



# INFORME FINAL CORREGIDO

Proyecto  
FIP N° 2005-03

**Evaluación de stock  
desovante de anchoveta  
en la I y II Regiones,  
año 2005**



SEPTIEMBRE  
2006



---

INFORME FINAL  
CORREGIDO

---

PROYECTO  
FIP N° 2005-03

Evaluación de stock  
desovante de anchoveta  
en la I y II Regiones,  
año 2005

• Septiembre, 2006 •



## REQUIRENTE

FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA, FIP  
Presidente del Consejo:  
**Carlos Hernández Salas**

## EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Jefe División Investigación Pesquera:  
**Mauricio Braun Alegría**

Directora Ejecutiva:  
**Vivian Montecino Banderet**

• Septiembre, 2006 •



## JEFE DE PROYECTO

MAURICIO BRAUN ALEGRÍA

## AUTORES

MAURICIO BRAUN  
VIVIAN VALENZUELA  
GABRIEL CLARAMUNT  
HERNAN REYES  
MILENA PIZARRO  
VICTOR CATASTI  
GUSTAVO HERRERA  
PAOLA MORENO  
CARLOS GASPAR  
EDUARDO DIAZ

• Septiembre, 2006 •



## **I. RESUMEN EJECUTIVO**

---

La informaci3n que se detalla en el presente informe corresponde al an3lisis de la totalidad de los objetivos comprometidos en la propuesta, enmarcados dentro del proyecto FIP 2005-03 "Evaluaci3n del stock desovante de anchoveta en la I y II regiones, a3o 2005". Se entregan los resultados de los ocho objetivos que conforman el proyecto, informaci3n derivada de la recolecci3n de datos y muestras efectuadas en los cruceros designados tanto para el m3dulo de huevos como para el m3dulo de adultos de anchoveta.

Se analizaron las actividades concernientes a cada uno de estos objetivos, como la determinaci3n de las zonas de distribuci3n y abundancia de huevos de anchoveta, las condiciones oceanogr3ficas asociadas al crucero, la proporci3n sexual en peso y el peso promedio de hembras maduras, la producci3n diaria de huevos, la proporci3n de estadios de madurez sexual microsc3picos, la fracci3n diaria de hembras desovantes, la fecundidad parcial, la fecundidad media poblacional, la biomasa del stock desovante y finalmente se concluye con la realizaci3n de un an3lisis asociado entre la distribuci3n espacial de huevos de anchoveta y las variables oceanogr3ficas, empleando adem3s para ello informaci3n de proyectos anteriores.

El an3lisis del proceso reproductivo de la anchoveta realizado entre la I y II regiones a partir de enero de 2005, permiti3 determinar el inicio del crucero del m3dulo de huevos y adultos, dicho an3lisis evidenci3 para el mes de junio en base a la observaci3n microsc3pica, el inicio de una actividad reproductiva masiva, lo que se caracteriz3 por la presencia de ovarios con ovocitos vitelog3nicos, hidratados y presencia de fol3culos post-ovulatorios. Se observ3 adem3s que la actividad reproductiva se intensific3 a finales de julio, con desoves importantes entre agosto y



septiembre, registrándose durante este período los valores mayores del índice de actividad de desove.

El análisis de los ovarios en las semanas de octubre de 2005, indicó que aún este recurso se encontraba desovando pero con una intensidad menor, visualizándose indicios de atresia ovárica, con un valor máximo de 1,3% en la primera semana de octubre.

El crucero Módulo Huevos se efectuó a bordo de los B/C "Carlos Porter" y "Abate Molina" y el crucero Módulo Adultos a bordo de embarcaciones cerqueras comerciales de la empresa Corpesca S.A. y de la Cía. Pesquera Camanchaca S.A.

Los B/C "Carlos Porter" y "Abate Molina" operaron entre el 27 de agosto y el 10 de octubre de 2005, abarcando la zona comprendida entre Arica ( $18^{\circ}25'S$ ) y Carrizalillo ( $26^{\circ}03'S$ ), desde la costa hasta una distancia máxima de 80 mn, realizando un total de 47 transectas perpendiculares a la costa y equidistantes entre sí cada 5 o 10 millas, dependiendo de la extensión longitudinal. El total de estaciones planctónicas realizadas fue de 658, cumpliéndose así el número programado.

Las embarcaciones cerqueras operaron entre el 9 de agosto y el 22 de septiembre de 2005, ambas fechas inclusive, efectuando un total de 158 lances de pesca, de los cuales 60 fueron positivos al capturar anchoveta.

De los 658 lances planctónicos efectuados con red CalVET, se obtuvieron 214 registros positivos, con un total de 17.066 huevos/  $0,05\text{ m}^2$ . En el invierno de 2005, el número promedio de huevos por estación positiva alcanzó a 80 (DS = 212,4), cifra un 37,9% mayor que la obtenida en el invierno de 2004, los que se encontraban a la vez dispersos (DS = 140,6), situación que refleja una intensa actividad reproductiva en la zona de estudio.



En relaci3n a la intensidad y extensi3n espacial del desove, las densidades promedio por estaciones positivas y totales, muestran la misma situaci3n con respecto al invierno de 2004. La intensidad y cobertura geogr3fica del desove experimentaron un aumento igual a 36,8% y 37,9%, respectivamente.

El n3mero de huevos, el invierno de 2005 present3 una tasa de cambio positiva igual a 41,3%, con respecto al crucero MPH precedente, constituy3ndose en el segundo registro m3s importante de la serie 1992 – 2005.

El patr3n de distribuci3n espacial de los huevos de anchoveta en el 3rea de estudio, se3ala que el desove se verific3 en el rango latitudinal comprendido entre punta Carrizalillo (26°03'S) y Arica (18°25'S), no registr3ndose presencia de huevos, entre punta Ballena (25°50'S) e islote Blanco (25°20'S), frente a Aguada Paposo (25°00'S), desde caleta Botijo (24°30'S) a caleta Bolf3n (23°50'S) y frente a punta Pinto (18°40'S); longitudinalmente estuvieron presentes hasta las 75 mn al oeste de isla Alacr3n (18°30'S). En t3rminos generales, la abundancia promedio de las estaciones positivas por transecta para los huevos de anchoveta, tendi3 a disminuir de costa a mar afuera y de norte a sur.

La informaci3n oceanogr3fica recopilada durante el crucero MPH de invierno 2005, indica que la zona norte de Chile present3 una situaci3n fr3a y de baja salinidad. Informaci3n de series de tiempo costeras en Arica, Iquique y Mejillones en octubre, se3alaron a nivel subsuperficial una disminuci3n de los valores de temperatura, al medirse valores menores a 13°C bajo el nivel de 30 m, condici3n que no se presentaba en 1, 2 y 3 a3os respectivamente para cada localidad. Por otro lado, TSM (Temperatura Superficial del Mar) satelitales del mes de octubre mostraron claramente una situaci3n fr3a, la que fue m3s importante en el sector centro-norte de la zona, donde las anomal3as fueron de hasta -2°C entre Caleta



Camarones (19°S) e Iquique (20°10'S). La informaci3n regional de octubre publicada en Internet para el mes, respecto a las TSM del sector costero sudamericano, es concordante con lo anterior y ser3a efecto de una intensificaci3n de los vientos en el Oci3ano Pac3fico.

Los vientos medidos durante el crucero fueron m3s intensos que lo observado en igual mes de los 3ltimos 4 a3os, dado que s3lo un 42% de ellos tuvo una intensidad bajo los 5 m/s. Por otro lado, ya que el 90% de los vientos medidos tuvo una direcci3n favorable a la surgencia, se esper3 una intensificaci3n del proceso de afloramiento costero en la zona, por lo tanto, la mayor intensidad del viento y su direcci3n predominante, ser3an una de las causas de la condici3n fr3a y de baja salinidad encontrada en el sector oce3nico, particularmente en la mitad norte de la zona.

Las concentraciones de cloa superficiales fueron mayores que las reportadas en invierno de 1994 y 2004. De la serie hist3rica de cloa de los periodos de invierno desde 1994 a la fecha y que abarca el 3rea Arica - bah3a Moreno, se puede decir que el muestreo de invierno de 2005 registr3 las mayores concentraciones de la serie. Los feopigmentos mantuvieron en el 3rea concentraciones inferiores a la cloa, principalmente en la zona costera, lo que indica el buen estado fisiol3gico de las c3lulas fitoplanct3nicas. En el plano vertical, todas las transectas se caracterizaron por presentar un n3cleo eutr3fico, situaci3n no habitual para la zona. Otra caracter3stica at3pica fue la gran extensi3n hacia el oeste de los n3cleos eutr3ficos, los que sobrepasaron las 40 mn en algunas secciones, lo que sugiere un aumento importante de la clorofila, tanto en concentraci3n como en distribuci3n. El aumento en la biomasa pigmentaria coincidi3 con un aumento en la capa de mezcla con respecto al a3o 2004 y con un incremento en la participaci3n del AEES en la capa superficial en la parte norte de la zona de estudio. LA AEES estar3a entregando los nutrientes necesarios para la actividad biol3gica del fitoplancton, sobre todo en los sectores m3s alejados de la costa.



Las capturas registradas en los distintos lances con pesca durante el crucero alcanzaron a 4.043 toneladas, prospectándose hasta una distancia máxima de 80 mn. Se midieron en total 13.094 anchovetas, valor que denota un incremento del orden de un 33% respecto al año 2004.

La proporci3n de hembras en peso para el total de lances analizados present3 un promedio de 0,44.

El peso promedio del cuerpo de las 30 primeras hembras maduras, obtenidas en 60 lances en el área investigada fue de 22,9 gramos.

Los resultados en la estimaci3n de la producci3n diaria de huevos en el área de desove indicaron un  $P_0$  de 48,17 huevos/0,05 m<sup>2</sup>/día y una tasa instantánea de mortalidad diaria de huevos igual a 0,81 día<sup>-1</sup>.

En la estimaci3n de la proporci3n de estadios de madurez sexual microsc3picos y la fracci3n diaria de hembras desovantes de anchoveta, se analizaron 1.799 hembras provenientes de 60 lances efectuados durante la pesca de investigaci3n. Al utilizar la estimaci3n combinada de FPO 1 y 2, result3 una fracci3n del desove de 19%, con una varianza de 0,00016.

La fecundidad parcial promedio vari3 de 8.991 a 12.464 ovocitos por hembra y la fecundidad media poblacional fue de 10.560 ovocitos.

La biomasa desovante de anchoveta estimada con el ajuste de la fecundidad parcial fue de 1.063.496 toneladas, mientras que con la aplicaci3n de la fecundidad global fue de 693.750 ton.



Al examinar visualmente el patr3n de distribuci3n de los huevos se observa que en general poseen un patr3n de cobertura geogr3fica costero y que las mayores agregaciones se encuentran en las primeras millas de la costa. Por su parte, los focos m3s importantes de huevos de anchoveta tienden a ubicarse en las primeras millas de la costa en los bordes internos de gradientes t3rmicos y salinos. De manera general, en la zona de estudio se aprecian tres sectores donde se observaron registros de huevos de manera recurrente, el primero esta localizado en los alrededores del puerto de Arica con una baja extensi3n espacial; el segundo, en las proximidades de Punta Lobos, es el foco principal en t3rminos espaciales y temporales; y un tercer sector se emplaz3 frente al puerto de Antofagasta y se caracteriz3 por su extensi3n costera.

El ictioplancton de anchoveta se distribuy3 asociado con ciertos rangos de temperatura, observ3ndose que los huevos de esta especie se encontraron en el rango entre 12 - 21°C, con una preferencia por el rango 15 - 17°C.

Del an3lisis visual de los centros de gravedad (CG) de los huevos, se aprecia que en general 3stos se localizan en las primeras 20 mn de la costa, a excepci3n de algunos a3os. Lo anterior es concordante con otros estudios que indican que los focos m3s importantes de huevos de la especie tienden a ubicarse en las primeras millas de la costa. Tambi3n se destaca que en el a3o 1997, debido a la influencia del evento ENOS, el centro de gravedad se desplaza hacia el sur, en este sentido otros autores tambi3n mencionan un desplazamiento de las especies hacia el sur cuando la zona de estudio se ve influenciada por el evento ENOS.



## II. 3NDICE GENERAL

---

	P3gina
<b>I. RESUMEN EJECUTIVO.....</b>	<b>1</b>
<b>II. 3NDICE GENERAL .....</b>	<b>7</b>
<b>III. 3NDICE DE FIGURAS, TABLAS y ANEXOS .....</b>	<b>11</b>
<b>IV. OBJETIVOS .....</b>	<b>19</b>
1. Objetivo general.....	19
2. Objetivos espec3ficos.....	19
<b>V. ANTECEDENTES GENERALES .....</b>	<b>21</b>
<b>VI. DESARROLLO METODOL3GICO.....</b>	<b>29</b>
1. 3rea de estudio.....	29
2. Monitoreo reproductivo que fundament3 el inicio y t3rmino del crucero	30
3. Metodolog3a por objetivo espec3fico .....	37
3.1 Objetivo espec3fico 2.1 .....	37
3.2 Objetivo espec3fico 2.2 .....	43
3.3 Objetivo espec3fico 2.3 .....	52
3.4 Objetivo espec3fico 2.4 .....	59
3.5 Objetivo espec3fico 2.5 .....	65
3.6 Objetivo espec3fico 2.6 .....	69
3.7 Objetivo espec3fico 2.7 .....	73
3.8 Objetivo espec3fico 2.8 .....	75
<b>VII. RESULTADOS .....</b>	<b>81</b>
1. Monitoreo reproductivo que fundament3 el inicio del crucero.....	81
2. Objetivo espec3fico 2.1 .....	82



3.	Objetivo espec3fico 2.2 .....	84
3.1	Vientos .....	84
3.2	Temperatura superficial del mar .....	86
3.3	Salinidad superficial del mar .....	87
3.4	Temperatura y salinidad en los 50 m de profundidad .....	87
3.5	Profundidad de la isoterma de 15°C .....	89
3.6	Circulaci3n geostr3fica superficial .....	90
3.7	Capa de mezcla .....	91
3.8	Termoclina .....	91
3.9	Distribuci3n vertical de temperatura .....	93
3.10	Distribuci3n vertical de salinidad .....	93
3.11	Anomal3as de temperatura y salinidad en las transectas de Arica (T1), punta Lobos (T17), y bah3a Moreno (T33) .....	94
3.12	Distribuci3n superficial de fluorescencia in vivo .....	95
3.13	Distribuci3n superficial de clorofila .....	96
3.14	Distribuci3n de clorofila integrada .....	98
3.15	Distribuci3n vertical de fluorescencia in vivo .....	99
3.16	Distribuci3n vertical de clorofila .....	100
3.17	An3lisis exploratorio y regresi3n entre Fluorescencia y Clorofila .....	102
3.18	Huevos de anchoveta y la distribuci3n de variables oceanogr3ficas .....	103
4.	Objetivo espec3fico 2.3 .....	105
4.1	N3mero de lances en muestreo de adultos .....	105
4.2	N3mero de anchovetas muestreadas en cada lance .....	105
4.3	Distribuci3n espacial de anchoveta .....	106
4.4	Capturas en los lances de pesca .....	106
4.5	Distribuci3n de tama3os de ejemplares de anchoveta .....	106
4.6	Proporci3n sexual en peso de hembras maduras .....	107
4.7	Peso promedio de hembras maduras .....	107
5.	Objetivo espec3fico 2.4 .....	108
6.	Objetivo espec3fico 2.5 .....	108
7.	Objetivo espec3fico 2.6 .....	110
8.	Objetivo espec3fico 2.7 .....	111
9.	Objetivo espec3fico 2.8 .....	112
9.1	Exploraci3n de las relaciones entre la distribuci3n de huevos de anchoveta y las variables temperatura y salinidad .....	112
9.2	An3lisis de los Centros de Gravedad (CG) .....	117
9.3	An3lisis exploratorio de los datos .....	118



<b>VIII. DISCUSI3N .....</b>	<b>125</b>
<b>IX CONCLUSIONES .....</b>	<b>143</b>
<b>X. BASE DE DATOS .....</b>	<b>147</b>
1. Datos oceanogr3ficos y meteorol3gicos .....	147
2. Archivo Base de datos adultos 2006.xls .....	150
3. Archivo: Base de datos Po.xls .....	152
4. Clorofila-a .....	153
<b>XI. REFERENCIAS BIBLIOGR3FICAS .....</b>	<b>155</b>

## **FIGURAS**

## **TABLAS**

## **ANEXOS**

- Anexo 1.** Personal participante por actividad (HH).
- Anexo 2.** Criterios para la delimitaci3n del 3rea de desove en la aplicaci3n del MPDH para la estimaci3n de la biomasa desovante de anchoveta en la zona norte de Chile.
- Anexo 3.** Resultados de control del equipo CTD.
- Anexo 4.** CD con Informe final corregido FIP N° 2005-03 en PDF.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

---



### III. ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS y ANEXOS

---

#### FIGURAS

- Figura 1.** Posición geográfica de las estaciones bio-oceanográficas. Crucero MPH – Invierno 2005.
- Figura 2.** Ubicación geográfica de a) estaciones oceanográficas y b) estaciones con muestreo de clorofila (estaciones oceanográficas completas). Crucero MPH - Invierno 2005.
- Figura 3.** Evolución mensual del índice gonadosomático de la anchoveta en la I y II Región.
- Figura 4.** Evolución semanal del índice gonadosomático de la anchoveta (1 de enero – 23 de octubre de 2005).
- Figura 5.** Evolución mensual de los índices de actividad de desove (IAD) y atresia ovárica (IAO) (27 de junio – 30 de octubre 2005).
- Figura 6.** Evolución semanal de los índices de actividad de desove (IAD) y atresia ovárica (IAO) (27 de junio – 30 de octubre 2005).
- Figura 7.** Distribución geográfica de las estaciones planctónicas con presencia y ausencia de huevos de anchoveta. Crucero MPH 476(3)05 CP/AM – Invierno 2005.
- Figura 8.** Distribución y abundancia de huevos de anchoveta. Crucero MPH - Invierno 2005.
- Figura 9.** Distribución de la abundancia promedio de huevos de anchoveta por transecta con respecto a la distancia de la costa (a) y a la latitud (b). La línea continua indica la tendencia calculada estadísticamente. Crucero MPH – Invierno 2005.
- Figura 10.** Distribución espacial y abundancia de huevos de anchoveta. Cruceros MPH Inviernos 1992 – 2005.



