



FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

INFORMES TECNICOS FIP

FIP - IT / 96 - 01

INFORME : EVALUACION DEL STOCK DESOVANTE
FINAL : DE ANCHOVETA POR EL METODO DE
PRODUCCION DE HUEVOS EN LA I Y II
REGIONES

UNIDAD : UNIVERSIDAD ARTURO PRAT
EJECUTORA

UNIVERSIDAD ARTURO PRAT
DEPARTAMENTO CIENCIAS DEL MAR



INFORME FINAL

PROYECTO F.I.P. N° 96-01

**EVALUACIÓN DEL STOCK DESOVANTE DE ANCHOVETA POR
MÉTODO DE PRODUCCIÓN DE HUEVOS EN LAS I Y II REGIONES**

SEPTIEMBRE 1997

PARTICIPANTES

UNIVERSIDAD ARTURO PRAT

Investigadores:

- Gabriel Claramunt Q.
- Gustavo Herrera U.
- Pedro Pizarro F.
- Jessica Pizarro E.

Técnico de Laboratorio:

- Mario Calderón
- Eduardo Díaz
- Claudio Flores
- Yasna Muñoz
- José Toloza
- Roberto Venegas

Técnico de muestreos:

- Agustín Arcos
- José Toloza

UNIVERSIDAD DE ANTOFAGASTA

Investigadores:

- Ruben Escribano V.
- Marcelo Oliva M.
- Alberto Olivares P.

Técnicos de Laboratorio:

- Isabel Ballón
- Claudia Iribarren
- Manuel Rojo

Técnico de muestreos:

- Mauricio Bringas
- Hector Castro
- Carlos Covarrubias
- Exequiel Lillo
- Jorge Lizardi
- Iván Miranda
- Luis Ossandón
- George Porfild
- Cristián Riquelme
- Carlos Saldías
- Carlos Segura
- Marcelo Vasquez
- Luis Vergara

CONSULTORA ECOFISH:

Investigador:

- Alejandro Zuleta V.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente Informe entrega los resultados del proyecto de evaluación del stock desovante de anchoveta por el método de producción de huevos en la I y II Regiones. Para el cumplimiento de los objetivos propuestos, los muestreos se ejecutaron durante el período de máxima actividad reproductiva, cuyo inicio se definió a través de un seguimiento diario de la condición fisiológica de las gónadas, todo lo cual fue corroborado posteriormente por histología. De acuerdo con esto, los cruceros de evaluación se efectuaron simultáneamente entre el 29 de julio y el 16 de agosto de 1996, a bordo de los B/C Purihaalar y Carlos Porter dedicados a la prospección de huevos a y los PAM Coray I y Mar Caribe a la captura de anchovetas adultas.

La variabilidad tanto de los parámetros de adultos como de huevos, fueron la que llevaron en la etapa de formulación de la estrategia de muestreo a valorar la importancia de la reducción máxima posible del tiempo total de crucero. Por otro lado, el incremento en el número de estaciones totales con respecto a 1996 (578 en 1995 a 760 estaciones en este estudio), ya que el aumento en 1 grado de latitud y al esfuerzo de muestreo en la zona del Río Loa (transectas cada 5 mn), implicaba que mediante la utilización de un sólo barco este patrón de transectas, habría tomado como mínimo el doble de tiempo, por lo que fue altamente recomendable la utilización de dos barcos para el muestreo de huevos, lográndose así en definitiva el completar las prospección en 12 días. La decisión de utilizar dos barcos pesqueros para adultos, está justificada por la simultaneidad que se requiere con el crucero de huevos.

El track de muestreo empleado para la prospección de huevos consideró transectas paralelas entre si, separadas cada 10 mn y perpendiculares a la línea de costa, con dos transectas consecutivas de 30 y una de 60 y estaciones cada 3 mn, desde los 26° 00' hasta límite norte de la República. Para aumentar la resolución del muestreo en el área en que se predice una mayor concentración de huevos, se incrementó el esfuerzo generando un track que consideró transectas cada 5 mn en el área comprendida entre los 20° 40' S. y 23° 00' S. El área cubierta por esta grilla, totalizó 28060 mn², con 751 estaciones. Del total de lances efectuados con red Calvet, se obtuvieron 176 estaciones positivas

(23%), las cuales estuvieron distribuidas principalmente entre las latitudes 18°23' y 23° 17' S. observándose una mayor concentración de huevos asociadas al área entre los 21°00' y 22° 00' latitud sur aproximadamente. Entre los 24°00' y 26°00' S. se encontraron sólo dos estaciones positivas. El valor de P_0 estimado fue de 25,7 huevos/0,05 m² día (D.S: 4,72; C.V.: 0,18). El valor de P_0 indicó que la producción total de huevos en el área de desove fue de $1,76609 \cdot 10^{13}$ con una varianza igual a $1,5303 \cdot 10^{13}$. La producción diaria de huevos para el total del área disminuyó notoriamente (56% respecto a 1995), en comparación a lo reportado para años anteriores, a pesar del aumento considerable en el área e intensificación en el muestreo, siendo concordante con la menor proporción de estaciones positivas y abundancia total de huevos en comparación a 1995. Se confirma que la zona del Río Loa es el más importante foco de desove de la anchoveta de la zona norte

La tasa de mortalidad diaria de huevos se estimó en 0,41 (D.S.: 0,137; C.V.: 0,33). Esta mortalidad sugiere que diariamente muere el 34,0% de los huevos producidos, valores que están dentro del rango para el género y en particular para *Engraulis ringens* presente en el norte de Chile.

En relación a los adultos, el mínimo de lances se cumplió en el área norte (Coray I), situación que no se pudo lograr en el área sur, debido a la baja disponibilidad del recurso presente en la zona durante el período de muestreo, en donde los 12 lances efectivos realizados por el Mar Caribe, 2 correspondieron al área sur y los 10 restantes se realizaron en el área norte a su regreso al puerto base Arica. La baja presencia de adultos en el área sur coincidió con la baja concentración de huevos, corroborando las observaciones en el sentido a que el recurso estaba sobredisperso y distribuido al norte de Antofagasta. A este respecto no existen antecedentes precisos que permitan explicar la baja densidad del recurso al sur de Antofagasta. De los 200 ejemplares muestreados de cada lance para proporción sexual, se obtuvo un total de 2810 hembras y 3674 machos. El análisis histológico de las 30 primeras hembras maduras determinó un fuerte predominio de hembras en estadio IV (60,9%), V (15,8%) y VI (19,7%), lo que puso de manifiesto que los muestreos se realizaron durante la época de máxima actividad reproductiva de la anchoveta presente en las regiones I y II. La fracción diaria de hembras desovantes estimada para el período en base a la presencia de FPO de día 1 fue de 0,188 con una varianza de 0,000977 (C.V.: 0,166); y en base a la presencia de FPO de día 2 fue de 0,159 con una varianza de 0,000804 (C.V.: 0,178). El test t pareado

para probar la independencia de las estimaciones en base a los FPO de día 1 y 2, entregó que no existen diferencias entre éstos ($t_{\text{calc.}} = 0,7396$; $t_{\alpha,30} = 2,04$), por lo que se combinaron (FPO 1 + FPO 2) con el fin de duplicar el tamaño muestral y reducir la varianza, resultando en una fracción desovante de 0,174 con una varianza de 0,000477 (C.V.: 0,126). El peso promedio de hembra madura para el total de lances fue de 30,04 gr con una varianza de 0,5726 (C.V.: 0,025). La proporción en peso de las hembras fue de 0,458, con una varianza de 0,0013 (C.V.: 0,07727). La fecundidad parcial, se estimó mediante el conteo de ovocitos hidratados, encontrándose que el modelo lineal con el peso corporal como variable independiente fue el que presentó el mejor ajuste y menor cuadrado medio del error (MSE), estimándose la fecundidad parcial promedio poblacional en 19658 ovocitos, con una varianza de 318400 (C.V.: 0,029). De esto, los parámetros adultos que no presentaron mayores cambios respecto a 1995 para el estimado final de la biomasa fueron el peso promedio (W), la proporción sexual (R) y la fracción desovante (f), en cambio la fecundidad parcial (E) mostró variaciones interanual.

Finalmente, durante el período de máxima actividad reproductiva, la biomasa desovante de la anchoveta presente en la I y II regiones fue estimada en 568411 toneladas con una varianza de 2,5736 E+10 (C.V.: 0,28). Los límites de confianza para la biomasa se estimaron en 301034 y 955378 toneladas.

INDICE

RESUMEN EJECUTIVO

INTRODUCCIÓN 1

ANTECEDENTES 3

OBJETIVO GENERAL 17

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 17

MATERIALES Y MÉTODOS 18

 Época de prospección 20

 Parámetros asociados a huevos 22

 Parámetros asociados a adultos 30

RESULTADOS

 Determinación de la época de máxima actividad de desove 45

 Parámetros asociados a huevos 45

 Parámetros asociados a adultos 47

DISCUSIÓN 51

CONCLUSIONES 61

RECOMENDACIONES FINALES 62

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 63

ANEXO 1: Condiciones oceanográficas y su influencia sobre la distribución de huevos.

ANEXO 2: Estandarización de metodologías aplicables en la evaluación de stock desovante de anchoveta **Engraulis ringens**, en base al método de producción diaria de huevos.

ANEXO 3: Figuras

ANEXO 4: Tablas

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

- Tabla 1: Desembarques artesanales e industriales por período y puerto en la I y II regiones durante julio y agosto de 1996 (*cierre de la veda).
- Tabla 2: Registro de las zonas de pesca, embarcaciones, número de hembras (NH), número de machos (NM) e IGS con sus respectivos estadísticos, durante el monitoreo 1996.
- Tabla 3: Escala macroscópica de madurez sexual para anchoveta, elaborada por Serra (1976).
- Tabla 4: Clasificación de los huevos por estadios de desarrollo embrionario.
- Tabla 5: Track de los cruceros de adultos de anchoveta.
- Tabla 6: Caracterización de los estadios ováricos de peces pelágicos (Wallace y Selman, 1981; Hunter y Macewicz, 1985).
- Tabla 7: Caracterización histológica de los folículos postovulatorios (FPO) (Hunter y Goldberg, 1980 ajustados para *E. ringens*).
- Tabla 8: Estados de madurez microscópicos (EMM) para el total de hembras muestreadas durante el período de estudio.
- Tabla 9: Resumen de promedios por lances de: Longitud total (cm), fecundidad parcial (n), peso corporal (gr), número de hembras maduras, número de hembras hidratadas (HH), número de hembras con FPO 1, FPO 2, FPO 0, y peso total, de las primeras 30 hembras maduras. Número de machos y hembras del muestreo de proporción sexual y peso total (gr) promedio de los 30 primeros machos.
- Tabla 10: Resultados del análisis de regresión entre el peso total y corporal para corrección de hembras hidratadas

- Tabla 11: Registros individuales de la longitud total en cm. (LT), peso total en gr. (PT), peso ovario en gr. (PG) y fecundidad parcial (FEC) de hembras hidratadas por lance.
- Tabla 12: Resultados de análisis de regresión para los modelos ajustados entre la fecundidad parcial con el peso corporal y la longitud total.
- Tabla 13: Fecundidad relativa (ov./g de peso corporal) promedio total y por estratos de peso corporal (g) y longitud total (cm).
- Tabla 14: Parámetros del método de producción de huevos determinados para la especie del género *Engraulis*. (P_o * A: Producción diaria de huevos en el área del crucero; W: Peso promedio de hembras maduras; F: Fecundidad parcial; R: Proporción de hembras; S: Fracción de hembras desovantes; B: Biomasa desovante; VAR: Varianza; CV: Coeficiente de variación.
- Tabla 15: Resumen estadístico de las condiciones oceanográficas observadas durante agosto de 1996 entre Arica (18° 30' L.S.) y Taltal (26°03' L.S.). TSM: temperatura superficial del mar (°C); SSM: salinidad superficial del mar (PSU); T-10: temperatura (°C) a 10 metros de profundidad; T-50: temperatura (°C) a 50 metros de profundidad; S-50: salinidad (PSU) a 50 metros de profundidad.
- Tabla 16: Coeficientes de correlación de Spearman entre variables oceanográficas y la abundancia de huevos de *Engraulis ringens* durante agosto de 1996 entre Arica (18° 30' L.S.) y Taltal (26°03' L.S.). TSM: temperatura superficial del mar (°C); SSM: salinidad superficial del mar (PSU); T-10: temperatura (°C) a 10 metros de profundidad; T-50: temperatura (°C) a 50 metros de profundidad; S-50: salinidad (PSU) a 50 metros de profundidad; delta: diferencia de temperatura (°C) entre superficie y 50 metros (los valores mayores a 0,09 son significativos a un nivel de 5%); huevos: concentración de huevos (N° 0,05 m⁻²).

- Figura 1: Estaciones realizadas en el crucero de prospección de huevos en 1996.
- Figura 2: Promedio diario del índice gonadosomático (IGS) y porcentaje de hembras maduras (HM), durante el período junio- julio de 1996.
- Figura 3: Distribución geográfica de estaciones positivas y abundancia relativa de los huevos de anchoveta (huevos/0,05 m²).
- Figura 4: Isolíneas de abundancia relativa de huevos (N°/0,05m²) de anchoveta.
- Figura 5: Área considerada como de desove (área sombreada). El área no sombreada corresponde al estrato cero.
- Figura 6: Distribución de frecuencia de edades del total de huevos de anchoveta colectados en el área del crucero, agrupados a intervalos de medio día.
- Figura 7: Posiciones del track realizados durante el crucero de adultos de anchoveta.
- Figura 8: Distribución geográfica de los lances efectivos de pesca de anchoveta.
- Figura 9: Distribución de frecuencia de tallas (LT) de los especímenes capturados en los lances de pesca durante la campaña 1996.
- Figura 10: Distribución de frecuencia de tallas (LT) de los especímenes capturados en los lances de pesca realizados en la zona norte y sur durante la campaña 1996.
- Figura 11: Frecuencia relativa de los estados de madurez microscópicos de anchoveta.
- Figura 12: Valores observados y estimado de la relación longitud total-fecundidad parcial en anchoveta.

- Figura 13: Valores observados y estimado de la relación peso corporal-fecundidad parcial en anchoveta.
- Figura 14: Distribución de temperatura (°C) superficial durante agosto de 1996.
- Figura 15: Distribución de salinidad (PSU) superficial durante agosto de 1996.
- Figura 16: Índice de estratificación térmica (°C) obtenido de la diferencia de temperatura entre superficie y 50 m, durante agosto de 1996.
- Figura 17: Distribución de temperatura (°C) a 50 m durante agosto de 1996.
- Figura 18: Distribución de salinidad (PSU) a 50 m durante agosto de 1996.
- Figura 19: Sección costa-océano de temperatura (°C) y salinidad (PSU) a los 24°50' 00 Latitud Sur, zona de Taltal.
- Figura 20: Sección costa-océano de temperatura (°C), salinidad (PSU) y abundancia de huevos a los a los 20°50' 00 Latitud Sur, zona de El Loa.
- Figura 21: Sección costa-océano de temperatura (°C), salinidad (PSU) y abundancia de huevos a los 18°50' 00, zona de Arica.
- Figura 22: Perfiles temperatura y salinidad.

INTRODUCCIÓN

La anchoveta (*Engraulis ringens*), sostuvo una intensa pesquería monoespecífica, que llegó a representar por sí sola, un 20% de la captura total mundial (Cañón, 1978), siendo hoy en día el recurso principal y sostenedor de la actividad pesquera en la zona norte de Chile, debido a la situación de colapso que afecta al stock de sardina española (*Sardinops sagax*) y a los moderados niveles de captura de jurel (*Trachurus symmetricus*).

Los métodos de evaluación indirecta, como el actual Análisis Secuencial de Poblaciones (ASP) en el caso de la anchoveta presenta grandes limitaciones, debido a que el stock desovante depende fundamentalmente del reclutamiento dentro del primer año de vida, además requiere de información previa, tal como series históricas de desembarques y de captura por unidad de esfuerzo, y aún en su aplicación éste requiere de información de evaluaciones directas en el proceso de calibración. Un método de evaluación directa aplicado en la anchoveta, ha sido el hidroacústico, sin embargo además del costo que involucra, no es recomendable para este tipo de recurso debido a su distribución muy costera (sesgo de orilla) y a la ubicación de los cardúmenes en los primeros metros de profundidad (zona muerta para los transductores), además del supuesto de una correcta e inequívoca identificación de ecos y de mezcla de especies en los cardúmenes.

Adicional a la estimación de biomasa, esta metodología genera una gran cantidad de información que no se puede obtener desde otras fuentes. Así, es posible determinar tasas de mortalidad de huevos y larvas tempranas. El método ha permitido determinar también las grandes diferencias que se presentan, año a año en parámetros tales como mortalidad de huevos, fecundidad y frecuencia de desoves (Lasker, 1985).

El estudio que se informa, es parte de una problemática de gran incidencia para la zona norte de Chile. La Universidad Arturo Prat y la Universidad de Antofagasta, como entes regionales consideraron, que dada la relevancia de este proyecto en el desarrollo de la investigación pesquera nacional y en particular para la zona norte, su participación en la elaboración, ejecución y análisis de la información biológica generada por éste, por cuanto tiene un significativo valor para su desarrollo institucional.

ANTECEDENTES

La biomasa de un stock de peces puede ser estimada a través de la abundancia o intensidad de su desove. Esta idea, propuesta inicialmente por Hensen y Apstein (1897 **vide** Hunter y Lo, 1993), a llevado al desarrollo de métodos ictioplanctónicos actualmente en uso a nivel mundial para estimar y monitorear la abundancia de peces. En nuestro país, el Método de Producción Diaria de Huevos (MPH) ha sido aplicado con éxito en tres oportunidades en la anchoveta **Engraulis ringens** de la zona norte (Rojas y Oliva, 1993; Claramunt et al., 1996), existiendo interés por aplicar esta metodología en otras especies pelágicas en Chile (Plan investigación FIP 1996, 1997). Para la elección y posterior aplicación de algún método basado en los productos del desove de un stock, se debe tener claridad respecto de la biología reproductiva de la especie. Al respecto, es interesante notar que en especies con similar biología reproductiva se han aplicado distintas metodologías, aunque violando ciertas premisas fundamentales que cuestionan sus resultados, además que en algunas estimaciones de los parámetros por técnicas estadísticas disímiles se dificulta o se hace imposible las comparaciones.

Al mencionar los métodos ictioplanctónicos para estimar biomasa, debemos distinguir sus distintas variantes de acuerdo a la biología de las especies en estudio. Hunter y Lo (1993), señalan los distintos métodos de evaluación, a saber, Método de Producción Anual de Huevos (MPAH), Método de Producción Anual Larval (MPAL), Método de Producción Diaria de Huevos (MPH), Método de Reducción Diaria de la Fecundidad (MRDF) y Método de Producción de Huevos Inverso (MPHI).

La relación fundamental entre la prospección ictioplanctónica y la biomasa en desove de un determinado stock es:

$$B = \frac{P}{C}$$

donde B es la biomasa desovante, P es la estimación censal de la producción de huevos y C es la capacidad de producción de huevos de una unidad de peso del stock (Smith y Richardson, 1979). La producción de huevos está determinada por la fecundidad de las hembras maduras expresada en términos de huevos producidos por unidad de tiempo y de peso y la proporción, en peso, que forman las hembras en desove del stock maduro, en el transcurso de tiempo en que se estimó la abundancia de huevos en el mar. Existen diversos enfoques, que en el caso de P se refieren principalmente a consideraciones de tipo estadístico. Por otro lado, las variantes en la estimación de C están (o debieran estar) referidas a la biología reproductiva de la especie.

En primer lugar, y con el fin de adoptar una clasificación de estos métodos, se debe distinguir aspectos de la biología reproductiva de la especie en estudio. Los peces pueden tener desove total o fraccionado, esto es, pueden madurar y desovar una sola tanda de ovocitos (e.g. salmones) o pueden tener varios desoves, correspondiendo en este caso a desovadores múltiples (e.g. anchoveta, jurel). Los desovadores múltiples, a su vez, pueden presentar fecundidad determinada o indeterminada, esto es, el número de ovocitos a ser desovados durante la estación reproductiva es fijada al comienzo de ésta (determinada) o los ovocitos son madurados y desovados en forma continua durante la estación reproductiva (indeterminados). Por tanto, en peces con fecundidad determinada es posible estimar su fecundidad total anual, contabilizando el número de ovocitos vitelados al comienzo de la estación reproductiva. Sin embargo, en los peces con fecundidad indeterminada esto no es posible de realizar en forma simple. Finalmente, un caso particular de evaluación por estos métodos se da en aquellos peces que depositan sus huevos en el sustrato (e.g. arenque *Clupea harengus*).

Las consideraciones biológicas mencionadas, son de fundamental importancia al momento de escoger un tipo de método de evaluación. Estando documentados en la literatura, errores cometidos hasta la década de los 80, en que no se consideraba el carácter indeterminado de la fecundidad en la mayoría de los peces pelágicos (Hunter y Leong, 1981).

El descubrimiento de Moser (1967), en cuanto a que los folículos post-ovulatorios

(estructuras ováricas que evidencian desoves recientes) pueden ser utilizados para estimar el tiempo de desove, condujo al desarrollo del método de producción de huevos, el que permite realizar evaluaciones instantáneas, directas y absolutas de biomasa. Esta metodología permite estimar todos los parámetros involucrados, a partir de una sola campaña, la que puede requerir a lo más dos embarcaciones, reduciendo significativamente los costos de prospección.

Las ventajas adicionales del método de producción de huevos incluyen:

- Obtención de un estimado instantáneo de la producción de huevos y de la biomasa desovante, gracias al uso de a lo más dos buques, lo que implica significativa reducción en costos de operación, al compararse con otras metodologías de evaluación.
- Cada factor en los estimados de biomasa, es derivado junto con sus estimadores de precisión, a partir de una interpretación biológica y no es dependiente de estimadores históricos o índices de abundancia.
- Los niveles de precisión de cada parámetro y del estimado final de biomasa puede ser estimado.

Estas ventajas, indudables al definir una metodología que genere información con el menor sesgo, están sujeta a algunas desventajas tales como:

- Distribución por parches de los huevos (sobredispersión)
- Corto periodo de residencia de los huevos en el mar, en comparación con las larvas.
- Necesidad de definir con claridad los límites geográficos del área de desove.

Estas desventajas son efectivamente anuladas al programar un crucero con adecuada resolución espacial y temporal. Uso de redes de pequeño tamaño (red CalVET), diseñada

específicamente para muestrear huevos de anchoveta del norte **Engraulis mordax** (Smith et al., 1985), permite obtener numerosas y pequeñas muestras, lo que reduce inmediatamente la alta varianza asociada a los modelos de distribución sobredispersos, en los que la relación varianza-promedio supera la unidad.

Adicional a la estimación de biomasa, esta técnica genera una gran cantidad de información que no se puede obtener desde otras fuentes. Así, es posible determinar tasas de mortalidad de huevos y larvas tempranas. El método ha permitido determinar también las grandes diferencias que se presentan, año a año, en parámetros tales como mortalidad de huevos, fecundidad y frecuencia de desoves (Lasker, 1985).

El método de producción de huevos es aplicable a aquellos recursos que cumplan los siguientes requisitos:

- el pez debe ser un desovante múltiple
- los huevos deben ser pelágicos
- los huevos deben ser capturables por una red de plancton en los límites superiores, sin pérdidas apreciables por extrusión.
- tanto peces desovantes como no desovantes deben estar disponibles para las artes de muestreo.

Este método ha sido exitosamente utilizado en distintas especies del género **Engraulis** y **Sardinops**. Es así que aplicaciones del método de producción diaria de huevos realizadas en **Engraulis mordax** de California entre 1980 y 1985 por autores como Stauffer y Picquelle (1980); Picquelle y Hewitt (1983a); Picquelle y Hewitt (1983b); Hewitt (1985) y Bindman (1986) indican estimados de biomasa desovante que fluctúan entre $309 \cdot 10^3$ (en 1984) y $870 \cdot 10^3$ toneladas (en 1980) con C.V. entre 0,17 (en 1984) y 0,26 (en 1982).

Para los períodos 1985 - 1990, Shelton et al. (1993) reportan para **Engraulis capensis** de Sudáfrica estimados de biomasa desovante entre $513 \cdot 10^3$ (1989) y $2048 \cdot 10^3$ (1988).

Los menores estimados de biomasa desovante descrito por la literatura corresponden a los stocks de **Engraulis encrasicolus** llevados a cabo por Sanz et al. (1989); Santiago y Sanz (1989); Motos y Santiago (1990) y Motos y Uriarte (1991) durante el periodo 1987-1990 en la Bahía de Biscay siendo valores que fluctuaron entre $11,9 \cdot 10^3$ (C.V.=0,41) y $97,2 \cdot 10^3$ (C.V.=0,17). En el Mediterráneo occidental, Palomera y Pertierra (1993) estiman una biomasa de $4,2 \cdot 10^3$ (C.V.=0,26).

La biomasa desovante correspondiente a **Engraulis anchoita** del Atlántico Sur estimada entre los años 1993 y 1995 por Sánchez et al. (1996) fluctuó entre $1684 \cdot 10^3$ toneladas (C.V.=0,75) y $2150 \cdot 10^3$ toneladas (C.V.=0,87) para el stock norte, en cambio los estimados del stock sur fueron de menor magnitud, entre $1075 \cdot 10^3$ toneladas (C.V.=0,52) y $708 \cdot 10^3$ toneladas (C.V.=0,93).

En las zonas norte y centro del Perú, Santander et al. (1984) aplicaron por primera vez el método de producción diaria de huevos en el año 1981, estimándose una biomasa desovante de $1204 \cdot 10^3$ toneladas (C.V.=0,28). La exitosa experiencia se realizó por segunda vez en 1985 por Santander y Maldonado (1985) registrándose en esas zonas la mayor estimación para el género $8575 \cdot 10^3$ toneladas. Posteriores evaluaciones en las costas peruanas han sido llevadas a cabo en la presente década por Guzmán et al. (1995) y Ayón (1996) durante los años 1990 ($2139 \cdot 10^3$), 1994 ($6859 \cdot 10^3$), y 1995 ($5910 \cdot 10^3$).

En la zona norte de Chile Rojas y Oliva (1993) estiman por primera vez la abundancia del stock parental en 1992, utilizando el método de producción de huevos, encontrando una biomasa igual a 1052 toneladas con coeficientes de variación de 0,19. En 1995 y 1996 Claramunt et al. (1996, 1997) estiman una biomasa desovante igual a 1223 (C.V.= 0,38) y 568 (C.V.= 0,28).

También ha sido aplicado en *Sardinops sagax* por Lo et al. (1996). Para complementar lo anterior, Alheit (1993) entrega la siguiente lista de aplicaciones del método en el mundo:

Especie	Ecosistema	Años	Autores
<i>Engraulis mordax</i>	California	1980-1985	Bindman, 1986
<i>Engraulis ringens</i>	Perú	1981, 1985, 1990	Santander et al., 1984
<i>Engraulis capensis</i>	Sud Africa	1985-1990	Shelton et al., 1993
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Bahía de Biscay	1987-1990	Motos y Santiago, 1990
	Mediterráneo	1990	Palomera pers. comm.
<i>Encrasicholina purpurea</i>	Hawai		Somerton et al., 1993
<i>Sardinops sagax</i>	Perú	1985, 1990	Carrasco pers. comm.
<i>Sardina pilchardus</i>	Norte España	1988, 1990	Perez et al., 1989
	Portugal	1988	Cunha et al., 1989
<i>Sardinella brasiliensis</i>	Brasil	1987	Matsuura, pers. comm.

La estimación de la producción diaria total de huevos en el área de desove (P) por los adultos desovantes se deriva a partir de la regresión del conteo de huevos sobre la edad, a través del modelo exponencial de mortalidad, el cual asume una tasa de mortalidad constante.

El modelo asume que todos los huevos son desovados y fertilizados a un instante, que tienen una tasa constante de mortalidad y que el muestreo fue representativo e incluye todas las áreas donde se pueden encontrar los huevos.

Para obtener la producción diaria total de huevos del área de desove (P) se requiere entonces realizar una estimación estadística de los parámetros P_0 y Z. La precisión en la estimación de estos parámetros influirá directamente en la precisión del estimador de P, por lo cual las consideraciones, presunciones y robustez, tanto en el diseño de muestreo de la abundancia de huevos y sus edades, como en las técnicas estadísticas disponible para evaluar la función (1), son de crítica relevancia (Claramunt et al., 1996).

En primer lugar, se debe contar con la escala de desarrollo embrionario de huevos, que en el caso de *E. mordax* se utiliza una escala de 11 estadios dada por Mosser y Ahlstrom (1985), la cual también ha sido aplicada a *E. ringens* por Santander et al. (1984), Rojas y Oliva (1993) y Claramunt et al. (1996, 1997) y para *S. sagax* por Lo et al. (1996). Esta escala de estadios de desarrollo debe estar en el momento de la evaluación, ya que está íntimamente ligada a la asignación de edades para la estimación de P_0 .

La estimación de la edad para cada estadio se realiza a través de una función de la temperatura ambiental al momento de la captura, para lo cual se debe contar con un modelo temperatura dependiente que represente adecuadamente el lapso de tiempo de un estadio a otro (Según la escala de desarrollo adoptada). La temperatura utilizada corresponde generalmente a los 10 m de profundidad, como se sugiere en Santander et al. (1984). Este es un aspecto crítico en la aplicación del método de producción de huevos, ya que considerando que la tasa de desarrollo embrionario constituye un parámetro del ciclo de vida de las especies, es difícil suponer que ésta sea uniforme, aún en especies muy relacionadas (Kamler, 1992), por lo que la función de desarrollo de huevos temperatura-dependiente debería ser establecida para cada especie. Al respecto, es necesario recalcar que las funciones que se están utilizando en Chile y Perú para *E. ringens* son las reportadas por Lo (1985) para *E. mordax*, lo que puede tener repercusiones en los estimados no investigados (Claramunt et al., 1996). El modelo descrito por Lo (1985) corresponde a una función exponencial combinada para todos los estadios de desarrollo.

Luego de asignada la edad "absoluta" en función de la temperatura y el estadio de desarrollo, debe ser adoptada un hora de inicio o tiempo cero, esto es, la hora del periodo diario en que se puede asumir que todos los huevos son desovados, que a modo de ejemplo en *E. ringens* es la hora del pico de desove considerada como las 22:00 h, siguiendo la metodología de Santander et al. (1984), la cual se ha derivado de la información disponible para *E. mordax* (Stauffer y Picquelle, 1985), que estrictamente debiera ser estimada para cada stock, aunque no es crítico en los estimados de biomasa (Lo, com. pers.). Sin embargo, existen evidencias que indicarían que *E. ringens* del norte de Chile desovaría entre las 23:00 y 24:00 horas (M. Oliva, com pers.). Sánchez et al. (1996)

reportan para *E. anchoita* que la "hora cero" sería alrededor de las 21:00 h. Una vez adoptado este punto inicial, la edad de los huevos (en días) se calcula haciendo uso de las curva edad-temperatura y ajustando la edad por la porción del día desde la "hora cero" (e.g. 22:00 h) previas hasta el momento de la colecta para el día mas cercano, para lo cual Lo (1985) entrega un procedimiento "automatizado", esto es, que se obvia la subjetividad del investigador en leer la edad a través de gráficas, como en el caso de Santander et al. (1984) y Rojas y Oliva (1993).

De acuerdo a Stauffer y Picquelle (1985), mientras más extenso es el periodo de eclosión (temperatura-dependiente), entonces mayor es la varianza introducida por efecto de traslape de grupos modales de edad y por el efecto de la eclosión de huevos. De manera tal que es aconsejable fijar un límite de edad y truncar la serie de datos hasta ese límite superior con el objeto de aumentar la precisión y así evitar que otros factores mas allá de la mortalidad afecten la estimación de la producción diaria. Por otra parte, el periodo de desove ocurre en un rango de 8 horas, de tal manera que la abundancia de huevos con edades inferiores a 8 horas puede ser afectada por reclutamiento incompleto de huevos (Armstrong et al., 1988), así también es conveniente definir un límite superior de edades para la estimación de P_0 . Con estas consideraciones, en términos generales, la estimación de P_0 se realiza incluyendo los datos de densidad entre los rangos de edad de 9 a 60 horas (esto debe ser estudiado para cada especie en particular).

Para el ajuste de la función de estimación de P_0 (decaimiento exponencial, ecuación 1), se han utilizado dos metodologías principales. Algunos consideran la linealización de la ecuación (1), por ejemplo en su versión logarítmica, o alternativamente promediando los contajes de huevos sobre intervalos de tiempo de igual longitud. Para ello se requiere un mínimo de 3 intervalos de tiempo, usualmente se aplican 5 intervalos de 12 h (Santander et al., 1984; Rojas y Oliva, 1993; Guzmán et al., 1995; Ayón, 1996). El problema con estas aproximaciones, linearización o intervalos de edad, es que en ambos casos la estimación de la varianza es sesgada (Picquelle y Stauffer, 1985), por lo que se recomienda utilizar la edad como variable continua para una aplicación directa de la ecuación, ya que las transformaciones implican una linearización del modelo, en donde los estimados y su varianza pueden no ser realistas (Picquelle y Stauffer, 1985). Se recomienda, por

tanto, estimar los parámetros P_0 y Z mediante un ajuste de regresión no lineal ponderada, utilizando el método de los mínimos cuadrados. Para ello se aplica algoritmo de Marquardt o Gauss-Newton, el cual permite optimizar la precisión de los estimadores de parámetros P_0 y Z , a través de un criterio de mínima variación residual para la convergencia y así permite obtener valores insesgados de la varianza asociada. Por otro lado, debido a las facilidades computacionales, hoy en día no se justifica la linearización de este tipo de modelos.

Lo *et al.* (1996) para incrementar el rango de edades para el ajuste de la curva de mortalidad y asumiendo que las tasa de mortalidad de huevos y larvas con saco vitelino es la misma, incluyen ambos para el ajuste de la función.

Un caso interesante es el reportado por Sánchez *et al.* (1996), quienes modelan la producción diaria de huevos mediante dos funciones exponenciales, una para cada intervalo de mortalidad, esto es, que ellos definen dos intervalos de desarrollo, uno desde la fertilización hasta la aparición del polo primitivo (Estadios I, II y III de la escala de Ciechomski y Sánchez, 1984) y otro desde el comienzo de la gástrula a la eclosión (Estadios IV al IX), los cuales tendrían tasa de mortalidad diferenciada, en donde la edad crítica t_c (el tiempo para completar el estadio III-A) varía de acuerdo a la temperatura, desde 18,3 a 24,4 horas desde la hora cero. Este modelo en dos fases provoca que la mortalidad en la primera fase sea mayor que en la segunda. Así, a modo, de ejemplo llegan a valores para 1995 de Z_1 de 0,1107 y 0,1807 y para Z_2 de 0,0113 y 0,0100 para las regiones norte y patagónica, respectivamente. Si bien, este enfoque matemático puede provocar un aumento en el grado de ajuste (coeficiente de correlación, cuadrado medio del error), resulta difícil entender que dada la alta dispersión natural de los datos, sea posible separar dos componentes. Por otro lado, tan disímiles valores de mortalidad para estadios de huevos tiene implicancias biológico poblacionales bastante importantes, por lo que debe estar refrendado por argumentos bastante sólidos. El asumir que estadios de desarrollo en las fases de huevos tengan tasas de mortalidad diferenciadas, es un punto bastante discutible.

