Coordinador Crucero de huevos y adultos Ictioplancton
<b>INPESCA VIII REGIÓN</b> Aguiles Sepúlveda O. Rubén Alarcón M. Claudio Gatica M. Flor Véjar D. Jorge Páramo G. Sergio Núñez E. Claudio Pino I. Patricia Ruiz O. Hernán Rebolledo F. Carlos González A. José Ortiz R. Patricio Torres R. Carolina Alarcón M. Francisco Contreras M. Francisco Gómez R. Maximiliano Reyes Q. Luis Bustos E.	Coordinador INPESCA. Producción diaria de huevos y mortalidad. Biomasa desovante. Asignación de la edad. Geoestadística. Estimación de varianzas. Evaluación tamaños de muestra. Distribución espacial del desove. Área de desove. Distribución espacial del desove. Área de desove Crucero de Huevos. Distribución espacial del desove. Densidad media y varianza de huevos. Crucero de adultos. Coordinación sector central. Ictioplancton. Asignación de edades a huevos. Mortalidad y Biomasa desovante Crucero de Adultos. Coordinador sector sur. Crucero de Adultos Crucero de huevos. Crucero de huevos. Ictioplancton, sorteo de huevos Crucero de adultos Crucero de adultos Crucero de adultos, ictioplancton sorteo de huevos Crucero de adultos
<b>U. DE CONCEPCIÓN</b> Ciro Oyarzún G. Santiago Gacitúa B. Elsón Leal F. Gustavo Aedo U. Ricardo Chong F. Leonardo Castro C. Alejandra Llanos R. María Krautz B.	Análisis reproductivo adultos sardina Análisis integrado huevos - oceanografía Análisis reproductivo adultos sardina Análisis reproductivo adultos sardina.
<b>U. ARTURO PRAT</b> Gabriel Claramunt Q. Gustavo Herrera U. Pedro Pizarro F.	Coordinador General UNAP Reproducción – Evaluación. Reproducción Reproducción



## OBJETIVO GENERAL

	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANÁLISIS	INFORMES	TOTAL
IFOP	1000	1260	230	130	2620
INPESCA	1880	1950	420	320	4570
UDEC	57	1082	214	135	1488
UNAP	320	640	320	160	1440
<b>TOTAL</b>	<b>3257</b>	<b>4932</b>	<b>1184</b>	<b>745</b>	<b>10118</b>

### • OBJETIVO ESPECÍFICO 1

#### IFOP

PERSONAL	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
Claudio Bernal	40	10	0	10	60
Leonardo Caballero	120	40	0	0	160
Guillermo Galindo	120	80	0	0	200
Muestreador 1	120	80	0	0	200
Muestreador 2	120	80	0	0	200
Muestreador 3	120	80	0	0	200
Muestreador 4	120	80	0	0	200
Muestreador 5	120	80	0	0	200
<b>TOTAL</b>	<b>880</b>	<b>530</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>1420</b>

#### INPESCA VIII REGIÓN

PERSONAL	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
Rubén Alarcón	48	48	60	30	186
Aquiles Sepúlveda	12	40	32	45	129
Claudio Gatica	0	25	20	5	50
Flor Vejar	120	16	21	1	158
Jorge Páramo	0	10	35	3	48
Sergio Núñez	35	50	70	80	235
Patricia Ruiz	135	225	0	0	360
José Ortiz	135	110	50	0	295
Patricio Torres	125	100	0	0	225
Carolina Alarcón	120	120	0	0	240
<b>TOTAL</b>	<b>730</b>	<b>744</b>	<b>288</b>	<b>164</b>	<b>1920</b>



- **OBJETIVO ESPECÍFICO 2**

**IFOP**

<b>PERSONAL</b>	<b>MUESTREO</b>	<b>PROCESAMIENTO</b>	<b>ANALISIS</b>	<b>INFORMES</b>	<b>TOTAL</b>
Eduardo Díaz	0	60	10	0	70
Carlos Montenegro	0	0	0	10	10
Lorena Canales (TL1)	40	100	0	0	140
Mauricio Catalán (TL2)	40	100	0	0	140
Paola Gaspar (TL3)	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>80</b>	<b>260</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>360</b>

**UNAP**

<b>PERSONAL</b>	<b>MUESTREO</b>	<b>PROCESAMIENTO</b>	<b>ANALISIS</b>	<b>INFORMES</b>	<b>TOTAL</b>
Gabriel Claramunt	0	0	50	20	70
Gustavo Herrera	0	0	120	20	140
Pedro Pizarro	0	0	40	20	60
Yasna Muñoz (TL1)	160	160	0	0	320
José Sánchez (TL2)	80	160	0	0	240
<b>TOTAL</b>	<b>240</b>	<b>320</b>	<b>210</b>	<b>60</b>	<b>830</b>