- Figura 11.** Direcci3n e intensidad del viento (m/s), (a) índice de surgencia (IS) promedio costero, (b) índice de turbulencia (IT) promedio costero y oceánico por grado de latitud, (c) del viento predominante medido cada una hora sobre el track de navegaci3n. Para el IS e IT de las figuras a y b, el grosor y tamaío de los s3mbolos indica el tamaío proporcional para el valor indicado. Crucero MPH - Invierno 2005.
- Figura 12.** Serie de tiempo del Índice de surgencia (IS) instantáneo (línea delgada) y el promedio diario del IS (línea gruesa) obtenido con el viento registrado cada 4 horas en los aeropuertos de a) Antofagasta (Cerro Moreno) y b) Iquique (Diego Aracena) entre el 15 de Agosto y 15 de Octubre de 2005. Se indican sobre el gráfico el número de la transecta realizada durante el desarrollo del crucero.
- Figura 13.** Distribuci3n superficial de a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) anomalía de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), c) salinidad (psu) y d) anomalía de salinidad (psu). Crucero MPH - Invierno 2005.
- Figura 14.** Distribuci3n de a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) en el nivel de 50 m de profundidad, b) diferencia térmica ( $^{\circ}\text{C}$ ) entre superficie y el nivel de 50 m, c) salinidad (psu) en el nivel de 50 m de profundidad y d) diferencia de salinidad (psu) entre superficie y el nivel de 50 m. Crucero MPH - Invierno 2005.
- Figura 15.** Distribuci3n superficial de a) profundidad de la isoterma de  $15^{\circ}\text{C}$  (m), b) anomalía de profundidad de la isoterma  $15^{\circ}\text{C}$  (m) y c) Anomalía geopotencial de superficie referida a 500 (db). Crucero MPH - Invierno 2005.
- Figura 16.** Espesor de la capa de mezcla (m) (a), espesor de la termoclina (m) (b) y temperatura base de la termoclina ( $^{\circ}\text{C}$ ) (c). Crucero MPH - Invierno 2005.
- Figura 17.** Profundidad de la base de la termoclina (m) (a), gradiente de temperatura promedio de la termoclina ( $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ) (b), máximo gradiente de temperatura en la termoclina ( $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ) (c) y profundidad del máximo gradiente de temperatura en la termoclina (m) (d). Crucero MPH - Invierno 2005.
- Figura 18.** Distribuci3n vertical de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) en las transectas rada Paposo ( $25^{\circ}00'\text{S}$ ) (T07), Bahía Moreno ( $23^{\circ}40'\text{S}$ ) (T15), punta Copaca ( $22^{\circ}20'\text{S}$ ) (T23), punta Lobos ( $21^{\circ}00'\text{S}$ ) (T31), punta Junín ( $19^{\circ}40'\text{S}$ ) (T39) y Arica ( $18^{\circ}25'\text{S}$ ) (T47). Crucero MPH - Invierno 2005.



- Figura 19.** Distribución vertical de salinidad (psu) en las transectas de rada Paposo (25°00'S) (T07), Bahía Moreno (23°40'S) (T15), punta Copaca (22°20'S) (T23), punta Lobos (21°00'S) (T31), punta Junín (19°40'S) (T39) y Arica (18°25'S) (T47). Crucero MPH - Invierno 2005.
- Figura 20.** Anomalía vertical de temperatura (°C) y salinidad (psu) en las transectas: de Bahía Moreno (23°40'S) (T15), punta Lobos (21°00'S) (T31) y Arica (18°25'S) (T47). Crucero MPH - Invierno 2005.
- Figura 21.** Distribución de a) fluorescencia in vivo (volts), b) clorofila a superficial ( $\mu\text{g/L}$ ) y c) feopigmento superficial ( $\mu\text{g/L}$ ). Crucero MPH - Invierno 2005.
- Figura 22.** Distribución de a) clorofila integrada ( $\text{mg/m}^2$ ) y b) feopigmentos integrados ( $\text{mg/m}^2$ ). Crucero MPH - Invierno 2005.
- Figura 23.** Distribución vertical de fluorescencia in vivo (volt) en las transectas 1 a 16. Crucero MPH - Invierno 2005.
- Figura 24.** Distribución vertical de fluorescencia in vivo (volt) en las transectas 17 a 32. Crucero MPH - Invierno 2005.
- Figura 25.** Distribución vertical de fluorescencia in vivo (volt) en las transectas 33 a 47. Crucero MPH - Invierno 2005.
- Figura 26.** Distribución vertical de clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ ) en las transectas 1, 9, 17, 33 y 43. Crucero MPH - Invierno 2005.
- Figura 27.** Distribución vertical de feopigmentos ( $\mu\text{g/L}$ ) en las transectas 1, 9, 17, 33 y 43. Crucero MPH - Invierno 2005.
- Figura 28.** Asociación entre la clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ ) y la fluorescencia in vivo (volt) con los datos de nivel superficial. Crucero MPH - Invierno 2005.
- Figura 29.** Distribución y abundancia de huevos de anchoveta y su asociación con la a) temperatura superficial, b) salinidad superficial (psu), c) anomalía geopotencial de superficie referida a 500 (db) y d) espesor de la capa de mezcla (m). Crucero MPH - Invierno 2005.



- Figura 30.** Distribuci3n y abundancia de huevos de anchoveta y su asociaci3n con la a) profundidad de la base de la termoclina (m), b) espesor de la termoclina (m), c) distribuci3n de clorofila integrada ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ) y d) fluorescencia in vivo (volt) en superficie. Crucero MPH – Invierno 2005.
- Figura 31.** Distribuci3n espacial de los lances de pesca efectivos realizados por embarcaciones cerqueras. Crucero MPH – Invierno 2005.
- Figura 32.** Distribuci3n de tama1os de anchoveta por sexo (M: machos, H: hembras), capturadas entre la I y II regiones. Crucero MPH – Invierno 2005.
- Figura 33.** Distribuci3n de tama1os de anchoveta por sexo (M: machos, H: hembras), capturadas entre la I y II regiones. Crucero MPH – Invierno 2005.
- Figura 34.** Frecuencia ( $N^\circ$ ) de huevos de anchoveta por estadio de desarrollo.
- Figura 35.** N1mero de huevos por unidad de muestreo ( $0,05 \text{ m}^2$ ) en funci3n de su edad (d1as).
- Figura 36.** Distribuci3n de frecuencia ( $N^\circ$ ) de Fol1culos Postovulatorios de d1a 0, 1 y d1a 2 para el total de hembras analizadas en funci3n de la hora de captura y n1mero de lances por hora del d1a.
- Figura 37.** Fecundidad parcial en funci3n del peso corporal para el a1o 2005.
- Figura 38.** Distribuci3n espacial y temporal de los huevos de anchoveta. Per1odo 1992 - 2005.
- Figura 39.** Distribuci3n espacial y temporal de la temperatura a 10 m. Per1odo 1992 - 2005.
- Figura 40.** Distribuci3n espacial y temporal de la salinidad superficial. Per1odo 1992 - 2005.
- Figura 41.** Rangos de distribuci3n preferencial de los huevos de anchoveta respecto de: a) temperatura ( $^\circ\text{C}$ ) y b) salinidad (psu). Per1odo 1992-2005.



- Figura 42.** Distribuci3n espacial de los centros de gravedad de las distribuciones de huevos de anchoveta. Per3odo 1992-2005.
- Figura. 43.** Densidad media e intervalo de confianza para la proporci3n de estaciones con presencia de huevos de anchoveta, por a3o y total. Cruceros realizados entre la I y II Regi3n.
- Figura 44.** Efectos de los predictores latitud (Lat), longitud (Lon), temperatura (TSM) y salinidad (Sal) superficial sobre la variable presencia/ausencia de huevos de anchoveta por estaci3n, ajustado un modelo binomial con sobre-dispersi3n (GAM). El cero en el eje vertical indica que no existe efecto del predictor sobre la variable respuesta, l3neas segmentadas corresponden a las bandas de confianza y  $s(X,P)$  corresponde a la funci3n suavizadora spline para la variable  $X$  con  $P$  grados de libertad. A3os 1995, 1996, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005.
- Figura 45.** Efectos de los predictores latitud (Lat), longitud (Lon), temperatura (TSM) y salinidad (Sal) superficial sobre la variable logaritmo de la densidad de huevos de anchoveta en las estaciones positivas, ajustado un modelo normal (GAM). El cero en el eje vertical indica que no existe efecto del predictor sobre la variable respuesta, l3neas segmentadas corresponden a las bandas de confianza y  $s(X,P)$  corresponde a la funci3n suavizadora spline para la variable  $X$  con  $P$  grados de libertad. A3os 1995, 1996, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005.
- Figura 46.** Tendencias de los 3ndices por a3o obtenidos del ajuste de modelos GAM para la presencia/ausencia y la densidad de huevos de anchoveta. L3neas segmentadas corresponden a las bandas de confianza. A3os 1995, 1996, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005.



## TABLAS

- Tabla 1.** Caracterizaci3n de los estadios ov3ricos de peces pel3gicos (Wallace y Selman, 1981; Hunter y Macewicz, 1985).
- Tabla 2.** Caracterizaci3n histol3gica de los fol3culos postovulatorios (FPO) (Hunter y Goldberg, 1980); ajustados para *E. ringens*, en FIP N° 95-01).
- Tabla 3.** Detalle de la informaci3n utilizada para el c3lculo de los promedios hist3ricos mensuales (septiembre) de temperatura y salinidad para las transectas de Arica (T1), punta Lobos (T17) y bah3a Moreno (T33).
- Tabla 4.** Bit3cora de estaciones oceanogr3ficas y registro de datos meteorol3gicos. Crucero MPH - Invierno 2005.
- Tabla 5.** Clasificaci3n de los estadios de desarrollo embrionario (Santander *et al.*, 1984).
- Tabla 6.** Evoluci3n semanal de la actividad reproductiva microsc3pica de la anchoveta en la I y II regiones, 2005.
- Tabla 7.** Densidad promedio, constancia y rangos de huevos de anchoveta, *Engraulis ringens*, en invierno de los a±os 1992, 1995, 1996, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005.
- Tabla 8.** Posici3n geogr3fica de los lances efectuados durante el crucero de anchoveta, en la I y II regiones, agosto - septiembre 2005.
- Tabla 9.** Estimaciones de Producci3n diaria de huevos por unidad de muestreo (Po) y tasa de mortalidad diaria (Z) con sus respectivas desviaciones est3ndar, en cada a±o de aplicaci3n del MPH (n es el n3mero de puntos utilizados en el ajuste).
- Tabla 10.** Resumen de los datos de los lances. Hora del lance en hora y fracci3n de hora. Promedios de las 30 primeras hembras maduras de: longitud total (LT), peso total (PT; Corregido), peso corporal (PC), peso g3nada (PG), fecundidad parcial estimada (FPE), hembras maduras (HM), hembras hidratadas (HH), fol3culos postovulatorios de edad 0, 1 y 2 d3as. Peso total de hembras corregidas (PTHCOR), hembras (H), Peso total de machos corregidos (PTMCOR) machos (M) del muestreo de proporci3n sexual.



- Tabla 11.** Parámetros de adultos obtenidos en las distintas aplicaciones del MPH en la zona norte.
- Tabla 12.** Frecuencia de estaciones con presencia y ausencia de huevos por año, para estaciones sin registro de salinidades (Cero) y con registro de salinidades (Positiva).
- Tabla 13.** Síntesis por año del número de estaciones totales, número de estaciones sin y con presencia de huevos de anchoveta y densidad media de huevos/0,05 m<sup>2</sup> de las estaciones positivas para los años 1995, 1996, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005.
- Tabla 14.** Resumen de estadísticas descriptivas para las variables longitud, latitud, temperatura superficial, salinidad superficial y densidad de huevos de anchoveta. Cruceros realizados en la I y II Región años 1995, 1996, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005.
- Tabla 15.** Análisis de devianza para los efectos no-paramétricos y resumen de los ajustes de los modelos GAM binomial para la variable presencia/ausencia de huevos de anchoveta. Años 1995, 1996, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005.
- Tabla 16.** Análisis de devianza para los efectos no-paramétricos y resumen de los ajustes de los modelos GAM normal para la variable logaritmo de la densidad de huevos de anchoveta. Años 1995, 1996, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005.



## **ANEXOS**

- Anexo 1.** Personal participante por actividad (HH).
- Anexo 2.** Criterios para la delimitaci3n del 1rea de desove en la aplicaci3n del MPDH para la estimaci3n de la biomasa desovante de anchoveta en la zona norte de Chile.
- Anexo 3.** Resultados de control del equipo CTD.
- Anexo 4.** CD con Informe final corregido FIP N° 2005-03 en PDF.



## **IV. OBJETIVOS**

---

### **1. Objetivo general**

Cuantificar mediante la aplicaci3n del M3todo de Producci3n de Huevos la biomasa desovante de anchoveta, comprendida en la zona costera desde el l3mite norte de la Rep3blica hasta los 26°03' L.S.

### **2. Objetivos espec3ficos**

- 2.1** Determinar la distribuci3n y abundancia de huevos de anchoveta.
- 2.2** Registrar las condiciones oceanogr3ficas asociadas al crucero de huevos de anchoveta.
- 2.3** Estimar la proporci3n sexual en peso y el peso promedio de hembras maduras, con sus respectivas varianzas.
- 2.4** Estimar la producci3n diaria de huevos en el mar, su varianza asociada y la tasa diaria de mortalidad instant3nea de los huevos.
- 2.5** Estimar la proporci3n de estadios de madurez sexual microsc3picos y la fracci3n diaria de hembras desovantes de anchoveta, con su varianza asociada.
- 2.6** Estimar la fecundidad parcial en funci3n del peso corporal, el modelo de regresi3n correspondiente a esta relaci3n, y la fecundidad media poblacional, con sus respectivas varianzas.



- 2.7** Estimar la biomasa del stock desovante de anchoveta y su varianza asociada, incluyendo la covarianza de los parámetros de adultos.
  
- 2.8** Realizar un análisis de la distribución espacial de huevos asociada a variables oceanográficas, utilizando las bases de datos de los proyectos anteriores y los resultados del presente proyecto.



## V. ANTECEDENTES GENERALES

---

El sector pesquero se ha convertido en una de las 1reas m1s din1micas de la econom1a del pa1s y sit1an a Chile como una potencia mundial en t1rminos pesqueros. En este sentido cabe destacar que el a1o 2005 el valor FOB de las exportaciones pesqueras totaliz3 una cifra de 3.081 millones de d3lares (Elaborado por IFOP en base a informaci3n del Banco Central y del Servicio Nacional de Aduanas) lo que representa alrededor del 8,1% del total de las exportaciones chilenas en el a1o.

Los desembarques del sector se sostienen principalmente en la extracci3n de unas pocas especies pel1gicas y demersales, distingui3ndose entre los recursos pel1gicos al jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*), anchoveta (*Engraulis ringens*), caballa (*Scomber japonicus*) y sardina com1n (*Strangomera bentincki*), los cuales representan una fracci3n relevante de la captura total (SERNAPESCA, 2004). En efecto, durante los 1ltimos a1os, la actividad pesquera de la zona norte se ha cimentado fundamentalmente en las capturas de anchoveta, caballa y jurel, contribuyendo en el desembarque total del a1o 2005, con el 99% (Mart1nez y B3hm, 2006).

En la zona norte de Chile, la pesquer1a de peque1os pel1gicos comenz3 hacia finales de los a1os '60 y se bas3 casi exclusivamente en la captura de anchoveta hasta mediados de la d3cada del '70. Posteriormente, esta pesquer1a muestra tres per1odos principales: el primero (1973-1986) con un crecimiento sostenido, alcanzando hasta 3,4 millones de toneladas a mediados de los '80; en este per1odo se produce el colapso en las capturas de anchoveta y, paralelamente, los desembarques de sardina aumentan significativamente hasta 1985, pasando a constituirse en el principal recurso explotado en dicha regi3n. La segunda fase



(1986-1996) es un per3odo de ajuste, producto de la baja experimentada de las capturas hasta llegar en 1996 a 1,4 millones de t; en este per3odo se produce el colapso de la pesquer3a de sardina y las capturas de anchoveta, desde 1992-93 en adelante, han representado el desembarque mayoritario de la zona. Posteriormente, la tercera etapa (1997-2002) presenta una tendencia a la estabilizaci3n de las capturas a niveles del orden de 1,3 millones de t por a3o.

De acuerdo a lo anterior, la actividad extractiva de la industria pesquera en la I y II Regi3n est3 fuertemente vinculada a la disponibilidad del recurso anchoveta, la cual durante el a3o 2003 registr3 una importante disminuci3n en el volumen de captura del orden del 70%, pasando de 1,2 millones de toneladas en 2002 a 427 mil t en el a3o 2003. Este tipo de fluctuaciones, sumado a las variaciones ambientales, pueden llevar r3pidamente a las pesquer3as a colapsar.