Una alternativa para la estimación de P , más bien una aproximación, la utilizan Somerton

et al. (1993), los cuales no agrupan los huevos por estadio de desarrollo y por tanto tampoco asignan edades, siendo entonces la producción diaria de huevos estimada por:

$$P = \sum D_i V_i$$

donde D_i es la densidad estimada de huevos (huevos por volumen filtrado) y V_i es el volumen del estrato i . Volumen del estrato fue estimado como el producto de la superficie del estrato (medida en cartas de navegación) y la profundidad media (medida por ecosonda). Esta técnica o similar, puede ser una alternativa ante la imposibilidad de asignar adecuadamente la edad a los huevos.

La fecundidad parcial se determina, en la mayoría de los casos, de acuerdo al método gravimétrico descrito por Hunter y Goldberg (1985), Hunter et al. (1985) y Santander et al. (1984). Las muestras provienen de cada lance, preferentemente en las horas de la tarde, ya que es sabido que en la mayoría de los peces teleósteos la hidratación ocurre horas antes del desove (noche), para lo cual una vez completada la muestra para los otros parámetros de interés en el método, se continúa muestreando en forma dirigida a la colecta de hembras hidratadas, las que son preservadas en forma individual de forma de no tener pérdidas y mezcla de ovocitos. A todas las hembras hidratadas muestreadas, es necesario someterlas a análisis histológicos con el fin de descartar aquellas que presenten FPO, ya que indicarían pérdida de ovocitos por desove.

El Método de Producción de Huevos requiere la estimación de la fecundidad media poblacional (fecundidad modal), esto es, el número de ovocitos liberados por una hembra media representativa del total de la población de hembras maduras, para lo cual es necesario ajustar un modelo que explique los datos de fecundidad parcial en función de un parámetro corporal (Long, Peso corp.). Para E. ringens Santander et al. (1984), Rojas y Oliva (1993) y Claramunt et al. (1996) el mejor modelo lo encuentran con el peso corporal (Peso total descontado el peso del ovario). Según los resultados de Claramunt et al. (1996), la fecundidad parcial tanto en el modelo lineal y potencial presentan buen ajuste con el peso corporal, con una leve diferencia en los coeficientes de correlación, siendo, sin embargo, el modelo de

tipo lineal el que presenta el menor cuadrado medio del error (MSE). Por otro lado, tal como lo señala Hunter et al. (1985), el de tipo lineal es preferible en estas circunstancias debido a: 1) Explica mejor la variación que los modelos curvilíneos; 2) sus coeficientes de regresión tienen significado biológico; 3) para la estimación de producción de huevos, la fecundidad de los ejemplares en los extremos (grandes y pequeños) no es tan crítica como la de los en el rango medio, los que son bien explicados por el modelo lineal simple. Si bien, se prueba mediante análisis de regresión y pruebas estadísticas de validación el modelo de regresión (i.e. significancia del coeficiente de correlación, análisis de varianza, significancia de la pendiente e intercepto, análisis de residuos), lo que permite definir cuál es el modelo que explica mejor las variaciones de la fecundidad parcial. En la literatura se encuentran modelos de tipo lineal y de tipo potencial ajustados a la misma especie o pertenecientes al mismo género, lo que deja la impresión de que nuevamente estamos ante consideraciones únicamente de tipo estadístico, sin tomar en cuenta las implicancias biológicas (i.e. alometría en la relación peso ovario-peso corporal de las hembras). Así, por ejemplo, Guzmán et al. (1995), en el caso de la anchoveta peruana, ajustan un modelo potencial y Ayón (1996) encuentra un modelo lineal para el mismo stock.

El MPDH es el que presenta mayores ventajas comparativas frente al resto de los métodos de evaluación, las que se pueden resumir en que cada parámetro tiene interpretación biológica; se puede obtener una estimación de la varianza asociada a cada uno de ellos y al estimado final de biomasa; se necesita solamente un crucero; su aplicación continua permite confeccionar series de tiempo de muchas variables biológicas de los stocks, lo que ha traído nuevos aportes al conocimiento de su biología reproductiva (frecuencia de desove, fecundidad, etc) y tasas de mortalidad, particularmente cuando tales valores pueden ser comparados entre especies (Alheit, 1993).

El parámetro que más contribuye a la varianza del estimado final de biomasa (alrededor del 80%) es la producción diaria de huevos, por tanto, los mayores esfuerzos deben estar dirigidos a precisar este parámetro. Se debe contar con un información acabada de las principales áreas y períodos de desove para así planificar el crucero y la intensidad de muestreo. Hoy en día existe una alternativa de gran ayuda en este tipo de evaluaciones, como el muestreo adaptativo, pero que, sin embargo, en el caso particular de huevos presenta inconvenientes de tipo logístico, es decir, este tipo de muestreo requiere

conocer al momento (instantáneamente) la cantidad de huevos muestreados por la red, lo que a bordo de un barco en movimiento es bastante difícil, a no ser que se trate de una nave de gran envergadura. Por otro lado, debido a lo cercano de las estaciones (3 a 5 mn), el tiempo para procesar las muestras es bastante reducido. Si se logra superar estos inconvenientes, este tipo de muestreo sería de una gran utilidad.

Otra particularidad del muestreo de huevos lo constituye el hecho de que se adopta un diseño de transectas rígidas, para luego estimar la producción diaria de huevos mediante un modelo de regresión, lo que puede parecer una inconsistencia en el sentido de muestreos tipo diseño- o modelo-basados. En rigor, para la estimación de la producción diaria de huevos no se requiere un diseño basado en transectas, sino tan sólo un muestreo al azar bastaría. Para lo que se requiere el sistema de transectas es en la definición del área de desove (estrato positivo), para cuya definición se requiere un esquema fijo. Otro método que puede aportar valiosa información a la hora de diseñar o rediseñar un crucero es el análisis espacial de la distribución de huevos mediante técnicas geoestadísticas, ya sea por definición de distancias entre puntos de muestreo (estaciones) en sentido latitudinal o longitudinal, así como la posible aplicación en la estimación de la abundancia total de huevos por edades, siendo sin embargo un campo inexplorado hasta el momento en este tipo de estudios.

Uno de los elementos cruciales en la aplicación del Método de Producción Diaria de Huevos (aunque también en el Método Anual), es obtener un estimador confiable de la producción diaria de huevos. Las aplicaciones del MPDH a *E. ringens*, tanto en el norte de Chile como en Perú, han considerado que características biológicas de *E. mordax* son de directa aplicación a *E. ringens*. De este modo, se ha asumido que las funciones de desarrollo de huevos de *E. mordax* son aplicables a *E. ringens*. Esta sobre-simplificación ha obviado la necesidad de establecer las funciones de desarrollo, que son temperatura dependiente, para esta especie. Se hace de urgente necesidad llevar a cabo experimentos controlados que permitan definir las funciones de desarrollo de los huevos en función de la temperatura, única forma de acercarse a una correcta asignación de edad a los huevos.

Una situación similar a la anterior ocurre con la asignación de edades a los folículos

postovulatorios, los que también derivan de criterios para *E. mordax*. Si bien el aporte a la varianza total de este parámetro no es tan relevante, se desconoce el efecto de variaciones interespecíficas.

Dado que el modelo asume que los parámetros se mantienen constantes durante el período que dura el proceso de toma de muestras, entonces resulta altamente aconsejable diseñar un sistema de muestreo que tienda a minimizar la duración del crucero (p.ej. mediante la utilización de más de dos embarcaciones).

Finalmente, si bien estos tipos de estudios están enfocados a la evaluación de biomasa desovante con fines de administración pesquera, la información anexa es muy valiosa en términos del conocimiento biológico de estadios tempranos y reproductivos de las especies, por lo que es recomendable persistir en su aplicación de forma de generar una serie de tiempo. Al respecto, por ejemplo, este tipo de información permitiría el establecimiento de biomasa desovante mínimas de resguardo para tender a evitar fallas en el reclutamiento, es decir como punto de referencia biológico, lo que está ampliamente discutido y recomendado para especies desovadores múltiples y de rápido crecimiento como los clupeoideos, para cuya definición precisa se necesita contar con la información que aporta este tipo de investigaciones. Así, en otros países, las estimaciones de biomasa desovante han sido directamente usadas para fijar cuotas de captura en *Engraulis capensis* (e.g. Priede y Watson, 1993), también ha sido usada para calibrar estimaciones de análisis secuencial de poblaciones en *Sardinops sagax* (Deriso et al, 1996). Un punto a favor es que en Sudáfrica se utilizó los resultados de biomasa desovante en corregir las estimaciones de hidroacústica cuando no contaban con información acerca de la precisión y aplicabilidad de la expresión de fuerza de blanco ("target strength", el cual en términos simples es el que permite convertir los valores de intensidad de eco en densidad de peces) (Hampton, 1996). En general, el método hidroacústico presenta una baja precisión para anchoveta como consecuencia de los sesgos de orilla, de zona muerta, además de exigir una inequívoca identificación de los ecotrazos y de mezcla de especies en los cardúmenes. La escasa precisión de la evaluación hidroacústica para anchoveta, queda dramáticamente demostrada al considerar que la evaluación hidroacústica realizada en 1993 entre Arica y Caldera (resultados Proyecto FIP 93-01) arrojó una biomasa de 137.930 toneladas, mientras que el total desembarcado ese mismo año fue de 1.472.929

toneladas (Sernap, 1993). Los desembarques ocurridos sólo en Arica, Iquique y Tocopilla totalizan para el mismo periodo de evaluación hidroacústica, 141.624 ton, es decir las capturas superaron a la biomasa total estimada para el área. En 1995 se repite esta situación, el método hidroacústico estima una biomasa de 295.700 para la zona Arica- Punta Amarilla entre agosto y septiembre (FIP 95-03). La captura total, entre Agosto - Diciembre para las regiones I y II alcanzó a 293.951 toneladas (Sernap 1995). Más aún, el Método de Producción Diaria de Huevos estimó para 1995, un total de 1.223.515 toneladas para el área comprendida entre la frontera norte y los 25° (FIP 95-01). Estos antecedentes demuestran claramente que un método paralelo tal como el hidroacústico no robustece el estimado de biomasa por el método de producción de huevos, sino que este último podría ser utilizado para corregir los estimados por hidroacústica.

Sin ánimo de defender uno u otro método (MPDH o Hidroacústica), lo cierto es que el contar con dos estimaciones independientes, son de una tremenda importancia para la administración pesquera, más aún cuando se utilizan para calibrar métodos indirectos, en donde generalmente el estimado directo se asume sin sesgo, situación que refuerza la conveniencia de estimados independientes, más aún cuando uno puede apoyar al otro en su calibración.

OBJETIVO GENERAL

Cuantificar mediante la aplicación del Método de Producción de Huevos la biomasa desovante de anchoveta, comprendida entre la zona costera hasta las 60 mn en sentido longitudinal y desde el límite norte de la República hasta los 26°03' L.S.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar la proporción de estados de madurez microscópico y estimar la fracción diaria de hembras desovantes de anchoveta y su varianza asociada.
- Estimar la fecundidad parcial en función del peso corporal y el modelo de regresión correspondiente a esta relación, así como la fecundidad media poblacional y su varianza asociada.
- Estimar la producción diaria de huevos en el mar, su varianza asociada y la tasa de mortalidad diaria de los huevos.
- Estimar el peso promedio de hembras, la proporción numérica entre los dos sexos con sus respectivas varianzas.
- Estimar la biomasa del stock desovante de anchoveta y su varianza asociada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Generalidades del método de producción de huevos (MPH).

De acuerdo con Parker (1985), la producción de huevos (P) debe ser igual a la biomasa de hembras que producen esos huevos por la fecundidad media por desove, según:

$$P = (B * R') * E'$$

donde: B = biomasa del stock en estudio.
 R' = proporción del stock que corresponde a hembras que producen huevos (hembras desovantes).
 E' = número de huevos desovados por desove por unidad de peso (gr) de las hembras.

En su forma actual, esta ecuación es aplicable sólo cuando cada hembra madura desova una vez durante el intervalo de tiempo en que la producción es medida. En este caso, R' deriva simplemente en R, la proporción sexual estimada a partir de la biomasa. R' incluye dos componentes, la proporción sexual R y la fracción de hembras (f) que desovan en un período de tiempo determinado, los que se relacionan según:

$$R' = R * f$$

Parker (1980) demostró que la frecuencia de desoves (f) puede ser estimada si se cumplen tres condiciones:

- Existe una característica que permita indicar cuando tendrá o cuando tuvo lugar el desove.
- El período de tiempo durante el cual la característica permanece detectable, puede ser estimado.
- La tasa (o frecuencia) de desove permanece constante a través del período de muestreo durante el cual f es estimado.

Bajo estas condiciones, la estimación de P puede replantearse en términos de proporción sexual y frecuencia de desoves, según:

$$P = B * R * f * E'$$

entonces, la biomasa desovante puede estimarse directamente de:

$$B = P / (R * f * E')$$

la cual es una ecuación convencional que relaciona la biomasa desovante con la producción de huevos. Esta fue modificada por Stauffer y Picquelle (1980) para su aplicación a *Engraulis mordax*, basando la ecuación sobre un estimado diario de producción y fracción desovante, según:

$$B = P_0 * A * (k * W) / (R * E * f)$$

Donde:

- B: Biomasa desovante (ton. métricas).
- P₀: Producción diaria de huevos. (huevos producidos por 0.05m² por día).
- W: Peso promedio de hembras maduras (gr).
- R: Proporción sexual: proporción de la población que corresponde a hembras maduras, por su peso.
- E: Número de huevos desovados por hembra madura por desove.
- f: Fracción de hembras maduras desovantes por día.
- A: Área total estudiada (en 0.05 m²).
- k: Factor de corrección de gramos a toneladas métricas.

Época de Prospección

Determinación de la fecha de inicio de los cruceros.

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos se realizaron cruceros de prospección de huevos y captura de adultos de anchoveta en la I y II Regiones. Con la finalidad de asegurar simultaneidad temporal y espacial entre los muestreos de huevos y adultos, se utilizaron 4 barcos simultáneos (2 BI y 2 PAM) cubriendo el área total de desove desde sus latitudes extremas, lo cual resultó en un amplio despliegue logístico, pero que debería redundar en una mayor precisión de la estimación de los parámetros, al reducirse el efecto de la variación temporal. Por tal motivo la Subsecretaría de Pesca y el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada, autorizaron a la Universidad Arturo Prat, mediante Resolución N° 1427 del 02 de agosto de 1996 a realizar pesca de investigación dirigida al recurso anchoveta, y a la Universidad de Antofagasta, ha realizar estudios oceanográficos mediante Ordinario SHOA N° 13270/55 del 25 de julio de 1996. Con el fin de que el crucero coincidiera con el período de máxima actividad reproductiva, su inicio fue definido en base a un monitoreo reproductivo de las capturas.

Cabe destacar que mediante el Decreto Exento N° 160 del 29 de julio de 1996 del Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción se estableció veda reproductiva para el recurso anchoveta entre el paralelo 19°30' L.S. y el límite sur de la segunda región, entre el 01 y 21 de agosto de 1996.

Determinación de la época de máxima actividad de desove

El período de máxima actividad de desove se estableció en base a un monitoreo reproductivo macroscópico, a través de muestreos diarios de anchovetas sexualmente maduras. La concentración de la flota en el límite norte de la República, recomendó concentrar el esfuerzo de muestreo reproductivo en base a descargas en el puerto de Arica, ya que en los puertos restantes (Iquique, Tocopilla y Mejillones), los desembarques fueron muy esporádicos y reducidos durante el período de estudio (Tabla 1). La información utilizada correspondió a dos periodos de tiempo: 1) Período comprendido entre el

03 de junio y 04 de julio, en el que los proponentes no tenían ningún tipo de información sobre el estado de la licitación y los índices reproductivos fueron entregados por Pesquera Coloso-Arica, éstos fueron: zonas de pesca, número de hembras, machos, IGS promedio y porcentaje de hembras maduras por barco. 2) A partir del 04 de julio, se tiene información no oficial sobre la adjudicación del proyecto, por lo que se inician los monitoreos por parte de los proponentes, lo que permite obtener una adecuada cobertura de información reproductiva (Tabla 2). Este monitoreo consideró una unidad física de muestreo equivalente a 100 especímenes/barco. En algunas oportunidades no fue posible completar este número dado el deteriorado estado en que llegaba la pesca desde la zona a la descarga. Se calculó el índice gonadosomático (IGS) según la formulación planteada por Holden y Raitt (1974), la cual expresa la razón porcentual entre el peso de la gónada y el peso corporal del pez :

$$IGS = (PG/Pc)*100$$

Donde :

PG = Peso gónada (gramos)

Pc = Peso corporal (PT-PG) (gramos)

PT = Peso total (gramos)

Considerando un estimado de la desviación estándar como

$$DS_{(IGS)} = \frac{1}{\overline{PC}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (PG_i - IGS_i * PC_i)^2}{n(n-1)}}$$

apropiado para estimados porcentuales (Snedecor, 1961).

Donde:

- PG_i = Peso gónada del i-ésimo pez
 IGS_i = Índice gonadosomático del i-ésimo pez
 Pc_i = Peso corporal del i-ésimo pez

y el porcentaje de hembras maduras, considerando como tales a los estados de madurez sexual macroscópicos III y IV, incluyendo además el estado V, tal como los define Serra, (1976) (Tabla 3), indicadores gruesos que reflejan adecuadamente el estado reproductivo de una hembra en un momento determinado. Como criterios de decisión y en forma arbitraria, sustentada por la experiencia de los investigadores en monitoreos reproductivos de ésta y otras especies de pelágicos pequeños (UNAP 1990; 1991; 1992; Claramunt y Herrera, 1993; Claramunt, et al., 1993; Claramunt, et al., 1994;) y con el apoyo de información generada por otros autores (Martínez et al., 1987; 1991; 1992), se consideró que cuando el valor de IGS alcanzó promedios diarios superiores a 5,5 valor que representa un avanzado estado de la depositación de vitelo en los ovocitos (Herrera et al., 1994; Pizarro et al., submit) y las hembras maduras sobrepasaron el 90% de incidencia, manteniéndose ambos indicadores por 15 días, se estaría en presencia de un periodo de máxima actividad reproductiva.

Parámetros asociados a huevos.

La estimación de la producción diaria total de huevos en el área de desove (P) por los adultos desovantes, se deriva a partir de la regresión del contaje de huevos sobre la edad, a través del modelo exponencial de mortalidad, el cual asume una tasa de mortalidad constante, según:

$$P_{ijk} = P_0 e^{(-Zt)} + \epsilon_{ijk} \quad (1)$$

donde:

P_{ijk} = número de huevos de la edad k, en la estación j, estrato i,

t = edad en días, medida como el tiempo transcurrido desde el tiempo especificado de desove, t_0 , al tiempo de muestreo de la estación j en el sustrato i.

P_0 = Producción diaria de huevos por unidad de área en el estrato i .

Z = Tasa diaria de mortalidad instantánea de huevos.

ϵ_{ijk} = error aditivo.

Para obtener la producción diaria total de huevos del área de desove (P) se requiere entonces realizar una estimación estadística de los parámetros P_0 y Z . La precisión en la estimación de estos parámetros influirá directamente en la precisión del estimador de P , por lo cual las consideraciones, presunciones y robustez, tanto en el diseño de muestreo de la abundancia de huevos y sus edades, como en las técnicas estadísticas disponible para evaluar la función (1), son de crítica relevancia.

El diseño de muestreo depende de la información previa con que se cuente sobre abundancia y distribución de huevos, de manera que permitan definir el área de muestreo a cubrir y el tipo de muestreo, dependiendo de la distribución espacial. Asociado al diseño de muestreo se decide cual técnica estadística es la apropiada para estimar los parámetros P_0 y Z desde la ecuación (1) y que permitan obtener valores realísticos de sus varianzas.

Área de prospección:

Cañón (1978) sugiere la existencia de tres zonas importantes de desove de anchoveta en el norte grande: frente a Arica, a la desembocadura del río Loa y al sur de Taltal; Serra et al. (1979) señala que la mayor intensidad de desove se ubica entre Arica y la península de Mejillones, presentándose tres focos principales: Arica, Caleta Loa y Mejillones. Finalmente la información de Rojas y Oliva (1993) muestra que en el plano latitudinal se generaría un gradiente de mayor intensidad de desove desde latitudes altas a bajas y con una mayor concentración de huevos en las primeras 30 mn. La información obtenida en el crucero realizado en 1995, para la aplicación del Método de Producción de Huevos (Claramunt et al., 1996), mostró la existencia de 3 zonas distintivas de desove, pudiendo caracterizarse en función de la densidad relativa de huevos, siendo éstas: 1) zona de Arica, en la cual la densidad fue baja, 2) zona de la desembocadura del río Loa, la que presentó una alta concentración de huevos y 3) zona Sur de Antofagasta, con una concentración de huevos intermedia entre las dos anteriormente

mencionadas.

Adicionalmente, antecedentes históricos demuestran que las áreas de desove no son estables en términos espaciales ni temporales, al respecto basta comparar cartas de distribución de huevos de anchoveta en las regiones I y II presentadas por Rojas *et al.* (1983, 1989) y Rojas y Oliva (1993). De este modo, y considerando los antecedentes ya indicados, la planificación del crucero consideró el área de distribución global de huevos en la zona en estudio, abarcando desde la frontera norte ($18^{\circ} 23' S.$) hasta los $26^{\circ} 00' S.$ El límite sur del crucero consideró cubrir una posible expansión latitudinal del área de desove. Además y tal como lo señala Smith y Hewitt (1985), el producto del área prospectada y la producción de huevos/unidad de área es insesgada si el área de prospección es mayor que el área de desove. En sentido longitudinal, un crucero centrado en las primeras 30 mn asegura cubrir al menos el 89% de la producción de huevos, su expansión a las 60 millas, en estaciones alternas, cubre la posible expansión longitudinal del área de desove.

En base a los resultados obtenidos en el crucero de 1995 (Claramunt *et al.*, 1996) y suponiendo que los costos asociados a la obtención de muestras son similares entre los estratos y la fijación óptima de la muestra es la de Neyman (Cochran, 1977) se estimó que un aumento del 31% del número de estaciones efectivas implicaría una disminución estimada del 80% de la varianza, lo que expresado en términos del coeficiente de variación equivale reducir el error en casi un 24 % (Ver propuesta técnica).

Debido a que el Método de Producción de Huevos asume que los parámetros se mantienen constantes durante el tiempo que dura la colecta, y que es razonable suponer que éstos, en realidad, experimentan algún nivel de variación temporal, se utilizaron dos barcos para la prospección de huevos, para de esta manera disminuir esta variabilidad temporal. Las naves utilizadas fueron BC Carlos Porter y el BC Purihaalar, iniciando ambas la colecta de muestras el día 29 de julio. El BC Carlos Porter cubrió el área sur, iniciando su navegación desde los $26^{\circ} 00' S.$ hacia el norte. Por su parte, el BC Purihaalar navegó desde la frontera norte ($18^{\circ}30'$) hacia el sur, hasta que ambas naves coincidieron, lo que ocurrió en los $21^{\circ}40' S.$ El crucero concluyó el día 14 de agosto.

El track de muestreo empleado fue el tradicionalmente utilizado y consideró transectas paralelas entre si, separadas cada 10 mn y perpendiculares a la línea de costa, con dos transectas consecutivas de 30 mn y una de 60 mn y estaciones cada 3 mn. Sin embargo, y para aumentar la resolución del muestreo en el área en que se predice una mayor concentración de huevos, se incrementó el esfuerzo generando un track que consideró transectas cada 5 mn en el área comprendida entre los 20° 40' S. y 23° 00' S. Este esfuerzo mayor de muestreo prácticamente duplicó el número de estaciones a realizar en el área de mayor intensidad de desove. El área total cubierta por esta grilla, totalizó 28060 mn², que corresponde a 460 mn en sentido latitudinal y 61 mn en sentido longitudinal (Fig. 1).

Para la obtención de huevos de anchoveta, tanto en el BC Carlos Porter como BC Purihaalar, se utilizó red CalVET (versión PAIROVET), de 0,25 m de diámetro y 250 μm de trama de malla. Pese a que la metodología generada por Smith et al. (1985), sugiere el uso de redes de 150 μm , se utilizó redes de 250 μm ya que tanto los rangos de largo como ancho de los huevos de la anchoveta *Engraulis ringens* son notoriamente superiores a este valor : 1200 a 1600 y 540 a 860 μm respectivamente, (Fischer, 1958; Einarsson y Rojas, 1963). Durante la campaña de 1995 Claramunt et al. (1996) usaron esta misma red. Mallas de mayor diámetro (333 μm) han sido utilizadas en evaluaciones realizadas en Perú para esta especie (Ayón, 1996). Adicionalmente, y de acuerdo a la regla de las diagonales, una red de 250 μm retendrá objetos iguales o superiores a 353.6 μm .

En cada estación se arrastró verticalmente desde los 70 metros hasta la superficie a una velocidad de 1 metro por segundo. En algunas estaciones costeras de profundidad inferior a 70 metros el arrastre se realizó de los 5 metros desde el fondo a superficie. Las muestras obtenidas se fijaron en formalina neutralizada con Bórax al 4% en agua de mar, rotuladas y enviadas para su procesamiento en laboratorios de la UDA y UNAP. En cada punto de muestreo, y con ayuda de un CTD SeaBird-19, se obtuvo un perfil vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y salinidad desde los 50 metros a superficie. Adicionalmente se obtuvo registros de temperatura superficial del mar y en algunas estaciones se utilizó botellas Nansen con termómetro de inversión a los 10 metros de profundidad. Las condiciones oceanográficas y su influencia sobre la distribución de huevos se presenta en el anexo 1.

Tratamiento de muestras del ictioplancton

Conteo de huevos totales: La totalidad de huevos de anchoveta se identificaron desde cada muestra de ictioplancton con la ayuda de estéreomicroscopio, los que fueron contados y separados en viales rotulados, para la posterior determinación de los estadios de desarrollo embrionario.

Conteo de huevos por estadio de desarrollo: La totalidad de los huevos de anchoveta provenientes de cada muestra, fueron identificados en base a características merístico morfométricas de acuerdo a los criterios de clasificación descritos por Moser y Ahlstrom (1985) para *Engraulis mordax* los que han sido utilizados en *Engraulis ringens* por Santander et al. (1984) y Ayón (1996) en Perú y por Rojas y Oliva (1993) y Claramunt et al. (1996) en el norte de Chile (Tabla 4). A aquellos huevos que, por sus grado de deterioro (opacos o con sus estructuras internas dañadas), no fue posible asignarles un estadio de desarrollo, fueron considerados en una categoría especial: Des. (Deteriorados)

Determinación de la edad de huevos:

Se aplicó la metodología descrita por Lo (1985), que considera la estimación de la edad para cada estadio en función de la temperatura (° C) a 10 metros de profundidad, la que fue obtenida al momento de la colecta, utilizando un CTD SeaBird-19.

El tiempo cero, o bien la hora del día del pico de desove fue considerada como las 22:00 h, siguiendo la metodología utilizada en *Engraulis ringens* (Santander et al., 1984; Rojas y Oliva, 1993; Claramunt et al. 1996), la cual se ha derivado de la información disponible para *E. mordax* (Stauffer y Picquelle, 1985). La edad de los huevos (en horas) se calculó haciendo uso de las curva edad-temperatura y ajustando la edad por la porción del día desde las 22:00 h previas hasta el momento de la colecta para el día más cercano, según el procedimiento "automatizado" descrito por Lo (1985), según la función:

$$y_{i,t,k} = y_{i,t} + k - \hat{T}$$

donde: $y_{i,t}$ = se obtiene del modelo temperatura dependiente.

k = hora del lance

T = remanente de $(y_{i,t} + 22) - 24$

Las decisiones de corrección según la hora de colecta son:

$$y_{i,t,k} = \begin{cases} y_{i,t} - G & \text{si } k < \hat{T} - G \\ y_{i,t} + k - \hat{T} & \text{si } \hat{T} - G < k < \hat{T} + G \\ y_{i,t} + G & \text{si } \hat{T} + G < k \end{cases}$$

donde G es el doble de la desviación estándar de la edad dentro de cada estadio.

No se establecieron categorías de edad (i.e. intervalos de 12 o más horas), sino que la variable edad fue definida como continua. Los huevos de la categoría DES (deteriorados) fueron asignados a un estadio de desarrollo según los siguientes criterios de decisión (Hewitt et al, 1984):

1) Huevos que pudieron ser identificados dentro de un rango de estadios, fueron asignados en forma ponderada de acuerdo a la proporción por estadio ya determinada para esa muestra.

2) En aquellas estaciones en las que sólo se encontraron huevos DES, fueron distribuidos aleatoriamente siguiendo una distribución uniforme dentro del rango de estadios posibles.

De acuerdo a Stauffer y Picquelle (1985), mientras más extenso es el período de eclosión (temperatura-dependiente), mayor es la varianza introducida por efecto de traslape de grupos modales de edad y por el efecto de la eclosión de huevos. De manera tal que es aconsejable fijar un límite de edad y truncar la serie de datos hasta ese límite superior con el objeto de aumentar la precisión y así evitar que otros factores más allá de la mortalidad afecten la estimación de la producción diaria. Por otra parte, el período de desove ocurre en un rango de 8 horas, de tal manera que la abundancia de huevos con edades inferiores a 8 horas puede ser afectada por reclutamiento incompleto de huevos (Amstrong

et al., 1988), por lo tanto también es conveniente definir un límite inferior de edades para la estimación de P_0 . El rango de temperatura observado a los 10 m en el área estudiada fluctuó entre 13.3 y 16.8 °C, con una media de 15.3 °C. Para tales temperaturas, el modelo de desarrollo de huevos temperatura-dependiente predice tiempos desde el momento del desove a la eclosión entre 55 a 76 horas, con una estimación media de 65 horas. Dada la alta variabilidad de temperatura y su gradiente latitudinal, se prefirió considerar como punto de partida de la eclosión a las 65 horas de desove. Con estas consideraciones, la estimación de P_0 se realizó incluyendo los datos de densidad entre los rangos de edad de 8 a 65 horas.

Se prefirió utilizar la edad como variable continua para una aplicación directa de la ecuación (1), ya que las otras técnicas disponibles implican una linearización del modelo, en donde los estimados y su varianzas asociadas pueden no ser realísticos.

Métodos de análisis de datos

Debido a que el muestreo no se limitó sólo al área puntual de desove de la anchoveta, sino que abarcó una zona mucho más extensa, existieron muchas estaciones con conteos cero (estaciones negativas), las que pueden influir fuertemente en la varianza. Para reducir este impacto, el área estudiada se dividió en dos estratos, dependiendo de la presencia o ausencia de huevos. El estrato 0 comprendió todas las estaciones fuera del área real de desove, en ellas la producción P es igual a 0. El área geográfica que incluye todas las estaciones positivas, más aquellas estaciones negativas dentro de esta área, se consideró como el área desove. Se espera que la distribución espacial de huevos sea del tipo agregada, de manera tal que se ajuste a un tipo de distribución binomial negativa y por lo tanto una varianza superior a la media. Para el cálculo de la superficie en mn^2 para cada estrato, se consideró que cada estación representa una cuadrícula de 3×10 mn, siendo el área el resultado de la suma de las cuadrículas al interior del estrato.

Los parámetros P_0 y Z fueron estimados desde la ecuación (1) mediante un ajuste de regresión

no lineal ponderada, en donde se dio mayor ponderación a las estaciones en área de mayor esfuerzo de muestreo, proporcional al área que representan, aplicando el algoritmo Cuasi-Newton, el cual permitió optimizar la precisión de los estimadores de parámetros P_0 y Z , a través de un criterio de mínima variación residual para la convergencia obteniendo así valores insesgados de la varianza asociada.

La producción diaria total (P) fue estimada a partir de los valores de P_0 y el área ponderada por estratos:

$$P = \left(\sum_{h=1}^{h=n} P_{0h} \frac{A_h}{A} \right) K$$

donde P_{0h} corresponde a la producción diaria de huevos por unidad de muestreo para los estratos h ; A_h corresponde a las áreas geográficas (mn^2) de los estratos positivos (con presencia de huevos) y negativos (zonas geográficas fuera del área de desove); y A es el área total prospectada, K es un factor de conversión desde la unidad muestral a mn^2 .

La varianza ajustada de P para post-muestreo estratificado puede estimarse como,

$$S^2_{(P)} = \left(1 + \frac{1}{n} \right) \left(\sum_{h=1}^{h=n} \frac{A_h}{A} S^2_{(P0h)} \right)$$

en donde la varianza del estrato 0 es cero por definición.

Métodos alternativos para estimar P consideran la linearización de la ecuación (1), por ejemplo en su versión logarítmica, o alternativamente promediando los conteos de huevos sobre intervalos de tiempo de igual longitud. Para ello se requiere un mínimo de 3 intervalos de tiempo, usualmente se aplican 5 intervalos de 12 h (Santander et al., 1984; Rojas y Oliva, 1993). El problema con estas aproximaciones es que en ambos casos la estimación de la varianza es sesgada (Picquelle y Stauffer, 1985).

Distribución de abundancia de huevos

El mapa de distribución de abundancia de huevos en el área prospectada, se construyó como plano de densidad relativa (por unidad de muestreo) utilizando un método de interpolación gráfica (isolíneas de densidad) siguiendo escala logarítmica.

Parámetros asociados a adultos

Crucero

Simultáneamente al crucero de evaluación de huevos, se llevó a cabo la captura de adultos utilizando como plataforma de muestreo las embarcaciones Mar Caribe de propiedad de la Sociedad Pesquera Pacífico Norte, la que ya había sido utilizada en la evaluación del stock desovante de la anchoveta por el Método de Producción de Huevos en 1992 y 1995 (FIP 95-01) como también en la evaluación directa de sardina, anchoveta y jurel (FIP 93-01) para pesca de identificación, y Coray I de la Sociedad Pesquera Horizonte Ltda., ambas con capacidad de bodega de 140 m³, y equipadas con red de cerco anchovetera de 300 brz de largo por 35 de alto, radar, video sonda , sonar y GPS, los que durante el periodo de la prospección realizaron, con su tripulación de planta, un total de 38 lances de los cuales 32 fueron efectivos (cardúmenes con presencia de hembras maduras), de donde uno (lance 24) no fue considerado para el análisis de la fracción de hembras desovantes, fecundidad y proporción sexual por estar poco representado por hembras maduras. El pesquero Mar Caribe cubrió la aquí denominada área sur, comprendida entre los 25°43' S, como límite sur y el Puerto de Tocopilla (22°05' S), realizando además actividad de pesca en dirección norte durante el regreso a puerto base Arica. El pesquero Coray I, cubrió el área norte la que se definió desde el límite norte de la República hasta el Puerto de Tocopilla (22°05' S). Esta embarcación realizó actividad de pesca en dirección sur (Tabla 5).

El pesquero Mar Caribe zarpó el día 29 de julio desde el puerto de Arica con rumbo sur hacia el paralelo 26° 03' para comenzar las tareas de muestreos el día 30 y el pesquero Coray I zarpó el día 30 de julio de ese puerto, iniciándose de esta manera los muestreos en forma simultánea a partir de esa

fecha. El término de la prospección fue el día 09 de agosto para Coray 1 y el 16 de agosto para el Mar Caribe.

En cada lance, mediante chinguillo y desde el copo del boliche, se colectaron muestras hasta completar dos bandejas de 20 kilogramos, de donde se tomaron al azar 30 especímenes previa homogeneización de éstos en las bandejas y luego se sexaron (por incisión abdominal), para contabilizar el número de hembras, si era inferior a 30, se homogeneizaba nuevamente las bandejas y se repetía el proceso, hasta que se completara el tamaño de muestra requerido, para ser finalmente fijadas en formalina tamponada hasta completar las primeras 30 hembras maduras, similar procedimiento se utilizó para completar los primeros 30 machos. Siguiendo el mismo procedimiento de muestreo, se sexaron y midieron 200 ejemplares adicionales destinados al análisis de la proporción sexual y estructura de tallas. En aquellos lances en que existía presencia de hembras hidratadas, se tomó una muestra adicional dirigida hacia éstas, fijándolas en forma individual para posteriores estimaciones de fecundidad parcial. Dicho diseño de muestreo se basa en la técnica de muestreo simple al azar sin reemplazo, en el cual n unidades son seleccionadas de N unidades en la población, de tal manera que cualquier posible combinación de n unidades es igualmente probable de ser seleccionada. Esta técnica ampliamente aplicada se describe en Thomson (1992).