- **OBJETIVO ESPECÍFICO 3**

**IFOP**

<b>PERSONAL</b>	<b>MUESTREO</b>	<b>PROCESAMIENTO</b>	<b>ANALISIS</b>	<b>INFORMES</b>	<b>TOTAL</b>
Eduardo Díaz	0	20	0	0	20
Mariella Canales	0	0	30	10	40
Lorena Canales (TL1)	0	80	0	0	80
Mauricio Catalán (TL2)	20	40	0	0	60
Paola Gaspar (TL3)	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>140</b>	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>200</b>

**UNAP**

<b>PERSONAL</b>	<b>MUESTREO</b>	<b>PROCESAMIENTO</b>	<b>ANALISIS</b>	<b>INFORMES</b>	<b>TOTAL</b>
Gabriel Claramunt	0	0	30	30	60
Gustavo Herrera	0	0	20	10	30
Yasna Muñoz (TL1)	0	80	0	0	80
José Sánchez (TL2)	40	80	0	0	120
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>290</b>



- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS 2 y 3**

**U DE CONCEPCIÓN**

<b>PERSONAL</b>	<b>CRUCERO</b>	<b>PROCESAMIENTO</b>	<b>ANÁLISIS</b>	<b>INFORMES</b>	<b>TOTAL</b>
Ciro Oyarzún	22	28	40	43	133
Santiago Gacitúa	10	80	10	10	110
Gustavo Aedo	0	160	24	10	194
Ricardo Chong	0	162	20	0	182
Elson Leal	0	128	0	0	128
Hernán Cortés (TL1)	0	128	0	0	128
Alvarita Labrín (TL2)	0	128	0	0	128
Cristián Valero (TL3)	0	128	0	0	128
<b>TOTAL</b>	<b>32</b>	<b>942</b>	<b>94</b>	<b>63</b>	<b>1131</b>

- **OBJETIVO ESPECÍFICO 4**

**IFOP**

<b>PERSONAL</b>	<b>MUESTREO</b>	<b>PROCESAMIENTO</b>	<b>ANÁLISIS</b>	<b>INFORMES</b>	<b>TOTAL</b>
Eduardo Díaz	0	10	0	0	10
Lorena Canales (TL1)	0	80	0	0	80
Mauricio Catalán (TL2)	20	80	0	0	100
Paola Gaspar (TL3)	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>170</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>190</b>

**INPESCA VIII REGIÓN**

<b>PERSONAL</b>	<b>MUESTREO</b>	<b>PROCESAMIENTO</b>	<b>ANÁLISIS</b>	<b>INFORMES</b>	<b>TOTAL</b>
Rubén Alarcón	32	8	10	10	60
Aquiles Sepúlveda	8	0	8	9	25
Claudio Gatica	0	0	4	1	5
Claudio Pino	130	100	0	0	230
Hernán Rebolledo	120	72	0	0	192
Carlos Gonzalez	135	80	0	0	215
Francisco Contreras	120	120	0	0	240
Francisco Gómez	120	120	0	0	240
Maximiliano Reyes	120	120	0	0	240
Luis Bustos	120	120	0	0	240
Carlos Vera (TL1)	120	120	0	0	240
Roberto Torres (TL2)	120	120	0	0	240
<b>TOTAL</b>	<b>1145</b>	<b>980</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>2167</b>

**UNAP**

PERSONAL	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
Gabriel Claramunt	0	0	20	30	50
Pedro Pizarro	0	0	40	30	70
Yasna Muñoz (TL1)	0	80	0	0	80
José Sánchez (TL2)	40	80	0	0	120
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>160</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>320</b>

**• OBJETIVO ESPECÍFICO 5****INPESCA VIII REGIÓN**

PERSONAL	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
Rubén Alarcón	0	24	30	60	114
Aquiles Sepúlveda	0	40	40	36	116
Claudio Gatica	0	25	16	4	45
Flor Vejar	0	64	9	9	82
Jorge Páramo	5	40	15	27	87
Patricia Ruiz	0	25	0	0	25
Hernán Rebolledo	0	8	0	0	8
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>226</b>	<b>110</b>	<b>136</b>	<b>477</b>

**• OBJETIVO ESPECÍFICO 6****IFOP**

PERSONAL	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
Mariella Canales	0	20	80	30	130
Claudio Bernal	0	0	40	40	80
Carlos Montenegro	0	20	50	10	80
Víctor Catasti	0	120	20	20	160
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>160</b>	<b>190</b>	<b>100</b>	<b>450</b>

**U. DE CONCEPCION**

PERSONAL	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
Leonardo Castro	15	20	80	52	167
Cristina Krautz	0	40	40	0	80
Alejandra Llanos	0	0	0	0	40
Profesionales Laboratorio (2)	10	50		20	70
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	<b>140</b>	<b>120</b>	<b>72</b>	<b>357</b>

# A N E X O E

---

**ANEXO FINAL EN PDF Y  
RESUMEN EJECUTIVO EN  
WORD**

---





---

Sección Documentación,  
Difusión y Bibliotecas

---

IFOP  
Valparaíso  
Chile