En el caso de la pesquer3a pel3gica desarrollada en la zona norte, los desembarques muestran grandes fluctuaciones, asociados a la inestabilidad del stock, provocada por la sobreexplotaci3n del recurso y condiciones ambientales desfavorables, relacionadas con el fen3meno de "El Ni3o" (Mart3nez *et al.*, 1995; Y3ñez *et al.*, 1995). En este sentido, cabe destacar que el comportamiento y distribuci3n de los recursos pel3gicos est3n estrechamente relacionados con el medio ambiente, Morales *et al.*, (1996) indican que la anchoveta var3 considerablemente su comportamiento con el fen3meno de "El Ni3o" ya que se profundiza para alcanzar zonas de bajas tensiones de ox3geno disuelto; a su vez, los cambios en el medio f3sico condicionan de manera importante la cobertura geogr3fica de los recursos y su abundancia (Garc3a, 1993), adem3s de que la distribuci3n y abundancia de los recursos y de sus estad3os de desarrollo (huevos y larvas) se ven afectadas seriamente durante los fen3menos de "El Ni3o", debido



a la aparici3n de masas de aguas m1s c1ldas y salinas de origen subtropical (Jacob, 2002).

Por lo anterior, y considerando que esta pesquer1a ha sido analizada tomando en cuenta la evoluci3n del esfuerzo de pesca y la variabilidad del medio ambiente y que adem1s algunos estudios han considerado el efecto del medio ambiente sobre dichos recursos (Ca33n, 1986; Castillo y Guzm1n, 1985; Oliva *et al.*, 2003; Braun *et al.*, 2004), se hace necesario la estimaci3n de la biomasa a trav1s de distintas metodolog1as. En este sentido, una metodolog1a alternativa para la evaluaci3n de la biomasa desovante en peces pel1gicos como la anchoveta, corresponde al “M1todo de Producci3n de Huevos” (MPH), desarrollada en 1980 por investigadores del Southwest Fisheries Science Center, La Jolla, California. La producci3n diaria de huevos se estima a partir del n1mero de huevos totales evaluados en una prospecci3n ictioplanct3nica en asociaci3n a otras variables y la fecundidad espec1fica diaria de la poblaci3n adulta, se determina mediante el procesamiento de muestras de peces, obtenidas durante cruceros de pesca, las que proporcionan informaci3n respecto de la fecundidad parcial, peso promedio de hembras, frecuencia del desove y proporci3n de sexos.

Dentro de este contexto, y considerando la importancia de este tipo de estudios para incrementar la comprensi3n en la distribuci3n y abundancia de los recursos y sus fluctuaciones, el Consejo Zonal de Pesca en concordancia con el Consejo de Investigaci3n Pesquera y Subsecretar1a de Pesca, han decidido la continuaci3n de esta l1nea de investigaci3n con el objeto de contar con los antecedentes t1cnicos necesarios para una apropiada asesor1a t1cnica al manejo de estos importantes recursos de la zona norte del pa1s.



## **Antecedentes del M3todo de Producci3n de Huevos (MPH)**

El M3todo de Producci3n de Huevos define la biomasa desovante como la fracci3n de peces capaces de desovar durante el per3odo del crucero (Parker, 1980). Los peces que no son capaces de desovar son presumidos como aquellos que no han llegado a su primera madurez sexual. Peces en condici3n de postdesove se asume que han sido capaces de desovar durante el Crucero de forma tal que son incluidos como parte de la biomasa desovante (Macewicz *et al.*, 1996). La biomasa desovante se estima por la relaci3n entre la producci3n diaria de huevos (huevos evacuados al mar en un d3a por la poblaci3n total de hembras) y la fecundidad espec3fica diaria de la poblaci3n adulta (huevos potenciales de ser desovados por d3a por tonelada m3trica). La producci3n diaria de huevos se calcula de los datos de densidad y estado de desarrollo embrionario de los huevos recolectados en un crucero de ictioplancton. La fecundidad espec3fica diaria de la poblaci3n adulta se determina mediante el procesamiento de muestras de peces obtenidas durante un crucero de pesca, las cuales proporcionan informaci3n respecto de la fecundidad parcial, peso promedio de hembras, frecuencia del desove y proporci3n de sexos.

La aplicaci3n del M3todo de Producci3n de Huevos para la determinaci3n de la biomasa de peces pel3gicos multidesovantes con fecundidad indeterminada, como anchoveta y sardina, tuvo dificultades debido al desconocimiento de m3todos adecuados para estimar la frecuencia del desove. En 1979, Hunter y Goldberg (1980), acogiendo una sugerencia formulada por Yamamoto y Yoshioka (1964), en el sentido, que la frecuencia del desove podr3a ser determinada a trav3s de la incidencia de los fol3culos postovulatorios, logran mediante la inducci3n del desove de anchoveta de California, mantenidas en cautiverio, caracterizar histol3gicamente el proceso de degeneraci3n de los fol3culos postovulatorios en funci3n del tiempo, y a partir de ello, definir criterios para establecer la edad de



dichas estructuras, y utilizarlas para la estimaci3n directa de la frecuencia del desove en poblaciones naturales de peces pelágicos multidesovantes.

El método para la estimaci3n de la biomasa desovante de anchoveta, se fundamenta en gran parte en el ciclo de desarrollo del ovario, el cual pasa por una serie de estadíos. El ovocito en el transcurso de su desarrollo crece en el ovario proveyéndose de vitelo y horas antes del desove comienza un proceso de hidrataci3n, aumentando aproximadamente cuatro veces su volumen total. Los ovarios con ovocitos hidratados son fácilmente reconocibles a simple vista, debido a que la diluci3n del vitelo los hace transparente. En el curso de los tres días posteriores al desove, la capa de células que originalmente rodeaba el ovocito, ahora denominado folículo postovulatorio, sufre un proceso de degeneraci3n.

El ovocito, una vez que es evacuado y fertilizado pasa por una serie continua de fases de desarrollo embrionario, cuya duraci3n es dependiente de la temperatura del agua.

El "Método de Producci3n de Huevos" presenta en términos generales las siguientes ventajas: a) proporciona una estimaci3n instantánea de la biomasa desovante, b) sus fuentes de error están identificadas, siendo factible estimar fácilmente la precisi3n de cada una de ellos, c) proporciona informaci3n biológica anexa (fecundidad, tasa de mortalidad de huevos, proporci3n de peces maduros, etc.) de utilidad para evaluar la condici3n del stock y el reclutamiento potencial, y d) constituye una fuente de informaci3n auxiliar para calibrar las evaluaciones indirectas.

Los resultados obtenidos con la aplicaci3n del MPH en Chile, indicaron para la subpoblaci3n de anchoveta en la zona norte una biomasa desovante de 1.053.000 t en 1992 (Rojas y Oliva, 1993). Posteriormente, en 1995 Claramunt *et al.* (1996) estimaron una biomasa de anchoveta de 1.223.515 t y en 1996 los niveles bajaron



considerablemente alcanzando a sólo 581 mil t (FIP 96-01), manteniéndose valores similares en 1997, registrándose 594 mil t (FIP 97-01), coincidiendo con la evaluación acústica de la biomasa de la anchoveta, la cual alcanzó a 623 mil t (FIP 97-01). La aplicación en 1999 entregó una biomasa de 1.118.674 t (FIP 99-10). En el año 2000 y 2001 las estimaciones se efectuaron por dos criterios estructural o límite inferior y funcional o de interpolación que se relacionan con la manera en que se representa el área de desove. Las estimaciones para el 2001 fueron 332.243 y 425.890 t, respectivamente, las que notan un decremento respecto a agosto de 2000, que fueron de 587.806 y 754.040, t para los métodos antes mencionados.

En el año 2002, la biomasa del stock desovante a través del criterio de interpolación o funcional fue estimada en 757.308 t y por el criterio de límite inferior o estructural se estimó en 567.175 toneladas. Con respecto al año 2003, la biomasa del stock desovante existente en la I y II Regiones, estimada a través del criterio de interpolación o funcional alcanzó a 625.790 t, y por el criterio de límite inferior o estructural fue estimada en 605.460 toneladas.

En el año 2000, se efectuó un reprocesamiento de la información obtenida durante la aplicación del MPH en años anteriores bajo criterios únicos y estandarizados, lo que permitió comparar los estimados de biomasa desovante de anchoveta. Una conclusión importante del re-análisis es que al observar los resultados del MPH como serie de tiempo, se visualiza que las tendencias en las biomazas son independientes de los criterios de estimación de las áreas de desove, pudiendo ser usadas en el estudio de sus fluctuaciones o como índices de calibración de métodos indirectos, lo que hace recomendable su aplicación. Es así que al comparar las tendencias históricas de biomasa desovante con las capturas totales del año, se observa que siguen la misma tendencia, indicando la robustez de los resultados del MPH (Oliva *et al.*, 2001).



Es importante indicar, que las biomazas estimadas en 1996 y 1997, presentaron una considerable disminuci3n, representando s3lo un 54 y 51%, respectivamente, de lo reportado en 1995. En 1997 y sobre la base de la aplicaci3n del MPH, se indicaba la situaci3n de riesgo del stock desovante de la anchoveta (Oliva *et al.*, 1998), lo cual posteriormente fue corroborado en 1998, con la presencia del peor a3o pesquero del que se tiene reporte en los 3ltimos 50 a3os, en que la captura anual de anchoveta alcanz3 s3lo a 122 mil toneladas





## **VI. DESARROLLO METODOLÓGICO**

---

De conformidad con la metodología planteada en la propuesta técnica y con la finalidad de determinar la distribución y abundancia de huevos de anchoveta, registrar las condiciones oceanográficas asociadas al crucero y estimar los distintos parámetros biológicos requeridos para la aplicación del Método de Producción de Huevos, se realizaron los cruceros Módulo Huevos y Módulo Adultos para el recurso anchoveta, durante el período de máxima actividad reproductiva del año 2005.

La recolección de huevos y el muestreo de ejemplares adultos de anchoveta se efectuaron a bordo de los B/C “Carlos Porter” y “Abate Molina” y a través de la operación de 7 embarcaciones pesqueras industriales en régimen de Pesca de Investigación y 4 artesanales, respectivamente.

El crucero de huevos se efectuó a bordo de los B/C “Carlos Porter” y “Abate Molina”, entre el 27 de agosto y el 10 de octubre de 2005, y la recolección de los ejemplares adultos se realizó entre el 09 de agosto y el 22 de septiembre de 2005, ambas fechas inclusive, de acuerdo a Resolución N° 2524 del 05/08/2005, de Pesca de Investigación de la Subsecretaría de Pesca.

### **1. Área de estudio**

El área de estudio comprendió la zona latitudinal que se extiende desde el límite norte de la República de Chile, 18°20'S, hasta el paralelo 26°03'S (Carrizalillo), desde la costa hasta las 60 u 80 millas náuticas dependiendo de la zona (**Fig. 1**).



## 2. Monitoreo reproductivo que fundament3 el inicio y t3rmino del crucero

Con el prop3sito de determinar con exactitud la fecha de inicio del crucero M3dulo Huevos, se analiz3 la informaci3n proveniente del monitoreo reproductivo de la anchoveta, que se monitoreo a trav3s del seguimiento de la actividad del desove de la especie, con las muestras recolectadas de la captura comercial de especies pel3gicas, utilizando t3cnicas macrosc3picas (variaciones del 3ndice gonadosom3tico - IGS ) y microsc3picas (3ndice de actividad de desove - IAD). Este seguimiento forma parte del proyecto "Investigaci3n Situaci3n Pesquer3a Pel3gica Zona Norte, a3o 2005" de la I y II Regiones.

El muestreo reproductivo de la anchoveta se desarroll3 de enero a octubre de 2005 en los principales puertos de la I y II Regiones, considerando la informaci3n biol3gica de la especie, consign3ndose datos de longitud, peso, sexo y estadios de madurez.

El procedimiento aplicado consisti3 en recolectar g3nadas de hembras de anchoveta de la captura comercial, con el fin de determinar mediante t3cnicas macrosc3picas (variaciones del 3ndice gonadosom3tico) y microsc3picas (3ndice de actividad de desove) la condici3n reproductiva de la especie (**Tablas 1 y 2**). Para ello se analizaron macrosc3picamente 19.898 hembras y microsc3picamente 2.319 ovarios de anchoveta, cifras 19% menor y 5% mayor con respecto a las analizadas en el a3o 2004, respectivamente.

La componente metodol3gica consider3 el desarrollo de los siguientes aspectos fundamentales:



- A1. Plan de muestreo
- A2. Plan operativo
- A3. Plan de aseguramiento de calidad
- A4. Plan de an3lisis

### **A1. Plan de muestreo**

Cada plan de muestreo depende de la variable en estudio y est3 en directa relaci3n con la modalidad de operaci3n de las flotas que operan en la pesquer3a. Los planes de muestreo consideran dise1os en puerto (desembarques) y eventualmente a bordo de naves cerqueras, analizando las capturas.

### **Poblaci3n objetivo**

La poblaci3n objetivo la componen el conjunto de ejemplares capturados por la flota industrial y artesanal correspondiente a la anchoveta en la zona norte, durante el a1o 2005.

### **Par3metro poblacional: Índice gonadosom3tico**

Notaci3n:

- $Wg_j$  : Peso de la g3nada del ejemplar  $j$
- $W_j$  : Peso eviscerado del ejemplar  $j$
- $n$  : Muestra de ejemplares

#### **– Estimador del 3ndice $\hat{R}$ (IGS)**

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



– **Estimador de la varianza de  $\hat{R}$  (IGS)**

$$\hat{V}_{\hat{R}(IGS)} = \frac{1}{n} \frac{1}{\bar{W}^2} \frac{\sum_{j=1}^n (Wg_j - \hat{R}W_j)^2}{n-1}$$

– **Coefficientes de variaci3n e intervalos de confianza**

El coeficiente de variaci3n se calcul3 de acuerdo a:

$$CV(\hat{R})_{IGS} = \frac{\sqrt{\hat{V}_{\hat{R}(IGS)}}}{\hat{R}_{(IGS)}}$$

El intervalo de confianza se obtuvo como:

$$(\hat{R}_{IGS} - Z_{1-\alpha/2} \sqrt{\hat{V}(\hat{R}_{IGS})}; \hat{R}_{IGS} + Z_{1-\alpha/2} \sqrt{\hat{V}(\hat{R}_{IGS})})$$

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

## **A2. Plan operativo**

### **Fuentes de captaci3n de datos**

Los datos biol3gicos provienen principalmente del muestreo del desembarque que se realiza en tierra y eventualmente a bordo.



## **Antecedentes para la selecci3n de centros de muestreo**

La estrategia de recolecci3n de datos considera una cobertura de centros de desembarque que asegura la representatividad de los muestreos. Los antecedentes utilizados para definir los centros de muestreo se basan en informaci3n actualizada de la flota y la modalidad de operaci3n de 3stas.

En la pesquería pelágica de la I y II Regi3n operan dos flotas, una industrial y otra artesanal, que utilizan como arte de pesca el sistema de cerco.

La flota industrial opera entre la I y II Regi3n, en tanto la flota artesanal trabaja básicamente en la I Regi3n.

## **Principales puertos de desembarque en la I y II Regi3n**

### Flota Industrial

- Arica
- Iquique
- Tocopilla (eventualmente)
- Mejillones

## **Tamaño de la flota industrial**

En la actualidad existe un total de 83 embarcaciones operando en esta pesquería, las que se distribuyen de la siguiente forma:

- Arica : 21
- Iquique : 55
- Mejillones : 7



Los centros de muestreo seleccionados corresponden a los principales puertos de desembarque de esta pesquería.

### **Formularios para la recolecci3n de los datos**

Los datos recopilados fueron registrados en el formulario "Muestreo Biol3gico" considerando las siguientes variables en estudio:

- Especie
- Fecha
- C3digo barco
- Zona de pesca
- Cuadrícula
- Longitud total (cm)
- Peso total (g)
- Peso eviscerado (g)
- Madurez sexual
- Peso g3nadas (g)
- Sexo

### **Operaci3n del sistema de recolecci3n**

Se emple3 un total de 6 muestreadores distribuidos de la siguiente forma:

- Arica (2)
- Iquique (2)
- Tocopilla (1)
- Mejillones (1)



La funci3n principal del equipo de observadores cient3ficos, fue la recolecci3n de datos de las embarcaciones seleccionadas para muestreo en tierra o a bordo, siguiendo los instructivos desarrollados para estos fines.

Los datos biol3gico-pesqueros se obtuvieron en el lugar de recepci3n del desembarque de cada empresa.

Las muestras biol3gicas se tomaron desde el vibrador o secador. Obtenida la muestra, se inici3 la recolecci3n de datos de cada uno de los ejemplares, los cuales constituyen la unidad de an3lisis, de acuerdo al tipo de variable o caracter3stica en estudio.

- **Longitud** : a cada ejemplar se le midi3 su longitud total.
- **Peso**: a cada ejemplar se le registr3 el peso total, eviscerado y peso de g3nadas.
- **Sexo y madurez sexual** : a cada ejemplar se le determin3 el sexo a trav3s de la observaci3n directa de las g3nadas y la madurez sexual mediante criterios macrosc3picos (tama3o, forma, color etc.), clasificando la observaci3n de acuerdo a la escala de madurez espec3fica (Simpson y Gil, 1967 *fide* Serra, 1976), validando la informaci3n a trav3s de criterios microsc3picos.

### **A3. Plan de aseguramiento de la calidad de datos y dise3os**

El dise3o pasa necesariamente por velar por la calidad de la informaci3n, es sabido que si los datos son deficientes, entonces la informaci3n como proceso de transformaci3n de 3stos no tendr3 ning3n valor. En este contexto, tanto los dise3os de muestreo como los datos capturados, entraron a procesos de control de calidad, lo que asegura la confiabilidad de la informaci3n.