Picquelle y Stauffer (1985) y Sanz et al. (1989) mencionan que las colectas de hembras efectuada solamente por la noche, provoca un sesgo en la proporción sexual y en la de FPO, por lo cual solamente utilizan FPO día 1 para sus cálculos. Sin embargo, Alheit (1985) demuestra que las capturas con red de cerco y repartidas tanto de día como de noche, hacen que la proporción de FPO de día 1 y de día 2 sean combinables, con lo cual se reduce la varianza del estimado. Como el pico de desove de la anchoveta se ha estimado cercano a las 22:00 horas, para evitar sesgos que pudieran surgir del muestreo de hembras durante las horas en que están desovando, los lances se efectuaron 9 horas después del pico de desove, esto es pasadas las 7:00 horas (ver Propuesta Técnica, pág. 20). En razón a esto, los lances de pesca se efectuaron entre las 7:00 y 22:00 horas, con el fin de facilitar la obtención de dos conjuntos independientes de datos, esto es hembras con FPO día 1 y FPO día 2, pudiendo así combinarlos y reducir la varianza. Para probar la independencia de los conteos de FPO 1 y FPO 2 se

efectuó un test pareado, siguiendo la metodología sugerida por Alheit et al. (1984).

Preservación del material biológico a bordo

Las hembras seleccionadas se depositaron en frascos de 2,0 litros con un máximo de 10 ejemplares por frasco, dejando expuestas las gónadas al medio líquido para ser preservadas por la acción penetrante de la formalina con el fin de asegurar una fijación óptima. Para ello, se utilizó formaldehído al 10% tamponada (Hunter, 1985), en donde el buffer neutraliza al ácido fórmico de la solución a través de la neutralización del ion carbonio, reduciendo de esta manera el grado de basofilia. Como el efecto de estabilización de las estructuras tisulares es la denaturación irreversible de éstas, se provocan cambios conformacionales en la estructura secundaria y terciaria de las proteínas y por tanto quedan expuestos los grupos reactivos e hidrofóbicos que van a influir en el pH, osmolaridad y potencial eléctrico del tejido (mayor información ver: Baker, 1956-58). Con este proceso de fijación, se minimiza la manifestación de procesos autolíticos en el parénquima ovárico, en particular de los folículos postovulatorios, como también de la acción de hongos y bacterias, ya que éstos experimentan una rápida degeneración lo que impide su identificación durante el análisis microscópico.

Fijación de la submuestra en laboratorio

La duración del proceso de fijación tiene un tiempo definido, desde el momento al cual la totalidad de la pieza es expuesta al fijador (por inmersión) hasta el momento en que los componentes quedan inmovilizados. Por las características propias del muestreo a bordo, se consideró como primera fase de fijación o etapa de difusión, al tiempo que quedó expuesto el tejido ovárico a la formalina alcanzando el máximo de penetrabilidad. Debido a que la formalina es de bajo poder penetrante (Baker, 1958), en el laboratorio se procedió a practicar una segunda fase, de postfijación, en donde la fijación definitiva toma lugar, completándose la denaturación de las proteínas de las regiones profundas de la

submuestra. Para ello, se utilizó la solución Bouin por ser entre los fijadores una de las mezclas que mejor conservan la morfología tisular (López et al., 1982). Este, es una mezcla fijadora penetrante que mantiene el volumen celular evitando artefactos técnicos y por otra parte actúa como un mordiente, aumentando la afinidad tintorial del tejido. Está conformada por 1) agentes coagulantes como el ácido pícrico que precipita las histonas, y que por la avidéz de electrones provoca resonancia electrónica entre sus grupos, induciendo la formación de un dipolo o picrato de proteína; 2) agentes no coagulantes como la formalina que forma entre los grupos aminos de las cadenas proteínicas puentes metilénicos; 3) componentes penetrantes como ácido acético que separa y precipita el DNA de la nucleoproteína (histona) (Baker, 1958).

Procesamiento histológico de la muestra

El procesamiento histológico del tejido ovárico se realizó utilizando técnicas histológicas de rutina: cortes finos de 5µm de espesor provenientes de submuestras de ovario de 3 mm de grosor, postfijadas en solución Bouin, e incluidas en paraplást se colorearon con hematoxilina de Harris-eosina y montados con entellán en portaobjetos esmerilados.

Criterios de análisis microscópico.

- Estadios de madurez sexual

Para llevar a cabo el análisis microscópico y diagnosticar el grado de desarrollo del parénquima ovárico, como criterio de análisis se confeccionó una escala de madurez sexual microscópica para la anchoveta tomando como base los criterios señalados para peces teleósteos por Wallace y Selman (1981), los indicados por Hunter y Macewicz (1985) para *E. mordax*. Así como también los descritos por Alheit et al. (1984) en *E. ringens* y aplicados por Claramunt et al.

(1996). De esta manera se definieron ocho estadios ováricos microscópicos, caracterizados en la tabla 6: (I) virginal; (II) inmaduro; (III) parcialmente vitelado; (IV) vitelado; (V) en maduración; (VI) hidratado, (VII) en desove y (VIII) desovado, considerándose como hembra madura a toda aquella que presente ovarios entre los estadios microscópicos III al VII.

En la clasificación de los folículos postovulatorios se utilizaron los criterios citológicos y morfohistológicos propuestos por Hunter y Goldberg (1980) en *E. mordax* y por Macewicz y Hunter (1993) para *T. Symmetricus* sobre el supuesto que los cambios registrados en *E. ringens* son cronológicamente similares a lo señalado para aquellas especies, todo lo cual permitió la diferenciación de folículos postovulatorios nuevos como también de día 1 y de día 2 y cuyas características se definen en la tabla 7.

La fracción diaria de hembras desovantes media por lance (Picquelle y Stauffer, 1985) se estima de:

$$\bar{f}_i = \sum_{j=1}^{m_i} \frac{f_{ij}}{m_i}$$

donde f_{ij} corresponde al número de hembras con FPO día 1 y día 2, si es que es posible combinarlos, de acuerdo a lo ya indicado. De otro modo f_{ij} corresponderá a hembra con FPO día 1.

La fracción diaria de hembras desovantes para el periodo (Picquelle y Stauffer, 1985) es:

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

Y su varianza es:

$$S^2_{(\bar{f})} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i^2 (\bar{f}_i - \bar{f})^2}{\left(\sum_{i=1}^n \frac{m_i}{n}\right)^2 n(n-1)}$$

donde: \bar{f} = Estimado de fracción de hembras desovantes diaria media.
 n = Número de lances.
 \bar{f}_i = Fracción desovante estimada del lance i .
 m_i = Número de hembras maduras submuestreados del lance i .

Santander et al. (1984) y Alheit (1985), indican que las hembras hidratadas son sobremuestreadas. Como la submuestra del lance es fija, entonces si un grupo es sobremuestreado, los restantes (hembras con FPO día 1 o día 2) son submuestreados. Esto fue corregido, bajo el supuesto de que la verdadera fracción de hembras hidratadas es la misma que la fracción de hembras con FPO día 1 o día 2, por lo que el número de hembras hidratadas en el lance (m_{hi}) es igual a:

$$m_{hi}^* = \frac{m_{1i} + m_{2i}}{2}$$

por tanto m_i en los lances con hembras hidratadas, es:

$$m_i = m_{1i} + m_{2i} + m_{hi}^* + m_{ai}$$

donde: m_{1i} = número de hembras con FPO día 1 en el lance i .
 m_{2i} = número de hembras con FPO día 2 en el lance i .
 m_{hi}^* = número corregido de hembras hidratadas.
 m_{ai} = número de hembras maduras que no presentan evidencias de desove reciente, incluyendo hembras con FPO día 0 (menor a 9 horas)).

Fecundidad parcial y modal.

La fecundidad parcial se determinó de acuerdo al método gravimétrico descrito por Hunter y Macewicz (1985), Hunter *et al.* (1985) y Santander *et al.* (1984). Una vez completada la muestra para los otros parámetros de interés en el método, en aquellos lances efectuados en horas de la tarde, se continuó muestreando en forma dirigida a la colecta de hembras hidratadas, las que fueron preservadas en forma individual de manera de no tener pérdidas y mezcla de ovocitos. Todas las hembras hidratadas muestreadas, fueron sometidas a análisis histológicos con el fin de descartar aquellas que presenten FPO, ya que indicarían pérdida de ovocitos por desove.

El método de conteo de ovocitos hidratados, se encuentra descrito detalladamente en Hunter *et al.* (1985) y resumidamente consiste en que, una vez en el laboratorio, los ovarios en evidente estado de hidratación fueron pesados con precisión 0,01 g, previa absorción del líquido superficial. Luego, porciones de ovarios, fueron removidos y pesados con precisión 0,1 mg, montado en un portaobjetos con gotas de glicerina (33%) y contabilizados bajo lupa. Por cada ovario se contabilizaron tres porciones provenientes de las regiones anterior, media y posterior, de un peso aproximado de 0,5 g cada una, con el fin de asegurar un número no inferior a 100 ovocitos por muestra. Si en alguna de las tres submuestras existía una variación mayor al 15 % en la cantidad de ovocitos por gramo de ovario, se descartó para cálculos de fecundidad, ya que indicaría error en el conteo o hidratación incompleta de la gónada. El número medio de ovocitos hidratados de las tres submuestras fue utilizado para la estimación del número total contenido en el ovario, mediante:

$$E_{ji} = O_{ji} \cdot H_{ji}$$

donde:

- E_{ji} = Fecundidad parcial de la hembra j en el lance i .
- O_{ji} = Peso húmedo del ovario de la hembra j en el lance i (g).
- H_{ji} = Número medio de ovocitos hidratados por gramo de ovario de la hembra j en el lance i .

El método de Producción de Huevos requiere la estimación de la fecundidad media poblacional (fecundidad modal), esto es el número de ovocitos liberados por una hembra media representativa del total de la población de hembras maduras. Para lo cual fue necesario ajustar un modelo que explique los datos de fecundidad parcial en función de un parámetro corporal (longitud, peso corporal). Se probaron los siguientes modelos:

$$\hat{E}_{ji} = \alpha + \beta W_{ji}^*$$

$$\hat{E}_{ji} = \alpha W_{ji}^{*\beta}$$

$$\hat{E}_{ji} = \alpha \beta^{W_{ji}^*}$$

donde: \hat{E}_{ji} = Fecundidad parcial estimada de la hembra j en el lance i
 α y β = Parámetros del modelo (intercepto y pendiente).
 W_{ji} = Peso corporal (peso total menos peso ovario) de la hembra j en el lance i.

Para la elección del modelo a utilizar, siguiendo la metodología de Hunter et al. (1985), se calculó el cuadrado medio del error (MSE), para cada uno de los modelos ajustados:

$$MSE = \frac{\sum (\hat{Y} - \bar{Y})^2}{(n-2)}$$

Una vez determinado el modelo de fecundidad parcial, a las primeras 30 hembras maduras de cada lance se les estimó la fecundidad parcial mediante el ingreso de su peso corporal (o según el análisis estadístico el parámetro corporal que presente mejor relación con la fecundidad parcial) al modelo de regresión. La fecundidad media del lance i, fue estimada por:

$$\bar{E}_i = \sum_{j=1}^{m_i} \frac{\hat{E}_{ij}}{m_i}$$

Y la fecundidad modal o media poblacional mediante:

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

Debido a que en el cálculo de la fecundidad media poblacional se utiliza la fecundidad parcial estimada a través del modelo de regresión, se introduce una fuente adicional de variación, por lo que la estimación de la varianza es ajustada para incluir esta fuente adicional de variación:

$$S^2_{(\bar{\bar{E}})} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i^2 \left(\frac{(\bar{E}_i - \bar{\bar{E}})^2}{n-1} + \frac{S^2_h}{n_h} + (\bar{W}_i^* - \bar{W}_h^*) S^2_{(\beta)} \right)}{\left(\sum_{i=1}^n \frac{m_i}{n} \right)^2 n}$$

- donde:
- S^2_h = Varianza alrededor de la regresión.
 - n_h = Número de hembras hidratadas utilizadas para ajustar el modelo de regresión.
 - W_i^* = Peso corporal (Pt-Pg) promedio del lance i.
 - W_h^* = Peso corporal promedio de la n_h hembras hidratadas.
 - $S^2_{(\beta)}$ = Varianza de la pendiente de la regresión.
 - m_i = Número de hembras maduras por lance

Proporción sexual

La proporción sexual en el M.P.H. es la fracción en peso de hembras en la población. Peces maduros e inmaduros son incluidos en la estimación, debido a que es imposible distinguir entre machos maduros e inmaduros. Se asume que la proporción sexual en peso, es la misma para peces maduros e inmaduros (Picquelle y Stauffer, 1985; Santander et al., 1984). En el caso de la proporción sexual en peso de las hembras en la población, los requerimientos de muestreo son menores que en el caso de la fracción de hembras desovantes. Para evitar esfuerzo en preservar y pesar peces individuales, la fracción en peso de la submuestra que es atribuible a las hembras (R_i) y el peso de la submuestra (W_i), no son medidas directamente sino que son estimados. Un número fijo de peces son submuestreados de cada lance y el número de hembras y machos son registrados. El peso promedio de cada sexo fue estimado para cada lance desde una submuestra fija de cada sexo. Debido al efecto de la preservación en formalina de los ejemplares, el peso registrado fue corregido por un factor (ver "Corrección por fijación" a continuación). El peso total de cada sexo en la submuestra fue estimado en base al producto entre el número observado de peces de un sexo por su peso promedio.

$$\hat{R}_i^H = m_i^H \bar{W}_i^H$$

$$\hat{R}_i^M = m_i^M \bar{W}_i^M$$

donde: R_i^k = peso total estimado del k-ésimo sexo en la i-ésima submuestra.
 m_i^k = número de peces del k-ésimo sexo en la i-ésima submuestra.
 W_i^k = peso promedio del k-ésimo sexo en la i-ésima submuestra.

Entonces, el peso total de la submuestra fue estimado por la suma del peso total de los machos más el de las hembras:

$$\hat{W}_i = \hat{W}_i^H + \hat{W}_i^M$$

y la proporción en peso de hembras en el lance i fue el peso total de las hembras dividido por el peso total de la submuestra de sexos combinados:

$$\bar{R}_i = \frac{\hat{W}_i^H}{\hat{W}_i}$$

Los pesos estimados para cada sexo en la submuestra fueron estimados con pequeño error, debido a que el peso de los peces dentro de un lance fueron bastante homogéneos. La varianza introducida en la estimación de la proporción sexual, fue despreciable (Picquelle y Stauffer, 1985).

El tamaño de muestra fija por lance a preservar para registrar los pesos individuales en laboratorio, que se utilizaron en la estimación del peso promedio por sexo fue de los primeros 30 ejemplares de cada sexo. La muestra fija considerada para el conteo del número de machos y hembras (n_i^h), correspondió a los primeros 200 ejemplares sexados.

La fracción de hembras en la población (proporción sexual) y su varianza, se estimó a través de la ecuación (5) de Picquelle y Stauffer (1985), modificada para peso en vez de número:

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

$$S^2_{(\bar{\bar{R}})} = \frac{\sum_{i=1}^n \hat{W}_i^2 (\bar{R}_i - \bar{\bar{R}})^2}{\left(\sum_{i=1}^n \frac{\hat{W}_i}{n}\right)^2 n(n-1)}$$

donde: \hat{W}_i = Peso total de la submuestra en el lance i
 \bar{R}_i = Proporción en peso de hembras en el lance i
 \bar{R} = fracción de hembras en la población (proporción sexual en peso)
n = Número de lances

Peso promedio hembra madura

El peso promedio de hembra madura, se estimó a través de una muestra de tamaño fijo por lance, esto es de las primeras 30 hembras maduras de cada lance.

$$\bar{w}_i = \sum_{j=1}^{m_i} \frac{w_{ij}}{m_i}$$

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

$$S^2_{(\bar{w})} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i^2 (\bar{w}_i - \bar{w})^2}{\left(\sum_{i=1}^n \frac{m_i}{n}\right)^2 n(n-1)}$$

donde: w_{ij} = Peso de la hembra madura j en lance i
 m_i = Número de hembras maduras en el lance i

\bar{w}_i = Peso promedio hembras maduras para el lance i

\bar{w} = Peso promedio hembra madura

n = Número de lances.

En el caso de hembras hidratadas, debido a que su peso se encuentra momentáneamente incrementado por la retención de agua del ovario, en cada lance que presentó este problema se ajustó una regresión lineal entre el peso total y el peso corporal (peso total descontado el peso del ovario), para lo cual se utilizaron hembras que no presentaban ovocitos hidratados.

$$\hat{w}_{ij} = \alpha + \beta \cdot w^*_{ij}$$

donde: w^*_{ij} = peso corporal (peso total menos el peso del ovario).

Para llevar a cabo esta corrección, se consideraron las hembras que se encontraban en los estadios microscópicos III al VII.

Corrección por fijación

Debido a que los peces se preservaron en formalina hasta su procesamiento en laboratorio, de acuerdo a lo recomendado por Hunter (1985), fue necesario corregir los registros de longitud y peso, ya que el fijador introduce una variación en estos parámetros. El factor de corrección se calculó en base a una muestra fresca de 30 machos y 30 hembras, obtenidas en la planta de la Sociedad Pesquera Coloso con base en Iquique, se pesó y preservó con el mismo tipo de fijador y procedimiento utilizados a bordo, siendo vueltos a pesar a intervalos regulares. El factor de corrección para cada parámetro y sexo, fue calculado como la media del porcentaje de variación de las mediciones efectuadas después de 48 horas postfijación.

Cálculo de las covarianzas

Aplicando el método Delta a la ecuación de la biomasa desovante

$$B = K \frac{P_0 A W}{R E f}$$

se obtiene la fórmula general del estimador de la varianza de la biomasa desovante

$$\text{Var}(B) = B^2 \left(\frac{\text{Var}(P_0)}{P_0^2} + \frac{\text{Var}(W)}{W^2} + \frac{\text{Var}(R)}{R^2} + \frac{\text{Var}(E)}{E^2} + \frac{\text{Var}(f)}{f^2} + 2 \left(\frac{\text{Cov}(P_0, W)}{P_0 W} + \frac{\text{Cov}(W, E)}{W E} + \frac{\text{Cov}(W, f)}{W f} + \frac{\text{Cov}(R, E)}{R E} + \frac{\text{Cov}(R, f)}{R f} + \frac{\text{Cov}(E, f)}{E f} \right) \right)$$

El cálculo de esta varianza se simplifica dado que el muestreo de la producción diaria de huevos, para estimar P_0 es independiente del muestreo de adulto para estimar R , f , W y E . En tal caso, las covarianzas de P_0 con las estimaciones de los parámetros de los adultos se puede considerar nulas y el cálculo de covarianzas se restringe a éstos últimos solamente.

Covarianzas entre los parámetros de adultos (R , f , W y E)

Para cada lance "i" dentro de un estrato (o el área total) se estima un valor de los parámetros de interés $\bar{R}_i, \bar{f}_i, \bar{W}_i$ y \bar{E}_i , de acuerdo con las fórmulas de Picquelle y Stauffer (1985). Además para cada estrato (o área total) se tiene una estimación de $\hat{R}, \hat{f}, \hat{W}$ y \hat{E} , luego la covarianza se puede estimar usando la fórmula

$$\text{cov}(\hat{y}_1, \hat{y}_2) = \frac{\sum_{i=1}^n m_i k_i (\bar{y}_{1i} - \hat{y}_1)(\bar{y}_{2i} - \hat{y}_2)}{\bar{m} \bar{k} n(n-1)}$$

n : es el número de lances en el estrato (o en el área total)

m_i : es el número de hembras muestreadas en el lance i para estimar el parámetro

k_i : es el número de hembras muestreadas en el lance i para estimar el parámetro y_2 ,

\bar{y}_1 : Valor del parámetro 1 (cualquiera entre \bar{R}_i , \bar{f}_i , \bar{W}_i y \bar{E}_i).

\bar{y}_2 : Valor del parámetro 2 (distinto del parámetro 1).

Intervalo de Confianza para la biomasa

El intervalo de confianza para la biomasa estimada, se estimó a través de análisis de Montecarlo, asumiendo distribución normal en los parámetros y correlación entre la fecundidad y el peso promedio de las hembras, por ser estos los que presentan una correlación significativa (0,84). El límite inferior y superior se estimó al percentil 2,5% y 97,5% respectivamente.

RESULTADOS

Determinación de la época de máxima actividad de desove.

Durante el monitoreo reproductivo se analizaron 1442 especímenes hembras, cuyos resultados se presentan en la figura 2. Al inicio del monitoreo (03 junio), los muestreos rutinarios dejaron de manifiesto que los valores de la incidencia de hembras maduras y sus respectivos IGS, se presentaron erráticos y por debajo los criterios establecidos (IGS sobre 5,5 y porcentaje de hembras madura sobre el 90%), pero en franco incremento. La máxima actividad reproductiva se detectó a partir de la primera quincena de julio, manteniendo valores por sobre los criterios señalados por un período superior a 15 días consecutivos.

Parámetros asociados a huevos.

El número efectivo de estaciones realizadas alcanzó a 751, lo que representó un 29,9% más de estaciones que la campaña 1995, para un incremento del área prospectada de sólo 12,5%. Pese a que el aumento del área resultó menor que el incremento porcentual de estaciones, el número de estaciones positivas reveló un descenso notorio en relación a la campaña anterior, ya que en la campaña 1996 se obtuvieron huevos sólo en 176 estaciones, lo que representó el 23,0 %, contra casi un 36,0 % en 1995. La media de huevos por estación positiva en 1996 alcanzó a 38,6 huevos (DS = 80,23), valor levemente mayor que el obtenido en 1995 (media de huevos por estación positiva 36,3 ; DS = 126,08) y a la vez menos dispersos, según lo muestra el valor de desviación estándar (DS). La propuesta técnica consultó la realización de un total de 787 estaciones, sin embargo no fue posible cumplir con esta cantidad por problemas total y absolutamente fuera de control, ya que entre 06 y 10 de agosto, se realizaron ejercicios navales en un área coincidente con el track de navegación del BC Carlos Porter, lo que impidió completar las transectas largas correspondientes a los 21° 50' S., 22° 20' S. y 22° 50' S., las que se realizaron sólo hasta las 31 mn, lo que generó un déficit de 30 estaciones. Es importante hacer notar que este tipo de ejercicios, por su naturaleza, no son anunciados con antelación y se tiene noticias de ellos tan sólo a través de los canales de comunicación de seguridad en el mar, lo que hace a este

evento total y absolutamente imposible de predecir. Adicionalmente 6 estaciones no se realizaron por problemas de navegación (mal tiempo).

Distribución de abundancia de huevos.

El total de estaciones positivas (23,0%) (Fig. 3) estuvieron distribuidas principalmente entre las latitudes $18^{\circ}23'S$ y $23^{\circ}17'S$, con una mayor concentración de estaciones positivas asociadas al área entre los $21^{\circ}00'$ y $22^{\circ}00'$ latitud sur aproximadamente. Entre los $24^{\circ}00'$ y $26^{\circ}00'$ S se encontraron sólo dos estaciones positivas en el área costera. El área de desove principal se ilustra con mayor claridad, a través de un mapa de isolíneas de abundancia de huevos en el área prospectada (Fig. 4). Esta figura sugiere, la presencia de una zona de desove concentrada frente a la zona de desembocadura del Río Loa. Este patrón de distribución refleja un foco de desove único, a diferencia del año 1995, en el cual se pudieron distinguir cuatro focos discretos de mayor concentración de huevos. Con esta información, se consideró conveniente definir una zona única de desove para la estimación de la producción diaria de huevos..

Área de desove

El área total prospectada fue de 28060 mn^2 . El área de desove, es decir, aquella que incluye a las estaciones positivas fue de $16757,5 \text{ mn}^2$. El área del estrato 0, osea aquella correspondiente a las estaciones negativas (sin presencia de huevos) correspondió a $11302,5 \text{ mn}^2$. Lo que se ilustra en la figura 5.

Estimación de P_0 .

De las 176 estaciones positivas, se identificaron y contabilizaron los 11 estadios de desarrollo descritos por Santander *et al* (1984), a los cuales se les estimó la edad en base al modelo temperatura-dependiente descrito por Lo (1985). El rango de edades estimadas fluctuó entre 0,09 y 3,37 días. La distribución de edades del total de huevos colectados agrupados en intervalos de edad de 0,5 día para

el total del área se muestra en la figura 6.

Al ajustar la ecuación (1), que describe la sobrevivencia de huevos en función de la edad, se obtiene el P_0 y Z . La tasa de mortalidad diaria de huevos (Z) para el área total de estudio se estimó en 0,41 con una desviación estándar de 0,137 y un coeficiente de variación de 0,33. Esta mortalidad sugiere que diariamente muere el 34,0% de los huevos producidos. El valor de P_0 estimado fue de 25,7 huevos/0,05 m² día, con una desviación estándar de 4,72 y un coeficiente de variación de 0,18. Este valor de P_0 indica que la producción total de huevos en el área de desove fue de $1,76609 \cdot 10^{13}$ con una varianza de igual a $1,5303 \cdot 10^{13}$.

Parámetros asociados a adultos.

Crucero.

Según el plan de muestreos indicado en la propuesta técnica, el mínimo de lances a efectuar por cada barco y en el área correspondiente era de 20, lo cual sólo se cumplió en el área norte, obteniéndose el mínimo requerido, situación que no se pudo lograr en el área sur (2), no obstante la embarcación operó durante 8 días en la zona Antofagasta-Taltal, cubriendo toda el área costera hasta las 20 mn no obteniendo resultados positivos, indicando una baja disponibilidad del recurso para la unidad de pesca utilizada (Mar Caribe) y el track seguido por esta, situación que es afirmada por la escasa presencia de huevos. Los 10 lances restantes efectuados por el "Mar Caribe" se realizaron en el área norte a su regreso al puerto base Arica. La posición de cada lance se muestra en la figura 7. En general, los lances positivos se obtuvieron dentro de las 10 mn, con uno a las 29 mn. Si bien los cruceros cubrieron toda el área propuesta, los lances efectivos se realizaron en el área comprendida entre Arica y Mejillones, con una concentración de éstos en el área del Río Loa y zonas adyacentes (Fig. 8).

Distribución de tallas

La distribución de frecuencia de talla para el área total se muestra en la figura 9, apreciándose una moda centrada en la marca de clase de 15,75 cm y de 16,25 cm de longitud total (LT), para machos y hembras respectivamente. Por el contrario, la comparación de las estructuras de tallas entre las zonas norte ($18^{\circ}20' - 22^{\circ}05'$) y sur ($22^{\circ}05' - 25^{\circ}43'$) indica que en la primera la moda se centró en la marca de clase 15,75 cm y en la segunda en 12,75 cm de longitud total (Fig. 10)

Corrección por fijación

El factor de corrección fue calculado en base a 30 hembras y 30 machos a los que se les registró su peso inicial en fresco y luego se les sumergió en formalina tamponada, repitiendo dicho proceso con periodicidad diaria por un lapso de 23 días. El promedio de la variación en porcentaje del peso y longitud para cada sexo fue calculada luego del tercer día, resultando para las mediciones de peso en gramos un 100,5 % (D.E.:1,193) para hembras y 100,1 % (D.E.: 1,426) para machos; y para el parámetro longitud en cm de 99,3 % (D.E.: 0,143) y 99,5 % (D.E.: 0,121) en hembras y machos respectivamente. Siendo aplicados estos factores de corrección a todas las mediciones de pesos promedios en gramos (machos, hembras y para la proporción sexual).

Estadios de madurez

Durante el periodo de estudio el análisis morfohistológico del tejido ovárico evidenció una alta presencia, en los muestreos, de hembras ováricamente activas (97,3%) (Tabla 8), con la presencia de ovarios en diferentes grados de depositación de vitelo, denotándose un fuerte predominio de hembras en estadio IV (60,9%), V (15,8%) y VI (19,7%). De esta manera, la distribución de frecuencia de los estadios ováricos (Fig. 11) corroboró que los muestreos se llevaron a cabo durante la época de máxima actividad reproductiva de la anchoveta presente en las regiones I y II.

Fracción diaria de hembras desovantes

El número de hembras con folículos postovulatorios de día 0 (nuevos), día 1 y día 2 por lance, se entrega en tabla 9. La fracción diaria de hembras desovantes estimada para el período en base a la presencia de FPO de día 1 fue de 0,188 con una varianza de 0,000977 siendo el coeficiente de variación de 0,166 y de FPO de día 2 fue de 0,159 con una varianza de 0,000804 con un coeficiente de variación de 0,178. El test t pareado para probar la independencia de las estimaciones con FPO de día 1 y 2, entregó que no existen diferencias entre éstos ($t_{\text{calc.}} = 0,7396$; $t_{\alpha,30} = 2,04$), por lo que se combinaron (FPO 1 + FPO 2) con el fin de duplicar el tamaño muestral y reducir la varianza (Alheit et al., 1984), obteniéndose una fracción desovante de 0,174 con una varianza de 0,000477 y un coeficiente de variación de 0,126.

Peso promedio de hembra madura

El peso promedio de las 30 primeras hembras maduras de cada lance se presenta en tabla 9, valores ya corregidos por fijación y por hidratación, cuyas ecuaciones para este último estado se señalan en la tabla 10. El peso promedio de hembras maduras para el total fue de 30,04 gramos con una varianza de 0,5726 y un coeficiente de variación de 0,025.

Proporción sexual en peso

La proporción de hembras en peso en cada lance se detalla en tabla 9. Para el total de lances, la proporción en peso de las hembras fue de 0,458 gramos con una varianza de 0,0013 y un coeficiente de variación de 0,07727.

Fecundidad parcial

La fecundidad parcial fluctuó entre 13725 y 23070 ovocitos (Tabla 9 y 11). El ajuste de la fecundidad parcial para las 107 hembras hidratadas analizadas para diferentes modelos y parámetros

corporales se entrega en tabla 12, en donde se desprende que el peso corporal en gramos es el parámetro que mejor explica la variación en la fecundidad, siendo el modelo de tipo lineal el que se utilizó para los cálculos de fecundidad media poblacional, ya que presentó el mejor ajuste y el menor cuadrado medio del error (MSE) (Fig. 12 y 13). La fecundidad relativa promedio fue de 704 y una desviación estandar de 115 ovocitos por gramo, valor superior al determinado en 1995 de 558 con una desviación estandar de 115ov/g, tendencia que se mantiene al agrupar en base al peso corporal o a la longitud total (Tabla 13).

La fecundidad parcial promedio para el total de lances (Fecundidad modal) estimada es de 19658 ovocitos, con una varianza de 318400 y un coeficiente de variación de 0,029.

Biomasa desovante

La biomasa desovante para el total de área prospectada es de 568411 toneladas, con una varianza de $2,5736 \cdot 10^{10}$ y un coeficiente de variación de 0,28. El intervalo de confianza (95%) se estimó entre 301034 y 955378 toneladas.

DISCUSIÓN

El Método de Producción de Huevos es un método de evaluación directa que permite la obtención de un estimado instantáneo de la producción de huevos y la biomasa desovante. Para que este método sea aplicable, debe de ser ejecutado durante el período de máxima actividad reproductiva, etapa durante el cual se producen cambios somáticos y fisiológicos significativos, culminando con el desove. Un punto clave en la aplicación de este método es la definición de dicho período para dar inicio a los cruceros. En este sentido, el seguimiento de la condición fisiológica de las gónadas debe de ser a escala temporal diaria por lo que se requiere aplicar indicadores del estatus reproductivo a tiempo actual como lo son los de carácter macroscópicos, siendo los mas utilizados el índice gonadosomático y porcentaje de hembras maduras. La presencia del período de máxima actividad reproductiva, definida en base a criterios de decisión descritos en la metodología, fueron plenamente corroborados posteriormente con la incidencia de estadios microscópicos de madurez ovárica (Tabla 8) lo que indicó que los criterios macroscópicos utilizados en el presente estudio fueron bien definidos para efectos de la determinación del período de máxima actividad reproductiva de la anchoveta e inicio del crucero. Si bien los análisis microscópicos son de mayor definición del desarrollo gonadal, como se requiere información a tiempo real éstos son extemporáneos debido a el tiempo que demanda el procedimiento técnico en la obtención de preparados histológicos.

Se confirma una vez más, al igual que en el año 1995, que la zona del Río Loa es el más importante foco de desove en la zona norte (Cañon, 1978; Serra et al, 1979; Palma et al, 1992; Claramunt et al, 1996). Situación que ratifica la conveniencia del diseño de muestreo utilizado, en el sentido de aplicar un mayor esfuerzo en dicha área. Es así que en el área comprendida entre los grados 20°50' y 23°00' LS, se ubica el 63 % del total de huevos colectados. Por otra parte, a pesar del aumento del área cubierta con respecto a años anteriores, no se verifica la presencia del foco de desove detectado en 1995 en el área al sur de los 24° 00' L.S, lo que estaría sugiriendo cambios interanuales en la extensión y localización de los focos de desove, los que ya han sido reportados para anchovetas y sardinas (Alheit, 1993; Nancy Lo com pers), siendo sin embargo el área del Río

Loa ($20^{\circ}50'$ a $23^{\circ}00'$ LS) una zona estable y persistente en el tiempo. Esta zona durante el año 1995 presentó un núcleo frío, revelando una intensificación de surgencia costera. Un núcleo frío secundario se pudo observar al sur de Antofagasta ($24^{\circ}30'$ S), el cual también presentó una agregación de huevos. La presencia de huevos, en el área total de estudio estuvo negativamente correlacionada a la temperatura (Escribano *et al.*, 1996). En el presente estudio de 1996 el patrón de distribución horizontal de temperatura superficial nuevamente reveló un núcleo frío en la zona del Río Loa (Fig. 14), sobre el cual se agregaron los huevos de anchoveta. Sin embargo, a diferencia del año 1995, el núcleo frío al sur de Antofagasta no presentó una agregación importante de huevos, aunque tampoco los adultos estuvieron presentes en esa área. Las estructuras físicas de las masas de agua, que se asocian a la distribución de huevos sugieren que factores oceanográficos, con énfasis las surgencias de aguas frías, modulan la localización y dinámica de los focos de desove, en presencia de la población de adultos. En este contexto, sería conveniente contar con información oceanográfica de gran escala, tal como imágenes satelitales de temperatura, previo al inicio del crucero de prospección de huevos. Esta información podría ser relevante para el diseño y ejecución del muestreo.

Aunque la zona de Arica ha sido citada como un área importante de desove de la anchoveta, es notoria la baja presencia de huevos en esta zona durante la prospección. Sin embargo, se observaron algunas estaciones positivas alejadas a la costa (Fig. 3), aunque con baja densidad de huevos. Una extensión de las transectas en el extremo norte podría revelar una potencial concentración de huevos más allá de las 30 mn. Este antecedente podría ser materia de consideración en futuras aplicaciones del método.

Debe considerarse que, si bien hubo desembarques de anchoveta en Arica, la actividad de la flota de las regiones I y II se concentró en la zona de frontera-oceánica. Observaciones realizadas por los autores en esa zona, tanto desde el barco de pesca de adultos como en el de huevos y comunicaciones de los patrones de las embarcaciones de la flota que se encontraban operando, indicarían que las anchovetas capturadas provenían del norte o de la zona oceánica (120 mn). Estos

antecedentes podrían sugerir una intervención antrópica mediante la cual el proceso reproductivo (desove en la zona de Arica) fue reducido por efecto de captura prematura de los desovantes.