#### A4. Plan de an3lisis

##### An3lisis macrosc3pico y microsc3pico

Se determin3 el inicio del pleno per3odo de desove (inicio del crucero) mediante el an3lisis de las tendencias, en base, semanal y mensual de la anchoveta en los diferentes estadios de madurez del ovario (macrosc3picos y microsc3picos), complementados con las variaciones del 3ndice gonadosom3tico (IGS) (macrosc3pico).

El c3lculo del 3ndice de actividad de desove (IAD) requiere de la observaci3n sistem3tica del ovario, contabiliz3ndose la presencia de fol3culos postovulatorios de diferentes edades y de los ovocitos hidratados, para estimar la proporci3n de individuos que alcanzaron este estado en el stock parental maduro. El an3lisis histol3gico de las g3nadas se realiz3 de acuerdo al procedimiento descrito por Hunter y Goldberg (1980), Wallace y Selman (1981) y Hunter y Macewicz (1985) (**Tablas 1 y 2**).

$$IAD = \frac{\text{Hembras con fol3culos postovulatorios d3a 0 + d3a 1 + Hembras hidratadas}}{\text{N}^\circ \text{ hembras maduras}} * 100$$

El c3lculo del 3ndice de atresia ov3rica requiere conocer el porcentaje de hembras con presencia de ovocitos atr3sicos y resulta un indicador inverso al IAD.

$$IAO = \frac{\text{N}^\circ \text{ hembras en estado de atresia ov3rica}}{\text{N}^\circ \text{ hembras maduras}}$$



### 3. Metodologí3 por objetivo específico:

#### 3.1 Objetivo específico 2.1 “Determinar la distribuci3n y abundancia de huevos de anchoveta”

##### 3.1.1 Diseíno de muestreo de ictioplancton

El diseíno de muestreo utilizado permiti3 cubrir un á3rea de aproximadamente 28.915 mn<sup>2</sup> y estuvo configurado por una grilla de 658 estaciones distribuidas en 47 transectas perpendiculares a la costa, 35 de ellas tuvieron una separaci3n equidistante entre sí de 10 mn y una cobertura longitudinal de 60 mn, localizándose en cada una de ellas 13 estaciones planct3nicas a 1; 5; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55 y 60 millas náuticas. Las 12 transectas restantes se prolongaron hasta las 80 mn y equidistaron entre ellas a 5 mn, y fueron realizadas en el límite norte de Chile (18°23'S), Arica (18°30'S) y entre el paralelo 20°30'S (Caleta Ligate) al 22°03'S (Tocopilla), el número de estaciones en estas transectas fue de 17 y su localizaci3n respecto a la costa fue a 1; 5; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55, 60 65, 70, 75 y 80 mn.

El número de estaciones realizadas en el á3rea de estudio se bas3 en el análisis de la densidad media de huevos por estaci3n de los cruceros efectuados entre los años 2000 y 2004, excluyendo la informaci3n del crucero de 2001, debido a la alta concentraci3n del desove en un á3rea reducida que se observ3 en dicho año, comportamiento atípico en comparaci3n con la distribuci3n observada en la serie histórica 1992-2004. De esta manera, conociendo un estimado *a priori* de la media y varianza de la densidad de huevos, la relaci3n entre estaciones positivas y negativas y utilizando la metodologí3 de determinaci3n de tamaíno de muestras para variables continuas (Thompson, 1992), se estim3 el número mínimo de estaciones positivas requerido.



De esta forma, se utiliz3 la relaci3n:

$$n_0 = \left( \frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}} S}{r \bar{X}} \right)^2,$$

donde  $n_0$  es el tama1o de muestra,  $Z$  es el percentil  $1-\alpha/2$  de la distribuci3n normal est1ndar,  $S$  es la desviaci3n est1ndar de la densidad de huevos,  $r$  corresponde al nivel de error de estimaci3n y  $\bar{X}$  corresponde al estimador de la densidad media de huevos.

Este mismo procedimiento fue utilizado por Santander *et al.* (1982), quienes experimentalmente utilizaron como estimador del n1mero total de estaciones  $n$ , la relaci3n porcentual entre las estaciones positivas ( $n^+$ ) y el total de estaciones. Al respecto, se encontr3 que tal relaci3n fue de:

$$\frac{n^+}{n} = 0,4 (40\%)$$

De tal manera que determinando el n1mero de estaciones positivas ( $n^+ = n_0$ ) es posible establecer el n1mero total de estaciones.

Utilizando el valor estimado de la densidad media y la desviaci3n est1ndar para las estaciones positivas de los cruceros, se pudo establecer que para un valor  $\alpha$  del 5% y un nivel de error de estimaci3n del 24%, se requieren 263 estaciones positivas. As3, conociendo la relaci3n entre el n1mero de estaciones positivas y las negativas de los cruceros anteriores, se estim3 un total de 658 estaciones a realizar.

Para la decisi3n del dise1o de muestreo de huevos, se consideraron los siguientes aspectos:



- Tiempo de muestreo = 15 minutos por estaci3n
- Velocidad de navegaci3n = 7 nudos
- 1rea total = 28.915 mn<sup>2</sup>

De esta forma se realiz3 un total de 658 estaciones bio-oceanogr1ficas (**Fig. 1**). Cabe destacar, que este tama1o de muestra est1 dentro del rango recomendado por Lo (1997), quien basada en el an1lisis emp1rico de la relaci3n entre el coeficiente de variaci3n del estimado de producci3n diaria de huevos y el n1mero de estaciones, recomienda un m1nimo de 600 estaciones.

### 3.1.2 Recolecci3n de las muestras

La recolecci3n de las muestras de plancton se efectu3 a bordo del B/C "Carlos Porter" y "Abate Molina", realizando el "track" en forma simult1nea a las naves que operaron en el muestreo de los adultos.

En cada estaci3n se obtuvo una muestra de plancton mediante un muestreador CalVET (versi3n PAIROVET) de 0,05 m<sup>2</sup> de 1rea de boca y 0,150 mm de abertura de malla (Smith *et al.*, 1985), el cual se remolc3 verticalmente desde una profundidad m1xima de 70 m o desde 3 m sobre el fondo hasta la superficie en el caso de profundidades menores. El calado y virado se realiz3 a una velocidad nominal de 70 m/minuto, consider1ndose un tiempo de estabilizaci3n de 15 segundos, una vez alcanzada la profundidad m1xima de muestreo.

Durante la ejecuci3n de cada lance de pesca se registr3 en planillas especialmente dise1adas, los siguientes datos b1sicos: n1mero de estaci3n, fecha, hora, posici3n, tipo de pesca, tipo de red, duraci3n del lance (tiempo de arriado y virado), cantidad de cable arriado, lectura del clin3metro.



### **3.1.3 Tratamiento de las muestras a bordo**

Las muestras obtenidas en cada una de las estaciones fueron preservadas con una soluci3n de formalina en agua de mar al 5% tamponada con tetraborato de sodio, y se almacenaron en frascos pl1sticos de 250 cc de alta densidad debidamente rotulados. El proceso de fijaci3n se realiz3 tan pronto como 3stas fueron extra3das del copo colector de la red, para evitar de esta manera un posible deterioro de los ejemplares capturados.

### **3.1.4 Procedimiento en laboratorio**

#### **3.1.4.1 Separaci3n e identificaci3n de huevos de anchoveta**

El procesamiento de las muestras en el laboratorio en tierra, contempl3 las siguientes etapas:

- Separaci3n y extracci3n de la totalidad de los estadios tempranos de peces de cada una de las muestras,
- Identificaci3n taxon3mica de huevos de anchoveta,
- Cuantificaci3n de huevos de anchoveta,
- Enumeraci3n y agrupaci3n del resto del ictioplancton, bajo la denominaci3n de "otras especies".

Para el procesamiento de las muestras se utilizaron microscopios estereosc3picos marca Nikon y Zeiss con aumento de 8 a 40 veces, examinando la totalidad de la muestra.



### 3.1.4.2 Análisis de la informaci3n planctónica

Basado en los valores cuantitativos de los análisis y con el propósito de contar con antecedentes comparativos se determinaron algunos parámetros tales como el poblacional, densidad promedio respecto de las estaciones totales y positivas y los comunitarios, constancia y dominancia numérica.

Se incorporó además, la estimaci3n de la densidad de huevos mediante la distribuci3n Log-normal de acuerdo a (Pennington, 1986):

Un estimador desarrollado por Pennington (1986) para estimar la media de una variable, en la cual una fracci3n de las observaciones es igual a cero y las restantes tienen distribuci3n lognormal se puede plantear de la forma:

$$c = \left( \frac{m}{n} \right) \exp(\bar{y}) G_m(r)$$

donde:

- m : es la cantidad de estaciones (observaciones) positivas
- n : es el total de estaciones
- $\bar{y}$  : es la media de la variable transformada a logaritmo natural
- $G_m(r)$  : es una funci3n de la varianza de la variable transformada a logaritmo de la forma:



$$G_m(r) = 1 + \frac{(m-1)r}{m} + \frac{(m-1)^3 r^2}{2! m^2 (m+1)} + \frac{(m-1)^5 r^3}{3! m^3 (m+1)(m+3)} + \dots$$

donde:

$$r = \frac{s^2}{2}$$

siendo  $s^2$  la varianza de la variable transformada a logaritmo. Puede apreciarse que  $G_m(r)$  es una serie infinita que depende de la varianza de los datos transformados a logaritmo y de la cantidad de valores distintos de cero.

La varianza de la densidad media estimada viene dada por:

$$\hat{v}(c) = \left[ \frac{m}{n} \right] \exp(2\bar{y}) \left[ \left( \frac{m}{n} \right) G_m^2(r) - \frac{(m-1)}{(n-1)} G_m \left( \frac{(m-2)}{(m-1)} 2r \right) \right]$$

Para la confecci3n de mapas de distribuci3n y abundancia de huevos de anchoveta y asignaci3n de categorías de densidad para este estadio de desarrollo, se utiliz3 la escala geométrica de Frontier (1966) modificada.

Para efectos de establecer una comparaci3n interanual se utiliz3 la serie hist3rica estandarizada de huevos de anchoveta para el perío3do 1992/2005, obtenida para la zona norte de Chile en aplicaciones precedentes del MPH.



### **3.2 Objetivo espec3fico 2.2 “Registrar las condiciones oceanogr3ficas asociadas al crucero de huevos de anchoveta”**

#### **3.2.1 Recolecci3n de las muestras y registro de datos**

En la zona de estudio se realiz3 un total de 47 transectas oceanogr3ficas perpendiculares a la costa, separadas cada 10 mn. En cada transecta se realizaron estaciones oceanogr3ficas separadas cada 5 mn, complet3ndose un total de 658 estaciones (**Fig. 2a**). Las transectas se extendieron hacia el oeste hasta las 60 mn, excepto en las secciones 1, 2 y 14 a 23 donde la extensi3n fue hasta las 80 mn.

En cada una de las estaciones de la grilla de muestreo, se obtuvo registros continuos de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), y fluorescencia con profundidad (dbar) hasta un m3ximo de 100 m, mediante el uso de un CTD marca SEA BIRD modelo 19 equipado con bomba y fluor3metro.

En las transectas ubicadas frente a las localidades de Arica ( $18^{\circ}25'S$ ) (T1), punta Jun3n ( $19^{\circ}40'S$ ) (T9), punta Lobos ( $21^{\circ}00'S$ ) (T17), punta Copaca ( $22^{\circ}20'S$ ) (T25), bah3a Moreno ( $23^{\circ}40'S$ ) (T33) y rada Paposo ( $25^{\circ}00'S$ ) (T41), se realizaron estaciones oceanogr3ficas a 70 y 100 mn de la costa. De la misma manera, se incorporan 7 estaciones adicionales ubicadas en una secci3n hasta las 100 mn frente a Chañaral ( $26^{\circ}20'S$ ) con la finalidad de aumentar s3lo el 3rea superficial de observaci3n. En los gr3ficos de distribuci3n de variables en superficie y en la vertical las estaciones adicionales se numeraron con un valor mayor a 700 para diferenciarlas de las estaciones comprometidas en este estudio.



En las estaciones ubicadas a 1, 5, 10, 20, 40, 70 y 100 mn de la costa, de las transectas extendidas hacia el oeste mencionadas en el p3rrafo anterior, a las cuales se les suma la secci3n de Tal-Tal (25°20'S) (T43, hasta las 60 mn), el muestreo en la vertical con CTD se efectu3 hasta los 500 m de profundidad, realiz3ndose tambi3n en ellas an3lisis de clorofila-a. Con el prop3sito de aumentar la informaci3n de clorofila-a se realizaron 18 estaciones con muestreo superficial y vertical en la zona, distribuidas tanto en el sector costero como oce3nico(**Fig. 2b**).

Para la toma de muestras de agua conducentes a los an3lisis de clorofila -a, se utilizaron botellas Niskin de 1,7 L de capacidad. El muestreo se realiz3 en las estaciones oceanogr3ficas completas a profundidades est3ndares de 0, 5, 10, 20, 30, 50, 75 y 100 m como m3ximo. Con las muestras de agua colectadas, se realizaron en los laboratorios de IFOP en tierra, los an3lisis de clorofila-a seg3n la metodolog3a descrita en **3.2.2**.

Las muestras para an3lisis de salinidad se obtuvieron en las estaciones profundas, preferentemente en la capa de mezcla y en los niveles de profundidad mayores, efectu3ndose en tierra dichos an3lisis mediante un salin3metro digital marca TSK modelo DIGIAUTO.

Durante la realizaci3n de las estaciones bio-oceanogr3ficas se registr3 informaci3n meteorol3gica de car3cter b3sico: temperatura del aire (bulbo seco y h3medo), presi3n atmosf3rica, intensidad y direcci3n del viento, tipo y cantidad de nubes, altura y direcci3n de las olas. En el registro se utilizaron las normas, tablas y c3digos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991). Durante la navegaci3n se recopil3 tambi3n informaci3n del viento en forma horaria. Los datos de viento de las estaciones y los registros en forma horaria corresponden al valor



predominante observado y fueron obtenidos mediante un anem3metro fijo marca Simrad modelo IS-12.

### 3.2.2 Medici3n de la clorofila-a

En las estaciones oceanogr3ficas completas se colectaron 530 muestras para los an3lisis de clorofila **a**. Se filtro *in situ* un volumen estandarizado de 50 mL con un sistema m3ltiple, utilizando filtros de fibra de vidrio (MFS GF-75, 0,7  $\mu\text{m}$ , 25 cm de di3metro). Las muestras se almacenaron a  $-20^{\circ}\text{C}$  en ambiente anhidro, utilizando como desecante  $\text{CaCl}_2$  para su posterior an3lisis en laboratorio en tierra.

La extracci3n de la muestra para el an3lisis de clorofila-a, se realiz3 en forma pasiva, con una soluci3n acuosa de acetona al 90 % v/v, por un per3odo no inferior a las 12 horas y a ca.  $0^{\circ}\text{C}$ . La lectura del sobrenadante se efectu3 en ambiente de baja luminosidad con la t3cnica fluorim3trica con y sin acidificaci3n descrita en Parsons *et al.* (1984), utilizando para tales efectos un fluor3metro digital marca Turner Designs, modelo 10AU, calibrado con un est3ndar puro de clorofila-a marca Sigma Chemicals.

### 3.2.3 Procesamiento de la informaci3n

La informaci3n del CTD se proces3 de acuerdo a procedimientos est3ndar recomendados por el fabricante (Seabird, 2004). El control de calidad de los datos de CTD se realiz3 con la informaci3n de temperatura obtenida en terreno con los term3metros de inversi3n y con los an3lisis de muestras de agua para salinidad.

Dado que los term3metros y el salin3metro, utilizados en este caso como instrumentos de control, tienen s3lo una precisi3n de  $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$  y  $\pm 0,05$  psu,



respectivamente, es que se utiliz3 este valor como l3mite en las diferencias entre las mediciones del CTD y la de estos dos instrumentos. La observaci3n de las diferencias entre ambas mediciones se hizo en forma secuencial de acuerdo a la realizaci3n de las estaciones, para determinar de esta forma el comportamiento del equipo electr3nico CTD en el tiempo.

En este proceso de comparaci3n no hubo diferencias mayores a  $\pm 0,05$ , en las mediciones de ambas variables, respecto a las obtenidas con el equipo de control. Por lo tanto, no fue necesario corregir la informaci3n del equipo electr3nico utilizado.

Con los datos ya procesados se confeccionaron las cartas de distribuci3n superficial y vertical de las variables temperatura (TSM), salinidad (SSM) y fluorescencia. Con los datos verticales se obtuvo informaci3n de la capa de mezcla (espesor), termoclina (espesor, profundidad de la base, temperatura base, gradiente de temperatura promedio y m3ximo, profundidad del m3ximo gradiente), anomal3a geopotencial de superficie referida a 500 m, temperatura y salinidad en el nivel de 50 m y su diferencia con los valores superficiales, realiz3ndose las respectivas cartas y su posterior an3lisis.

Con respecto a la metodolog3a de c3lculo de estas estructuras verticales (eg. capa de mezcla y termoclina) el criterio a utilizar fue el siguiente:

- Capa de mezcla: Se considera como espesor de la capa de mezcla, la profundidad de la capa de agua superficial que presente una diferencia menor a  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $0,1\text{ psu}$  y  $0,1\text{ Kg/m}^3$  con los datos correspondientes observados en el primer metro de la columna de agua. Los datos de observaci3n de esta variable fueron los datos de CTD.



- Termoclina: Se define como termoclina la capa de agua que present3 una variaci3n de temperatura mayor o igual a 0,1°C/m. Los c3lculos de gradiente para la definici3n de termoclina y el valor de gradiente m3ximo se obtuvo por diferencia de temperatura entre dos niveles consecutivos (cada un metro). El valor de gradiente promedio se obtuvo de los gradientes metro a metro que se registraron en la termoclina.

Para el c3lculo de densidad se utiliz3 la ecuaci3n internacional de estado del agua de mar de 1980 dada por Millero & Poisson (1981) y UNESCO (1981a y 1981b), de acuerdo a:

$$(T \text{ en } ^\circ\text{C}, S \text{ en psu}, \rho \text{ en kg/m}^3)$$
$$\rho = \rho_o + AS + BS^{3/2} + CS^2$$

donde:

$$A = 8.24493 \times 10^{-1} - 4.0899 \times 10^{-3} t + 7.6483 \times 10^{-5} t^2 - 8.2467 \times 10^{-7} t^3 + 5.3875 \times 10^{-9} t^4$$

$$B = -5.72466 \times 10^{-3} + 1.0227 \times 10^{-4} t - 1.6546 \times 10^{-6} t^2$$

$$C = 4.8314 \times 10^{-4}$$

y  $\rho_o$  es la densidad del agua

$$\rho_o = 999.842594 + 6.793952 \times 10^{-2} t - 9.095290 \times 10^{-3} t^2 + 1.001685 \times 10^{-4} t^3$$
$$- 1.120083 \times 10^{-6} t^4 + 6.536336 \times 10^{-9} t^5$$

Los valores de salinidad se entregan en forma adimensional, siguiendo recomendaciones de UNESCO (1981c); por conveniencia se anotan omitiendo el factor  $10^{-3}$ .



Se obtuvieron los valores de anomalía vertical de temperatura y salinidad a lo largo de las transecta de Arica (18°25'S) (T1), punta Lobos (21°00'S) (T17) y Bahía Moreno (23°40'S) (T33). Los valores promedio estacionales de temperatura y salinidad de las transectas mencionadas corresponden a los obtenidos con la serie histórica de IFOP 1963 - 2003 (**Tabla 3**). La metodología aplicada en la obtención de los promedios verticales de estas transectas corresponde a la indicada por Blanco *et al.* (2001).

Para el nivel superficial se presentan valores de anomalía estacional de temperatura y salinidad y a nivel subsuperficial, el de la profundidad de la isoterma de 15°C. Estos valores fueron obtenidos de los promedios mensuales (Reynolds, 1982; Blanco, 1996; Rojas y Silva, 1996) y que fueron actualizados por IFOP durante la ejecución del proyecto FIP N° 2001-01 (Braun *et al.*, 2002), según la metodología indicada por Blanco *et al.*, *op cit.*

Con los datos de viento horario obtenidos durante la ejecución del crucero se elaboró una carta de intensidad y dirección, las cuales se utilizaron principalmente en la interpretación de los datos oceanográficos superficiales. En ellos se observó la posible asociación de anomalías térmicas superficiales a eventos de vientos, justificando así los valores de anomalía encontrados.

Con la información de viento horario registrado durante la navegación y con el de las series de viento de los aeropuertos Diego Aracena de Iquique y Cerro Moreno de Antofagasta (Dirección Meteorológica de Chile), correspondientes al período comprendido entre el de 15 de agosto y el 15 de octubre de 2005, se calculó el índice de surgencia (IS) instantáneo (Bakun y Parrish, 1982). El IS del viento horario corresponde al promedio de las observaciones realizadas hasta las 30 mn de la costa, cada 1° de latitud. Los datos de viento de las series de tiempo de



Iquique y Antofagasta corresponden a las observaciones efectuadas a las 4, 8, 12, 16, 20 y 24 horas. El IS instant3neo se calcul3 de acuerdo a la siguiente expresi3n:

$$M_x = t_y / f$$

Donde:

$t_y$  = Coacci3n del viento sobre la superficie en la direcci3n norte sur

$t_y = \rho_a C_d v |W|$

$\rho_a$  = densidad del aire (1.25 Kg/m<sup>3</sup>)

$C_d$  = coeficiente de arrastre

$v$  = componente norte sur de la velocidad del viento

$|W|$  = magnitud de la velocidad del viento

$f$  = par3metro de Coriolis =  $2 \omega \text{ Sen} (l)$

$\omega$  = velocidad angular de la tierra

$l$  = latitud del lugar

El valor de  $C_d$  (coeficiente de arrastre) que se utiliz3 en los c3lculos fue igual a 0,0013 de acuerdo a Bakun y Parrish, (*op cit.*).

Con los IS instant3neos se calcul3 el promedio diario del IS para el per3odo, tomando los datos de cada d3a. Los valores del IS se expresan en m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup> por 1.000 metros de costa.

Con la informaci3n de viento horario registrado durante la navegaci3n se determin3 tambi3n el 3ndice de turbulencia (IT), el cual corresponde al cubo de la magnitud de la velocidad del viento ( $W^3$ ) (Bakun y Parrish, 1982). Con la informaci3n de los datos individuales de IT se obtuvo un valor de IT promedio costero e IT promedio oce3nico, tomando en el primer caso los registros de viento



entre la costa y las 30 mn, y en el de los oceánicos desde las 30 mn hasta las 100, dentro de un grado de latitud. Los valores promedio fueron graficados como barras en una carta que representa la zona de estudio.

La informaci3n meteorol3gica obtenida en cada una de las estaciones bio-oceanogr3ficas es entregada en la **Tabla 4** y ser3 remitada al CENDOC a fin de mantener actualizada la base de datos meteorol3gica del pa3s.

La determinaci3n de la “condici3n de normalidad”, se realiz3 considerando los valores de anomal3as de las variables mencionadas anteriormente y su respectiva desviaci3n est3ndar. En t3rminos generales, la aparici3n de condiciones an3malas para la zona y per3odo de estudio, est3 dada por valores  $\pm 1$  desviaci3n est3ndar por sobre el promedio hist3rico en cada variable, discuti3ndose la causa de la anormalidad registrada.

Respecto a la clorofila-a, una vez cuantificadas las muestras, la informaci3n fue codificada, digitada y georreferenciada por profundidad de origen. Esta informaci3n permiti3 confeccionar cartas de distribuci3n vertical para todas las transectas, lo que se suma a las cartas superficiales. Los resultados de clorofila-a y de los productos de degradaci3n o feopigmentos se expresan en  $\mu\text{g/L}$ .

La caracterizaci3n tr3fica de los cuerpos de agua en la zona de estudio, se efectu3 utilizando la distribuci3n cuali y cuantitativa de la biomasa fitoplanct3nica, usando como indicador la clorofila a (cloa). Esta clasificaci3n consider3 las zonas biol3gicamente productivas a muy poco productivas, tanto en el plano superficial como en la columna de agua y surgi3 de la compilaci3n de informaci3n de cloa realizada por IFOP en los 3ltimos a3os.



Los niveles tr3ficos se caracterizaron de acuerdo a la siguiente escala de biomasa fitoplanct3nica dada en Braun **et al.** (2004):

- Nivel Eutr3fico  $\geq 1 \mu\text{g/L}$
- Nivel Mesotr3fico  $\geq 0,5 \mu\text{g/L} < 1 \mu\text{g/L}$
- Nivel Oligotr3fico  $\geq 0,2 \mu\text{g/L} < 0,5 \mu\text{g/L}$
- Nivel Ultraoligotr3fico  $< 0,2 \mu\text{g/L}$

La concentraci3n de los productos de degradaci3n de la cloa o feopigmentos (feop) fue analizada solamente como un 3ndice relativo de la degradaci3n de la biomasa fitoplanct3nica activa.

Para la adecuada representaci3n de la estructura biol3gica de toda la columna, se calcul3 el valor de la clorofila a integrada (Lohrenz **et al.**, 1988), utilizando la siguiente ecuaci3n:

$$\sum Cloa = \sum_0^{100} (C_{i+1} + C_i)(D_{i+1} - D_i) / 2$$

Donde:

$i$  son las profundidades de muestreo discretas definidas en el punto 3.2.1

$C_i$  y  $C_{i+1}$  son las concentraciones de clorofila ( $\mu\text{g/L}$ ), en la profundidad  $i$ , desde superficie a la profundidad m3xima de 100 m.

$D_i$  y  $D_{i+1}$  son las profundidades respectivas (m)

Este c3lculo permite representar la clorofila a de toda la columna en unidades de 3rea ( $\text{mg/m}^2$ ), de esta forma se representan adecuadamente los m3ximos sub-superficiales de la biomasa fitoplanct3nica, situaci3n que es subestimada muchas



veces por la clorofila superficial. Esta informaci3n se entrega en cartas de distribuci3n tanto para la clorofila integrada como para los feopigmentos integrados.

Con los datos disponibles de clorofila a y de fluorescencia in vivo superficiales, se realiz3 un an3lisis exploratorio. El modelo que mejor representa la relaci3n entre la clorofila y la fluorescencia correspondi3 a una relaci3n lineal del tipo:

$$Y = \alpha + \beta X$$

Relaci3n sugerida por el ploteo de los datos.

Para explorar una relaci3n entre las variables oceanogr3ficas y la distribuci3n y abundancia de huevos de anchoveta, se realiz3 una comparaci3n de la distribuci3n de esta 3ltima variable con la TSM, SSM, anomal3a geopotencial de superficie referida a 500 m, capa de mezcla, termoclina (profundidad de su base y espesor), clorofila integrada y fluorescencia in vivo de superficie.

### **3.3 Objetivo espec3fico 2.3 “Estimar la proporci3n sexual en peso y el peso promedio de hembras maduras, con sus respectivas varianzas”**

#### **3.3.1 Muestreo de anchoveta en el mar – crucero adultos**

El m3todo de estimaci3n de biomasa desovante requiere que simult3neamente con el desarrollo del crucero m3dulo Huevos, se realicen cruceros de pesca, que permitan determinar los par3metros relacionados con la din3mica reproductiva de los peces adultos. En este esquema, la colecci3n de anchoveta adulta se realiz3 con la participaci3n de 7 embarcaciones cerqueras. Las naves autorizadas para tales efectos fueron los PAM: “Don Ernesto Ayala”, “Trueno I”, “Corpesca 1”, y “Angamos 2” de la Empresa Pesquera CORPESCA ; “Atacama IV” y “Costa



Grande I ” de Empresa Pesquera Camanchaca, segun Resoluci3n de Pesca de Investigaci3n de la Subsecretar3a de Pesca n3mero 2524 de 05/8/2005. Adem3s, colaboraron en la recolecci3n de anchoveta adulta el PAM: “Guallatire” y las embarcaciones artesanales: “Petrohue I”, “Petrohue III”, “Valencia” y “Tacoma”.

Cada una de estas naves estuvo equipada b3sicamente con sonar, radar, ecosonda, navegador por sat3lite, radiogoni3metro, radios HF y VHF y de una red de cerco anchovetera. Estas naves operaron simult3neamente con el crucero de colecci3n de huevos realizado a bordo del B/C “Carlos Porter” y “Abate Molina”.

La red utilizada estaba construida de paños con nudos y sin nudos, en los distintos sectores de la red (copos, antecopos, refuerzos y cuerpos finos) y acondicionada para operar con un sistema de pesca petrel, cuyas dimensiones, en t3rminos generales, son de 650 \* 70 brazas, con un embande de un 32%.

### 3.3.2 Determinaci3n del tamaño de muestra

En los cardúmenes de clupeoideos, como la anchoveta, la distribuci3n de los peces es generalmente homog3nea, respecto al tamaño y a la condici3n de las g3nadas, por lo cual la estimaci3n de la fracci3n de hembras en desove se relaciona con el tipo de muestreo aplicado, situaci3n que es evidente durante la 3poca de mayor actividad de desove. De acuerdo al conocimiento del proceso reproductivo de la anchoveta, en per3odos sin perturbaci3n ambiental, los cardúmenes desovantes, caracterizados por el predominio de machos, se separan de aquellos que est3n en otra condici3n reproductiva. Este comportamiento ha sido observado por otros investigadores (Blaxter y Hunter, 1982; Oliva *et al.*, 1989; Mart3nez *et al.*, 1992, 1993, 1994; Claramunt *et al.*, 1996, 1997).



El dise1o de muestreo orientado a estudiar los par1metros de adultos correspondi3 al de conglomerado bi-et1pico, donde las unidades de primera etapa corresponden a los "lances" de pesca y las unidades de segunda etapa a los "peces capturados" en cada lance.

El dise1o de muestreo empleado en las once aplicaciones del MPH en el 1rea de estudio ha permitido concluir que con 40 lances efectivos se puede estimar en forma 3ptima los par1metros de adultos. Al respecto, cabe se1alar que en estudios precedentes del MPH en Chile se han realizado 50 lances (Rojas y Oliva, 1993), 40 lances (Claramunt *et al.*, 1996), 32 lances (Claramunt *et al.*, 1997), 60 lances (Oliva *et al.*, 1998), 51 lances (Oliva *et al.*, 2000), 60 lances en los a1os 2001 y 2002 (Oliva *et al.*, 2002) e igual n1mero de ellos en el a1o 2003 y 2004 (Braun *et al.*, 2005). En t1rminos de n1mero de peces procesados y en un sentido estad1stico es m1s eficiente medir o examinar pocos peces y realizar un gran n1mero de lances, que tomar una gran cantidad de peces dentro de un bajo n1mero de lances.

Las muestras se recolectaron desde la cubierta de la embarcaci3n con baldes, obteniendo anchovetas vivas sin golpes y con la m1nima p3rdida de escamas.

A bordo y en cada uno de los lances efectuados, se muestrearon como m1nimo 100 ejemplares, registr1ndose su longitud total y estadio de madurez sexual macrosc3pico. Con esta informaci3n se logr3 obtener a tiempo real, la composici3n de tama1os por sexo de los ejemplares de anchoveta y la proporci3n sexual en peso.

De acuerdo a esto, se pudo tener una apreciaci3n visual en terreno, de la condici3n reproductiva de la anchoveta durante el desarrollo del crucero de adultos. Los resultados indicaron que todas las hembras de los lances efectivos se



encontraron con actividad gonadal de desarrollo ovocitario y de desove. Este antecedente fue corroborado por el monitoreo de la actividad de desove de la anchoveta en la I y II Regiones, y fundament3 el inicio del crucero, sealando un pleno desove, entre la segunda quincena de julio y primera semana de octubre de 2005, registrándose durante este per3odo los valores m3s altos del 3ndice de actividad de desove, lo cual es ratificado por la incidencia de ovocitos vitelog3nicos, hidratados y la presencia masiva de fol3culos post-ovulatorios.

El muestreo consisti3 en abrir los ejemplares desde el ano hasta las aletas pectorales, seleccionando aquellos especimenes vivos, los cuales fueron inmediatamente fijados en formalina al 10% buferada (introducidos completamente en el fijador), la que se prepar3 seg3n Santander *et al.* (1984), Hunter (1985), Oliva *et al.* (1989), Rojas y Oliva (1993), Oliva *et al.* (1998) y consiste en:

- 16,2 litros agua destilada
- 117 gramos fosfato de sodio dib3sico ( $\text{Na}_2 \text{H PO}_4$ )
- 72 gramos fosfato de sodio monob3sico ( $\text{Na H}_2 \text{PO}_4 \text{H}_2\text{O}$ )
- 1,8 litros soluci3n de formaldeh3do (37%)

Para asegurar el efecto del agente de fijaci3n y preservaci3n de los ejemplares, se fij3 un reducido n3mero de ejemplares por recipiente, es decir, 15 ejemplares por recipiente, donde cada recipiente posee una capacidad de 3,0 litros.

La fijaci3n es una etapa esencial de la t3cnica histol3gica, siendo de gran importancia la rapidez. Se debe tener presente, la velocidad de penetraci3n del fijador en los diversos tejidos para conseguir y asegurar una m3xima fijaci3n, con el fin de conservar lo m3s parecido posible al estado vivo y protegerlo del ataque bacteriano. Evitar la aut3lisis de los constituyentes fundamentales debido a sus



propias enzimas celulares; ya que 3sta llegar3a a provocar la transformaci3n de las prote3nas en amino3cidos e insolubilizar los constituyentes celulares. Tambi3n para evitar las distorsiones y retracciones que sobrepasen los l3mites compatibles con la obtenci3n de cortes.

El formaldeh3do penetra r3pidamente por lo que se pueden fijar piezas de un tama3o considerable por inmersi3n, con lo cual se evita una minuciosa disecci3n del material a fijar (a bordo). No provoca fen3menos de superfijaci3n por lo que las piezas pueden permanecer en formaldeh3do mucho tiempo. Estas condiciones de empleo tan sencillas hacen que el formaldeh3do sea el mejor fijador de conjunto. Los n3cleos y el citoplasma son fijados correctamente. El formaldeh3do con sales neutraliza el 3cido f3rmico de la soluci3n, reduciendo de esta manera el grado de bas3filia. Los defectos del fijador pueden ser corregidos f3cilmente mediante una postfijaci3n.

### 3.3.3 Fracci3n de hembras (Proporci3n de sexo) (R)

La fracci3n de hembras (proporci3n sexual) fue estimada para cada lance de una submuestra compuesta de los primeros 2.300 gramos de peces (Rojas y Oliva, 1993) o de 100 ejemplares recoleccionados al azar. Esta proporci3n fue estimada sobre la base del peso en vez del n3mero.