En la zona Antofagasta-Taltal, se cubrió tanto la franja de 30 mn como aquella de 61 mn, revelando claramente ausencia de huevos, o parches muy apegados a la costa (Fig. 3). La baja concentración de huevos en esta área coincide con una baja presencia de adultos, corroborando las observaciones respecto a que el recurso estaba sobredisperso y distribuido al norte de Antofagasta. No existen antecedentes precisos que permitan explicar la baja densidad del recurso al sur de Antofagasta, lo que repercutió también en el bajo número de lances en esta zona. La distribución de temperatura superficial del mar (Fig. 14), muestra la presencia de focos de surgencia en esta zona, en un patrón similar a lo observado durante 1995. Ese año sin embargo, se observaron concentraciones importantes de huevos en esta área. Al respecto Smith y Hewitt (1985), señalan que entre los factores que pueden afectar la población desovante, la temperatura podría ser relevante, aunque la concentración de clorofila puede ser un parámetro clave (Fiedler, 1983) y también las condiciones de advección y transporte que pudieran afectar la permanencia local de huevos (Hewitt y Methot, 1982). Estos aspectos son materia de investigaciones futuras para *Engraulis ringens* en la corriente de Humboldt.

La pérdida de estaciones de muestreo en las transectas de 60 mn en la zona de mayor esfuerzo de muestreo, debido a los ejercicios navales, como consecuencia de la no completación de tres transectas, según lo comprometido en la propuesta técnica, implicó que no se realizaron 30 estaciones. Ante un escenario negativo, que considera que estas 30 estaciones resultan positivas y con 2,29 edades por estación (promedio global número de edades por estación positiva) cada una, implicaría la pérdida de 69 puntos, de los 655 utilizados en el ajuste no lineal ponderado de P_0 . Por tanto y si se acepta que dichos puntos seguirían la misma tendencia que el conjunto de datos observados, los cuales se esperan que cubran la variabilidad de abundancia de huevos y su edad asociada, se infiere que el estimado de P_0 no se vería significativamente afectado, sino más bien su error estándar, el cual incluso se podría ver disminuido por el aumento de los grados de libertad. Adicionalmente, debe considerarse que dicha área está incluida en el área total prospectada, y que

aquellas transectas cuyas estaciones más oceánicas fueron positivas se consideraron como integrantes del área de desove hasta las 61 mn, lo que supone que es un área en que se esperan huevos.

El diseño de muestreo aplicado, con intensificación en la zona de mayor abundancia, permitió obtener estimados de la producción diaria de huevos con menor coeficiente de variación que en el año 1995 (0,38 contra un 0,18 en 1996). Lo que a su vez implica la utilización de una regresión no lineal ponderada de acuerdo al área que representa cada estación (Picquelle y Hewitt, 1984; Picquelle y Stauffer, 1985), que una vez más ha mostrado ser robusto y eficaz en la obtención de los parámetros y su varianza, siendo esta última más realista que otros métodos que implican linearización y categorización de edades en intervalos discretos.

La producción diaria de huevos para el total del área es más baja que la reportada en años anteriores (Rojas y Oliva, 1993; Claramunt et al, 1996), a pesar del aumento considerable en el área (un grado hacia el sur) e intensificación en el muestreo, siendo concordante con la menor proporción de estaciones positivas y abundancia total de huevos en comparación a 1995 (Claramunt et al, 1996). Este hecho, unido al aumento en la fecundidad modal de un 27 % con respecto a 1995, son las principales causas de la menor biomasa estimada en este estudio, la cual representa aproximadamente la mitad del año anterior.

La tasa instantánea de mortalidad de huevos (Z), es un parámetro biológico que entrega información importante acerca del ciclo de vida de este recurso. El estimado de Z de 0,41 indica que diariamente muere el 34% de los huevos producidos. Las estimaciones de Z sin embargo para el género *Engraulis* fluctúan en un amplio rango de 0,01 (Santiago y Sanz, 1989) y 1,04 (Santander et al., 1984). Para *E. ringens* en el norte de Chile Z fue estimado como 0,59 en 1992 (Rojas y Oliva, 1993), mientras que en 1995 la estimación fue de 0,73. Cabe destacar que los años 1995 (F.I.P. 95-01) y 1996 (presente estudio) son comparables en la medida en que se aplicó el mismo método de ajuste no lineal de la función exponencial, a diferencia del año 1992 donde las edades fueron categorizadas, lo que puede afectar la estimación de la pendiente (Z). Adicionalmente es importante

destacar el incremento en precisión del estimado de Z para el año 1996 comparado a 1995, donde el coeficiente de variación disminuyó desde 0,45 a 0,33 de un año a otro. La mortalidad diaria de huevos refleja la presión ambiental a que son sometidos los huevos durante su desarrollo y la potencial fuerza del futuro stock. Sin embargo pueden ser muchos los factores que afectarían no solo la magnitud de Z sino también su estimación, por una posible denso-dependencia de la mortalidad. Por tales motivos es importante evaluar este parámetro sobre la base de una serie de tiempo de estimaciones estadísticamente comparables y que pudieran reflejar tendencias o variaciones interanuales del recurso. A modo de ejemplo, en la estimación de la biomasa desovante de la anchoveta del stock centro-sur del Perú realizada en 1995, (Ayón, 1996) determinó una disminución de la tasa de mortalidad instantánea de los huevos respecto a evaluaciones del mismo stock realizada en 1994 por Guzmán et al. (1995), de 1,14 a 0,62. De acuerdo a ello, las posibles causas de esta disminución pueden ser parcialmente atribuibles a que en 1994 los huevos estuvieron distribuidos dentro de un área menor que en 1995, y sometidos a una mayor depredación por efectos de denso-dependencias. También se observó una menor concentración de huevos dentro de las 5 mn de la costa que en 1994, área que es altamente inestable desde el punto de vista oceanográfico, lo que pudiera incrementar la mortalidad de huevos. Estas hipótesis sin embargo requieren mayor evidencias para ser sustentadas.

Al igual que en el año 1995, el principal problema en el muestreo de los adultos, es la alta concentración del recurso, situación que provocó nuevamente que la mayor cantidad de lances quedarán restringidos a la zona de Tocopilla al Río Loa, a pesar de que en esta oportunidad se utilizaron dos embarcaciones pesqueras, las cuales cubrieron la totalidad del área, navegando simultáneamente en direcciones opuestas desde los extremos sur y norte. Sin embargo, la distribución de los lances efectivos se observa concordante a la de huevos. El bajo número de lances al sur de Tocopilla, es concordante con el bajo número de huevos registrado, lo que se explicaría por una baja densidad del recurso en la zona. Es necesario recalcar que el barco efectuó un track de búsqueda utilizando ecosonda y sonar, no detectando la presencia de cardúmenes y aún cuando se realizaron tres lances, estos correspondieron a cardúmenes pequeños y aislados. No existen antecedentes que permitan aventurar una explicación acerca de la ausencia de anchoveta en la II

Región. Si se observan los desembarques de anchoveta en la II Región (Tabla 1) se puede apreciar que antes del inicio del crucero y de la veda (1 al 25 del 7 de 1996) son bastante exigüos en comparación a las registradas en la I región en el mismo período, situación similar ocurre al término de la veda, lo que respalda en alguna medida el bajo número de lances efectivos en esta zona.

Los parámetros de adultos, se encuentran dentro de lo reportado para el género (Tabla 14) y en particular para *E. ringens* en la zona norte de Chile. Nuevamente, llamamos la atención respecto de que para la estimación de la fracción diaria de hembras desovantes se está utilizando la tasa de degeneración de folículos postovulatorios descrita para *E. mordax* por Hunter y Goldberg (1980), la cual puede presentar diferencias específicas con implicancias en los estimados finales, por lo que resulta de interés el validar la asignación de edades a los folículos postovulatorios en *E. ringens* del norte de Chile.

Santander *et al.* (1984) y Alheit (1985) registraron una alta incidencia de hembras hidratadas en los muestreos (23,06%), demostrando claramente un sobremuestreo de éstas, con coeficiente de variación superior a los correspondiente a hembras con folículos postovulatorios de día 1, 2 y combinados. Los análisis efectuados al respecto, indican una situación similar de sobremuestreo, ya que la fracción desovante calculada en base a hembras en estado de hidratación fue 20,02% lo que implica un aumento del 17,6% con respecto a la estimada a través de los folículos combinados 1+2. De igual forma, la diferencia entre los coeficientes de variación fue de 54,0%.

La mayor fecundidad en comparación a la determinada en 1995, estaría asociada a un incremento de la fecundidad, lo que se observa en la fecundidad relativa, y al mayor peso de las hembras, aunque se encuentra ampliamente descrito en la literatura que la fecundidad varía intra e interanualmente (Lasker y Smith, 1977; Hunter y Leong, 1981; DeMartini y Fountain, 1981; Blaxter y Hunter, 1982; Alheit *et al.*, 1983; Parrish *et al.*, 1986; Tanasichuk y Ware, 1987; Alheit, 1988; Le Clus, 1989; DeMartini, 1991; Claramunt *et al.*, 1993; Claramunt *et al.*, 1994), por lo que para concluir acerca de causas específicas de la mayor fecundidad encontrada respecto a 1995, se necesitaría de una cobertura temporal intra e interanual mayor.

La moda de la estructura de tallas registrada en el área norte es coincidente con la observada para el total, no así la moda correspondiente a la zona sur, la cual se ubicó en longitudes menores, situación que pudo deberse al bajo número de lances positivos efectuados en dicha área.

Existen importantes implicancias respecto a la reducción de tiempo de muestreo. Picquelle y Stauffer (1985) enfatizan que un supuesto crítico del método de producción de huevos es que: "los parámetros del modelo son constantes en el rango y duración del muestreo. Si este supuesto es violado, el área de muestreo debería ser dividida en regiones o intervalos de tiempo dentro de los cuales los parámetros son constantes". Este criterio es aplicable en situaciones en que se conoce previamente la variabilidad regional en los parámetros, como la situación reportada para *Engraulis mordax*, lo que podría ser subsanado a través de una postestratificación del área (Picquelle y Hewitt, 1984). Al respecto es necesario distinguir entre variaciones producto del azar y tendencias. Para *Engraulis ringens* durante el periodo de muestreo podría encontrarse variación latitudinal en parámetros de adulto asociada a un cambio en la distribución de tallas, sin embargo de acuerdo a los resultados obtenidos en 1992 (Rojas y Oliva, 1993), 1995 y 1996, no existe un patrón definido y constante que permita suponer *a priori* una tendencia latitudinal en los parámetros de adultos, mediante la cual planificar un esquema de muestreo acorde a ésta. Por esta razón, tanto en 1995 como en 1996 la estrategia de muestreo de adultos fue el considerar un área unitaria que recoja toda la variabilidad interna, además que cualquier estratificación del área implica la estimación y cumplimiento de un tamaño mínimo de lances para cada una de los estratos definidos, lo cual, dado el comportamiento del recurso, no es posible de comprometer en este tipo de estudios. La variación que sí está reportada para los peces desovantes múltiples es la variación temporal de los parámetros reproductivos (i.e. fecundidad parcial, fracción de hembras desovantes, tamaño del huevo) (Lasker y Smith, 1977; Hunter y Leong, 1981; DeMartini y Fountain, 1981; Blaxter y Hunter, 1982; Alheit et al., 1983; Parrish et al., 1986; Tanasichuk y Ware, 1987; Alheit, 1988; Le Clus, 1989; DeMartini, 1991; Claramunt et al., 1993; Claramunt et al., 1994; Ayón, 1996), por lo que si nos atenemos al conocimiento científico actual en torno a la posible fluctuación temporal y espacial de los parámetros reproductivos, es esperable, al planificar un aplicación del método, una mayor precisión en los estimados por la reducción de la duración del tiempo de crucero que por considerar

estratificaciones por área. Por otro lado, para poder realizar una postestratificación del área cubierta por los lances de pesca, se necesitaría que los lances efectivos tuvieran una distribución relativamente uniforme, de modo que cada estrato pudiera contar con un número suficiente de lances con los cuales estimar los parámetros para cada uno de ellos, situación que no se ha cumplido en ninguna de las aplicaciones del método.

En el caso de la estimación de la producción diaria de huevos y su tasa de mortalidad, dado que presentan una dinámica temporal bastante más alta que los adultos, siendo además mucho más dependientes de variaciones en las condiciones oceanográficas (i.e. temperatura, transporte), se torna más crítico el reducir al máximo la variación temporal, dado que como ya se mencionó el modelo asume parámetros constantes.

Las consideraciones señaladas previamente, en cuanto a la variabilidad tanto de los parámetros de adultos como de huevos, son las que llevaron en la etapa de formulación de la estrategia de muestreo a valorar la importancia de la reducción máxima posible del tiempo total de crucero. Por otro lado, el aumento del número de estaciones totales con respecto a 1996 (578 a 760 estaciones), debido al aumento en 1 grado de latitud y del esfuerzo de muestreo en la zona del Río Loa (transectas cada 5 mn), implicaba que mediante la utilización de un sólo barco este patrón de transectas, habría tomado como mínimo el doble de tiempo (24 días) sin considerar eventualidades y reabastecimientos, por lo tanto y dada la experiencia ganada en 1995, era altamente recomendable la utilización de dos barcos para el muestreo de huevos, lográndose así en definitiva el completar las prospección en 12 días. Además, es necesario señalar que la utilización de dos embarcaciones no implica una duplicación de los costos, ya que se compensa por la reducción de tiempo. La decisión de utilizar dos barcos pesqueros para adultos, está justificada por la simultaneidad que se requiere con el crucero de huevos.

El coeficiente de variación de la biomasa desovante (0,28) es menor que el estimado en 1995 (0,38), lo que puede ser el resultado del aumento en el esfuerzo de muestreo en la zona de mayor abundancia de huevos y del que en el Taller Internacional efectuado fue tratado como uno de los

gravitantes en las estimaciones finales, siendo considerado el diseño utilizado en el presente estudio como uno de los más eficaces y de difícil optimización por razones de orden logístico y económico. Si bien el coeficiente de variación es mayor que el obtenido en 1992 por Rojas y Oliva (1993), lamentablemente estos no son comparables, ya que ellos por un lado utilizan la edad en forma discreta (i.e. intervalos de edad) y linearización del modelo de sobrevivencia para el cálculo de P_0 , lo que da varianzas sesgadas (Picquelle y Stauffer, 1985), y por otro lado la varianza de la fecundidad media poblacional también está sesgada ya que no consideran el error proveniente de la regresión (Picquelle y Stauffer, 1985), por lo que no se pueden extraer conclusiones estadísticamente válidas.

La inclusión de las covarianzas de los parámetros de adultos en el cálculo de la varianza de la biomasa, no significó una alteración significativa en esta (reducción en la varianza de $2,6925E+10$ a $2,5736E+10$ y manteniéndose el coeficiente de variación en 0,28).

Al cambiar la hora establecida como pico de desove (22:00 h) para la asignación de edades a los huevos, por aquella de mayor frecuencia de aparición de huevos en estadios I, que durante el crucero fue a las 24:00 horas, y ajustar nuevamente el modelo de decaimiento exponencial se obtiene una producción diaria de huevos de 26,61 huevos/0,05 m² *día, lo que representa un aumento de 3,45%. Este aumento se refleja en un cambio de la biomasa estimada en la misma proporción. Estos resultados indican que la hora considerada como pico de desove no representa un gran problema en los estimados de biomasa, situación que ya ha sido comentada por Nancy Lo (com. pers.).

Los parámetros que intervienen en la estimación de la biomasa desovante y que no presentan mayores dificultades para el estimado final son el peso promedio (W), la proporción sexual (R) y la fecundidad parcial (E) por lo que se les considera como los más precisos, en razón a que la variación del valor de éstos entre años es mínima, en cambio la fracción desovante (f) y la producción diaria de huevos (P_0) son los que presentan mayores dificultades en su estimación y representan variaciones más significativas (Ayón, 1996). Las variaciones interanuales de f y P_0 se deberían a causas como la no coincidencia de la ejecución de los muestreos respecto al período de máxima

actividad reproductiva, variabilidad estacional en la estrategia del desove, edad y tamaño de los individuos, disponibilidad de alimento, condiciones ambientales, etc. Para el caso de la estimación de P_0 la distribución y abundancia de huevos es relevante por su variabilidad intra e interanual. Además, Lo (Taller MPH, noviembre de 1996) ha señalado que la profundidad específica de la temperatura de incubación de los huevos y la hora del peak del desove, como también la estructura de edad específica de parches de huevos (distribución altamente contagiosa en huevos de edades menores a los huevos de edades mayores), mortalidad de huevos (huevos temprano están más expuestos a ser depredados debido al carácter de agregación que presentan o por la presencia de feromonas secretadas por el cardumen desovante, alternativamente los huevos tardíos pueden ser fácilmente predados por la exposición visible del embrión al predador), se constituirían como factores que intervienen en el valor estimado de P_0 . Si bien, los estimados finales de la biomasa desovante correspondientes al periodo 1995 (FIP 95-01) y 1996 (FIP.9-01) fueron cuantitativamente diferentes (1.223.515 y 568.411 toneladas respectivamente), los estimados de la fracción de hembras desovantes, peso promedio de hembras maduras y proporción sexual se mantuvieron similares entre 1995-1996, a diferencia de la producción diaria de huevos y la fecundidad parcial, los cuales experimentaron cambios importantes entre ambos periodos estudiados.

En relación al estimado final que señalan para el periodo 1995 (1223515 toneladas), la biomasa desovante de la anchoveta estimada para el periodo 1996 (568411 toneladas) disminuyó en un 53,5%, lo que indicaría para la población de la anchoveta presente en la I y II regiones una situación riesgosa para el futuro de la pesquería. Frente a la situación actual en que se encuentra el recurso, y teniendo presente la información oceanográfica en el sentido de un potencial evento El Niño, es muy arriesgado predecir situaciones futuras.

CONCLUSIONES

1. Durante el período de máxima actividad reproductiva, la biomasa desovante de la anchoveta presente en la I y II regiones fue estimada en 568411 ton., disminuida en un 53,5% respecto al estimado en 1995.
2. Los parámetros de adultos tales como la fracción de hembras desovantes, el peso promedio de hembras maduras y proporción sexual se mantuvieron similares respecto a 1995, en cambio la fecundidad parcial experimentó un aumento sustantivo (27%).
3. La producción diaria de huevos disminuyó notoriamente (56% respecto a 1995), siendo el valor de éste estimado el más bajo registrado para la zona de estudio.
4. Se confirma que la zona del Río Loa es el más importante foco de desove de la anchoveta de la zona norte.

RECOMENDACIONES FINALES

Validar el método de asignación de edad de los huevos, con el establecimiento de un modelo edad-temperatura adecuado a la especie *E. ringens* en la zona norte, a través de estudios experimentales *In vitro*, *In situ* o una combinación de ambos.

Validar la asignación de edades a los folículos postovulatorios en *E. ringens* de la zona norte, mediante las técnicas adecuadas para tal efecto.

Considerar información oceanográfica previa al inicio del crucero de prospección de huevos de anchoveta, que permitan la posibilidad de aplicar diseños de muestreo adaptativos frente a la eventualidad de focos de desove adicionales a la zona principal, asociados a lentes intensos de surgencia costera.

Se considera importante realizar una estimación de la covarianza entre los parámetros de adultos del modelo.

Consideramos que se debe mantener el esquema de muestreo con mayor intensidad en el área del Río Loa (20°50' a los 23°00' LS aprox.), como el aplicado en este proyecto, ya que consistentemente en el tiempo a demostrado ser el principal foco de evacuación gamética de la especie objeto de estudio.

REFERENCIAS

- 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*. NOAA Tech. Rep. NMFS 36:59-61.
- Alheit, J. 1988. Reproductive biology of sprat (*Sprattus sprattus*): factors determining annual egg production. ICES.44:162-168.
- Alheit, J. 1989. Comparative spawning biology of anchovies, sardines and sprats. Rapp.P.-V Réun. Cons. Int. Explor. Mer, 191:7-14
- Alheit, J. 1993. Use of the daily egg production method for estimating biomass of clupeoid fishes: a review and evaluation. Bull. Mar. Sci. 53(2):750-767.
- Alheit, J., Alegre, B., Alarcon, V.H y B. J. Macewicz. 1983. Batch fecundity and spawning frequency of various anchovy (Genus: *Engraulis*) populations from upwelling areas and their use for spawning biomass estimates. In: "Proceedings of the experts consultations to examine changes in abundance and species composition of neritic fish" G.D. sharp and J.Csirke (eds) FAO, Fish report (291) vol. 3:977-986.
- Alheit, J., V.H. Alarcon y B. Macewicz. 1984. Spawning frequency and sex ratio in the peruvian anchovy, *Engraulis ringens*. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports. 25:43-52
- Amstrong, M., P. Shelton, I. Hampton, G. Jolly y Y. Melo. 1988. Egg production estimate of anchovy biomass in the southern Benguela system. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports. 29:137-157.

- Ayón, P. 1996. Biomasa desovante 1995 del stock norte-centro de la anchoveta peruana, *Engraulis ringens*, estimada por el método de producción de huevos. Informe Instituto del Mar del Perú N° 119:14-20.
- Baker, J.R. 1956. Technique the principles and practice of methods used to determine the structure of the metazoan cell. John Wiley and sons publishers. New York.
- Baker, J.R. 1958. Principles of biological microtechnique. A study of fixation and dyeing. John Wiley and sons publishers. New York.
- Bentley, P.J., R.L. Emmett, N.C.h. Lo, and H.G. Moser. 1996. Egg production of Pacific sardine (*Sardinops sagax*) off Oregon in 1994. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 37:193-200.
- Bindman, A. 1986. The 1985 spawning biomass of the northern anchovy. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports. 27:16-24.
- Blaxter, J. y J.R. Hunter. 1982. The biology of the clupeoid fishes. Advances in Marine Biology, 20:1-223 p.
- Cañón, J.R. 1978. Distribución de la anchoveta (*Engraulis ringens* Jennyns) en el norte de Chile en relación a determinadas condiciones oceanográficas. Investigaciones Pesqueras. 30: 1-128.
- Ciechomski, J.D. y R.P. Sánchez. 1984. Field estimate of embryonic mortality of SouthWest Atlantic anchovy *Engraulis anchoita* Meeresforsch. 30(3):172-187.

- Claramunt, G. ; G. Herrera y P. Pizarro. 1993. Fluctuaciones de la fecundidad parcial en sardina española (*Sardinops sagax*) durante la época principal de desove de 1990, en la zona norte de Chile. *Scientia Marina* 57(1):9-14.
- Claramunt, G. y G. Herrera. 1993. A new method to estimate the fraction of daily spawning females and the number of spawning in *Sardinops sagax* in northern Chile. *Scientia Marina* 58(3):169-177.
- Claramunt, G.; G. Herrera y P.Pizarro 1994 Producción potencial anual de huevos por estratos de tallas en *Sardinops sagax* (Jenyns, 1842) del norte de Chile. *Revista Biología Marina*. 29 (2): 211-233
- Claramunt, G., G. Herrera, J. Pizarro, P.Pizarro, R. Escribano, M. Oliva, A. Olivares, C. Guerra y A. Zuleta. 1996. Evaluación del stock desovante de anchoveta por el método de producción de huevo en las I y II regiones. Informe final, Proyecto FIP 95-01. Fondo de Investigación Pesquera.
- Cochran, W.G. 1977. *Sampling techniques*. 3rd. John Wiley, New York. 428 pp.
- DeMartini, E.E. 1991. Annual variations in the fecundity, egg size, and the gonadal and somatic conditions of queenfish, *Seriphus politus* (Scianidae). *Fishery Bulletin*, U.S. 89:9-18.
- DeMartini, E.E y R.K. Fountain. 1981. Ovarian cycling frequency and batch fecundity in the queenfish, *Seriphus politus*: Attributes representative of serial spawning fishes. *Fishery Bulletin*, U.S. 79(3):547-560.
- Deriso, R.; J. Barnes; R. Jacobsson y P. Arenas. 1996. Catch-at-age analysis for Pacific sardine (*Sardinops sagax*), 1983-1995. *CalCOFI Rep.*, 37:175-187.

- Einarsson, H. y J. Rojas 1963. Descripción de huevos y larvas de anchoveta peruana (*Engraulis ringens* J.) Boletín del Instituto del Mar del Perú 1(1):1-23
- Escribano, R., G. Claramunt y M. Oliva. 1996. Distribución de huevos de anchoveta en la zona norte de Chile, invierno 1995. XVI Jornadas de Ciencias del Mar. Concepción, Chile. p. 78.
- Fiedler, P.C. 1983. Satellite remote sensing of the habitat of spawning anchovy in the Southern California bight. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports. 24:202-209.
- Fischer, W. 1958. Huevos, crías y primeras prelarvas de la anchoveta (*Engraulis ringens* J.). Revista Biología Marina. 8: 111-124.
- García, A., N. Pérez, N.C.H. Lo, A. Lago De Lanzós and A. Solá. 1992. The egg production method applied to the spawning biomass estimation of sardine, *Sardina pilchardus* (Walb.), on the North Atlantic Spanish coast. Boletín, Instituto Español de Oceanografía. 8(1) 123:138.
- Guzmán, S., Ayón, P. y L. Pizarro. 1995. Biomasa desovante de la anchoveta y condiciones oceanográficas. Crucero 9408-10 BIC SNP - 1 y bolicheras. Informe del Instituto del Mar del Perú - Callao 115:1-115.
- Hampton, I. 1996. Acoustic and egg-production estimate of SouthAfrica anchovy biomass over a decade: comparison accuracy and utility. ICES Journal of Marine Science, 53:493-500.
- Herrera, G.; G. Claramunt y P. Pizarro 1994 Dinámica ovárica de la sardina española (*Sardinops sagax*) del norte de Chile periodo anual 1992-1993. análisis por estrato de talla. Revista Biología Marina. 29 (2): 147-166.

- Hewitt, R., y R. Methot. 1982. Distribution and mortality of northern anchovy larvae in 1978 and 1979. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports. 23:226-245.
- Hewitt, R., A. Bindman y N. Lo. 1984. Procedures for calculating the egg production estimate of spawning biomass. Natl. Mar. Fish. Serv., NOAA, Southw. Fish. Cent., La Jolla, Ca, Adm. Rep. LJ-84-19, 46 p.
- Hewitt, R. 1985. The 1984 spawning biomass of the northern anchovy. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports. 26:17-25.
- Holden, M. J. Y F.S. Raitt. 1974. Manual of fisheries science. Part method of resource investigation and their application. FAO Fish. Tech. Pap 115 (Rev 1), 214 p.
- Hunter, J. 1985. Preservation of northern anchovy in formaldehyde solution. **In** R. Lasker (ed) An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, **Engraulis mordax**. NOAA Tech. Rep. NMFS 36:63-65.
- Hunter, J. y S. Goldberg. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy **Engraulis mordax**. Fishery Bulletin, 77(3):641-652.
- Hunter, R.J. y R.J.H. Leong. 1981. The spawning energetics of female northern anchovy, **Engraulis mordax**. Fishery Bulletin, U.S. 79(2):215-230.
- Hunter, J. y B. Macewicz. 1985. Measurements of spawning frequency 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**. NOAA Tech. Rep. NMFS 36:79-94.

- Hunter, J.R. y N. Lo. 1993. Ichthyoplankton methods for estimating fish biomass introduction and terminology. *Bull. Of Mar. Sci.* 55(2): 723-727.
- Hunter, J., N. Lo y R. 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***. NOAA Tech. Rep. NMFS 36:67-77.
- Lasker, R. y P.E. Smith. 1977. Estimation of effects environmental variations on the eggs and larvae of the northern anchovy. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports*, 19:128-137.
- Lasker, R. 1985. An egg production method for anchovy biomass assessment. In R. Lasker (ed) *An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, **Engraulis mordax***. NOAA Tech. Rep. NMFS 36:1-3
- Lasker, R., Pelaez, J. y R. Laurs. 1981. The use of satellite infrared imagery for describing ocean processes in relation to spawning of the northern anchovy (**Engraulis mordax**). *Remote Sensing of Environment*, 11:439-453.
- LeClus, F. 1989. Size-specified seasonal trends in spawning of pilchard **sardinops ocellatus** in the northern Benguela system, 1973/74. *South African Journal of Marine Science*, 8:21-31.
- Lo, N. 1985. A model for temperature-dependent northern anchovy egg development and an automated procedure for the assignment of egg to staged eggs. In R. Lasker (ed). *An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, **Engraulis mordax***. NOAA Tech. Rep. NMFS 36:43-50.

- Lo, N.C.H, Y.A. Green Ruiz, M.J. Cervantes, H.G. Moser, and R.J. Lynn. 1996. Egg production and spawning biomass of pacific sardine (*Sardinops sagax*) during 1994. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports. 37:140-151
- López, M.T., C. Leyton y M.E. Graf. 1982. Técnicas de Histología y Citología. Ed. Depto. Biología Celular y Genética, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Macewicz, B.J. y J.R. Hunter. 1993. Spawning frequency and batch fecundity of jack mackerel, *Trachurus symmetricus*, off California during 1991. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports. 34:112-121.
- Martínez, C.; Aranís, A.; Estrada, C.; Barría, P.; Bohm, G.; Erbs, V.; Oliva, J.; Orellana, M.E.; Bocic, V.; Reyes, M.; Avila, M. y E. Estay. 1987. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales pelágicas zona norte (I-IV regiones) 1986. Estado de situación del recurso. Convenio CORFO- IFOP. Corporación de Fomento de la Producción. (AP 87/6). Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. 219pp.
- Martínez, C.; Caballeros, L.; Bohm, G.; Gili, R.; Bocic, V.; Oliva, J.; Barría, P. y R. Serra. 1991. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales 1990. Estado de situación y perspectivas del recurso. Pesquerías pelágicas zona norte (I a IV región). Corporación de Fomento de la Producción. (SGI-IFOP 91/8). Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. 94pp.
- Martínez, C.; Caballeros, L.; Bohm, G.; Oliva, J.; Gili, R.; Bocic, V.; Barría, P. y R. Serra. 1992. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales 1991. Estado de situación y perspectivas del recurso. Pesquerías pelágicas zona norte (I a IV región). Corporación de Fomento de la Producción. (SGI-IFOP 92/1). Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. 51pp.

- Moser, H. 1967. Seasonal histological changes in the gonads of the *Sebastes paucispinis* Ayres an ovoviviparous teleost (Family Scorpaenidae) J. Morphol. 123:329-354
- Moser, H. y E. Ahlstrom. 1985. Staging anchovy eggs In R. Lasker (ed) An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS 36:37-41.
- Motos, L. Y J. Santiago. 1990. An egg production estimate of biomass of the bay of iscaay anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L.) In 1989. ICES CM 1990/H:26).
- Motos, L. Y A. Uriarte. 1991. An egg production estimate of biomass of the bay of biscay anchovy in 1990. ICES CM 1991/H:32).
- Palma, W.; J. Pizarro y C. Flores. 1992. Co-ocurrencia , distribución y abundancia de lostados tempranos de *Engraulis ringens* y *Sardinops sagax* (Pisces: Clupeiformes) en un área de surgencia costera en el norte de Chile. Rev. Inv. Cient y Tec. Serie Ciencias del Mar (2):12-30.
- Palomera, I. y J. P. Perterra. 1993. Anchovy biomass estimate by the daily egg production method in 1990 in the western Mediterranean Sea. Scienta Marina , 57(2-3):243-251
- Parker, K. 1980. A direct method for estimating northern anchovy *Engraulis mordax* spawning biomass. Fishery Bulletin, 78:541-544.
- Parker, K. 1985. Biomass model for the egg production method. In R. Lasker (ed) An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS 36:5-6.

- Parrish, R.H., Mallicoate, D.L. y R.A. Klingbeil. 1986. Age dependent fecundity, numbers of spawning per year, sex ratio and maturation stages in northern anchovy. *Fishery Bulletin*, U.S. 84(3):503-517
- Pérez, N., A. García, N.C.H. Lo, and C. Franco. 1989. The egg production method applied to the spawning biomass estimation of sardine (*Sardina pilchardus*, Walb.) In the North-Atlantic Spanish coasts. ICES C.M. 1989/H:23.
- Picquelle, S. y R. Hewitt. 1983a. The northern anchovy spawning biomass for the 1982-83 California fishing season. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports*. 24:16-28
- Picquelle, S. y R. Hewitt. 1983b. Estimates of the spawning biomass of the northern anchovy for 1983-84 California fishing season. NMFS, S.W. Fish. Cent. Admin. Rep. LJ-83-15.
- Picquelle, S. Y R. Hewitt. 1984. Estimates of the spawning biomass of the northern anchovy for the 1983-1984. California fishing season. *Calif. Coop. Oceanin Fish. Invest. Rep.* 25:16-27.
- Picquelle, S. y G. Stauffer. 1985. Parameter estimation for an egg production method of anchovy biomass assesment. In R. Lasker (ed) *An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, **Engraulis mordax***. NOAA Tech. Rep. NMFS 36:7-16.
- Pizarro, P. G. Herrera y G. Claramunt. Alternativa metodológica para la estimación rápida del estado reproductivo en sardina española *Sardinops sagax* (Jenyns, 1842) de la zona norte de Chile. Submitted.

- Priede, I.G. y J.J. Watson. 1993. An evaluation of the daily egg production method for estimating biomass of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*). Bull. Mar. Science 53(2):891-911.
- Rojas, O. y J. Oliva. 1993. Evaluación del stock desovante de anchoveta de la zona norte por el Método de producción de huevos. IFOP. Informe del Programa de evaluación directa de recursos pelagicos de la zona norte, para Empresas Pesqueras zona norte. 37 pp + anexos.
- Rojas, O.; A. Mújica; M. Labra; G. Ledermann y H. Miles. 1983. Estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces. In: Corporación de Fomento de la Producción, IFOP (AP 83-31).
- Rojas, O.; V. Asencio; M. Braun y H. Miles. 1989. Distribución y abundancia de huevos y larvas de sardina, anchoveta y jurel en la zona norte de Chile durante marzo-abril de 1989. In: Cuantificación de la biomasa de recursos pelágicos y vigilancia bio-oceanográfica zona norte. Marzo-Abril 1989. Universidad Arturo Prat. IFOP.
- Sánchez, R., Pájaro, M y G. Macchi. 1996. The applications of the daily egg production method to the assessment of the sw atlantic anchovy, (*Engraulis anchoita*), spawning biomass off Argentina. ICES, CM/H:29.
- Santander, H., J. Alheit, y P. 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. IMARPE 8(6):213-248
- Santander, H. y M. Maldonado. 1985. Estimación de la biomasa desovante de anchoveta y sardina por el método de producción de huevos. Cr. BIC HUMBOLDT 8508-09. IMARPE Informe interno.

- Santiago, J. y A. Sanz. 1989. Egg production of the Bay of Biscay anchovy in 1987 and 1988, and spawning stock size estimates. ICES C.M. 1989/H:25.
- Sanz, A.; L. Motos y A. Uriarte. 1989. Daily fecundity of Bay of Biscay anchovy population in 1987. ICES C.M 1989/H:42
- Serra, J. 1976. Escala de madurez sexual para sardina española (*Sardinops sagax musica*), anchoveta (*Engraulis ringens*) y jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*). Invest. Pesquera 24:1-20, Santiago Chile
- Serra, J., O. Rojas, M. Aguayo, F. Inostroza y J. Cañón. 1979. Anchoveta (*Engraulis ringens*). En: "Estado actual de las principales pesquerías nacionales". Bases para un desarrollo pesquero. CORFO. Gerencia de Desarrollo. Instituto de Fomento Pesquero (AP-79-18):52
- Shelton, P. A., Armstrong. M.J. y B.A. Roel. 1993. An overview of the application of the daily egg production method in the assessment and management of anchovy in the Southeast atlantic. Bull. Mar. Sci. 53(2):778-794.
- Smith, P., Flerx, W. y 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*. NOAA Tech. Rep. NMFS 36:27-32.
- Smith, P. y R. Hewitt. 1985. Sea survey design and analysis for an egg production method of northern anchovy biomass assesment. In R. Lasker (ed) An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS 36:17-26.

- Smith, P.E. y S. L. Richardson. 1979. Técnicas estandar para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO, Doc. Téc. Pesca (175):107 p.
- Snedecor, G.W. 1961. Statistical methods. Iowa State University. 5ed. 535 pp.
- Stauffer, G. y S. Picquelle. 1980. Estimate of the 1980 spawning biomass of the subpopulation of northern anchovy. Natl. Mar. Fish. Serv. Southwest Fish Cent., La Jolla CA. Admin. Rep. LI-80-09. 41 pp
- Stauffer, G. y S. Picquelle. 1985. Procedures for sorting, staging, and ageing eggs. In R. Lasker (ed) An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS 36:33-35.
- Tanasichuk, R.W. y D.M. Ware. 1987. Influence of interannual variations in winter sea temperature on fecundity and egg size in pacific herring (*Clupea harengus pallasii*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 44:1485-1495.
- Thomson, S.K. 1992. Sampling. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Torres-Villegas, J.R. 1986. Evaluación de *Sardinops sagax* por el método de producción de huevos, en Bahía Magdalena, B.C.S., México. Master of Science Thesis CICIMAR-I.P.N., La Paz, B.C.S. México, 116p.
- Unap. 1990. Inf. Sem. Prog. INPESCON. G. Herrera, P. Pizarro, G. Claramunt y R. Fuenzalida. Eds. Universidad Arturo Prat, Dpto. Ciencias del Mar. Iquique, Chile. Año 1: Números 1 al 32.

Unap. 1991. Inf. Sem. Prog. INPESCON. G. Herrera , P. Pizarro, G. Claramunt y R. Fuenzalida.
Eds. Universidad Arturo Prat, Dpto. Ciencias del Mar. Iquique, Chile. Año 2: Números 1
al 42.

Unap. 1992. Inf. Sem. Prog. INPESCON. G. Herrera , P. Pizarro, G. Claramunt y R. Fuenzalida.
Eds. Universidad Arturo Prat, Dpto. Ciencias del Mar. Iquique, Chile. Año 3: Números 1
al 28.

Wallace, R. y K. Selman. 1981. Celular and dynamic aspects of the oocyte growth in teleost.
Amer. Zool. 21:325-343.

ANEXO 1

CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y SU INFLUENCIA SOBRE LA DISTRIBUCIÓN DE HUEVOS.

Estudios sobre la distribución y abundancia de huevos de *Engraulis ringens* han sido realizados en la costa Chile-Perú con el objeto de estimar la producción diaria de huevos, para la posterior aplicación del método de producción de huevos para estimar la biomasa desovante de anchoveta (e.g. Santander *et al.*, 1984; Santander y Maldonado, 1985; Rojas y Oliva, 1993; Guzmán *et al.*, 1995; Ayón, 1996 y Claramunt *et al.*, 1996). A la fecha los patrones de distribución observados son muy diversos y parecen revelar cambios interanuales en las áreas de desove. Cañón (1978) sugirió tres zonas importantes de desove en el norte de Chile: frente a Arica (18°S), frente a la desembocadura del río Loa (22°S) y al sur de Taltal (25°S). Serra *et al.* (1979) indican que la mayor intensidad de desove se ubica entre Arica y la Península de Mejillones (23°S), con tres focos principales, Arica, El Loa y Mejillones. Sin embargo un estudio posterior (Rojas y Oliva 1993) reveló la presencia de un gradiente latitudinal donde la abundancia de huevos se incrementa paulatinamente desde sur a norte a lo largo de la costa norte de Chile y se concentra dentro de las 30 millas náuticas desde la línea de costa.

Las observaciones anteriores evidencia la idea de que las áreas principales de desove están sujetas a cambios interanuales. Hasta ahora se desconoce la importancia que pudieran tener los factores oceanográficos en influir sobre tales cambios. En la anchoveta del norte *E. mordax* se han identificado algunos factores, entre los cuales la intensidad de los flujos de circulación mayor parecen influir en la localización de zonas principales (Smith y Hewitt, 1985). Para la misma especie y a una menor escala se sugiere que la temperatura y biomasa del fitoplancton también influyen en la localización de focos de desove (Lasker *et al.*, 1981; Fiedler, 1983). Para *E. ringens* no existe información previa acerca de potenciales factores oceanográficos que

podrían determinar la localización y los cambios en las áreas de desove. Este tipo de información resulta altamente relevante en el contexto de un adecuado diseño de muestreo de huevos para cubrir el área total de desove y para comprender la dinámica poblacional del recurso biológico.

Durante el mes de agosto de 1996, en conjunto a la colecta de huevos de anchoveta se obtuvieron 751 perfiles de temperatura y salinidad desde superficie hasta 50 m. La tabla 14 muestra un resumen estadístico de las condiciones oceanográficas. Los rangos de temperatura y de salinidad son consistentes con valores históricos para la época y zona, aunque el rango de temperatura es ligeramente más bajo que en el año 1995 (Claramunt et al. 1996). La salinidad media de 34.7 PSU indica que en la zona la masa de agua predominante fue la subantártica.

La figura 14 muestra la distribución de temperatura superficial del mar durante el período del estudio. Existen dos patrones destacables: la presencia de masas de agua de menor temperatura en una banda estrecha a lo largo de la costa, y dos zonas mayores de aguas frías ($< 15^{\circ}\text{C}$) que son advectadas hacia el océano (entre Iquique y el Loa y frente a Taltal). Un ligero aumento de la salinidad (Fig. 15) en las zonas de mayor advección sugiere la presencia de aguas de surgencia que son advectadas en el sentido oeste. Un índice de estabilidad térmica de la columna de agua obtenido a partir de la diferencia de temperatura entre superficie y los 50 m indica que las zonas advectivas están sujetas a fuerte mezcla (Fig. 16).

A los 50 m de profundidad la distribución de temperatura ilustra 2 cuerpos de agua más cálida que parecen instruirse hacia la costa (Fig. 17). Estas aguas corresponden a la capa compensatoria a los flujos superficiales en el sentido oeste y son de menor salinidad (Fig. 18).

Para efectos de caracterización de la estructura de masas de agua en el plano vertical (50 m), se escogieron 3 áreas mayores que contuvieran transectas hasta las 60 mn: 1) zona Taltal

(24°50'S), 2) zona El Loa (20°50' S) y 3) zona Arica (18°50'). La zona de Taltal se caracterizó por la ausencia de huevos de anchoveta, la zona del Loa por su alta concentración y la zona de Arica por presentar concentraciones de huevos en estaciones alejadas de la costa. Una sección transversal de temperatura y salinidad (Fig. 19) en la zona de Taltal muestra condiciones de alta mezcla, fuertemente advectivas (baja estratificación) hacia el sector oceánico y termoclina cercana a los 40 m en la costa. El levantamiento de isotermas hacia la costa corrobora la presencia de surgencia activa.

En la zona de El Loa la capa de 50 m se encontró mucho más estratificada con una termoclina entre los 25 a 40 m (Fig. 20). Puede verse con claridad que el foco de concentración de huevos está asociado a un núcleo de agua cálido y salino que parece ser advectado hacia el oeste. Este núcleo debe corresponder a un frente costero.

En la zona de Arica la estratificación disminuye gradualmente desde la costa hacia el océano y se destaca una activa surgencia de aguas frías hacia la costa (Fig. 21). El foco de huevos de anchoveta se asocia a un cuerpo de agua cálido que está siendo advectado hacia el oeste.

Las observaciones sobre el grado de estratificación de la columna de agua para las tres zonas mayores se ilustra también a través de perfiles verticales obtenidos en una estación típica de cada área (Fig. 22).

El grado de asociación entre las variables físicas y la abundancia de huevos de anchoveta puede estudiarse en una mayor escala espacial. En la prospección de huevos durante el crucero de 1995 (FIP 95-01), la abundancia de huevos estuvo negativamente correlacionada a la temperatura. En esa oportunidad los huevos estuvieron concentrados hacia la costa y la masa de agua fría estuvo uniformemente distribuida en una banda costera. Este patrón derivó en la correlación negativa entre huevos y temperatura (Escribano et al. 1996). Durante el crucero de

agosto de 1996 las condiciones oceanográficas se caracterizaron por una mayor heterogeneidad espacial en la temperatura y salinidad, sugiriendo un ambiente de mayor mezcla y baja estabilidad. Coincidente con estas características la abundancia de huevos estuvo sobredispersa y no claramente asociada a una banda costera. La tabla 15 muestra la correlación entre las variables físicas y la abundancia de huevos. Cabe destacar la asociación positiva del número de huevos con la temperatura, producto de la presencia de focos de huevos en lentes cálidos que son advechados hacia el oeste. Estas observaciones indican que aunque el desove puede ocurrir en áreas cercanas al borde costero, presumiblemente en los frentes costeros, donde se acumula el fitoplancton, la advección horizontal puede ser un factor crítico para determinar el patrón de distribución espacial de huevos.

ANEXO 2

ESTANDARIZACIÓN DE METODOLOGÍAS APLICABLES EN LA EVALUACIÓN DE STOCK DESOVANTE DE ANCHOVETA *Engraulis ringens*, EN BASE AL MÉTODO DE PRODUCCIÓN DIARIA DE HUEVOS

Entre los días 5 y 7 de Diciembre, se desarrolló en Iquique, el Taller Internacional ESTANDARIZACIÓN DE METODOLOGÍAS APLICABLES EN LA EVALUACIÓN DE STOCK DESOVANTE DE ANCHOVETA *Engraulis ringens*, EN BASE AL MÉTODO DE PRODUCCIÓN DIARIA DE HUEVOS. El desarrollo de este Taller respondió a una recomendación planteada en el Informe final del proyecto FIP 95-01 la que textualmente indica: "...dado que se seguirá aplicando el M.P.H. no sólo para anchoveta sino que posiblemente en otros recursos, es necesario reunir en un Taller a los científicos nacionales relacionados con el tema, con el fin de estandarizar las metodologías de estimación de los parámetros del M.P.H....". Esta recomendación fue incluida en los términos de referencia del Proyecto FIP 96-01.

En la propuesta realizada por la Universidad Arturo Prat y Universidad de Antofagasta, que finalmente se adjudicó el proyecto FIP 96-01, se consideró la participación no sólo de científicos nacionales, sino también invitados extranjeros, quienes dada su experiencia, deberían contribuir eficazmente a los logros del Taller. Los expositores invitados extranjeros fueron:

- Patricia Ayón, Instituto del Mar del Perú IMARPE - Perú.
- Betsy Buitrón, Instituto del Mar del Perú IMARPE - Perú.
- Nancy Lo, National Marine Fisheries Service - La Jolla - USA.
- Marcelo Pájaro, Instituto Nacional Investigación y Desarrollo Pesquero INIDEP - Argentina.

Y los nacionales:

- Gabriel Claramunt, Universidad Arturo Prat.
- Rubén Escribano, Universidad de Antofagasta.
- Gustavo Herrera, Universidad Arturo Prat.

- Marcelo Oliva, Universidad de Antofagasta.
- Jorge Oliva, Instituto de Fomento Pesquero.
- Pedro Pizarro, Universidad Arturo Prat.
- Alejandro Zuleta, ECOFISH.

De acuerdo a las bases, se otorgaron dos becas completas a colegas nacionales para asistir al Taller, el Comité Organizador decidió entregar estas Becas a los Colegas Hugo Arancibia (Universidad de Concepción) y Fernando Balbontín (Universidad de Valparaíso). Adicionalmente, se financió parcialmente la participación del Colega Miguel Ángel Perea de IMARPE. Una lista completa de participantes, así como su Institución, se anexa al final. El taller se desarrolló de acuerdo al programa previamente establecido, y bosquejado en la propuesta técnica correspondiente al Proyecto FIP 96-01, se adjunta programa.

Las principales conclusiones y recomendaciones del Taller enfocan básicamente a:

1.- Estimación de Parámetros.-

a.- Estimación de P_o .

a.1.- Tasas de desarrollo Temperatura-Dependiente. Indudablemente, uno de los elementos cruciales en la estimación de biomasa desovante a través del M.P.D.H., es obtener un estimador confiable de este parámetro. Las aplicaciones históricas del M.P.D.H. a *Engraulis ringens*, tanto en el norte de Chile como en Perú, han considerado que características biológicas de *Engraulis mordax* son de directa aplicación a *Engraulis ringens*. De este modo, se ha asumido que las funciones de desarrollo de huevos de *E. Mordax* son aplicables a *E. ringens*. Esta sobre-simplificación ha obviado la necesidad de establecer las funciones de desarrollo, que son temperatura dependientes, para esta última especie. Se hace de urgente necesidad llevar a cabo los experimentos controlados que permitan definir las funciones de desarrollo de los huevos en función de la temperatura, única forma de acercarse a una correcta asignación de edad a los huevos.

a.2.- Linearización de modelos versus estimaciones no lineales. Las características de la función que relaciona P_o y Z con la edad de los huevos y su número,

permite obtener de P_0 y Z a través de métodos de linearización de la función, lo que genera estimados y varianzas asociadas que pueden ser no realistas. Este problema se obvia al considerar por un lado, la edad como variable continua, y las estimaciones de los parámetros a través de métodos no lineales.

a.3.- La estimación de la hora de máximo desove, así como del período de tiempo en que este transcurre, aporta una fuente de variación adicional, que puede ser corregida simplemente aplicando los valores observados y no aquellos previamente establecidos para otra especie.

b.- Folículos post ovulatorios.

Al igual que en el caso de asignación de edad a huevos, se ha considerado como de directa aplicación en la aplicación del M.P.D.H. los criterios de asignación de edad a folículos post-ovulatorios, valor a su vez necesario para la estimación de la fracción diaria desovante. Si bien el aporte a la varianza total de este parámetro no es tan importante como la asociada a P_0 , se hace necesario obtener información experimental que permita validar los criterios de asignación de edades a folículos post-ovulatorios

2.- Aspectos operativos.

a.- Dado los supuestos del modelo, en términos de que se asume que durante el crucero de adultos y huevos, la producción diaria de huevos, la mortalidad diaria de huevos y la fracción diaria de hembras desovantes, se mantienen constantes, resulta aconsejable diseñar un sistema de muestreo que tienda a minimizar la duración del crucero.

b.- Idealmente, el diseño del crucero debería apuntar a una visión instantánea de lo que ocurre en el mar, de lo contrario, un esquema de muestreo dinámico, en la cual la concentración de huevos observados en cada estación, defina el esfuerzo muestral a seguir aplicando sería lo indicado. La imposibilidad de lograr, por razones operativas esta

situación, obliga a un diseño de muestreo que focalice el esfuerzo en aquellas zonas en las cuales se conoce que ocurren procesos de desove. La experiencia chilena indica que la zona de la desembocadura del Río Loa constituye un área de desove cuya presencia a sido sostenida en el tiempo, existiendo otros núcleos que no son constantes temporalmente. Investigaciones adicionales que den una clara delimitación de las áreas de desove del recurso, permitirá diseñar una grilla de muestreo que de prioridad a las zonas en que se espera encontrar huevos.

3.- Problema de recursos comunes.

Pese a que no se ha definido con absoluta precisión, parece ser que la población de anchovetas presente en la zona norte de Chile (Regiones I y II) constituye una sola unidad poblacional en conjunto con las anchovetas presentes en las zonas centro-sur del Perú. De este modo, se estaría evaluando sólo una fracción de un stock común. Se hace necesario clarificar si el esfuerzo pesquero aplicado en el norte de Chile y zona centro sur peruana está centrado en el mismo stock. De ser así, resulta altamente recomendable generar mecanismos que permitan la aplicación de este método, con una metodología estandarizada y en forma simultánea, en las zonas ya indicadas.

4.- Taller Práctico.

Si bien este Taller enfocó aspectos teóricos de la aplicación del M.P.D.H. a la vez que presentó algunos casos basados en resultados del Proyecto FIP 95-01, resulta de alto interés profundizar en aspectos prácticos de la estandarización. En este sentido, se propone realizar un taller práctico, en el cual se evalúe el impacto que sobre la estimación final de biomasa, tienen las distintas metodología de estimación de parámetros. Al respecto, un taller con información real, permitirá acercarse mucho más a la solución del problema de estandarización de metodología.

5.- Estimados de biomasa

Los asistentes al taller concuerdan, en base a la experiencia recogida en cada uno de los países representados y las comparaciones con los otros métodos aplicados tradicionalmente (acústicos e indirectos), que el método de producción diaria de huevos ha resultado ser robusto e insesgado, lo que hace fuertemente recomendable su aplicación, previa estandarización de la metodología de aplicación y reconociendo que los parámetros biológicos de importancia en el método son especie específicos

LISTADO DE PARTICIPANTES

PAJARO MARCELO	INIDEP	ARGENTINA
AYON PATRICIA	IMARPE	PERU
BUITRON BETSY	IMARPE	PERU
PEREA MIGUEL ANGEL	IMARPE	PERU
LO NANCY	SFSC	USA
ARANCIBIA HUGO	UCONCEP	CHILE
CASTRO LEONARDO	UCONCEP	CHILE
BAROS VICTOR	IFOP	CHILE
BRAUN MAURICIO	IFOP	CHILE
OLIVA JORGE	IFOP	CHILE
SERRA RODOLFO	IFOP	CHILE
MIRANDA LEONARDO	IIP	CHILE
NUÑEZ SERGIO	IIP	CHILE
BALBONTIN FERNANDO	UVALPO	CHILE
OLIVA DORIS	SUBPESCA	CHILE
ESCRIBANO RUBEN	UDA	CHILE
IRIBARREN CLAUDIA	UDA	CHILE
OLIVA MARCELO	UDA	CHILE
OLIVARES ALBERTO	UDA	CHILE
ZULETA ALEJANDRO	ECOFISH	CHILE
ARAYA MIGUEL	UNAP	CHILE
AZOCAR JORGE	UNAP	CHILE
CALDERON MARIO	UNAP	CHILE
CARRION RENATO	UNAP	CHILE
CLARAMUNT GABRIEL	UNAP	CHILE
DIAZ EDUARDO	UNAP	CHILE
ESCOBAR VICTORIA	UNAP	CHILE
FUENTES PAMELA	UNAP	CHILE

FLORES CLAUDIO	UNAP	CHILE
GALLIARDI JOHN	UNAP	CHILE
GASPAR CARLOS	UNAP	CHILE
HERRERA GUSTAVO	UNAP	CHILE
LOPEZ HERMAN	UNAP	CHILE
MATURANA CLAUDIO	UNAP	CHILE
MAUREIRA KATIA	UNAP	CHILE
MEDINA MARIANELA	UNAP	CHILE
MONJE MARIO	UNAP	CHILE
MUÑOZ YASNA	UNAP	CHILE
PIZARRO PEDRO	UNAP	CHILE
PIZARRO GÜIZACHE	UNAP	CHILE
TOLOSA JOSE	UNAP	CHILE
TORO JORGE	UNAP	CHILE
VARGAS ADOLFO	UNAP	CHILE
VENEGAS ROBERTO	UNAP	CHILE
PADILLA CARLOS	SERNAPESCA	CHILE
SOTO MIGUEL	EP	CHILE
TORRES LUIS	EP	CHILE
PIZARRO GUILLERMO	EP	CHILE

INIDEP : INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PESQUERO; IMARPE: INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ; SFSC: SOUTHWEST FISHERIES SCIENCE CENTER; ; UCONCEP : UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN; IFOP: INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO; IIP: INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA; UVALPO: UNIVERSIDAD DE VALPARAISO; SUBPESCA: SUBSECRETARIA DE PESCA; UDA : UNIVERSIDAD DE ANTOFAGASTA; UNAP: UNIVERSIDAD ARTURO PRAT; SERNAPESCA: SERVICIO NACIONAL DE PESCA; EP : EMPRESA PRIVADA.

PRESENTACIÓN DEL TALLER

El Método de Producción Diaria de Huevos (MPDH) ha sido aplicado en varias oportunidades a la anchoveta *Engraulis ringens*, tanto en Perú como en Chile. Las aplicaciones históricas de este método, han asumido que parámetros poblacionales propios de *Engraulis mordax* tales como tasa de desarrollo de los huevos, hora peak de desove, características de los Folículos Post-ovulatorios y otros son directamente aplicables a *E. ringens*.

Las Universidades Arturo Prat (Iquique) y Universidad de Antofagasta (Antofagasta) están aplicando, por segundo año consecutivo, el MPDH para estimar la biomasa desovante de Anchoveta en las regiones I y II

La experiencia adquirida hace fuertemente recomendable el desarrollo de un Taller Científico que permita dar a conocer las experiencias de distintas Instituciones en la aplicación de este método, de forma tal que sea posible estandarizar metodologías y estimación de parámetros para minimizar la varianza asociada y aumentar la precisión del MPDH.

Este taller se realizará en la Ciudad de Iquique, los días 05, 06 y 07 de Diciembre de 1996., al cual han sido invitados científicos internacionales con experiencia en la aplicación del MPDH.

PROGRAMA

5 DE DICIEMBRE

- | | |
|--------|---|
| 10:00: | Registro y entrega de materiales |
| 11:00 | Presentación del Taller
Prof. Marcelo Oliva M.
Coordinador Taller |
| 11:15 | Palabras de Bienvenida
M. Sc. Carlos Merino P.
Rector Universidad Arturo Prat |

- 11:30 Discurso Inagural.
Secretaria Ejecutiva Fondo De Investigación Pesquera.
Sra. Doris Oliva
- 12:00 Coctel de Bienvenida
- 16:00 CONFERENCIA
Desarrollo Histórico Del Método de Producción Diaria de Huevos.
Nancy Lo. National Marine Fisheries Service
- 16:45 Café
- 17:00 Experiencia en la aplicación del MPDH en Perú.
Patricia Ayón
Betsy Buitrón
IMARPE Instituto del Mar del Perú
- 17:30 Discusión
- 17:40 Experiencia en la aplicación del MPDH en Argentina
Marcelo Pájaro
INIDEP Instituto Nacional De Investigación y Desarrollo Pesquero Argentina
- 18:10 Discusión

6 DE DICIEMBRE

- 09:00 Experiencia en la aplicación del MPDH en Chile: IFOP
Jorge Oliva y Omar Rojas
IFOP Instituto de Fomento Pesquero - Chile
- 09:30 Discusión
- 09:40 Experiencia en la aplicación del MPDH en Chile.
Universidad Arturo Prat y Universidad de Antofagasta.
Gabriel Claramunt
- 10:10 Discusión
- 10:20 Café
- 10:45 Elementos a considerar en el diseño de muestreo para un crucero Ictioplanctónico enfocado a huevos
Alejandro Zuleta ECOFISH
- 11:00 Discusión
- 11:10 Asignación de edades a folículos post- ovulatorios y estimación de la fracción diaria desovante
Gustavo Herrera Universidad Arturo Prat
- 11:25 Discusión

- 11:35 Determinación de la hora pick de desove
Marcelo Oliva Universidad de Antofagasta
- 11:50: Discusión
- 12:00 Conclusiones de la sesión
- 15:00 Tasa de desarrollo temperatura-dependiente en *Engraulis ringens* y *Engraulis mordax*.
Rubén Escribano Universidad de Antofagasta
- 15:15: Discusión
- 15:25 Estimación de Po y Z
Alejandro Zuleta ECOFISH
- 15:40 Discusión
- 15:50 Estimación de la fecundidad Parcial
Gabriel Claramunt
Universidad Arturo Prat
- 16:05 Discusión
- 16:15 Café
- 16:30: Estimación del peso promedio de hembras, proporción sexual y posibles variaciones latitudinales.
Pedro Pizarro Universidad Arturo Prat
- 16:45 Discusión
- 16:55 Covarianza de los parámetros asociados al MPDH
Alejandro Zuleta ECOFISH
- 17:10 Discusión
- 17:20 Conclusiones de la sesión

7 DE DICIEMBRE

- 09:30 CONFERENCIA
Algunos problemas y potencial mejoramiento del Método de Producción Diaria de Huevos
Nancy Lo. National Marine Fisheries Service
- 10:15 Mesa Redonda, Conclusiones y Recomendaciones del Taller
- 11:30 Clausura

ANEXO 3

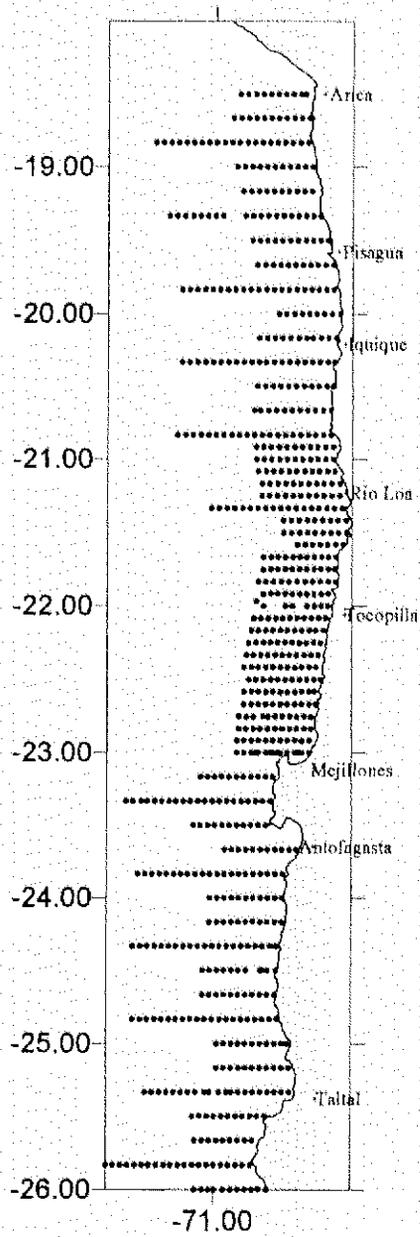


Figura 1: Estaciones realizadas en el crucero de prospección de huevos de anchoveta en 1996.

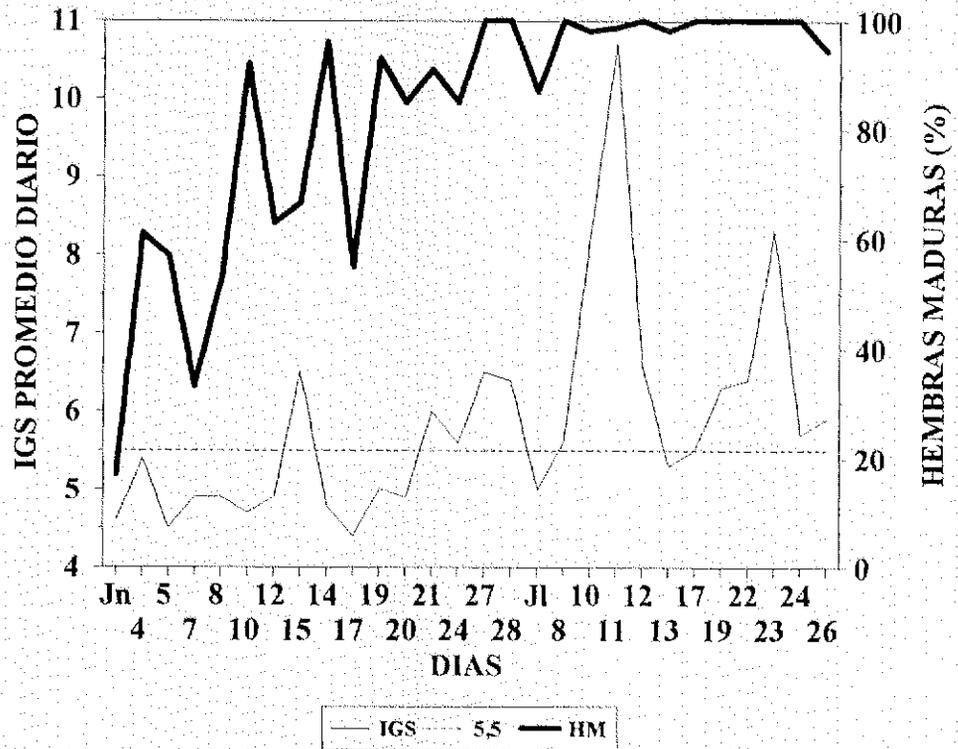


Figura 2: Promedio diario del índice gonadosomático (IGS) y porcentaje de hembras maduras (HM), durante el período junio-julio de 1996.

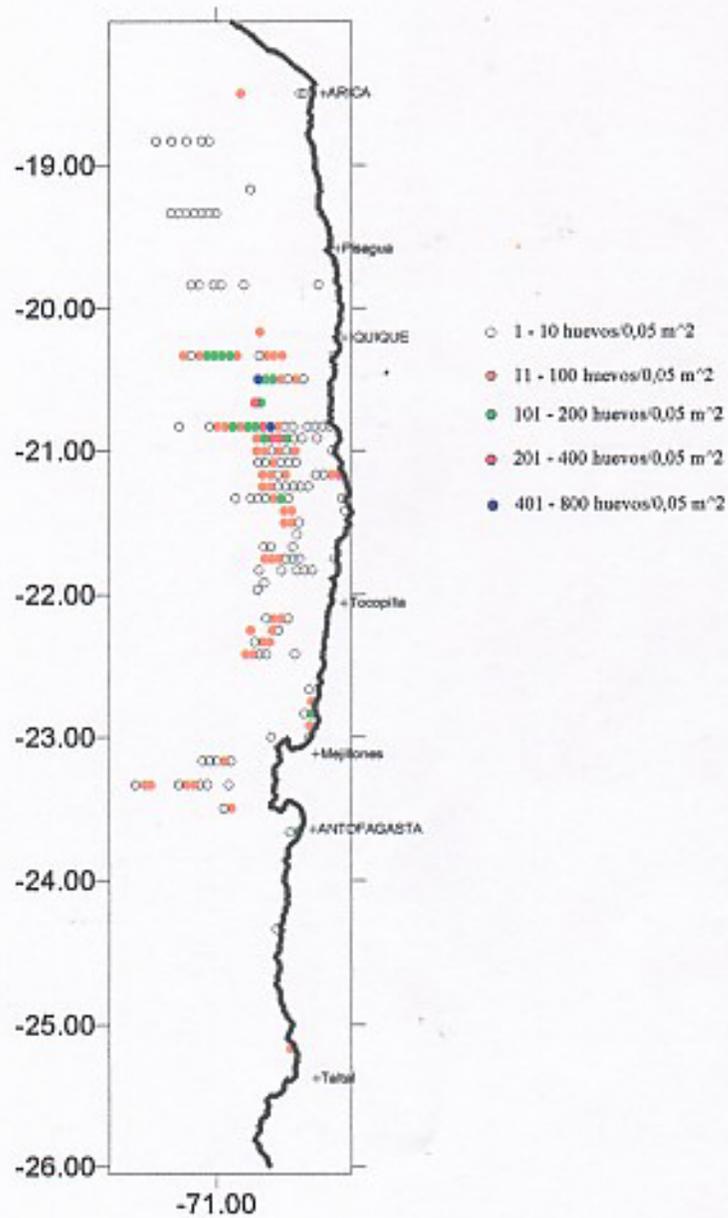


Figura 3: Distribución geográfica de estaciones positivas y abundancia relativa de huevos de anchoveta ($N^{\circ}/0,05 \text{ m}^2$).

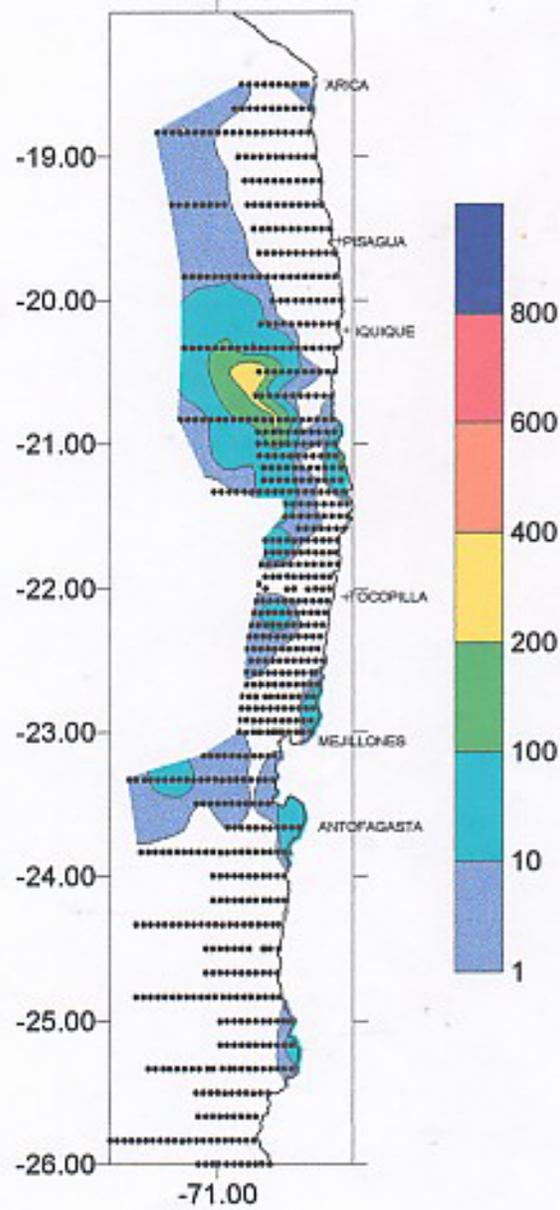


Figura 4: Isolíneas de abundancia relativa de huevos ($N^{\circ}/0,05 \text{ m}^2$) de anchoveta.

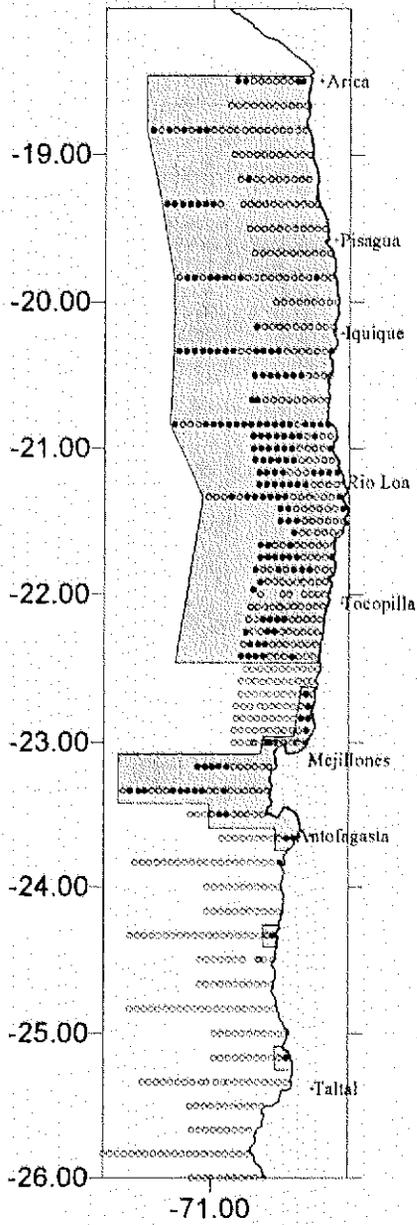


Figura 5: Area considerada como de desove (sombreado). El área no sombreada corresponde al estrato cero.