Debido al efecto de la preservaci3n, el peso registrado fue ajustado por un factor de correcci3n por fijaci3n, donde el promedio de la muestra y la varianza fueron estimados de acuerdo a:

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



$$\text{Var}(\bar{R}) = \frac{1}{n(n-1)} \frac{\sum_{i=1}^n m_i^{*2} (R_i - \bar{R})^2}{\bar{m}^{*2}}$$

donde:

$$R_i = \frac{W_i^H}{m_i^*}$$

- $\bar{R}$  : Proporción promedio de hembras sobre la base del peso por peso en porcentaje de todos los lances.
- $W_i^H$  : Corresponde al peso del total de la muestra de hembras en el lance  $i$ .
- $m_i^*$  : Corresponde peso de total de la muestra de ejemplares (machos y hembras) en el lance  $i$ .
- $n$  : Número de lances.

### 3.3.4 Peso promedio de hembras maduras (W)

De cada lance, las primeras 30 hembras maduras procesadas fueron utilizadas para la determinación del peso promedio del cuerpo. Se calculó el peso promedio para cada lance ( $W_i$ ) y la varianza de acuerdo a:

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

$$\text{Var}(\bar{W}) = \frac{1}{n(n-1)} \frac{\sum_{i=1}^n m_i^2 (\bar{W}_i - \bar{W})^2}{\bar{m}^2}$$

donde:



$$\bar{W}_i = \sum_{j=1}^{m_i} \frac{W_{ij}}{m_i}$$

- $\bar{W}_i$  : Peso promedio del cuerpo de hembras maduras en el lance  $i$ .  
 $\bar{W}$  : Peso promedio del cuerpo de hembras maduras en todos los lances.  
 $m_i$  : N3mero de peces submuestreados desde cada lance  $i$ .  
 $n$  : N3mero de lances.

El peso total del cuerpo de las hembras, fue ajustado en aquellas que histol3gicamente, presentaron ovocitos hidratados u ovocitos con el n3cleo emigrando hacia el polo, a trav3s de la relaci3n matem3tica que resulta entre el peso total del cuerpo y el peso del cuerpo sin g3nada.

### 3.3.5 Correcci3n debido al fijador

Debido a que los peces se preservaron en formalina hasta su procesamiento en laboratorio, fue necesario aplicar una correcci3n a los registros de longitud y peso, ya que el fijador introduce una variaci3n en estos par3metros. De acuerdo a lo recomendado por Hunter (1985), en el sentido que dentro de los factores que influyen en esta variaci3n est3n las diferencias interespec3ficas, tama1o de los peces, estado del pez cuando es preservado, tiempo en formalina y raz3n de formalina y diluyente. Dado que los efectos de preservaci3n en formalina son muy espec3ficos, es necesaria una calibraci3n para cualquier cambio de t3cnica, especie o estadio de vida. Este factor de correcci3n fue calculado de acuerdo a: Una muestra de 30 machos y 30 hembras, se pesaron en fresco, para luego ser fijadas, con la misma soluci3n y procedimiento a utilizar a bordo, siendo vueltos a pesar a intervalos regulares. El factor de correcci3n para cada par3metro y sexo,



fue calculado como la media del porcentaje de variaci3n de las mediciones efectuadas despu3s de 48 h desde la fijaci3n.

### **3.4 Objetivo espec3fico 2.4 “Estimar la producci3n diaria de huevos en el mar, su varianza asociada y la tasa diaria de mortalidad instant3nea de los huevos”**

#### **3.4.1 Clasificaci3n de los huevos de anchoveta de acuerdo a estadios de desarrollo**

La clasificaci3n de los huevos de anchoveta por estadio de desarrollo se efectu3 en la totalidad de las muestras recolectadas, utilizando el criterio establecido por Moser y Ahlstrom (1985), quienes dividieron el per3odo del desarrollo embrionario de los huevos de anchoveta en once estadios de acuerdo a los cambios morfol3gicos que se producen en el transcurso de la embriog3nesis (**Tabla 5**). Los huevos que no pudieron ser asignados a ninguno de dichos estadios, debido a opacidad o da3o en sus estructuras internas, se clasificaron como deteriorados (DET).

#### **3.4.2 Determinaci3n de la edad de los huevos de anchoveta**

La determinaci3n de la edad de los huevos de anchoveta se efectu3 mediante un procedimiento automatizado descrito por Lo (1985), el cual se program3 en Visual Basic for Applications. El procedimiento asigna la edad sobre la base de los datos de fase de desarrollo, temperatura del agua en el momento de la captura y hora de la pesca.

El modelo temperatura-estado de desarrollo dependiente, planteado por Lo (1985) es el siguiente:

$$y_{it} = a e^{(bt+ci)} i^d$$

donde :



$y_{it}$  : edad promedio de los huevos del estado  $i$ -ésimo a la temperatura  $t$   
 $a, b, c, d$  : parámetros del modelo

El ajuste del modelo a través del estudio experimental entregó la siguiente expresi3n:

$$y_{it} = 16,07 e^{-(0,1145t+0,098i)} i^{1,74}$$

La estimaci3n definitiva de la edad ( $y_{itk}$ ) corresponde a la edad promedio ( $y_{it}$ ) obtenida del modelo de temperatura dependiente ajustada por la hora de la pesca (K) asumiendo que el máximo del desove se produce a las 22:00 horas y ajustando la edad por la porci3n del día desde las 22:00 horas previas hasta el momento de la recolecci3n para el día más cercano.

La expresi3n básica para la determinaci3n de la edad de los huevos es:

$$y_{itk} = y_{it} + k - T$$

donde:

$i$  : fase de desarrollo  
 $t$  : temperatura en °C  
 $k$  : hora de la estaci3n  
 $T$  : tiempo esperado para el huevo fase de desarrollo  $i$ , se estima a través de:

$$T = \text{residuo de } (Y_{it} + 22) / 24$$



Las decisiones de correcci3n seg3n la hora de la estaci3n (K) son:

$$y_{itk} = \begin{cases} y_{it} - G & \text{si } k < T - G \\ y_{it} + k - T & \text{si } T - G < k < T + G \\ y_{it} + G & \text{si } T + G < k \end{cases}$$

Donde  $G$  es el doble de la desviaci3n est3ndar de la edad dentro de cada estadio. Los huevos de la categor3a DET (deteriorados) fueron asignados a un estadio de desarrollo seg3n los siguientes criterios de decisi3n (Hewitt *et al.*, 1984):

- a. Huevos que pudieron ser identificados dentro de un rango de estadios, fueron asignados en forma ponderada de acuerdo a la proporci3n por estadio ya determinada para la muestra.
- b. En aquellas estaciones en las que s3lo se encontraron huevos DET, estos fueron distribuidos aleatoriamente siguiendo una distribuci3n uniforme dentro del rango de estadios posibles.

### 3.4.3 Estimaci3n de la producci3n diaria de huevos en el mar y tasa de mortalidad

El par3metro  $P_0$ , producci3n diaria de huevos en el mar, corresponde al n3mero de huevos desovados por noche, por unidad de 3rea. Es el par3metro que aporta mayor varianza, raz3n por la cual actualmente se siguen buscando nuevas alternativas de aumento de la precisi3n del estimador. Utilizando el procedimiento dado por Picquelle y Stauffer (1985), la abundancia de los huevos a las edades determinadas se analiz3 utilizando el siguiente esquema de muestreo sistem3tico: el 3rea de muestreo se dividi3 en rect3ngulos de  $5 \times 10 \text{ m}^2$ . En el centro de cada rect3ngulo se obtuvo una muestra de zooplancton equivalente a  $0,05 \text{ m}^2$  de



superficie. Este dise1o de muestreo asume que la distribuci3n de los huevos al interior de un bloque es independiente de la distribuci3n dentro de los bloques adyacentes (P. Smith, en Picquelle y Hewitt, 1983).

La estimaci3n de la producci3n diaria de huevos, involucra la agrupaci3n por cohortes diarias, la inclusi3n de las estaciones "cero" dentro del 1rea de desove y en casos en que se esperan cohortes, pero 1stas no son muestreadas y finalmente por el ajuste a trav1s de una regresi3n no lineal ponderada por el inverso del error est1ndar a intervalos de 0,5 d1as. La metodolog1a utilizada para estos efectos es:

- a) Una vez asignada la edad seg1n estadio, temperatura, hora de colecta y pico de desove diario, se acumulan los huevos de los estadios seg1n cohortes diarias (<1, 1, 2, 3 y 4 d1as). Dependiendo de la temperatura de la estaci3n pueden resultar hasta 4 cohortes diarias. La edad corresponde a un promedio ponderado por el n1mero de huevos en cada estadio. En aquellas cohortes que no se encontraron huevos se les asigna la edad esperada seg1n hora de colecta y pico de desove diario (i.e. 22:00 h).
- b) Se incluyen las estaciones negativas (sin huevos) que quedan circunscritas en lo que se define como 1rea de desove. Se les asigna la edad seg1n hora de colecta y pico de desove.
- c) Se excluyen los huevos menores a 4 horas por estar muy cercanos al pico de desove (submuestreo).
- d) Se excluyen los huevos en edades superiores, que por estar cercanas a la eclosi3n son submuestreados. Se puede aplicar un corte del 15-20% de las edades superiores o al 90% de la edad de eclosi3n seg1n la temperatura promedio o la mayor del crucero. Para el 2005 se cort3 el 90% de la edad seg1n temperatura de la estaci3n.
- e) Se estima el error est1ndar del n1mero de huevos seg1n categor1as de 0,5 d1as.



- f) Se realiza el ajuste no lineal ponderado por el inverso del error estandar del n3mero de huevos seg3n categor3as de edad (0,5 d3as).

La producci3n diaria de huevos y la tasa de mortalidad son estimadas seg3n el modelo de regresi3n no lineal de tipo exponencial dado por el modelo:

$$P_t = P_0 e^{(-zt^*)}$$

donde:

- $P_{t^*}$  = N3mero de huevos por 0,05 m<sup>2</sup> en la edad  $t^*$   
 $P_0$  = Producci3n diaria de huevos por unidad de 3rea (0,05 m<sup>2</sup>)  
 $z$  = Tasa instant3nea de mortalidad diaria de huevos  
 $t^*$  = Edad en d3as de los huevos

En el modelo el intercepto  $P_0$  representa la producci3n diaria de huevos en  $t^* = 0$ , mientras  $z$  indica la tasa de mortalidad de huevos. Este modelo asume que todos los huevos son desovados y fertilizados a una hora fija y que est3n afectados por una tasa de mortalidad constante  $z$ .

La varianza de los par3metros se obtuvo de la matriz de varianzas covarianzas de los par3metros del modelo una vez que el criterio de convergencia de la soluci3n m3nimo cuadr3tica ponderada se ha cumplido.

Una vez estimados los par3metros y sus varianzas asociadas, se estim3 el coeficiente de variaci3n ( $CV[P_0]$ ), que en el caso de la producci3n de huevos se expresado como:



$$CV [\hat{P}_0] = \frac{\sqrt{\hat{v}(P_0)}}{\hat{P}_0}$$

donde :

$v(P_0)$  = Varianza estimada de  $P_0$

Luego, se expande la producci3n diaria de huevos por unidad de 1rea (n3mero de huevos/0,05 m<sup>2</sup>) al 1rea total de desove del recurso.

Cabe se1alar, que en la b3squeda de estimadores de menor varianza, Borchers **et al.**, (1997) plantean la utilizaci3n de modelos aditivos generalizados para estimar la producci3n diaria de huevos, alternativa que puede ser explorada en futuras aplicaciones del MPH en Chile.

El c1lculo de la producci3n diaria de huevos ponderada para el 1rea total (P) se realiz3 desde el valor de  $P_0$  y el 1rea ponderada por estratos, de acuerdo a:

$$P = \left( P_{01} \frac{A_1}{A} + P_{02} \frac{A_2}{A} \right) K$$

donde  $P_{01}$  y  $P_{02}$  corresponden a la producci3n diaria de huevos por unidad de muestreo para el 1rea de desove ( $A_1$ ) y el 1rea negativa ( $A_2$ ) respectivamente y  $A$  es el 1rea total del crucero ( $A_1 + A_2$ ).  $K$  es un factor de conversi3n desde la unidad muestral a mn<sup>2</sup>.

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

$$S^2(P) = \left( 1 + \frac{1}{n} \right) \left( \frac{A_1}{A} S^2(P_{01}) + \frac{A_2}{A} S^2(P_{02}) \right)$$

la cual no incorpora el estrato 0, presumiendo que su varianza es igual a cero.



### **3.5 Objetivo espec3fico 2.5 “Estimar la proporci3n de estadios de madurez sexual microsc3picos y la fracci3n diaria de hembras desovantes de anchoveta, con su varianza asociada”**

#### **a) An3lisis microsc3pico de los ovarios**

Las variaciones de la condici3n reproductiva se determinaron a trav3s del an3lisis de la distribuci3n mensual de los estadios de madurez de los ovarios, en base al diagn3stico histol3gico del par3nquima gonadal, aplicando una escala microsc3pica espec3fica.

#### **b) Estimaci3n de la fracci3n diaria de hembras desovantes (F)**

El c3lculo de la frecuencia de desove se basa en el criterio utilizado por Hunter y Goldberg (1980). Cada ovocito hidratado est3 rodeado por un fol3culo alargado y fino, una capa epitelial de c3lulas granulosas y una 3nica capa externa de tejido conectivo de c3lulas con algunos capilares sangu3neos. Durante la ovulaci3n, los ovocitos completamente hidratados son liberados desde sus fol3culos. El fol3culo vac3o o fol3culo postovulatorio no se fragmenta y se mantiene3ntegro en el ovario, 3ste se deteriora r3pidamente y es reabsorbido.

Para usar los fol3culos postovulatorios en la estimaci3n de la frecuencia de desove, es necesario dividir el proceso de deterioraci3n y reabsorci3n del fol3culo en series de diferentes estadios histol3gicos, cada uno con una edad asignada. En la anchoveta la edad de los fol3culos postovulatorios puede ser determinada solamente hasta 56 horas despu3s del desove.

La clasificaci3n por edad de los fol3culos postovulatorios se basa en los diferentes estadios de degeneraci3n por los que ellos atraviesan. La definici3n de 3stos se



llev3 a cabo seg3n criterios discretos de las caracter3sticas citol3gicas y morfohistol3gicas (tama1o, forma aparente, aspectos de las c3lulas granulosas y del lumen).

En la clasificaci3n por edades de los fol3culos postovulatorios, se utilizaron criterios citol3gicos y morfohistol3gicos propuestos por Hunter y Goldberg (1980) para *E. mordax* y por Macewicz y Hunter (1993) para *T. symmetricus*. Se asume que los cambios citol3gicos y morfohistol3gicos que experimentan los fol3culos postovulatorios de *E. ringens* son cronol3gicamente similares a los se1alados para aquellas especies, lo cual permite la diferenciaci3n de fol3culos postovulatorios nuevos como tambi3n de d3a 1 y 2. Para la determinaci3n de la frecuencia de hembras desovantes se emplearon s3lo los ovarios con fol3culos postovulatorios.

Los lances positivos fueron distribuidos en un ciclo completo de 24 horas y la edad de los fol3culos postovulatorios pudo ser determinada hasta 56 horas despu3s del desove, debido a que los fol3culos de mayor edad pueden ser confundidos con otras estructuras tales como fol3culos en estado atr3sico (Hunter y Goldberg, 1980; Hunter y Macewicz, 1980). En consecuencia, se separaron dos grupos independientes de fol3culos postovulatorios de 24 horas: los del d3a 1 con edad entre 9 y 32 horas, y los del d3a 2 con edad entre 33 y 56 horas. Debido a su independencia, estos dos grupos se unieron logrando as3 duplicar el n3mero de muestras (Alheit *et al.*, 1984).

Suponiendo que el muestreo de hembras hidratadas o de hembras de edad de d3a 1 3 de d3a 2 no es sesgado, entonces la fracci3n de hembras desovantes para el lance *i* fue estimada de acuerdo a:



$$\bar{F}_i = \frac{m_{hi}}{m_i} \circ \frac{m_{1i}}{m_i} \circ \frac{m_{2i}}{m_i}$$

donde:

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

y cada uno de los t3rminos son:

$m_{hi}$  = N3mero de hembras hidratadas en el lance i.

$m_{1i}$  = N3mero de hembras de d3a 1 en el lance i.

$m_{2i}$  = N3mero de hembras de d3a 2 en el lance i.

$m_{ai}$  = N3mero de hembras que no han desovado entre las 9 y 56 horas (incluidas las hembras con fol3culos postovulatorios con una edad menor de 9 horas).

$m_i$  = N3mero de hembras maduras en el lance i.

$\bar{F}_i$  = Fracci3n desovante en el lance i.

Para corregir el sub-muestreo o sobre muestreo de hembras hidratadas y bajo la premisa que la verdadera fracci3n de hembras hidratadas es la misma que la fracci3n de hembras del d3a 1 3 d3a 2,  $m_{hi}$  se reemplaz3 por:

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



De esta forma, la fracci3n desovante del lance  $i$  es:

$$\bar{F}_i = \frac{\sum m_{1i} + m_{2i}}{2 \sum \left[ \frac{m_{1i} + m_{2i}}{2} + m_{1i} + m_{2i} + m_{ai} \right]} = \frac{\sum m_{1i} + m_{2i}}{2 \sum m_{yi}}$$

A partir de esta expresi3n, se obtiene la fracci3n promedio total de hembras desovantes, de la forma:

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

cuya varianza es:

$$V(\bar{\bar{F}}) = \frac{1}{n(n-1)} \sum \left( \frac{m_{yi}}{m} \right)^2 (F_{yi} - \bar{\bar{F}})^2$$

donde:

$\bar{F}$  = Fracci3n promedio de hembras desovantes por d3a en todos los lances.