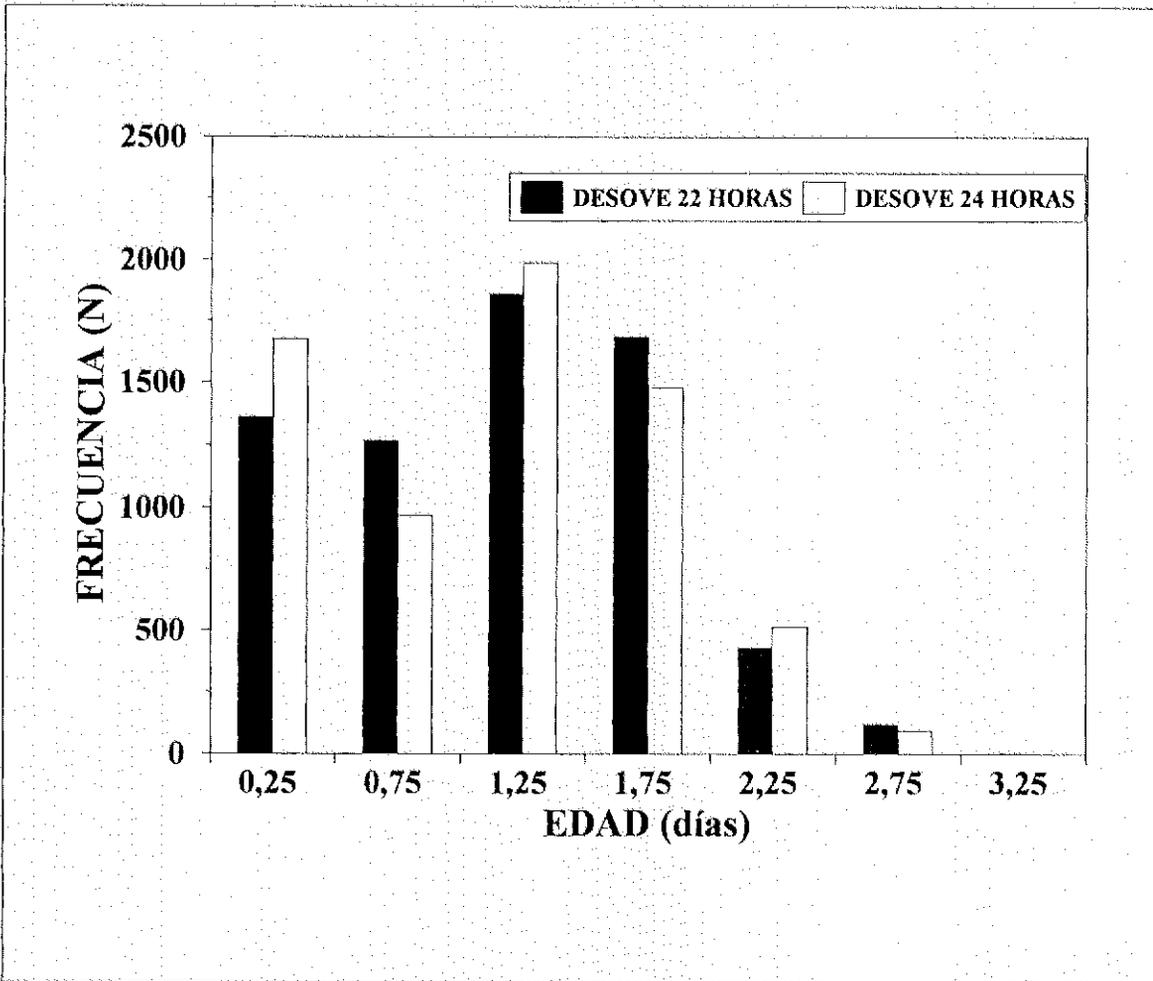


Figura 6: Distribución de frecuencia de edades del total de huevos de anchoveta colectados en área del crucero, agrupados a intervalos de medio día.

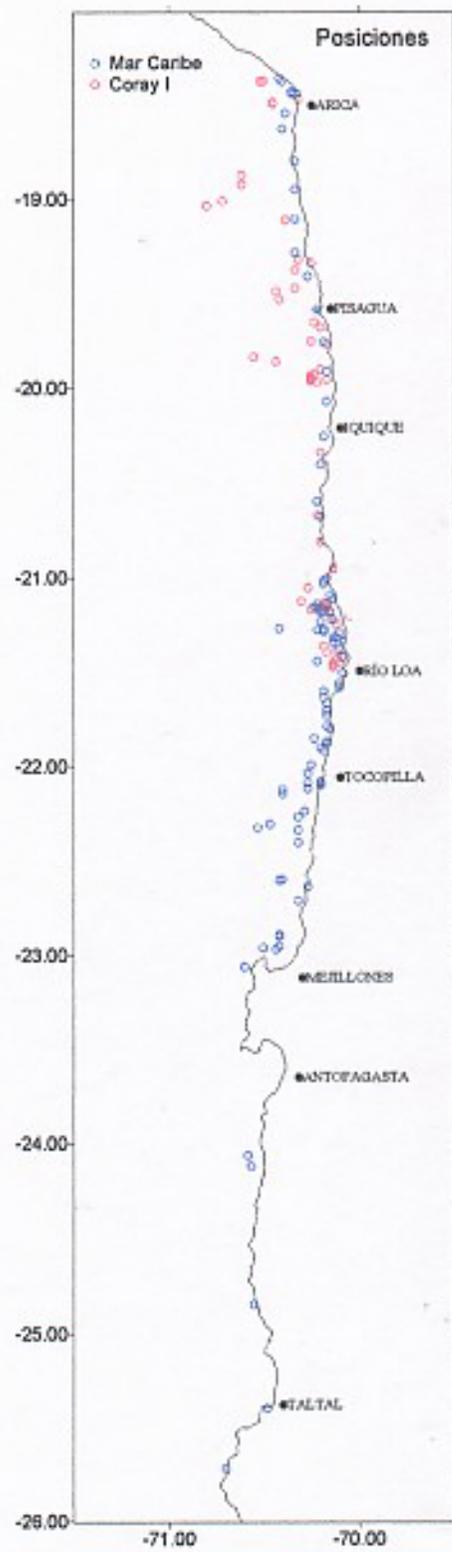


Figura 7.- Posiciones del track realizado durante el crucero de adultos de Anchoveta

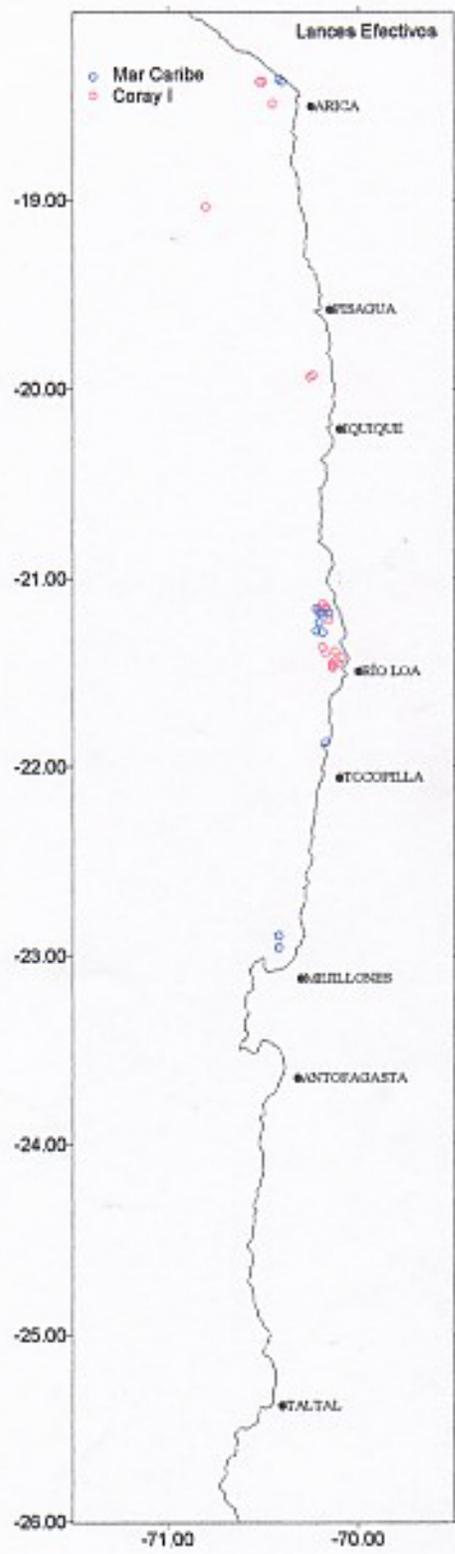


Figura 8.- Distribución geográfica de los lances efectivos de pesca de Anchoveta

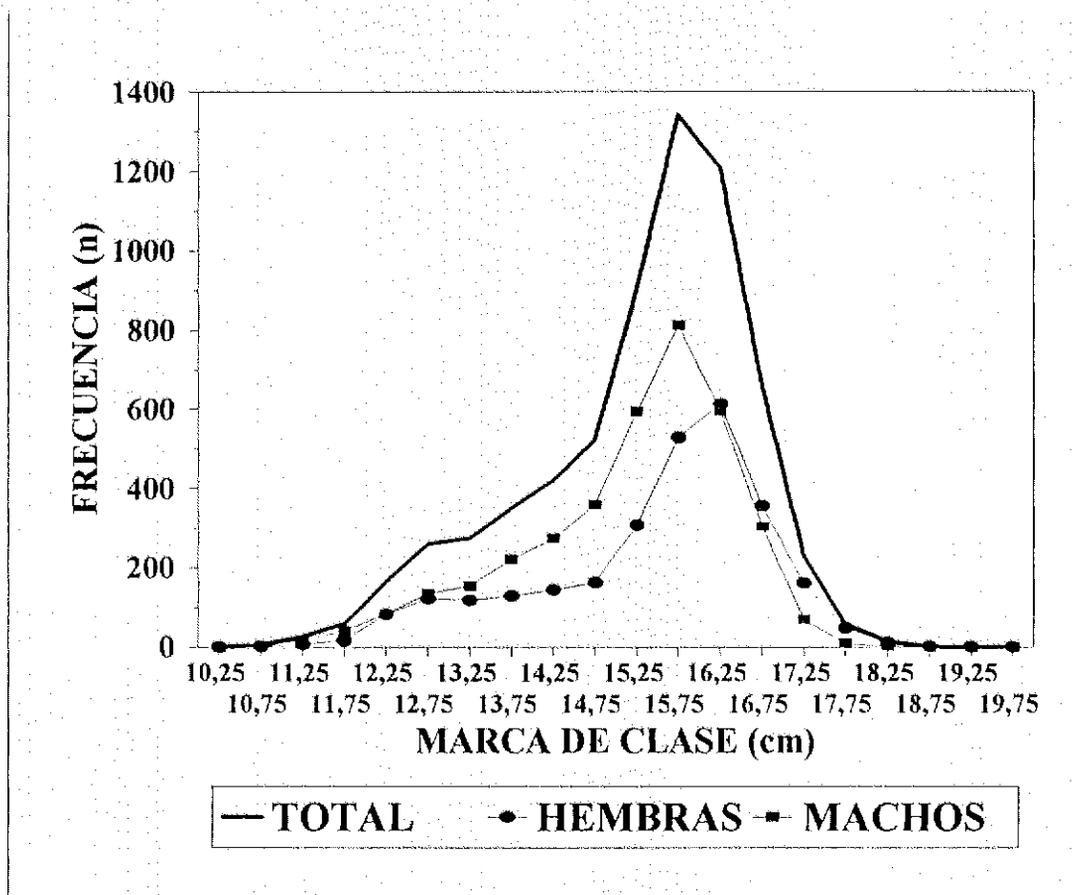


Figura 9: Distribución de frecuencias de tallas (LT) de los especímenes capturados en los lances de pesca durante la campaña 1996.

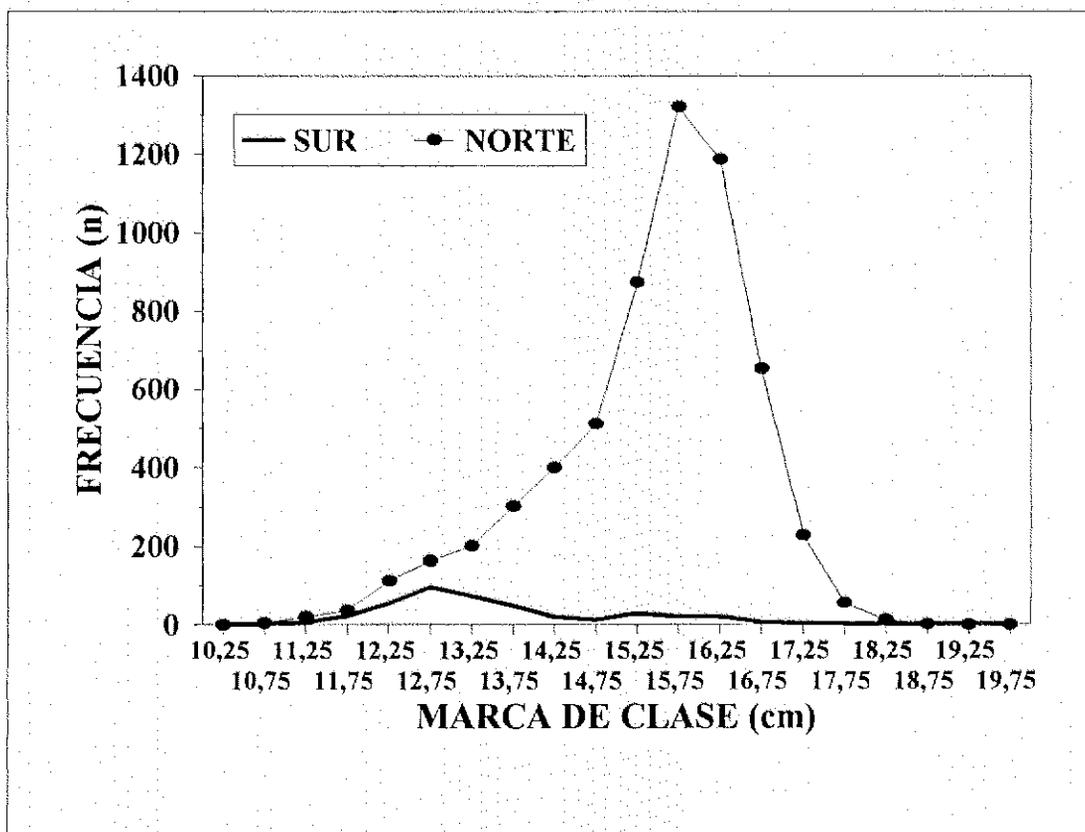


Figura 10: Distribución de frecuencias de tallas (LT) en cm de los especímenes capturados en los lances de pesca realizados en la zona norte (18° 20' - 22° 05' L.S.) y sur (22° 05' - 25°43' L.S.) durante la campaña 1996.

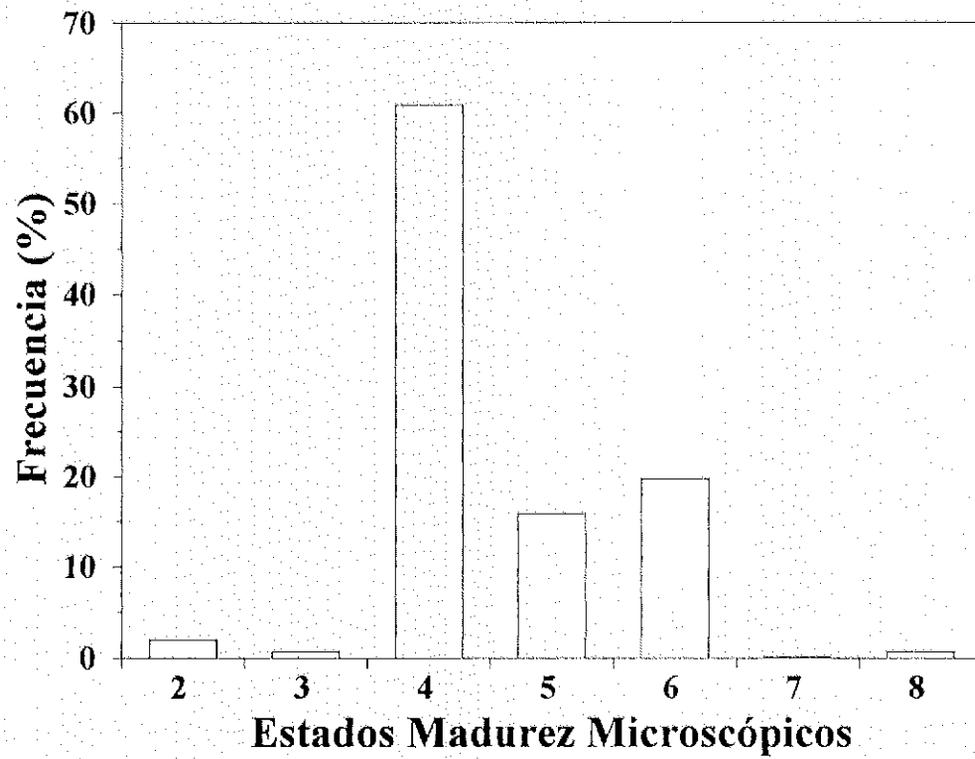


Figura 11: Frecuencia relativa de los estados de madurez microscópicos de anchoveta.

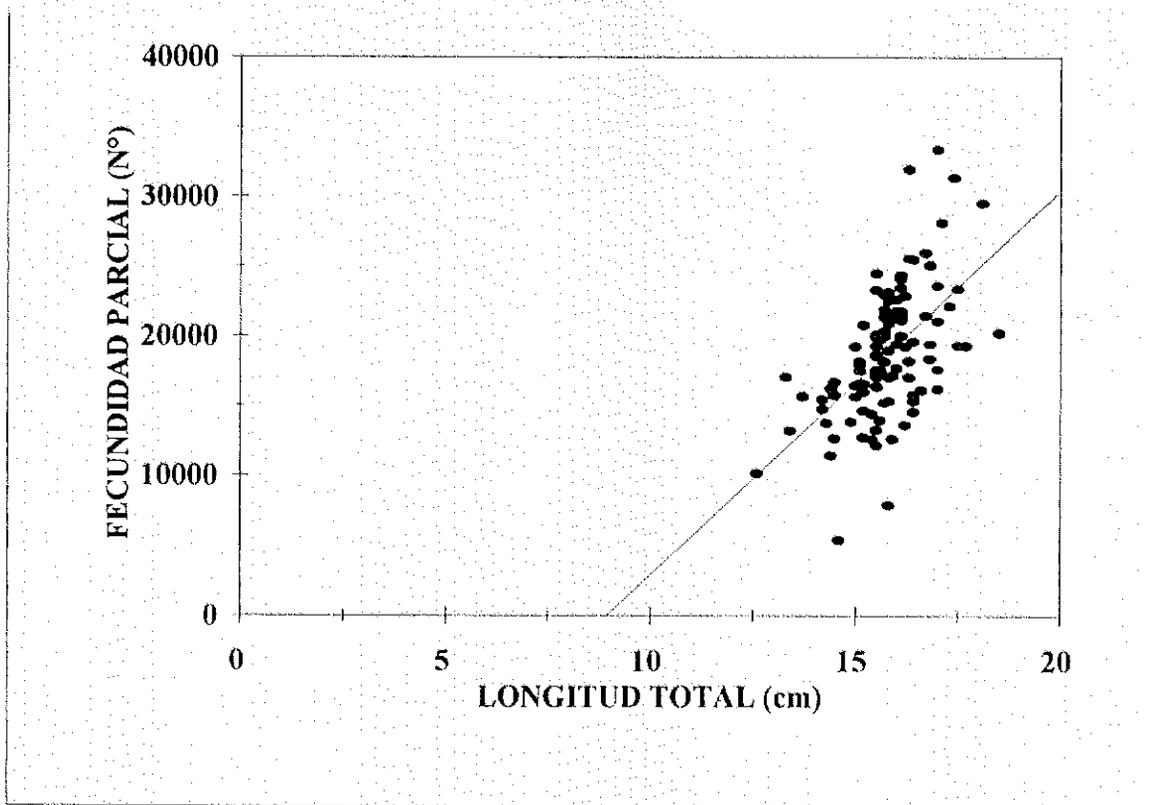


Figura 12: Valores observados y estimado de la relación longitud total - fecundidad parcial en anchoveta.

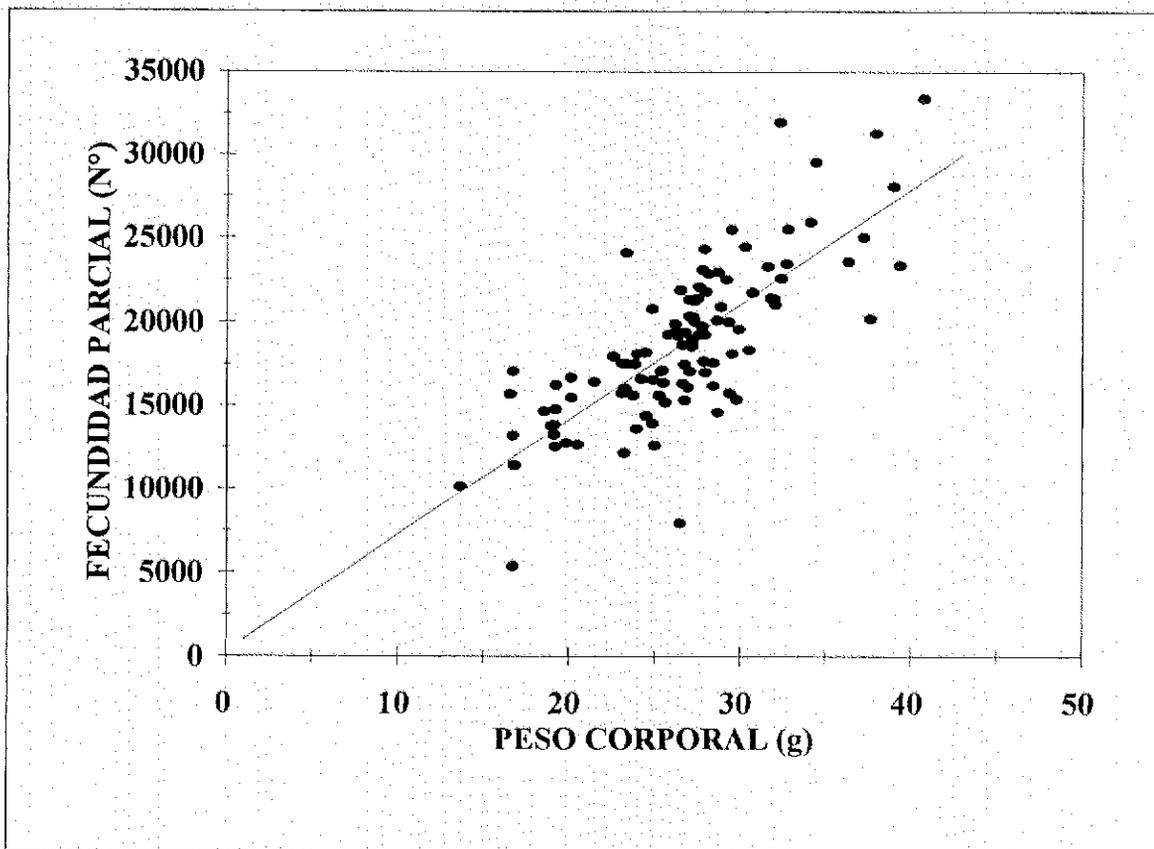


Figura 13: Valores observados y estimado de la relación peso corporal - fecundidad parcial en anchoveta.

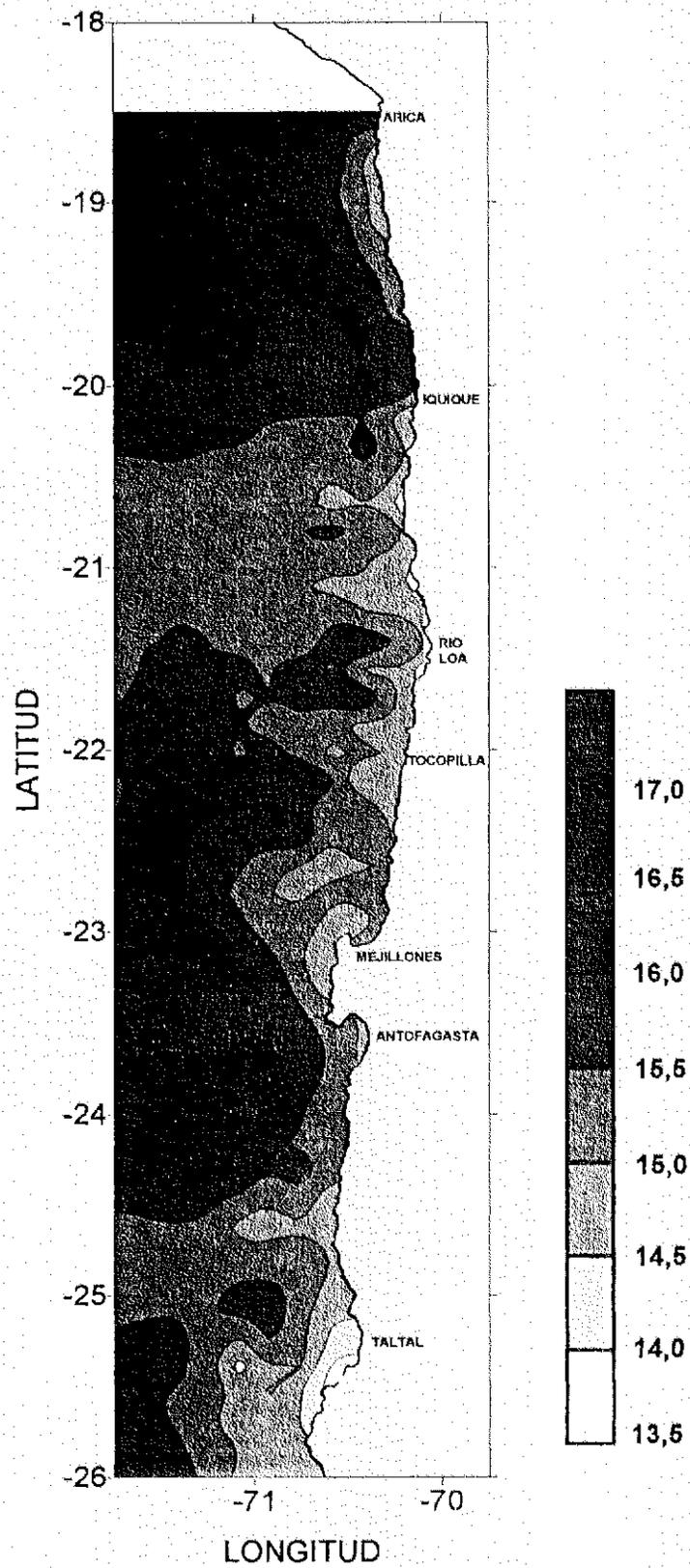


Figura 14. Distribución de temperatura (°C) superficial durante agosto de 1996

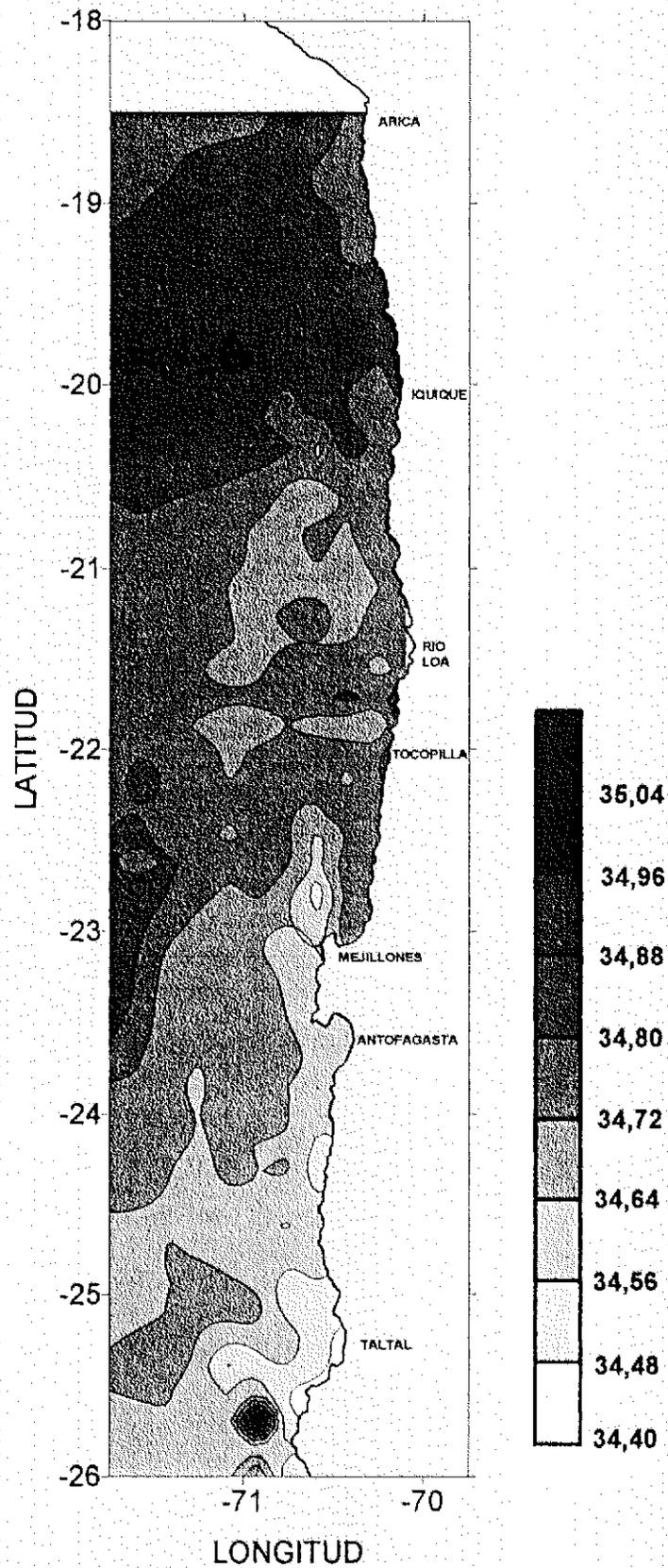


Figura 15. Distribución de salinidad (PSU) superficial durante agosto 1996

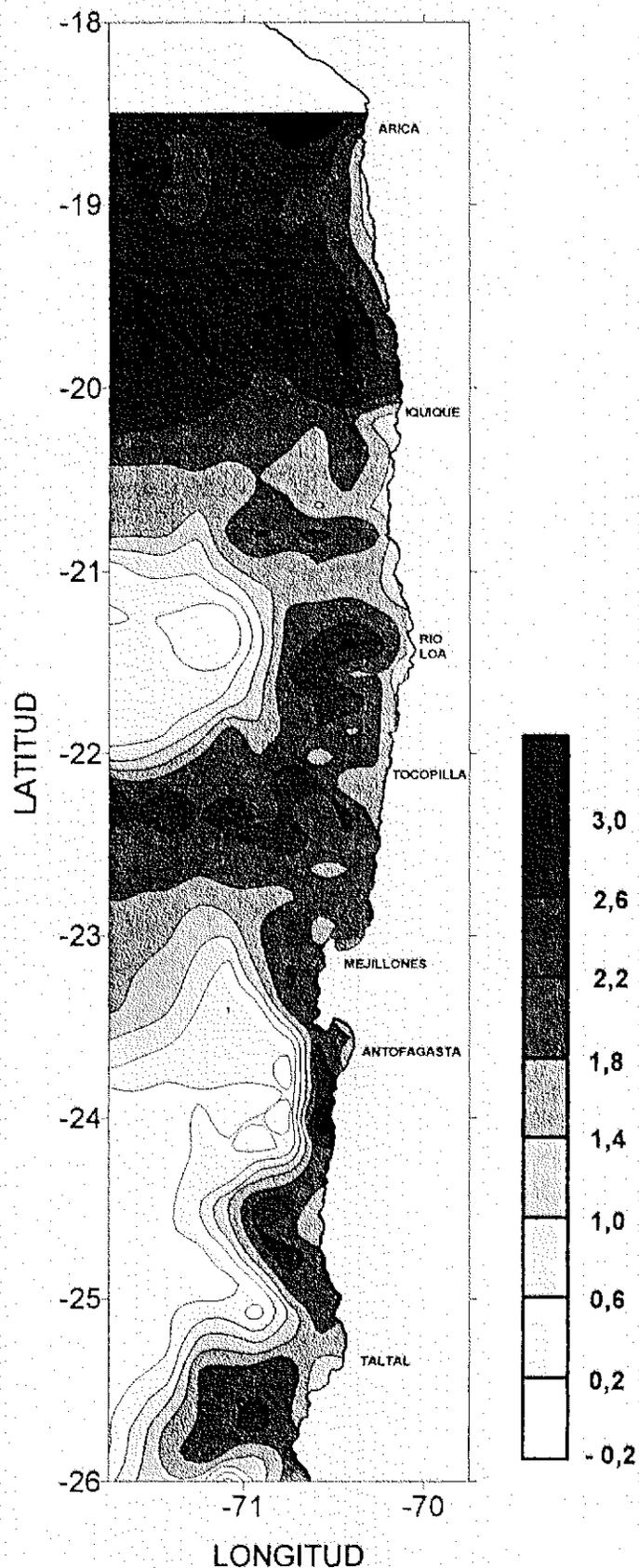


Figura 16: Índice de estratificación térmica (°C) obtenido de la diferencia de temperatura entre superficie y 50 m, durante agosto de 1996