$m_{yi}$  =  $((m_{1i} + m_{2i}) / 2) + m_{1i} + m_{2i} + m_{ai}$  = N3mero corregido de hembras maduras en el  $i$ 3simo lance.

$\bar{m}$  = N3mero corregido de hembras maduras en el  $i$ 3simo lance:

$$\bar{m} = \sum \frac{m_{yi}}{n}$$

$n$  = Tama3o de muestra



**3.6 Objetivo espec3fico 2.6 “Estimar la fecundidad parcial en funci3n del peso corporal, el modelo de regresi3n correspondiente a esta relaci3n, y la fecundidad media poblacional, con sus respectivas varianzas”**

La fecundidad se estim3 de acuerdo al m3todo gravim3trico descrito por Hunter y Goldberg (1980), Hunter *et al.*, (1985), Santander *et al.*, (1984), Oliva *et al.*, (1989) y Rojas y Oliva (1993).

Este m3todo se basa en que todos los ovocitos hidratados en el interior del ovario son liberados en corto tiempo y el n3mero de 3stos reflejar3 la fecundidad parcial. Cabe mencionar dos ventajas comparativas respecto a otros m3todos:

- i) ahorro de tiempo en su conteo (rapidez en la determinaci3n) y
- ii) no hay dudas sobre la disgregaci3n de las modas en los diagramas de frecuencia - tama1o de los ovocitos, debido a que los ovocitos hidratados se caracterizan por su enorme tama1o, transparencia y consistencia blanda.

Las hembras hidratadas fueron recolectadas de cada lance, preferentemente al atardecer, debido a que la hidrataci3n ocurre generalmente entre las 16 y 23 horas (Rojas y Oliva, 1993).

Todos los ovarios que se recolectaron como hidratados fueron sometidos a un examen histol3gico descart3ndose aquellos que ten3an indicios de desove (presencia de fol3culos postovulatorios) y seleccionando s3lo aquellos que con seguridad estaban hidratados, los cuales se pesaron con una precisi3n de 0,01 g.

El procedimiento t3cnico de conteo se inici3 con la absorci3n de l3quido superficial del ovario con papel filtro, submuestreando la mitad m3s grande del ovario. Se



tomaron tres fragmentos del tejido, uno del centro y dos de la parte media entre el centro y los extremos del eje mayor del ovario. Estas tres submuestras fueron de aproximadamente 0,2 g cada una, asegurando una cantidad no inferior a 100 ovocitos hidratados por submuestra.

Las submuestras se pesaron en una balanza analítica, con una precisi3n de 0,0001 gramos. Posteriormente, se colocaron en una c3psula petri cubriéndolas con gotas de glicerina al 33%, realizándose el conteo bajo microscopio estereosc3pico.

El n3mero promedio de los ovocitos hidratados de las tres submuestras (metodología descrita por Hunter *et al.*, 1985) se utiliz3 para la estimaci3n del n3mero total de ovocitos hidratados del ovario (fecundidad parcial), de acuerdo a la siguiente expresi3n:

$$\bar{E}_i = \bar{n}_o W_i$$

donde:

$\bar{E}_i$  = Fecundidad parcial (n3mero total de ovocitos hidratados en el ovario).

$W_i$  = Peso h3medo del ovario (g).

$\bar{n}_o$  = N3mero promedio de ovocitos hidratados por gramo de submuestra.

El m3todo de producci3n de huevos requiere la estimaci3n de la fecundidad media poblacional o modal, es decir, del n3mero de ovocitos liberados por una hembra promedio representativa del total de la poblaci3n de hembras maduras. Para ello es necesario ajustar un modelo que explique los datos de la fecundidad parcial en funci3n de un par3metro corporal. De acuerdo a lo reportado por otros autores (Santander *et al.*, 1984; Rojas y Oliva, 1993; Claramunt *et al.*, 1996 y en Claramunt



*et al.*, 1997) el mejor modelo es el que se relaciona con el peso corporal (peso total menos peso g3nada). Se asumi3 que esta relaci3n es la que explic3 las variaciones de la fecundidad parcial. Esto se prob3 mediante an3lisis de regresi3n y pruebas estadísticas, las que definieron el mejor modelo que explic3 las variaciones de la fecundidad parcial en el per3odo de estudio. Se utilizaron los siguientes modelos:

$$Y'_{ji} = a + bx$$

$$Y'_{ji} = a * x_{ji}^b$$

$$Y'_{ji} = a * b^{x_{ji}}$$

donde:

$Y'_{ji}$  = Fecundidad parcial estimada de la hembra j en el lance i.

a y b = Parámetros del modelo (intercepto y pendiente).

$X_{ji}$  = Peso corporal (peso total menos peso ovario) de la hembra j en el lance i.

La fecundidad parcial se calcul3 utilizando las hembras recolectadas en el área de muestreo (Regiones I y II). Se determin3 una regresi3n entre la fecundidad parcial (número de ovocitos hidratados) y el peso del cuerpo de hembras sin g3nada.

Las 30 hembras maduras de cada lance que se procesaron inicialmente fueron seleccionadas con el fin de estimar su fecundidad por medio del modelo de regresi3n de mejor ajuste.



La fecundidad media poblacional y su varianza se estim3 siguiendo la metodolog3a aplicada en el m3todo de producci3n de huevos descrita por Hunter *et al.* (1985):

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

donde:

- $\overline{\overline{E}}$  = Fecundidad media poblacional.
- $m_i$  = N3mero de peces muestreados en el lance i.
- $\overline{E}_i$  = Promedio de la fecundidad parcial en el lance i.

Dado que para el promedio se utiliza la fecundidad parcial estimada a trav3s del modelo de regresi3n, es decir, cada estimado tiene su propia varianza asociada, entonces la estimaci3n de la varianza de la fecundidad media poblacional se debe ajustar para incluir esta variaci3n adicional.

$$Var(\overline{\overline{E}}) = \frac{\sum_{i=1}^n m_i^2 \left[ \frac{(\overline{E}_i - \overline{\overline{E}})^2}{n-1} + \frac{S_h^2}{n_h} + (\overline{W}_i^* - \overline{W}_h^*) Var(\hat{\beta}) \right]}{\left[ \sum_{i=1}^n \frac{m_i}{n} \right]^2 n}$$

donde:

- $\overline{\overline{E}}$  = Estimado de la fecundidad media poblacional.
- $\overline{E}_i$  = Promedio de la fecundidad para el lance i.
- $S_h^2$  = Varianza de la regresi3n.
- $n_h$  = N3mero de hembras hidratadas utilizadas para ajustar la regresi3n.
- $W_i^*$  = Peso corporal promedio para el lance i.
- $W_h^*$  = Peso corporal promedio de hembras utilizadas en la regresi3n.
- $Var(\hat{\beta})$  = Varianza de la pendiente de la regresi3n.
- $n$  = N3mero de lances.



### 3.7 Objetivo espec3fico 2.7 “Estimar la biomasa del stock desovante de anchoveta y su varianza asociada, incluyendo la covarianza de los par3metros de adultos”

El m3todo se basa en el modelo desarrollado por Parker (1980) y modificado por Stauffer y Piquelle (1980):

$$B = K \frac{P_o * A * W}{R * F * E}$$

donde:

- B = Biomasa desovante en toneladas m3tricas.
- P<sub>o</sub> = Producci3n diaria de huevos en el 3rea investigada (huevos producidos por 0,05 m<sup>2</sup> por d3a).
- W = Peso promedio de las hembras maduras (g) de la poblaci3n.
- A = 3rea de desove ( en unidades de muestreo).
- R = Proporci3n de sexos (fracci3n de hembras maduras de la poblaci3n, en peso).
- F = Fracci3n de hembras maduras que desovan por d3a.
- E = Fecundidad parcial (n3mero promedio de huevos desovados por hembra por desove).
- K = Factor de conversi3n de gramos a toneladas m3tricas.

La varianza de la estimaci3n de la biomasa se calcul3 por el m3todo delta (Seber, 1973, Stauffer y Piquelle, 1980), como una funci3n de la varianza y covarianza de la estimaci3n de los par3metros:



$$Var(B) = B^2 \{Var(P_o) / P_o^2 + Var(W) / W^2 + Var(R) / R^2 + Var(E) / E^2 \quad 1$$

$$+ Var(F) / F^2 + 2[Cov(P_o W) / P_o W - Cov(P_o R) / P_o R - Cov(P_o E) / P_o E \quad 2$$

$$- Cov(RF) / P_o F - Cov(WR) / WR - Cov(WE) / WE - Cov(WF) / WF \quad 3$$

$$+ Cov(RE) / RE + Cov(RF) / RF + Cov(FE) / FE\}$$

El cálculo de esta varianza se simplifica dado que el muestreo orientado a la estimación de  $P_o$ , es independiente del muestreo de adultos el cual se emplea para estimar los parámetros R, F, E y W. En este sentido, las covarianzas entre  $P_o$  y los parámetros de adultos, se pueden considerar nulas, de forma tal que las covarianzas distintas de cero, son las correspondientes a los parámetros de adultos.

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  $\hat{R}_i$ ,  $\hat{F}_i$ ,  $\hat{W}_i$  y  $\hat{E}_i$ , luego la covarianza se puede estimar usando la fórmula:

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

$n$  : Número de lances en el estrato (o en el área total).

$m_i$  : Número de hembras en el lance  $i$  para estimar el parámetro.

$k_i$  : Número de hembras en el lance  $i$  para estimar el parámetro  $\bar{y}_{2i}$

$y_{1i}$  : Valor del parámetro 1 (cualquiera entre  $\bar{R}_i$ ,  $\bar{F}_i$ ,  $\bar{W}_i$  y  $\bar{E}_i$ ).

$y_{2i}$  : Valor del parámetro 2 (distinto del parámetro 1).



### **3.8 Objetivo espec3fico 2.8 “Realizar un an3lisis de la distribuci3n espacial de huevos asociada a variables oceanogr3ficas, utilizando las bases de datos de los proyectos anteriores y los resultados del presente proyecto”**

Para efectuar el an3lisis integrado de las variables recolectadas se realiz3 un estudio espacio-temporal de la distribuci3n y abundancia de los huevos de anchoveta y de las variables oceanogr3ficas asociadas. Para ello se validaron los archivos de la base de datos correspondientes a 11 cruceros bio-oceanogr3ficos realizados en el per3odo de invierno entre los a3os 1992-2005. La informaci3n considera los siguientes registros: fecha, latitud y longitud de las lecturas de huevos de anchoveta y su correspondiente valor de densidad; asimismo, se utilizan los datos de temperatura y salinidad superficial provenientes de las estaciones oceanogr3ficas.

Se realiza adem3s una comparaci3n entre la distribuci3n y abundancia de huevos de anchoveta con la TSM, SSM, anomal3a geopotencial de superficie referida a 500 m, capa de mezcla, termoclina (profundidad de su base y espesor), cloa y fluorescencia *in vivo* de superficie.

#### **3.8.1 Procesamiento de la informaci3n**

Para el an3lisis integrado de las variables registradas tanto biol3gicas como oceanogr3ficas, se utiliz3 como plataforma de trabajo los sistemas de informaci3n geogr3fica (SIG) IDRISI (Eastman, 1995) y TNTmips (Microimages, 1997). El objetivo principal de la utilizaci3n del SIG es la de superponer distintos planos de informaci3n, por ejemplo datos bio-oceanogr3ficos, pesqueros o im3genes satelitales, para encontrar relaciones espaciales y temporales.



La confecci3n de mapas implico realizar previamente la georreferenciaci3n de la costa, que se obtuvo desde las cartas n3uticas electr3nicas (CNE) del SHOA, mediante la t3cnica de Control de Puntos (Buttler *et al.*, 1990). Luego se confeccionaron los archivos de vectores bases en formato SIG, los que contemplaron, la georreferencia con sus respectivos datos.

Con el objeto de relacionar y superponer los distintos planos de informaci3n, que poseen diferentes coberturas espaciales y distintas escalas y/o resoluciones geogr3ficas, fue necesario transformar los mapas para que se encuentren en una id3ntica escala espacial, de este modo las cartograf3as deben poseer una misma resoluci3n y cobertura geogr3fica. Lo anterior signific3 generar im3genes en rasters que tengan similar cantidad de filas y columnas, a trav3s del m3dulo RESAMPLE del SIG. Por otra parte, con el prop3sito de favorecer el an3lisis visual de las im3genes creadas, 3stas fueron reclasificadas en clases de valores, los cuales se asocian a diferentes colores. Para ello se utilizaron dos m3dulos del SIG: a) m3dulo RASTER HISTO, que permite conocer y analizar la distribuci3n de frecuencia de los valores de las variables cartografiadas, y b) m3dulo REPLACE, que reclasifica los valores de las celdas de una imagen.

### **3.8.2 An3lisis integrado**

Con los SIG mencionados y para detectar la posible asociaci3n entre la distribuci3n de los huevos y los par3metros ambientales, se desarrollaron tres enfoques: a) se realiz3 un an3lisis espacial y visual de la informaci3n realizando la cartograf3a de las variables y explorando las correlaciones espaciales cruzadas (crosstabulaciones) y se calcul3 el n3mero de celdas de huevos respecto de la temperatura y salinidad con el prop3sito de generar gr3ficos con la frecuencia (n3mero de celdas) respecto de dichas variables, b) se estiman los centros de



gravedad (CG) de las distribuciones de huevos de anchoveta; y c) se realiz3 un modelamiento estadístico de la densidad de huevos asociado a variables ambientales.

**a) Análisis cartográfico entre la distribuci3n de huevos de anchoveta y las variables oceanográficas**

Para establecer las relaciones se realizaron asociaciones cruzadas entre la distribuci3n de los huevos de la especie y las variables oceanográficas, se generaron los gráfic3s con la frecuencia (número de celdas) de la distribuci3n de los huevos con respecto a la temperatura y la salinidad. Con esto se determinaron rangos óptimos de preferencia en relaci3n a dichas variables.

Para establecer las relaciones entre las variables, en primer lugar se realiz3 un estudio visual (en pantalla) de las imágenes generadas, luego se ejecutaron asociaciones cruzadas entre la distribuci3n de los huevos y las variables oceanográficas; posteriormente, se generaron los gráfic3s con la frecuencia (número de celdas) de la distribuci3n del ictioplancton con respecto a la temperatura y salinidad.

**b) Determinaci3n de los centros de gravedad (CG)**

Una vez realizada la cartografía se procede a calcular los índices estadísticos de los mapas. En el caso de las cartografías de huevos de anchoveta, se calcul3 el centro de gravedad de las cartografías (CG).



Para el c3lculo del CG para cada crucero se utiliz3 la siguiente f3rmula:

$$CG_n = \frac{\sum_{i=1}^m (Lat(Long)_{in}) * Den_{in}}{\sum_{i=1}^m (Den_{in})}$$

donde:  $CG_n$  = Centro de gravedad del n-3simo crucero.

$Lat(Long)_{in}$  = Latitud (Longitud) de la i-3sima estaci3n.

$Den_{in}$  = Densidad de huevos de la i-3sima estaci3n.

### c) Modelamiento estadístico de la densidad de huevos asociado a variables ambientales

Existe m3s de una aproximaci3n para realizar el an3lisis de los datos, puede ser en un enfoque diseño basado (Cochran, 1977) acorde con el diseño implícito en la toma de datos o modelo basado, sobre la base de la distribuci3n de probabilidades de las variables. Los datos que se analizan se caracterizan por presentar una proporci3n importante de estaciones negativas (muestras en las cuales no se observan huevos), los que siguen una distribuci3n delta (Aitchison & Brown, 1957; Pennington, 1986), donde los valores ceros son tratados separadamente y los valores positivos se ajustan a una distribuci3n log-normal. Con el advenimiento de nuevas herramientas estadísticas, las componentes de la distribuci3n delta han sido modeladas como funci3n de factores o covariables a trav3s de modelos lineales generalizados (McCullagh & Nelder, 1983; Stefansson, 1996) y/o modelos aditivos generalizados (Hastie & Tibshirani, 1990; Gordon *et al.*, 1992; Augustin *et al.*, 1998).



Dado que el objetivo de este an3lisis se orienta a conocer la relaci3n entre las variables oceanogr3ficas y la distribuci3n de huevos de anchoveta, se hizo uso de estos 3ltimos modelos. Inicialmente se propuso el empleo de modelos lineales generalizados, pero posteriormente se opt3 por los modelos aditivos generalizados (GAM), atendiendo a la naturaleza no lineal de los predictores de localizaci3n y oceanogr3ficos considerados. El GAM es un m3todo estadístico, similar al de regresi3n cl3sica, pero con supuestos distribucionales m3s generales, adem3s de no suponer linealidad en las covariables. El GAM tiene la siguiente forma general (Hastie & Tibshirani, 1990).

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

La funci3n  $g(\cdot)$  es la funci3n de enlace, la cual define la relaci3n entre la respuesta y el predictor lineal  $\beta_0 + \sum_k S_k(x_k)$ . La respuesta,  $y$ , se asume que se distribuye de acuerdo a una de una amplia familia de distribuciones estadísticas. El t3rmino  $x_k$  es el valor de la  $k$ -3sima covariable. El t3rmino  $\beta_0$  es un intercepto, y  $S_k(\cdot)$  es una funci3n de suavizamiento unidimensional para la  $k$ -3sima covariable.

Las variables de inter3s a modelar correspondieron a la presencia y a la densidad de huevos (n3mero x 0,05 m<sup>2</sup>) dada la presencia de 3stos. Ambas variables fueron modeladas separadamente, como una funci3n de variables de localizaci3n (latitud, longitud) y oceanogr3ficas (salinidad y temperatura), las cuales fueron introducidas en el modelo a trav3s de funciones no-param3tricas suaves, de la forma de los suavizadores splines c3bicos (Hastie y Tibshirani, 1990); adem3s, se incorpor3 un predictor lineal correspondiente al a3o. Este 3ltimo factor permite conocer la tendencia del 3ndice, en un contexto interanual, para la probabilidad media de 3xito (presencia) y para la densidad de huevos dada su presencia.