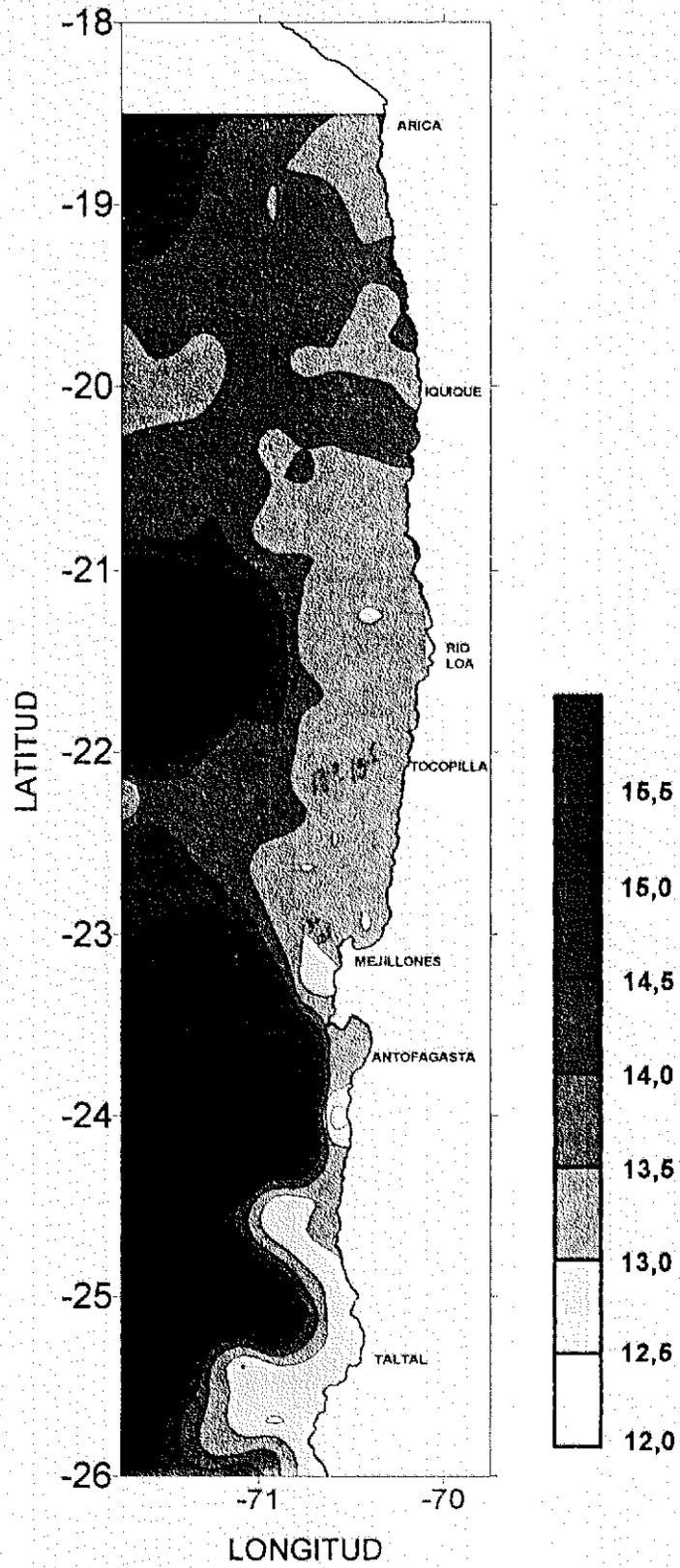


Figura 17: Distribución de temperatura (°C) a 50 m durante agosto de 1996

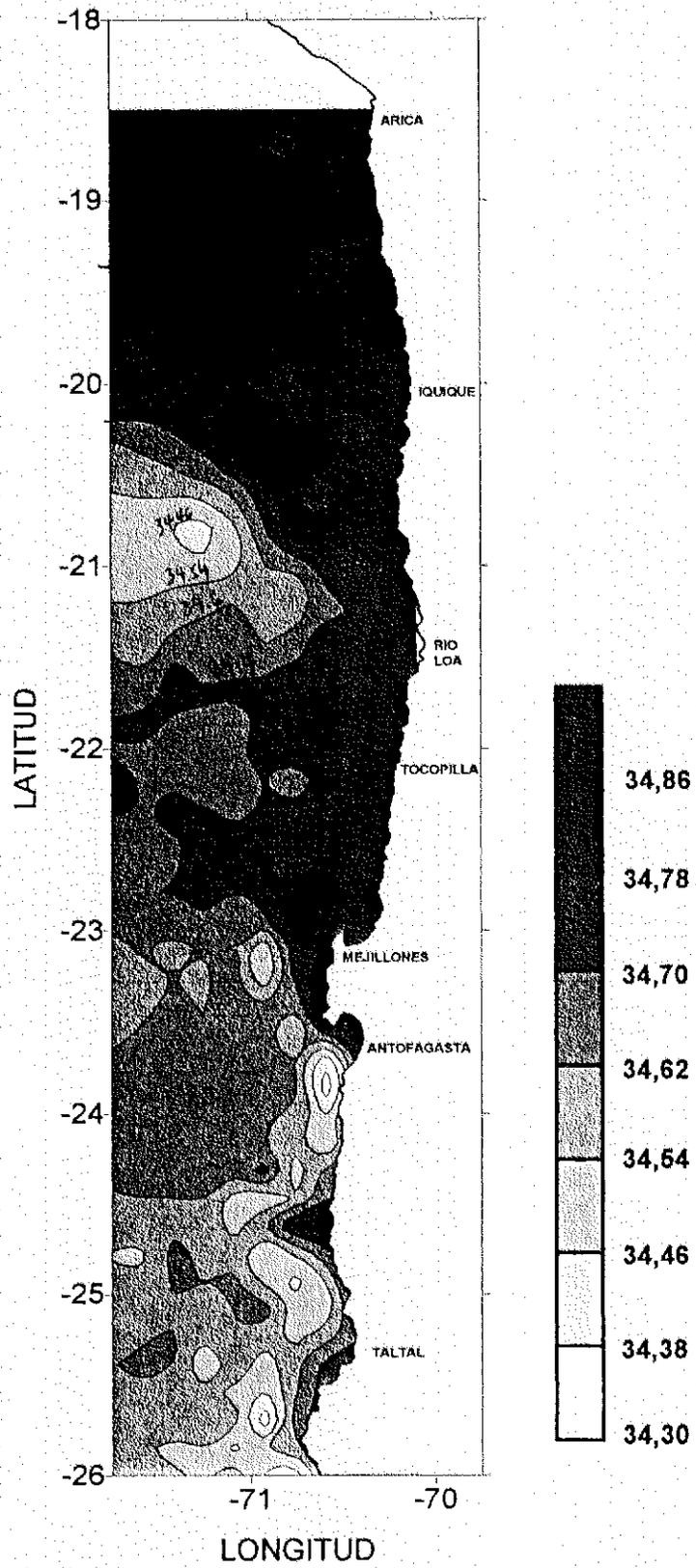


Figura 18: Distribución de salinidad (PSU) a 50 m durante agosto de 1996

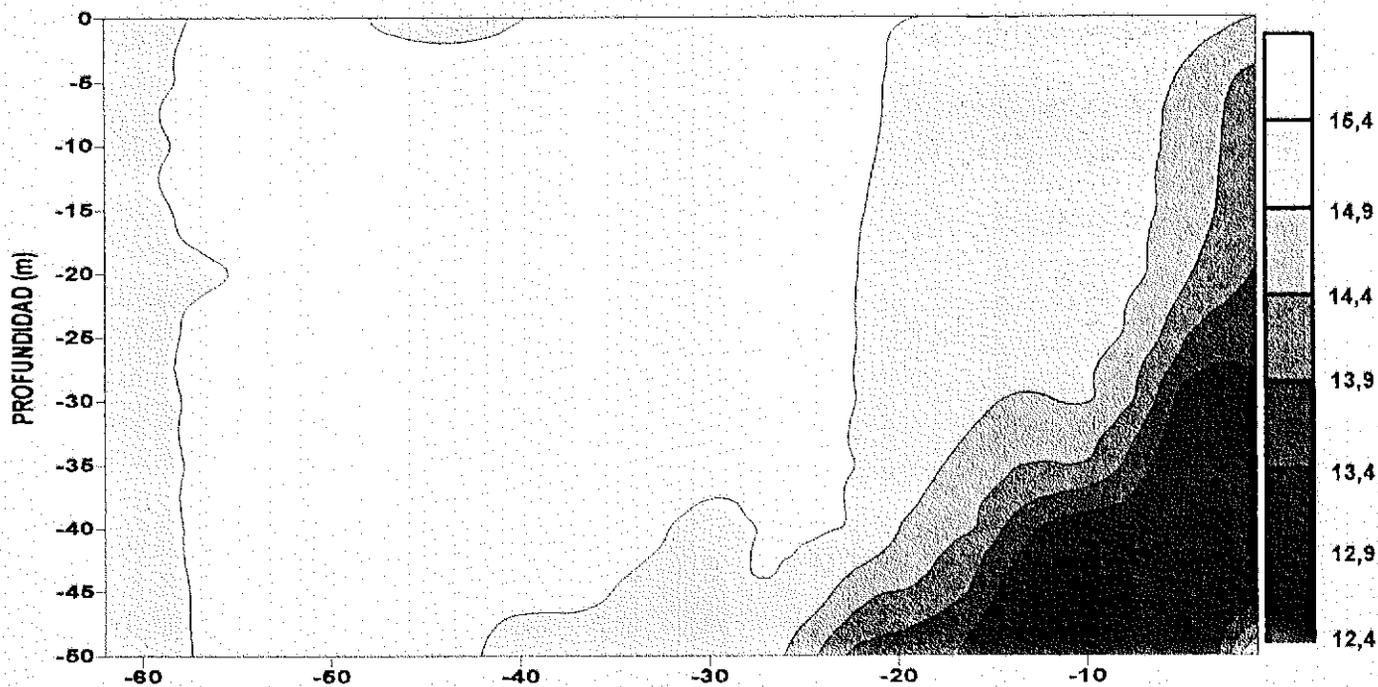


Figura 19: Sección costa-oceano de temperatura (°C) y salinidad (PSU) a los 24°50'00 Latitud Sur, zona de Taltal.

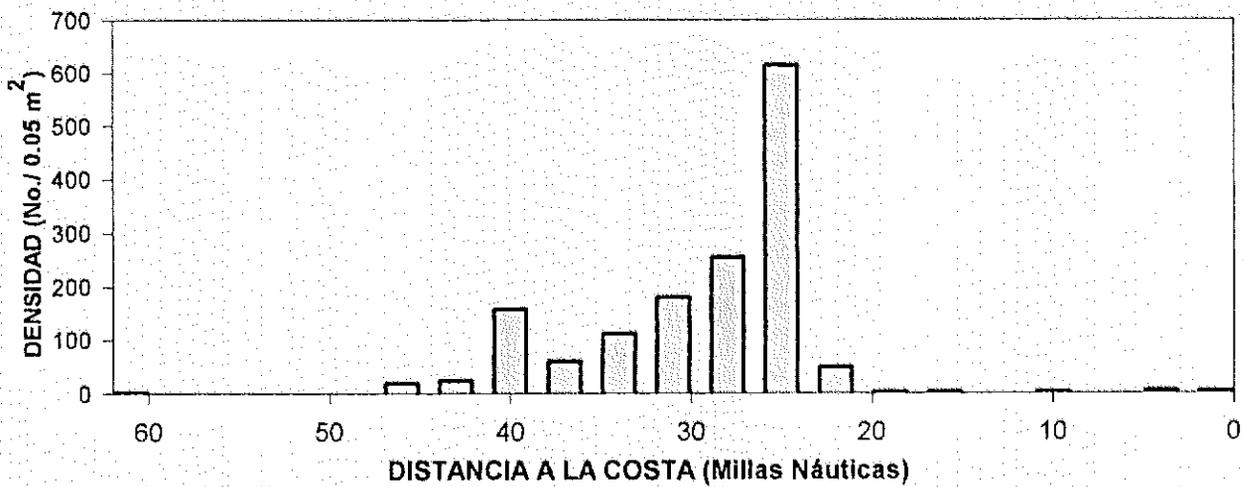
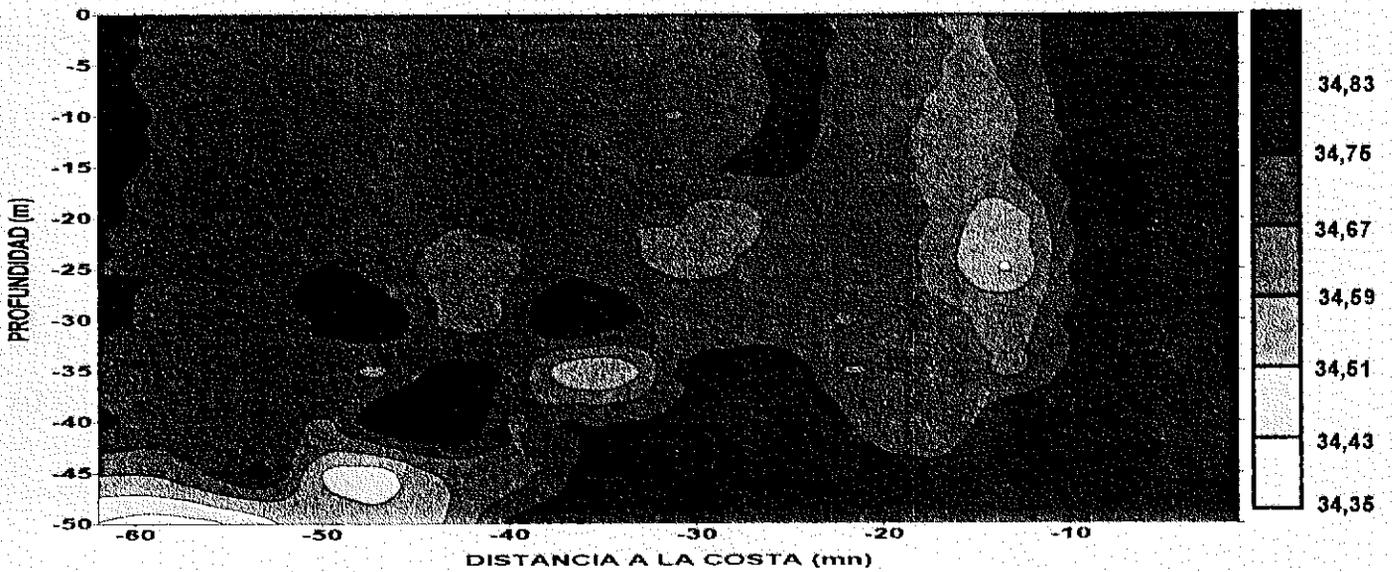
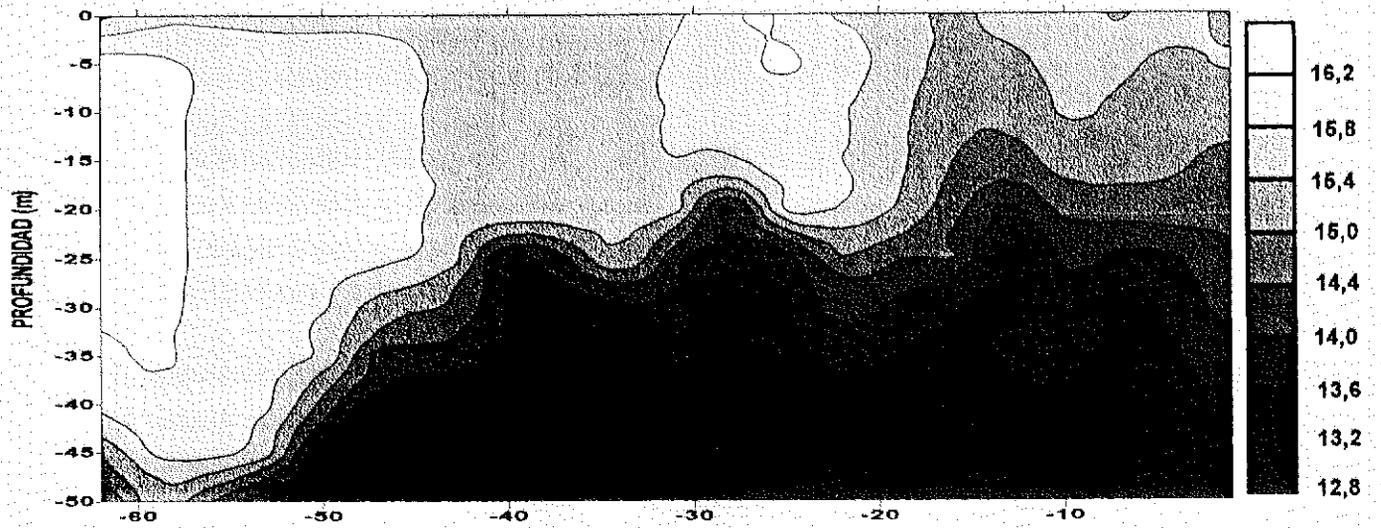


Figura 20: Sección costa-oceano de temperatura (°C), salinidad (PSU) y abundancia de huevos a los 20°50'00 Latitud Sur, zona de El Loa.

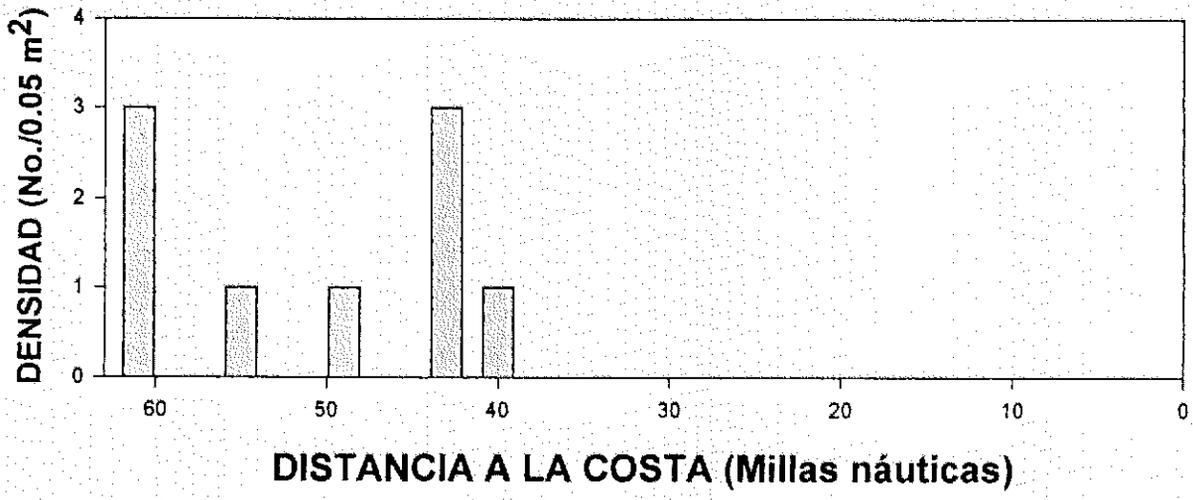
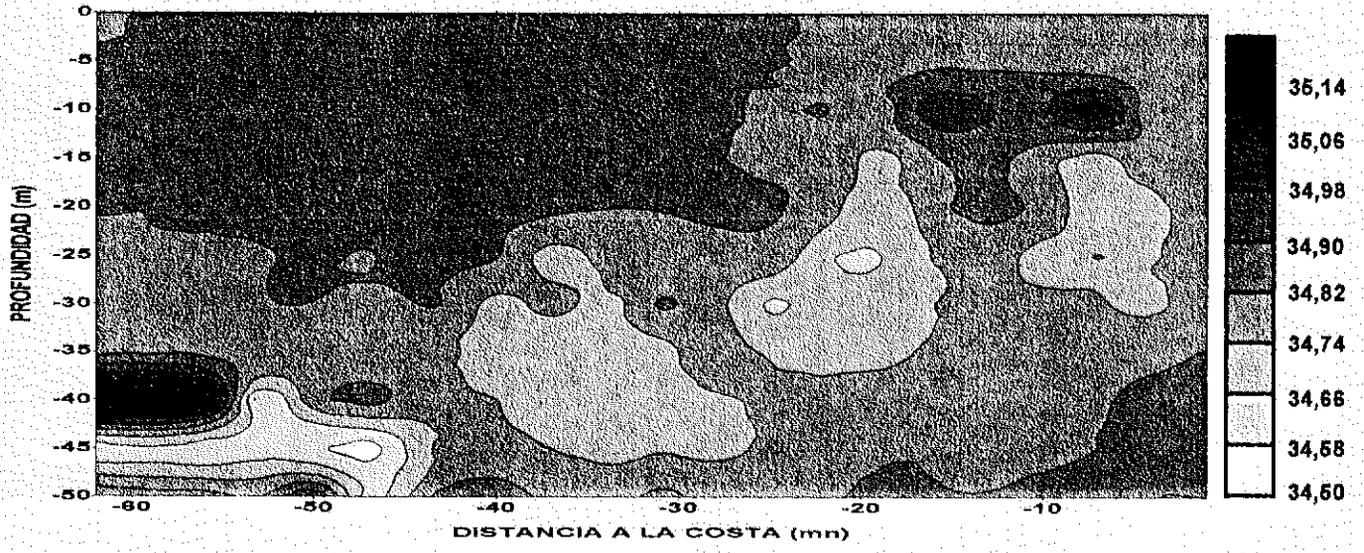
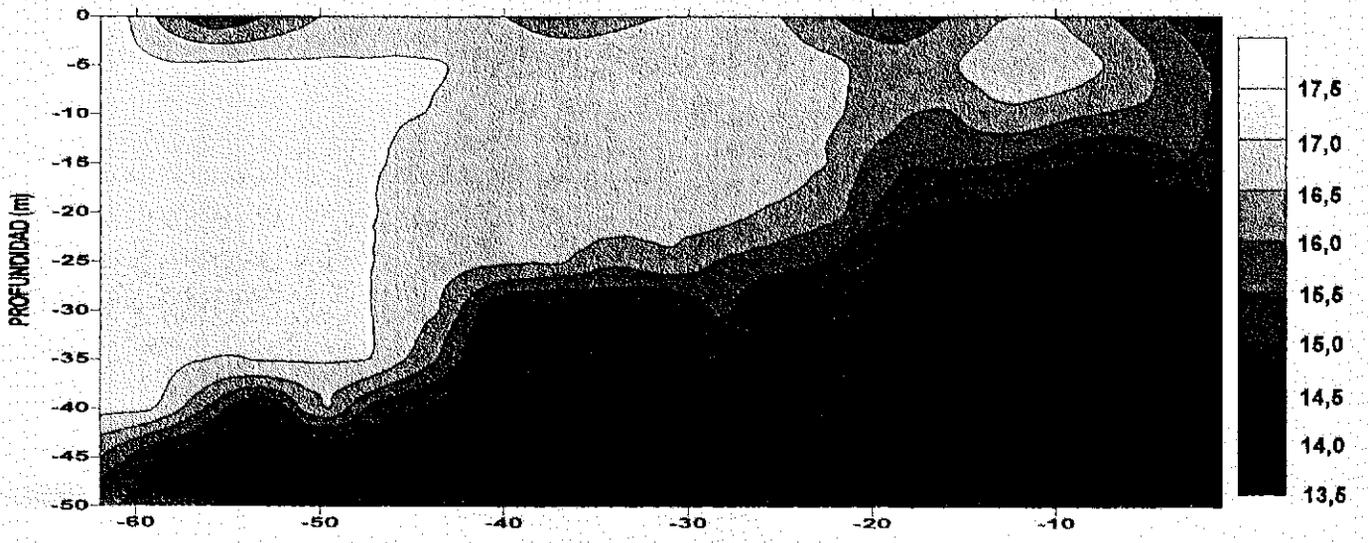
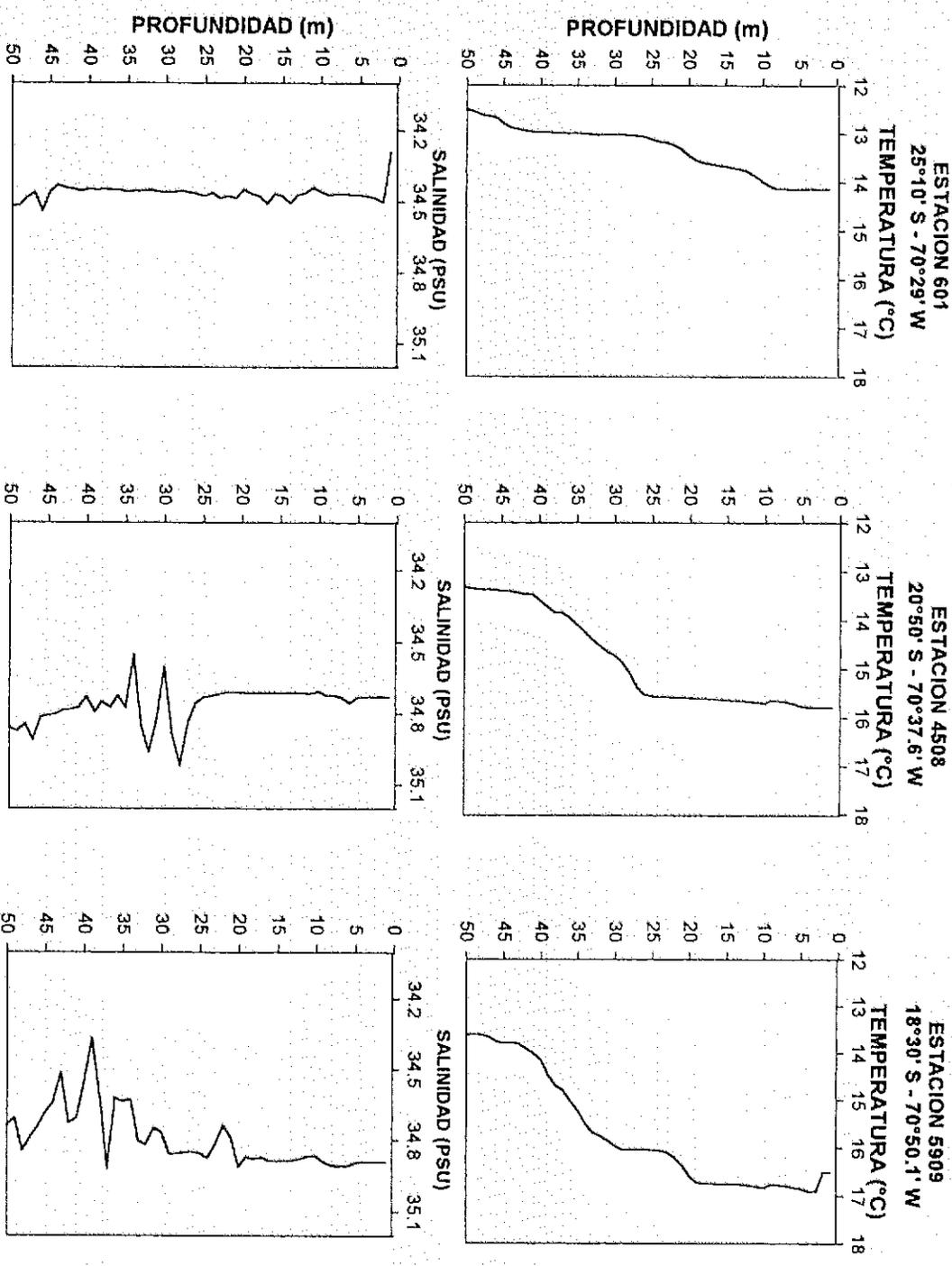


Figura 21: Sección costa-oceano de temperatura (°C), salinidad (PSU) y abundancia de huevos a los 18°50'00, zona de Arica

Figura 22. Perfiles de temperatura y salinidad



ANEXO 4

Tabla 1: Desembarques artesanales e industriales por período y puerto en la I y II regiones durante julio y agosto de 1996 (* Cierre de la veda).

I Región Período	Puerto		
	Arica	Iquique	Región
01 al 05-07-96	14970	1135	16105
06 al 10-07-96	24911	5128	30039
11 al 15-07-96	11536	2405	13941
16 al 20-07-96	20690	2527	23217
21 al 25-07-96	12735	3412	16147
26 al 31-07-96	12888	3641	16529
01 al 05-08-96	4887	0	4887
06 al 10-08-96	3363	0	3363
11 al 15-08-96	3810	138	3948
16 al 20-08-96*	2907	0	2907
21 al 25-08-96	659	219	878
26 al 31-08-96	814	5813	6627

II Región Período	Puerto				
	Tocopilla	Mejillones	Antofagasta	Taltal	Región
01 al 05-07-96	0	0	0	0	0
06 al 10-07-96	0	0	0	0	0
11 al 15-07-96	132	2,5	0	0	134,5
16 al 20-07-96	0	35,3	0	0	35,3
21 al 25-07-96	0	154,9	0	0	154,9
26 al 31-07-96	0	2	0	0	2
01 al 05-08-96	0	0	0	0	0
06 al 10-08-96	0	0	0	0	0
11 al 15-08-96	0	0	0	0	0
16 al 20-08-96*	0	0	0	0	0
21 al 25-08-96	0	65	0	0	65
26 al 31-08-96	3289,9	4742	0	0	8031,9

Tabla 2: Registro de las zonas de pesca, embarcaciones, número de hembras (NH), número de machos (NM) e IGS con sus respectivos estadísticos, durante el monitoreo 1996.

FECHA	BARCO	ZONA DE PESCA	NH	NM	IGS			DS	CV
					MINIMO	MAXIMO	MEDIA		
3/6/96	DON UBALDO	3' W. PUERTO ARICA	46	54			4,6		
4/6/96	GUAJACHE	3' W. PUERTO ARICA	52	48			5,4		
5/6/96	YUNGAY	45' W. PUNTA MADRID	38	62			4,3		
7/6/96	FELO	10' W. PUERTO ARICA	48	52			4,9		
8/6/96	MAÑIO	10' W. PUERTO ARICA	38	62			4,9		
10/6/96	RELAMPAGO	10' W. PUERTO ARICA	52	48			4,7		
12/6/96	LIENTUR	60' W. PUERTO ARICA	38	62			4,9		
14/6/96	I. VALDES	60' W. PUERTO ARICA	42	58			6,5		
15/6/96	TIL-TIL	15' W. PUERTO ARICA	52	48			4,8		
17/6/96	YUMBEL	15' W. PUNTA BLANCA	29	71			4,4		
19/6/96	ALERCE	10' W. PUERTO ARICA	28	72			5		
20/6/96	TORNADO	65' W. PUERTO ARICA	26	74			4,9		
21/6/96	TONGOY	60' W. PUERTO ARICA	44	56			6		
24/6/96	TRUENO I	80' W. PUERTO ARICA	52	48			5,6		
27/6/96	COLO-COLO	25' W. PUERTO ARICA	32	68			6,5		
28/6/96	G. A DIOS	5' W. PUERTO ARICA	28	72			6,4		
4/7/96	COSTA V	80' W. PUERTO ARICA	32	68			5		
8/7/96	CARMELITA	1' W. CALETA ARICA	98	109	3	9,9	5,6	0,59	0,1
10/7/96	G. A DIOS	1' W. CALETA ARICA	15	73	3,1	12,6	5,6	1,98	0,35
	COLO COLO	70' W. PUERTO ARICA	64	198	3,7	9,7	5,7	0,76	0,13
	NN		69	203	4,3	17,3	11,2	1,43	0,13
11/7/96	NN		43	112	8	19,1	14	2,16	0,15
	TRUENO I	80' W. PUNTA MADRID	31	40	4	8	5,9	1,1	0,19
12/7/96	AFRODITA	25' W. PUERTO ARICA	84	129	3,4	9,8	6,6	0,76	0,12
13/7/96	MANUEL ROJAS	25' W. PUERTO ARICA	53	49	3,2	8,8	5,3	0,75	0,14
	COLO COLO	25' W. PUERTO ARICA	36	79	3,4	7,5	5,3	0,91	0,17
	YUMBEL	25' W. PUERTO ARICA	64	36	0,5	11	5,3	0,69	0,13
17/7/96	LIENTUR	25' W. PUERTO ARICA	9	41	3,6	9	5,5	2,07	0,38
19/7/96	PICA	25' W. PUERTO ARICA	43	89	4	10,3	6,3	1	0,16
22/7/96	M. ROJAS	30' W. PUERTO ARICA	23	48	4,2	11,5	6,4	1,42	0,22
23/7/96	LIENTUR	30' W. PUERTO ARICA	1	72			4,5	0	0
	COLO COLO	10' W. PUERTO ARICA	55	95	3,9	10,8	8,3	1,16	0,14
24/7/96	RELAMPAGO	40' W. ARGOLLA	42	75	3,6	9	5,7	0,95	0,17
26/7/96	RELAMPAGO	20' W. PUERTO ARICA	36	46	2,7	10,7	5,9	1,02	0,17

Tabla 3: Escala macroscópica de madurez sexual para anchoveta, elaborada por Serra (1976).

Estado I: Los ovarios son tubulares, muy delgados, de aspecto brillante y la coloración es amarillo pálido. No se observan ovocitos. Se encuentran bien adheridos a la parte posterior de la cavidad visceral, inmediatamente detrás del intestino y sobre la vejiga natatoria

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

Estado III: Aumentan de tamaño conservando una forma aproximadamente cilíndrica, aunque son aplanados lateralmente y bastantes túrgidos. Se incrementa el suministro arterial. Son de color naranja intenso. Se observan ovocitos grandes, de forma ovalada y de color blanquecino, separados en sus septos ováricos.

Estado IV: Han aumentado considerablemente de tamaño, ya que ocupan gran parte de la cavidad visceral y son globosos. El diámetro sigue aumentando y se ensanchan mucho más hacia adelante, mientras que la extremidad posterior es mas aguda, presentando en consecuencia un contorno piriforme alargado. El color es anaranjado más intenso; los ovocitos son translúcidos, desprendiéndose fácilmente de los folículos, o bien, se encuentran sueltos en la cavidad interior del ovario. Con frecuencia es posible lograr que salgan al exterior ejerciendo una pequeña presión en las paredes de la gónada. Es difícil encontrar ejemplares en este estado ya que se considera que el tiempo que separa éste estado del siguiente es muy breve.

Estado V: Han alcanzado su máximo desarrollo cubriendo en parte el intestino y están en pleno proceso de desove. La coloración varía del anaranjado intenso a un rojizo sanguinolento ocasionado por la ruptura de los septos ováricos luego de alcanzar los ovocitos su maduración total. Ocurre, a veces, que gónadas que pueden ser catalogadas en el estado V se les observa como parcialmente desovadas y con ovocitos en pleno desarrollo. Si la anchoveta desova más de una vez en la misma estación reproductiva, este estado incluiría las gónadas parcialmente desovadas.

Estado VI: Corresponde al postdesove y los ovarios se tornan flácidos y aplanados, dando la apariencia de bolsas vacías. Su color es anaranjado violáceo. La longitud esta visiblemente reducida. El interior de la pared ovárica contiene ovocitos grandes y ópacos, en vías de deformación y reabsorción. A esta fase de recuperación sigue el estado de reposo, después del cual se reinicia un nuevo ciclo sexual, partiendo del estado II

Tabla 4: Clasificación de los huevos por estadios de desarrollo embrionario.

Estadio I: Huevos recientemente desovados, no segmentados, con acumulación conspicua de citoplasma en el polo animal conformando el blastodisco.

Estadio II: Desarrollo de la capa blastodérmica con inicio de la división celular, hasta la agregación de células que toman la apariencia de mórula.

Estadio III: Desde la formación de la cavidad hasta el establecimiento definitivo de la cubierta embrionaria. El blastodermo comienza a desplazarse sobre el vitelo, extendiéndose hasta un tercio de la longitud del vitelo.

Estadio IV: El blastodermo se desliza hasta los dos tercios de la masa vitelina, estructurándose la zona de desarrollo del embrión, sin destacar alguna estructura embrionaria distintiva.

Estadio V: El blastodermo ha cubierto la totalidad de la masa vitelina, culminando con el cierre del blastoporo. Se inicia la formación de los miómeros lo largo del cuerpo. El desarrollo de los ojos ocurre al final de este estadio.

Estadio VI: Se define desde el cierre del blastoporo hasta el inicio de la separación de la cola desde el vitelo. Excepto en la región caudal, los miómeros se presentan en la totalidad del cuerpo.

Estadio VII: La cola empieza a separarse del vitelo, desde el crecimiento inicial de ésta, hasta que la porción libre sea equivalente a la mitad de la longitud de la cabeza permaneciendo en el mismo plano del eje del cuerpo.

Estadio VIII: La cola en desarrollo comienza a doblarse, separándose del eje del cuerpo con crecimiento hacia la cabeza. Al final del estadio, la porción libre de la cola equivale a un quinto de la longitud del vitelo y a la longitud total de la cabeza del embrión.

Estadio IX: La separación de la cola fluctúa entre un cuarto y un medio de la longitud del vitelo. La torció de la cola se produce fuera del plano del embrión.

Estadio X: El extremo de la cola se aproxima a la cabeza por encima del tronco, siendo dos veces la longitud de la cabeza y de un medio hasta tres cuartos de la longitud del saco vitelino.

Estadio XI: La longitud libre de la cola es mayor que tres cuartos de la longitud del vitelo. La longitud de la cabeza es aproximadamente igual a un cuarto de la longitud del vitelo.

Tabla 5: Track de los cruceros de adultos de anchoveta.

CORAY I

POSICIONES DEL TRACK		DIA	HORA POSICION	LANCE	HORA LANCE	HORA COLEC TA
SUR	WESTE					
18° 22' 10"	70° 31' 46"	30-jul-96	6:10	Le	6:10	7:07
18° 22' 04"	70° 30' 52"	30-jul-96	8:53	Le	8:53	10:00
18° 27' 95"	70° 19' 69"	30-jul-96	13:10			
18° 29' 08"	70° 27' 71"	30-jul-96	16:00			
18° 29' 01"	70° 27' 71"	30-jul-96	16:45	Le	16:45	17:55
18° 52' 12"	70° 37' 69"	31-jul-96	7:30			
18° 55' 18"	70° 37' 20"	31-jul-96	8:56			
19° 01' 89"	70° 48' 42"	31-jul-96	9:40	Le	9:40	10:40
19° 00' 42"	70° 43' 11"	31-jul-96	10:00			
19° 06' 62"	70° 23' 33"	31-jul-96	13:00			
19° 19' 16"	70° 19' 45"	31-jul-96	16:00			
19° 22' 57"	70° 20' 70"	31-jul-96	17:10			
19° 20' 29"	70° 15' 60"	31-jul-96	19:00			
19° 28' 25"	70° 20' 31"	1-ago-96	8:30	Lr		
19° 29' 28"	70° 26' 59"	1-ago-96	10:40			
19° 31' 84"	70° 25' 93"	1-ago-96	11:30			
19° 39' 00"	70° 14' 53"	1-ago-96	13:00			
19° 40' 51"	70° 12' 12"	1-ago-96	14:00	Lr		
19° 45' 00"	70° 15' 99"	1-ago-96	16:00			
19° 45' 35"	70° 11' 90"	1-ago-96	17:20			
19° 46' 92"	70° 11' 88"	1-ago-96	18:00	Lr		
19° 46' 04"	70° 10' 13"	2-ago-96	7:15			
19° 50' 07"	70° 33' 69"	2-ago-96	9:50			
19° 51' 40"	70° 26' 81"	2-ago-96	10:30			
19° 53' 96"	70° 12' 04"	2-ago-96	12:00			
19° 57' 18"	70° 10' 99"	2-ago-96	12:30			
19° 58' 04"	70° 13' 98"	2-ago-96	13:00			
19° 56' 74"	70° 15' 56"	2-ago-96	14:20			
19° 57' 53"	70° 15' 33"	2-ago-96	14:30			
19° 57' 09"	70° 15' 53"	2-ago-96	16:10			
19° 56' 11"	70° 15' 17"	2-ago-96	17:00	Le	17:00	18:00
19° 55' 55"	70° 14' 43"	2-ago-96	18:30	Le	18:30	19:40
20° 20' 23"	70° 12' 30"	3-ago-96	10:30			
20° 40' 03"	70° 13' 46"	3-ago-96	13:20			
20° 48' 43"	70° 12' 63"	3-ago-96	14:45			
20° 56' 92"	70° 08' 28"	3-ago-96	18:00			
20° 57' 12"	70° 08' 11"	3-ago-96	18:30			
20° 57' 11"	70° 08' 16"	4-ago-96	7:20			
21° 03' 08"	70° 16' 63"	4-ago-96	8:40			
21° 07' 58"	70° 18' 01"	4-ago-96	9:15			
21° 10' 11"	70° 15' 93"	4-ago-96	9:30			
21° 09' 55"	70° 11' 39"	4-ago-96	9:10			
21° 09' 60"	70° 10' 54"	4-ago-96	11:10	Le	11:10	12:40
21° 08' 07"	70° 11' 25"	4-ago-96	13:00	Le	13:00	13:55
21° 09' 05"	70° 10' 24"	4-ago-96	15:20	Le	15:20	16:20
21° 14' 96"	70° 07' 89"	5-ago-96	8:00			

Continuación...

POSICION DEL TRACK		DIA	HORA POSICION	LANCE	HORA LANCE	HORA COLECTA
SUR	WESTE					
21° 09' 99"	70° 12' 56"	5-ago-96	9:45	Le	9:45	11:09
21° 10' 82"	70° 09' 92"	5-ago-96	13:40			
21° 13' 19"	70° 09' 75"	5-ago-96	14:20	Le	14:20	15:20
21° 25' 58"	70° 05' 88"	5-ago-96	18:20	Le	18:20	19:30
21° 12' 31"	70° 03' 75"	6-ago-96	6:45			
21° 23' 95"	70° 10' 09"	6-ago-96	8:05	Le	8:05	9:05
21° 23' 25"	70° 07' 77"	6-ago-96	10:30	Le	10:30	11:30
21° 28' 54"	70° 08' 33"	6-ago-96	13:20	Le	13:20	14:20
21° 27' 11"	70° 06' 98"	7-ago-96	16:40	Le	16:40	17:40
21° 28' 01"	70° 08' 00"	8-ago-96	7:45	Le	7:45	8:50
21° 27' 23"	70° 08' 12"	8-ago-96	9:40	Le	9:40	10:40
21° 26' 16"	70° 07' 14"	8-ago-96	15:50	Le	15:50	17:00
21° 21' 94"	70° 11' 26"	9-ago-96	12:05	Le	12:05	13:15

Le=Lance efectivo; Lr=Lance recluta (menores a 12 cm de longitud total)

Continuación.....

MAR CARIBE

POSICION DEL TRACK		DIA	HORA POSICION	LANCE	HORA LANCE	HORA COLEC TA
SUR	WESTE					
23° 03' 71"	70° 36' 34"	30-jul-96	12:00			
24° 03' 76"	70° 35' 04"	30-jul-96	19:00			
25° 43' 18"	70° 42' 25"	31-jul-96	7:30			
25° 23' 79"	70° 29' 08"	31-jul-96	11:30			
25° 23' 79"	70° 29' 08"	6-ago-96	14:20			
24° 50' 53"	70° 33' 66"	6-ago-96	18:00			
24° 07' 25"	70° 34' 18"	7-ago-96	0:00			
23° 17' 25"	70° 33' 06"	7-ago-96	7:15			
22° 57' 79"	70° 30' 25"	7-ago-96	9:50	Lr		
22° 57' 18"	70° 25' 29"	7-ago-96	12:15	Le	12:15	13:08
22° 53' 97"	70° 25' 70"	7-ago-96	17:30			
22° 53' 45"	70° 25' 17"	7-ago-96	18:29	Le	18:29	19:25
22° 42' 62"	70° 19' 37"	8-ago-96	9:20			
22° 35' 83"	70° 24' 91"	8-ago-96	12:30			
22° 58' 09"	70° 26' 30"	8-ago-96	18:00			
22° 35' 90"	70° 25' 08"	8-ago-96	22:00			
22° 38' 00"	70° 16' 00"	9-ago-96	6:30			
22° 24' 00"	70° 19' 00"	9-ago-96	8:05			
22° 20' 05"	70° 19' 42"	9-ago-96	8:35			
22° 14' 06"	70° 17' 79"	9-ago-96	9:20			
22° 07' 06"	70° 16' 58"	9-ago-96	10:05			
22° 08' 52"	70° 24' 91"	9-ago-96	11:00			
22° 16' 01"	70° 19' 92"	9-ago-96	12:00			
22° 18' 20"	70° 28' 85"	9-ago-96	13:00			
22° 19' 40"	70° 32' 12"	9-ago-96	14:00			
22° 07' 42"	70° 24' 32"	9-ago-96	15:00			
22° 02' 23"	70° 16' 08"	9-ago-96	16:00			
22° 05' 09"	70° 12' 23"	9-ago-96	17:00			
22° 05' 95"	70° 12' 20"	10-ago-96	6:20			
21° 55' 07"	70° 11' 80"	10-ago-96	8:00			
21° 47' 42"	70° 10' 32"	10-ago-96	9:00			
21° 40' 07"	70° 10' 62"	10-ago-96	10:00			
21° 33' 74"	70° 06' 04"	10-ago-96	11:00			
21° 25' 14"	70° 05' 36"	10-ago-96	11:55			
21° 26' 63"	70° 13' 67"	10-ago-96	12:52			
21° 36' 33"	70° 11' 58"	10-ago-96	14:05			
21° 43' 78"	70° 10' 53"	10-ago-96	15:00			
21° 51' 35"	70° 14' 01	10-ago-96	16:00			
21° 59' 65"	70° 15' 94"	10-ago-96	17:00			
22° 05' 09"	70° 16' 76"	10-ago-96	17:40			
22° 05' 02"	70° 12' 26"	10-ago-96	18:20			
22° 05' 05"	70° 12' 27"	11-ago-96	6:30			
21° 54' 10"	70° 12' 56"	11-ago-96	8:17			
21° 52' 31"	70° 10' 57"	11-ago-96	8:50	Le	8:50	9:40
21° 52' 93"	70° 10' 72"	11-ago-96	10:25	Lr		
21° 48' 15"	70° 09' 99"	11-ago-96	12:20			

POSICION DEL TRACK		DIA	HORA POSICION	LANCE	HORA LANCE	HORA COLEC TA
SUR	WESTE					
21° 42' 29"	70° 10' 24"	11-ago-96	13:00			
21° 38' 44"	70° 11' 86"	11-ago-96	13:20			
21° 35' 00"	70° 06' 00"	11-ago-96	14:25			
21° 30' 44"	70° 05' 76"	11-ago-96	14:40			
21° 22' 81"	70° 06' 13"	11-ago-96	15:30			
21° 20' 07"	70° 05' 81"	11-ago-96	17:00			
21° 20' 58"	70° 08' 40"	12-ago-96	7:00			
21° 16' 17"	70° 25' 64"	12-ago-96	8:55			
21° 13' 33"	70° 08' 52"	12-ago-96	10:00			
21° 05' 48"	70° 09' 26"	12-ago-96	11:05			
21° 00' 04"	70° 10' 24"	12-ago-96	12:00			
21° 00' 72"	70° 11' 02"	12-ago-96	14:00			
21° 08' 14"	70° 10' 50"	12-ago-96	15:03			
21° 11' 00"	70° 09' 32"	12-ago-96	15:55	Le*	15:55	16:50
21° 10' 97"	70° 11' 40"	12-ago-96	17:30	Le	17:30	18:30
21° 17' 47"	70° 06' 32"	12-ago-96	19:40			
21° 19' 14"	70° 07' 19"	12-ago-96	7:00			
21° 17' 18"	70° 11' 25"	13-ago-96	7:45	Le	7:45	8:35
21° 16' 77"	70° 13' 92"	13-ago-96	9:40	Le	9:40	10:32
21° 14' 01"	70° 12' 29"	13-ago-96	12:12	Le	12:12	13:15
21° 06' 65"	70° 08' 84"	13-ago-96	16:40			
21° 09' 47"	70° 14' 23"	13-ago-96	17:20			
21° 20' 04"	70° 05' 79"	13-ago-96	19:55			
21° 19' 28"	70° 08' 58"	14-ago-96	6:45			
21° 16' 36"	70° 11' 78"	14-ago-96	8:30			
21° 10' 98"	70° 12' 53"	14-ago-96	9:14	Le	9:14	10:20
21° 09' 55"	70° 13' 08"	14-ago-96	11:30	Le	11:30	12:40
21° 08' 31"	70° 13' 19"	14-ago-96	12:50			
21° 01' 95"	70° 11' 60"	14-ago-96	13:10			
20° 40' 45"	70° 12' 30"	14-ago-96	15:20			
20° 35' 68"	70° 13' 84"	14-ago-96	16:20			
20° 24' 04"	70° 12' 64"	14-ago-96	17:30			
20° 15' 24"	70° 11' 14"	14-ago-96	18:30			
20° 04' 08"	70° 10' 31"	14-ago-96	19:40			
19° 54' 74"	70° 10' 95"	14-ago-96	20:40			
19° 45' 40"	70° 11' 96"	14-ago-96	21:40			
19° 34' 96"	70° 13' 27"	15-ago-96	6:40			
19° 24' 42"	70° 16' 09"	15-ago-96	8:12	Lr		
19° 16' 80"	70° 20' 35"	15-ago-96	10:30			
19° 06' 26"	70° 20' 32"	15-ago-96	11:40			
18° 56' 79"	70° 20' 81"	15-ago-96	12:40			
18° 47' 51"	70° 20' 80"	15-ago-96	13:40			
18° 37' 30"	70° 24' 31"	15-ago-96	14:40			
18° 32' 37"	70° 23' 80"	15-ago-96	15:15			
18° 25' 87"	70° 21' 00"	15-ago-96	16:15			
18° 26' 06"	70° 20' 62"	15-ago-96	18:15			
18° 25' 43"	70° 21' 21"	16-ago-96	6:50			
18° 21' 90"	70° 24' 84"	16-ago-96		Le		8:15
18° 21' 13"	70° 25' 70"	16-ago-96		Le		9:15

L_e = Lance efectivo;

L_r = Lance recluta (menores a 12 cm de longitud total)

L_{e^*} = lance efectivo con baja frecuencia de hembras maduras

Tabla 6: Caracterización de los estadios ováricos de peces pelágicos (Wallace y Selman, 1981; Hunter y Macewicz, 1985).

ESTADIO OVÁRICO	CITOLOGÍA E HISTOMORFOLOGÍA OVÁRICA
Estadio I: Virginal	Ovario con numerosos nidos ovogoniales y ovocitos primitivos rodeados por tejido conectivo intersticial de donde destacan tabiques fibroconectivos.
Estadio II: Inmaduro (reincidente)	Lamelas repletas con ovocitos no vitelados rodeados por delgadas células foliculares. Vesícula germinativa grande, central con prominentes nucléolos esféricos y periféricos. Citoplasma escaso, finamente granular y fuertemente basófilo. En ovocitos previtelogénicos tardíos debuta la presencia de pequeñas vesículas periféricas.
Estadio III: Parcialmente vitelado	Predominio de ovocitos en estado temprano de depositación de vitelo el cual no abarca más de las 3/4 partes del citoplasma, destacando la presencia de vesículas periféricas. Vesícula germinativa grande y central, con múltiples nucléolos periféricos y rodeada por pequeñas gotas de lípidos que inician su fusión. La zona radiata es delgada, subyacente a células foliculares de poca altura.
Estadio IV: Vitelado	Predominio de ovocitos cargados de glóbulos de vitelo distribuido desde la periferia hasta la región perinuclear. La vesícula germinativa mantiene su posición central, permaneciendo los nucléolos en la periferia. Zona radiata bien desarrollada. Células foliculares cúbicas bajas con núcleo esférico, central y el citoplasma finamente granular, ligeramente basófilo.
Estadio V: En maduración	Citoplasma con grandes glóbulos de vitelo (término de la depositación de vitelo) y vesículas lipídicas que coalescen (2 a 3), ubicándose al lado opuesto de la dirección de migración de la vesícula germinativa, la que es excéntrica, migrante hacia el polo animal, con alto número de pequeños nucléolos periféricos. Células foliculares cúbicas con núcleo desplazado a la base. Citoplasma claro, de aspecto espumoso, areolar, ligeramente basófilo.

Estadio VI: Hidratado (hialino)

Con o sin vesícula germinativa en el polo animal, según se haya iniciado la maduración. Por incorporación de fluidos el ovocito incrementa considerablemente su tamaño. El vitelo se presenta en forma de placas por ingreso de líquido al citoplasma, dándole un aspecto hialino. La granulosa y zona radiata pierden espesor.

Estadio VII: En desove

Co-existencia de ovocitos hidratados y folículos postovulatorios nuevos, entre ovocitos en deposición temprana de vitelo.

Estadio VIII; Desovado

Predominio de ovocitos inmaduros. Se aprecia abundante atresia folicular, tanto alfa como beta. Ovocitos vitelados residuales y eventualmente folículos postovulatorios viejos.

Tabla 7: Caracterización histológica de los folículos postovulatorios (FPO) (Hunter y Goldberg, 1980 ajustados para *E. ringens*).

EDAD	Apariencia histológica del F.P.O.
Nuevos (<24 h.)	Folículos postovulatorios presentes en hembras en desove al momento de la colecta. Aspecto irregular formado por un epitelio columnar bien organizado con numerosas involuciones y corrugaciones. Lumen amplio e irregular con abundante material granular eosinófilo. Epitelio constituido por células cúbicas a cilíndricas bien delimitadas entre sí. Núcleo esférico y basal, con cromatina regularmente condensada. Citoplasma finamente granular, ligeramente eosinófilo. Escasa presencia de espacios vacíos tipo célula secretora intraepitelial, siendo éstas alcíán blue débilmente positivo. Adyacente a la granulosa se ubican las células tecales aplanadas e imbricadas.
Edad día 1 (> 24-<48 h.)	Los presentan las hembras que desovaron la noche anterior a la captura. Son más pequeños que los F.P.O. nuevos, de aspecto glandular con ligera infiltración linfocitaria, lumen estrecho e irregular. Granulosa columnar, corrugada, con disposición lineal de las células foliculares, algunas de las cuales presentan signos de degeneración: núcleo picnótico, micropicnosis, de forma irregular, citoplasma vacuolado, pero mantienen la individualidad entre ellas. Se aprecian abundantes espacios vacíos intraepitelial que se tiñen intensamente con alcíán blue.
Edad día 2 (> 48 h.)	Estructura de aspecto glomerular con marcada degeneración celular. Epitelio desorganizado, perdiendo la disposición lineal de sus células. Lámina tecal hipertrofiada, capilares sanguíneos desarrollados. Lumen ocluido o ausente, células sin individualidad aparente y en avanzado estado degenerativo: forma irregular núcleos picnóticos, micropicnosis, citoplasma vacuolado, representando la fase terminal de degeneración del epitelio columnar. Abundantes espacios con material granular alcíán blue fuertemente positivo. Notoria infiltración linfocitaria.

Tabla 8: Estados de Madurez Microscópicos (EMM) para el total de hembras muestreadas durante el período de estudio.

EMM	n	Frec. Relativa
II	19	2,0
III	7	0,7
IV	580	60,9
V	151	15,9
VI	188	19,7
VII	1	0,1
VIII	7	0,7
TOTAL	953	100,0

Tabla 9: Resumen de promedios por lance de: Longitud total (cm) fecundidad parcial (n), peso corporal (gr), número de hembras maduras, número de hembras hidratadas (HH) número de hembras con FPO 1, FPO 2 y FPO 0 y peso total de las 30 primeras hembras maduras. Número de machos y hembras del muestreo de proporción sexual y peso total (gr) promedio de los 30 primeros machos.

Lance	DIA	HORA	POSICION		LONGI. TOTAL	FEC. PARCIAL	PESO CORP.	HEMBRAS MADURAS	HH	FPO1	FPO2	FPO0	PESO TOTAL	NUMERO MACHOS	NUMERO HEMBRAS	PESO TOTAL MACHOS				
			SUR	WESTE																
1	30/07	07:07	18°22.10	70°31.46	15,9	22071	31,48	30	0	8	1	6	33,43	128	73	31,67				
2	30/07	10:00	18°22.04	70°30.52	16,1	22280	31,78	30	0	13	0	5	33,81	109	91	31,64				
3	30/07	17:55	18°29.88	70°27.71	15,9	21501	30,65	30	1	6	23	0	32,29	106	94	32,17				
4	31/07	10:40	19°01.89	70°48.42	16,4	23070	32,92	30	0	0	0	0	35,49	67	134	29,42				
5	02/08	18:00	19°56.11	70°15.17	14	14928	21,13	29	0	2	2	0	22,25	128	123	22,78				
6	02/08	19:40	19°55.55	70°14.43	13,6	13725	19,39	30	0	0	1	0	20,56	79	76	19,10				
7	04/08	12:14	21°09.60	70°10.54	15,3	17676	25,11	30	0	11	4	0	26,69	104	105	19,66				
8	04/08	13:55	21°08.07	70°11.25	14,3	14571	20,61	30	11	4	6	0	22,03	100	105	22,43				
9	04/08	15:20	21°09.05	70°10.24	15	17258	24,50	30	10	2	5	0	26,31	131	94	21,18				
10	05/08	11:09	21°09.99	70°12.56	14,9	16604	23,56	30	2	4	8	2	25,31	150	55	26,09				
11	05/08	15:20	21°23.19	70°09.75	15,3	18155	25,80	30	24	0	1	0	27,77	155	51	26,04				
12	05/08	19:30	21°25.58	70°05.88	16	21801	31,08	30	0	4	4	0	33,32	50	157	31,08				
13	06/08	08:05	21°23.95	70°10.09	15,7	20268	28,86	30	2	5	5	0	31,20	154	46	30,05				
14	06/08	11:30	21°23.55	70°07.77	15,9	21059	30,01	30	2	3	5	0	32,94	124	79	29,01				
15	06/08	14:20	21°21.54	70°08.33	15,9	21185	30,19	30	14	1	0	0	32,40	128	76	30,34				
16	07/08	17:40	21°27.14	70°06.98	15,7	20045	28,54	30	18	1	3	0	31,22	124	85	29,01				
17	08/08	08:50	21°28.00	70°08.00	15,9	20661	29,43	30	1	5	7	1	31,53	33	167	30,74				
18	08/08	10:40	21°27.23	70°08.12	16	21317	30,38	30	1	1	4	0	32,63	28	168	27,79				
19	08/08	17:00	21°26.16	70°07.14	15,7	19650	27,97	30	23	0	1	0	31,61	104	101	27,97				
20	09/08	13:15	21°21.94	70°11.26	15,5	20106	28,63	30	3	2	2	0	30,59	92	110	28,08				
21	07/08	13:08	22°57.18	70°25.29	16	22482	32,07	30	29	0	0	0	34,46	112	88	23,19				
22	07/08	19:25	22°53.45	70°25.17	14,9	17034	24,18	30	8	7	7	0	25,89	61	138	20,85				
23	11/08	09:40	21°52.31	70°10.57	14,5	16097	22,82	30	2	4	7	1	24,12	109	91	21,29				
25	12/08	18:30	21°10.97	70°11.40	16,2	22973	32,78	30	30	0	0	0	35,15	125	75	33,23				
26	13/08	08:35	21°17.18	70°11.25	14,5	15479	21,93	23	0	12	0	6	23,51	190	10	26,32				
27	13/08	10:32	21°16.77	70°13.92	15,6	19919	28,36	30	0	17	2	5	30,19	162	38	31,06				
28	13/08	13:15	21°14.01	70°12.29	15,8	21513	30,67	30	7	4	7	0	32,94	128	72	30,09				
29	14/08	10:20	21°10.98	70°12.53	15,6	20288	28,89	30	0	3	2	0	31,57	126	74	29,69				
30	14/08	12:40	21°09.55	70°13.08	16,1	21818	31,11	30	0	3	0	0	34,13	126	74	30,33				
31	16/08	08:15	18°21.90	70°24.84	16,2	21547	30,72	30	0	15	10	2	32,43	167	34	31,38				
32	16/08	09:15	18°21.13	70°25.70	16,1	21177	30,18	30	0	14	11	3	31,78	137	63	29,53				
TOTALES													922		151	128	31	3537	2747	

Tabla 10: Resultados del análisis de regresión entre el peso total y corporal para corrección de hembras hidratadas.

LANCES	a	b	r ²	n	Syx	Sa	Sb
3	2,090	0,991	0,991	29	0,345	0,542	0,018
8	-0,025	1,074	0,989	19	0,272	0,550	0,027
9	-0,255	1,089	0,995	20	0,404	0,466	0,019
10	-0,060	1,105	0,983	28	0,437	0,668	0,028
11	-1,215	1,129	0,985	6	0,584	1,872	0,069
13	0,462	1,070	0,975	28	0,524	0,978	0,034
14	-0,156	1,108	0,990	28	0,573	0,670	0,022
15	0,545	1,061	0,993	16	0,371	0,770	0,024
16	2,216	1,022	0,949	12	0,940	2,363	0,075
17	-0,099	1,080	0,991	29	0,405	0,578	0,019
18	0,114	1,076	0,996	29	0,344	0,424	0,014
19	-3,743	1,270	0,973	7	0,755	2,653	0,095
20	0,600	1,053	0,990	27	0,525	0,635	0,022
* 21	-0,204	1,084	0,990	739	0,627	0,112	0,004
22	-0,614	1,093	0,997	22	0,365	0,364	0,015
23	-0,093	1,066	0,995	28	0,454	0,359	0,015
** 25	-0,204	1,084	0,990	739	0,627	0,112	0,004
28	-0,590	1,099	0,973	23	0,633	1,217	0,040

(* 29 y ** 30 hembras hidratadas, se utilizó el total)

Tabla 11: Registros individuales de la longitud total en cm. (LT), peso total en gr. (PT), peso ovario en gr. (PG) y fecundidad parcial (FEC) de hembras hidratadas por lance.

LANCE	LT (cm)	PT (gr)	PG (gr)	FEC (n)	LANCE	LT (cm)	PT (gr)	PG (gr)	FEC (n)
10	14,3	22,2	3,23	13755	17	15,5	28,0	4,14	17499
10	13,7	19,7	3,15	15650	17	15,7	32,0	4,94	21339
10	13,4	19,8	3,10	13162	17	17,3	32,8	5,23	22095
10	15,9	28,0	2,96	12567	17	15,0	27,5	3,72	15609
10	17,5	30,3	3,96	19274	17	15,5	29,4	4,01	17069
10	14,6	18,2	1,43	5374	17	14,5	24,3	4,10	16663
10	14,4	19,6	2,79	11392	17	16,4	35,9	6,37	25469
10	15,4	21,9	2,62	12534	17	16,7	32,5	4,97	21403
10	15,2	21,2	2,69	14622	17	15,7	31,5	5,01	21892
10	14,9	22,1	3,02	13814	17	15,1	28,4	3,45	16537
10	16,1	27,2	3,89	24115	17	16,2	27,6	3,65	13586
10	15,5	21,5	2,32	13225	17	12,6	15,7	2,04	10110
10	15,0	24,8	3,31	16421	20	16,4	32,2	3,49	14571
10	16,0	30,7	4,42	19385	20	15,7	32,0	4,96	20330
10	15,5	30,5	3,77	16310	20	15,6	28,0	3,14	13924
10	15,2	23,0	3,09	12701	20	15,8	30,5	3,68	15316
10	13,3	19,9	3,15	17044	20	16,3	31,7	3,71	17003
10	14,2	22,1	2,86	14761	20	15,7	32,3	5,03	20303
10	14,5	22,9	2,33	12631	20	17,0	37,4	5,37	21038
10	15,2	26,4	3,12	16000	20	15,0	29,1	3,86	15609
10	15,8	30,9	3,76	17039	20	15,5	30,5	3,74	17481
10	15,0	30,2	3,94	19228	20	15,2	29,9	4,98	20783
10	15,1	27,3	4,67	17964	20	15,5	30,3	3,68	18645
10	16,1	33,1	5,18	24344	20	16,4	33,6	3,81	15318
12	15,2	27,1	2,87	16584	20	16,2	32,6	4,66	19229
12	14,2	22,8	2,69	15457	20	15,7	33,1	3,51	18114
12	16,2	32,2	3,97	22878	20	16,0	36,5	5,76	21766
12	15,5	28,6	3,07	16362	20	15,7	31,7	4,38	20013
12	15,7	28,7	3,12	15190	20	15,5	31,1	3,89	18531
12	15,1	27,6	3,64	18116	20	16,8	35,6	5,05	18344
12	15,8	31,7	3,89	23126	20	15,9	31,8	4,45	21263
12	15,5	26,0	2,73	12126	20	15,8	33,3	4,38	20897
12	15,8	28,9	2,38	7887	20	15,5	30,5	4,32	19909
17	16,4	34,7	4,72	19561	20	15,1	26,9	3,51	17516
17	16,0	33,0	5,09	17680	20	15,5	30,2	4,37	19273
17	15,8	32,3	5,06	18936	20	15,6	32,1	4,27	19755
17	15,6	27,4	4,25	17533	20	16,1	33,4	4,00	19993
17	16,8	31,6	4,85	19396	24	17,0	48,5	7,81	33400
17	14,4	23,2	3,90	16209	24	15,8	34,1	4,87	22534
17	15,4	28,1	3,66	14381	24	16,1	37,2	4,50	23486
17	15,9	29,8	4,35	17126	24	16,0	36,6	4,22	22606
17	16,1	32,9	4,85	21783	24	17,4	44,3	6,37	31313
17	18,1	40,5	6,09	29526	24	16,3	38,0	5,71	31959
17	16,8	43,5	6,30	25029	24	16,3	38,6	5,82	25518
17	17,7	32,0	4,32	19264	24	15,5	32,9	4,26	20091
17	16,3	29,4	4,90	18175	25	15,5	35,1	4,75	24455
17	18,5	44,2	6,58	20188	25	14,5	26,4	3,34	15729
17	17,0	32,9	4,41	16173	25	17,5	44,8	5,51	23371
17	16,6	31,1	4,09	16091	25	17,1	45,7	6,72	28078
17	16,4	33,4	4,01	15724	25	15,5	37,0	5,44	23309
17	17,0	33,0	4,53	17586	25	16,1	37,0	5,03	21392
17	16,7	40,5	6,41	25934	25	15,7	34,6	5,90	22973
17	17,0	42,5	6,17	23603	25	16,0	36,9	5,09	21427
					25	16,1	37,3	5,22	21113

Tabla 12: Resultados del análisis de regresión para los modelos ajustados entre la fecundidad parcial con el peso corporal y la longitud total.

	LINEAL	POTENCIAL	EXPONENCIAL
PESO CORPORAL			
a	337,46	6,655	8,800
b	690,511	0,965	0,038
r²	0,59	0,54	0,54
n	107	107	107
Syx	3004,2	0,1823	0,1822
Sa	1514,086	0,283	0,092
Sb	55,68	0,087	0,003
MSE	9025346	9123865	9066598
LONGITUD TOTAL			
a	-24608	3,285	7,414
b	2750,352	2,366	0,152
r²	0,32	0,30	0,30
n	107	107	107
Syx	3893,5	0,2258	0,2259
Sa	6203,028	0,977	0,359
Sb	392,62	0,354	0,023
MSE	15159542	15377252	15478702

Tabla 13: Fecundidad relativa (ovocitos/g de peso corporal) promedio total y por estrato de peso corporal (g) y Longitud total (cm). D.S.: Desviación estandar.

ESTRATOS DE PESO CORPORAL			
P.C. (g)	FEC. REL	D. S.	n
10,1-20	737	160,6	14
20,1-30	693	109,2	72
30,1-40	716	102,4	20

ESTRATOS DE LONGITUD TOTAL			
L.T. (cm)	FEC. REL	D. S.	n
12,1-14	872	131,1	4
14,1-16	692	102,8	65
16,1-18	708	121,7	36

TOTAL	704	115,8	107
-------	-----	-------	-----

Tabla 14: Parámetros del Método de Producción de Huevos determinados para especies del género *Engraulis*. (Po: A: Producción diaria de huevos en el área del cruce; W: Peso promedio de hembras maduras; F: Fecundidad; R: Proporción de hembras; S: Fracción diaria de hembras desovantes; B: Biomasa desovante estimada; VAR: Varianza; CV: Coeficiente de variación).

ESPECIE	ECOSISTEMA	AÑO	Po * A	VAR	CV	W	VAR	CV	F	VAR	CV	R	VAR	CV	S	VAR	CV	B*10 ⁻³	VAR	CV(B)	Z	VAR	CV		
<i>E. mordax</i>	California	80	26.34		0.11	17.44		0.055	7751		0.075	0.48		0.12	0.14		0.12	0.13	970		0.23	0.45		Staufrey y Piquelle, 1980	
		81	20.96		0.101	13.37		0.039	8329		0.052	0.50		0.063	0.11		0.063	0.12	635		0.18	0.14		Bludman, 1986	
		82	13.51		0.237	18.83		0.019	10845		0.047	0.47		0.081	0.12		0.081	0.04	415		0.26	0.16		Piquelle y Hewitt, 1983a	
		83	17.35						5297											652		0.21	0.18		Piquelle y Hewitt, 1983b
		84	12.98						5485											652		0.17	0.17		Hewitt, 1985
<i>E. ringens</i>	Perú	85	16.95	4.11E+24	0.156	14.49	0.1050	0.02	7343	114500	0.046	0.61	0.0604	0.032	0.12	0.00024	0.13	0.06	522		0.19	0.29	7.00E-03	0.29	Bludman, 1986
		81	64.96	3.05E+26	0.269	25.84	0.4494	0.026	15401	432000	0.043	0.56	0.0007	0.046	0.16	0.00010	0.06	0.06	1204	1.17E+11	0.28	1.04	0.27	Santander et al., 1984	
		85	138.06			27.73			14614			0.50			0.06				8575					Santander y Maldonado 1985	
		90	30.00			26.74			13487			0.51			0.05				2139					Guzmán et al., 1995	
		94	151.20	1.30E+26	0.093	33.25	0.1800	0.084	12723	57901	0.019	0.53	0.0070	0.084	0.08	0.00030	0.23	0.08	6859	3.11E+24	0.26	1.14		Avon, P., 1996	
<i>E. copenzi</i>	Chile (Norte)	95	190.90	9.39E+26	0.16	25.59	1.2300	0.043	12701	295900	0.042	0.54	0.0005	0.042	0.12	0.00046	0.18	0.06	5910	9.08E+23	0.16	0.63	2.90E-02	0.27	Rojas y Oliva, 1993
		92	60.05		0.18	20.70		0.013	14917		0.016	0.48		0.032	0.16			0.06	1082		0.19	0.59		Claramunt et al., 1996	
		95	40.16		0.37	29.16	0.5428	0.025	15405	181091	0.028	0.42	0.0006	0.058	0.18	0.00007	0.05	0.12	1223	2.14E+11	0.38	0.73	1.08E-01	0.45	Shelton et al., 1993
		85	34.84		0.2	14.20			7991			0.48			0.06				615		0.40	0.22	3.00E-05		"
		86	53.56		0.25	11.70			5627			0.55			0.02	0.10			2001		0.25	0.28	6.96E-05		"
<i>E. encrinetoides</i>	Bahía de Biscoy	87	46.80		0.33	12.02		8978			0.55			0.04	0.09			0.12	2048		0.25	0.40	1.29E-04		"
		89	18.74		0.29	9.05		9045			0.49			0.9	0.13			0.15	513		0.25	0.06	1.31E-04		"
		90	40.31		0.51	6.97		6987			0.55			0.03	0.06			0.18	1843		0.56	0.15	1.75E-03		"
		87	2.20		0.32	33.81		15904			0.06	0.54		0.06	0.23			0.18	29.4		0.48	0.26	1.75E-03	0.16	Sanz et al., 1989
		88	5.02		0.21	29.23		15783			0.05	0.52		0.05	0.29			0.07	63.5		0.31	0.18	6.62E-04	0.14	Santiago y Saiz, 1989
<i>E. anchoitza</i>	Mediterráneo	89	0.73		0.4	29.65		13977			0.04	0.54		0.07	0.26			0.10	11.9		0.43	0.18	3.18E-05	0.03	Motos y Saiz, 1990
		90	5.02		0.15	19.69		7039			0.05	0.53		0.04	0.28			0.04	972		0.17	0.40	6.10E-02	0.44	Motos y Uriarte, 1991
		90	0.46		0.223	14.25	0.3390	0.041	80066	78593	0.018	0.54	0.0022	0.086	0.36	0.00110	0.10	4.2	1.21E+06	0.26	0.57	6.10E-02	0.44	Palomera y Periberra, 1993	
		93	71.00		0.42	13.16		6180			0.02	0.57		0.05	0.13			0.13	2105		0.77	0.16	0.18	Sánchez et al., 1996	
		94	78.80		0.21	13.25		8639			0.04	0.55		0.06	0.10			0.29	2150		0.87	0.18		"	
Argentina (sur)	95	48.20		0.52	16.48		6935			0.04	0.52		0.05	0.12			0.32	1684		0.75	"	0.11		"	
	93	19.60		0.29	17.98		5028			0.07	0.62		0.06	0.16			0.22	708		0.93	"	0.13		"	
	94	53.80		0.3	29.26		16428			0.13	0.43		0.17	0.22			0.14	1075		0.52	"	0.18		"	
	95	45.80		0.45	20.96		9874			0.09	0.47		0.12	0.19			0.12	1062		0.49	"	0.18		"	
	96	17.66	1.53E+13	0.237	30.04	0.5716	0.025	19658	318400	0.029	0.46	0.0013	0.077	0.17	0.00048	0.13	0.08	568	2.57E+10	0.28	0.41	1.98E-02	0.13	Este estudio	