La variable de respuesta, presencia de huevos, fue modelada considerando una distribuci3n de probabilidad binomial con una funci3n de enlace logit, sobre esta base se realizaron los ajustes y se probaron adem3s, los m3todos alternativos de cuasi-verosimilitud y robusto. Finalmente, se seleccion3 del m3todo de ajuste robusto de cuasi-verosimilitud basado en el criterio de Cp de Mallows ( Neter *et al.*, 1990).

En el caso de la variable densidad de huevos, en la modelaci3n se utilizo la distribuci3n de probabilidad log-normal por lo tanto, el modelo utilizado considera el logaritmo de la densidad de huevos como respuesta, con distribuci3n normal y funci3n de enlace identidad. Los ajustes empleados adem3s del cl3sico fueron cuasi-verosimilitud y robusto, seleccion3ndose sobre la base del criterio de Cp de Mallows, un ajuste robusto.



## VII. RESULTADOS

---

### 1. Monitoreo reproductivo que fundament3 el inicio del crucero

El seguimiento del IGS en lo transcurrido del a1o 2005 (a partir de 19.898 hembras, an1lisis macrosc3pico), indic3 un descenso en febrero, con un per3odo de reposo relativo de marzo a mayo, con una notoria ca3da del 3ndice gon1dico. En junio se reactiva la actividad reproductiva, intensific1ndose a finales de julio, con desoves importantes entre agosto y septiembre, condici3n que comenz3 a disminuir levemente en el mes de octubre de 2005 (**Figs. 3 y 4**).

El c1lculo de los 3ndices microsc3picos se sustent3 de la observaci3n histol3gica de 2.319 hembras (100% de la muestra), las que fueron muestreadas semanalmente desde la 3ltima semana de junio a octubre, de tal manera de intensificar y precisar el monitoreo de la actividad reproductiva de la anchoveta en el per3odo de incremento del IGS. El n3mero de hembras analizadas result3 satisfactorio en la medida que el an1lisis microsc3pico entreg3 informaci3n precisa y detallada de los cambios que acontecieron asociado al proceso de maduraci3n del ovario, corroborando y confirmando la tendencia observada a trav3s del IGS.

El an1lisis microsc3pico efectuado a las anchovetas recolectadas en la I y II Regi3n, evidenci3 para el mes de junio, el inici3 de una actividad reproductiva masiva, caracteriz1ndose 3sta, por la presencia de ovarios con ovocitos vitelog3nicos, hidratados y presencia de fol3culos post-ovulatorios.

El pleno desove, corroborado por la incidencia de ovocitos vitelog3nicos, hidratados y la presencia masiva de fol3culos post-ovulatorios, se manifest3 entre la segunda



quincena de julio y primera semana de octubre de 2005, observándose durante este período los mayores valores del índice de actividad de desove ( **Figs. 5 y 6**).

El análisis de los ovarios en las semanas de octubre, indicó que aún este recurso se encontraba desovando pero con una menor intensidad, visualizándose bajos indicios de atresia ovárica, con un valor máximo de 1,3% en la primera semana de octubre (**Tabla 6**).

La tendencia de los valores de IGS en el primer semestre de 2005, así como la evolución del IAD fueron similares a lo observado en el 2003, año considerado como normal de acuerdo al patrón reproductivo histórico de la anchoveta en la I y II Regiones, no así con lo observado en los años 2002 y 2004, donde se consignó un atraso en el inicio del período reproductivo poblacional descrito para esta especie en la zona norte de Chile.

## **2. Objetivo específico 2.1 “Determinar la distribución y abundancia de huevos de anchoveta”**

De los 658 lances planctónicos efectuados con red CalVET, se obtuvieron 214 registros positivos, con un total de 17.066 huevos/ 0,05 m<sup>2</sup>. La media de huevos por estación positiva en invierno de 2005 alcanzó a 80 ejemplares (DS = 212,4), cifra 37,9% mayor respecto a la obtenida en invierno de 2004 y la vez más dispersos (DS = 140,6), situación que señala una intensa actividad reproductiva en la zona de estudio (**Figs. 7 y 8**).

En relación a la intensidad y extensión espacial del desove, las densidades promedio por estaciones positivas y totales, muestran la misma situación con respecto al invierno de 2004. Es así, como la intensidad y la cobertura geográfica del desove experimentan un incremento igual a 36,8% y 37,9%, respectivamente.



El patr3n de distribuci3n espacial de los huevos de anchoveta en el 3rea de estudio, se3ala que el desove se verific3 en el rango latitudinal comprendido entre punta Carrizalillo (26°00'S) y Arica (18°25'S), no registr3ndose presencia de huevos, entre punta Ballena (25°50'S) e islote Blanco (25°20'S), frente a Aguada Paposo (25°00'S), desde caleta Botijo (24°30'S) a caleta Bolf3n (23°50'S) y frente a punta Pinto (18°40'S) y longitudinalmente estuvieron presentes hasta las 75mn al oeste de isla Alacr3n (18°30'S). En t3rminos generales, la abundancia promedio de las estaciones positivas por transecta para los huevos de anchoveta, tendi3 a disminuir de costa a mar afuera y de norte a sur (**Fig. 9**).

Los focos de desove m3s intensos (> 500 huevos//0,05m<sup>2</sup>) se localizaron en el sector costero frente a punta Madrid (19°00'S), a 30 mn al oeste de punta Chipana (21°20'S), 50 mn frente al cerro Tolar del Carmen (21°50'S), a 55 mn de punta A3a (22°00'S) y a 40 mn de caleta Blanca (22°10'S) , cuyas abundancias en conjunto representaron el 33,6 % respecto del total de huevos de anchoveta cuantificados. En este contexto, la estaci3n con la densidad m3s importante (> 2.100 huevos) se localiz3 a 55 mn de punta A3a.

En relaci3n al n3mero de huevos, el invierno de 2005 present3 una tasa de cambio positiva igual a 41,3% con respecto al crucero MPH precedente, constituy3ndose en el segundo registro m3s importante de la serie 1992 - 2005 (**Tabla 7; Fig. 10**).



### 3. Objetivo específico 2.2 “Registrar las condiciones oceanográficas asociadas al crucero de huevos de anchoveta”

#### 3.1 Vientos

De un total de 661 observaciones de viento horario (**Fig. 11a**) sólo el 42% registró una intensidad menor a 5 m/s, un 53% entre 5 y 10 m/s y un 5% mayores a 10 m/s. En lo que respecta a la distribución de los valores de intensidad, el sector de Arica e Iquique registró un mayor porcentaje de mediciones en el rango 0 a < 5 m/s. Entre Iquique y Antofagasta se registran también mediciones < 5 m/s pero en forma alternada con intensidades mayores a lo largo del área. Al sur de Antofagasta, las mediciones bajo los 5 m/s se midieron prácticamente sólo entre punta Ballenita y Chañaral. En lo que respecta a la dirección del viento, las mediciones horarias señalaron un porcentaje total de 90% para los cuadrantes 2 y 3, los que es ampliamente favorable a la surgencia (47% y 42% respectivamente) durante el período del crucero, mientras que sólo un 6 y 3% correspondieron a los cuadrantes 1 y 4 y en el 1% de las mediciones se registró calma.

El índice de surgencia costero promedio (**Fig. 11b**), obtenido para el período en la zona estuvo en el rango de 321 a 1424 m<sup>3</sup>/s por 1000 m de costa (en adelante sólo m<sup>3</sup>/s). Los mayores valores de IS se encontraron desde los 24°S hacia el sur, con el máximo entre los 24° y 25°S, mientras que los mínimos relativos correspondieron al sector entre los 23° y 24°S de latitud con sólo 321 m<sup>3</sup>/s y entre los 20° y 21°S con 338 m<sup>3</sup>/s. En el índice de turbulencia promedio (**Fig. 11c**) se apreció una situación similar a la observada en el IS, es decir, con los máximos relativos de la zona al sur de los 28°S y los mínimos relativos en las cercanías de Chañaral, Arica e Iquique.

El rango total del IT promedio costero fue de 99 a 575 m<sup>3</sup>/s<sup>3</sup>, registrándose un valor similar en el IT oceánico en el cual se midió de 104 a 630 m<sup>3</sup>/s<sup>3</sup>. Los valores



promedio de IT oceánico fueron en general mayores que los respectivos IT costeros de la misma latitud, excepto entre los 24° y 25°S en que la situaci3n fue inversa. El área de menor IT corresponde a aquella comprendida entre los 18° y 21°S.

### **3.1.1 Índice de surgencia instantáneo y promedio diario de estaciones fijas ( Aeropuertos de Antofagasta e Iquique)**

Las series de índice de surgencia (IS) instantáneo (**Fig. 12 a y b**) de ambas estaciones fijas mostraron un claro predominio de valores positivos a lo largo de todo el período, con la presencia escasa y de baja magnitud de los IS negativos que en general no superaron los 100 m<sup>3</sup>/s por 1000 m de costa (en adelante se indicará sólo m<sup>3</sup>/s). Los máximos positivos y negativos de IS instantáneo por localidad fueron de 2878 y -1563 m<sup>3</sup>/s en Antofagasta, medidos el día 3 de septiembre y 1° de Octubre, respectivamente, y en Iquique fueron de 3342 el 3 de Septiembre y de -614 m<sup>3</sup>/s el día 11 de Agosto. Los IS positivos mayores a 1500 m<sup>3</sup>/s se presentaron en forma aislada en el período, predominando por tanto IS de magnitud bajo el valor señalado. El promedio de los IS instantáneos en el período fue de 422 y 329 m<sup>3</sup>/s para Antofagasta e Iquique, respectivamente.

Los promedio diarios del IS (**Fig. 12 a y b**) indican para ambas estaciones un predominio de valores positivos, en general menores a 1000 m<sup>3</sup>/s. Se destaca que en Antofagasta el IS promedio de septiembre registró en general valores inferiores a 500 m<sup>3</sup>/s, lo que fue menor a lo observado en el resto de la serie, y en particular a lo registrado en el mes de Octubre. La serie de Iquique no mostró lo último señalado para la localidad de Antofagasta, registrando IS promedio menores a 500 m<sup>3</sup>/s, con algunos picos aislados que superaron este valor y de los cuales sólo 2 superaron los 1000 m<sup>3</sup>/s.



### 3.2 Temperatura superficial del mar

La temperatura superficial del mar (TSM) (**Fig. 13a**), estuvo en el rango general de 13° a 17,5°C, registrándose el m3nimo en el sector costero a 1 mn frente a la península de Mejillones, en el sector central de la zona, mientras que el m3ximo térmico se ubicó en el borde norte, a 80 mn frente a Arica.

Las mayores TSM del período de estudio se midieron en el sector oceánico entre Arica y punta Lobos (21°00'S), con valores sobre 16°C, disminuyendo éstas hacia el límite sur de la zona donde se registró un m3nimo de 15°C. El sector costero registró temperaturas menores que el sector oceánico adyacente prácticamente a lo largo de toda la zona, principalmente desde punta Lobos a Tal-Tal. No obstante lo anterior, no hubo formaci3n de gradientes térmicos superficiales de importancia, en particular hacia el lado sur de la zona.

Las promedios históricos de TSM mensual disponibles en la zona de estudio corresponden al sector entre Arica y Rada Paposo, por lo s3lo en el área señalada se calcularon las anomalías térmicas de TSM (ATSM). De acuerdo a lo anterior, las ATSM (**Fig. 13b**) señalaron para la zona oceánica valores bajo el promedio histórico para el mes en el rango entre 0 y -1°C, y en la costa de -1 a -2,8°C, donde el valor m3ximo de anomalía negativa se registró a 20 mn en las cercanías de punta Chipana (21°00'S). Una importante área de anomalías negativas por sobre 1°C se extendió hacia el oeste frente a punta Copaca, hasta las 70 mn, y otra en menor grado frente a punta Junín, hasta las 40 mn. Las únicas anomalías positivas para el período se registraron en el sector oceánico por sobre las 70 mn y entre las 5 y 30 mn aproximadamente, entre bahía Moreno y rada Paposo.



### 3.3 Salinidad superficial del mar

La salinidad superficial del mar (SSM) registr3 valores en el rango de 34,4 a 35,1 psu (**Fig. 13c**). El m3nimo se observ3 en el extremo sur de la zona en la estaci3n de 50 mn de la transecta l3mite, al sur de punta Ballenita y el m3ximo a 55 mn frente a Iquique. En general, de acuerdo a la distribuci3n de esta variable, la zona de estudio se puede dividir en 2 3reas. La norte, que va de Arica a punta Copaca, con salinidades entre 34,7 a mayores de 35 psu, la segunda desde punta Copaca hasta el l3mite sur, donde se registr3 en direcci3n sur una salinidad de baja variaci3n, con un rango aproximado de 34,4 a 34,7 psu. Las SSM del sector costero fueron menores que aquellas observadas en el sector oce3nico adyacente, lo que origin3 algunos gradientes salinos este-oeste entre Arica y Antofagasta.

Las anomal3as de esta variable (ASSM) (**Fig. 13d**) se3alaron un predominio de valores negativos las cuales coincidieron con la ubicaci3n de las ATSM, es decir, las mayores anomal3as negativas se localizaron entre Arica y punta Jun3n y entre Punta Arenas (21°00'S) y Rada Paposo (25°00'S). Particularmente en este 3ltimo sector, se midi3 la m3xima negativa que fue de -0,4 psu a 35 mn frente a punta Copaca. Las mayores anomal3as del per3odo se midieron en el 3rea oce3nica, dejando en general valores negativos menores a 0,1 psu en el costero, destac3ndose un foco de anomal3as positivas en el sector costero frente a punta Arenas, donde en algunos 3reas se super3 el valor de -0,2 psu.

### 3.4 Temperatura y salinidad en los 50 m de profundidad

El rango de temperaturas en el nivel de 50 m (**Fig. 14a**) fue de 11,5° a 16,4°C. El m3nimo se ubic3 en el sector sur, a 35 mn frente a punta Ballenita (25°50'S) y el m3ximo en el sector oce3nico a 80 mn frente a Tocopilla (T23). Los menores valores se midieron, en general, en el sector costero, especialmente desde la latitud 21°S hacia el sur, mientras que el 3rea costera y oce3nica desde Arica a punta Jun3n tuvo



el menor rango de variaci3n en este nivel de profundidad. Las mayores temperaturas se registraron en el sector oce3nico, especialmente entre Tocopilla y punta Tres Picos ( $24^{\circ}20'S$ ), que es donde se ubic3 una extensa superficie con valores por sobre los  $15^{\circ}C$ . El sector costero y oce3nico de menores registros correspondi3 al que va de punta Ballenita (T46) al sur, donde predominaron temperaturas menores a  $13^{\circ}C$ . Las diferencias t3rmicas entre el nivel de superficie y los 50 m (**Fig. 14b**) tuvieron un rango de  $-0,9^{\circ}C$ , medido a 55 mn frente a punta Hornos (T29), hasta  $3,9^{\circ}C$  frente a caleta Err3zuriz (T32) a 10 mn de la costa. Los valores negativos de diferencia fueron muy puntuales y se ubicaron formando n3cleos muy peque1os, mientras que las diferencias positivas abarcaron pr3cticamente toda la zona con valores en general  $> 1^{\circ}C$ , especialmente entre Arica y Tocopilla donde los valores de diferencia t3rmica superaron los  $2^{\circ}C$  y entre Arica y punta Jun3n con  $> 3^{\circ}C$ . El 3rea de menor diferencias entre los dos niveles se ubic3 en el sector oce3nico entre Tocopilla y el l3mite sur, que fue donde los valores estuvieron mayoritariamente en el rango de 0 a  $1^{\circ}C$ .

En el caso de la salinidad (**Fig. 14c**), 3sta disminuy3 de norte a sur de 34,9 a 34,3 psu, aunque el m3ximo salino fue de 35,0 psu medido en la estaci3n de 55 mn frente a punta Hornos (T29) 3ste fue un valor muy puntual pues el sector adyacente a esta estaci3n se caracteriz3 por valores menores a 34,9 psu. El 3rea Arica-Iquique tuvo valores de salinidad m3s similares entre el 3rea oce3nica y la costera, registrando los m3ximos en la costa. En el sector central entre Iquique y Antofagasta se ubic3 un foco de valores m3nimos, inferiores a 34,7 psu. De Antofagasta al sur el 3rea se caracteriz3 por presentar una franja costera estrecha de valores de salinidad altos los cuales fueron mayores a 34,8 psu en comparaci3n a aquellos del sector oce3nico con  $> 34,6$  psu, lo que produjo el gradiente salino m3s intenso registrado en la zona. La diferencia de salinidad entre el nivel de superficie y el de 50 m (**Fig. 14d**) fue negativa con valores entre 0 y  $-0,1$  psu en la costa de pr3cticamente toda la zona, pero hacia el sector oce3nico s3lo ocup3 el 3rea entre punta Copaca y punta



Coloso (T34) y formó otros focos más pequeños frente a rada Paposo (T41) y punta Ballenita, principalmente. El máximo negativo fue de -0,47 psu, medido a 55 mn frente a punta Hornos (T29), sin embargo valores negativos mayores a 0,1 psu de diferencia se ubicaron sólo en forma aislada y formando focos pequeños. El resto de la zona registró diferencias positivas, ocupando las menores de ellas de punta Coloso al sur y en una estrecha franja costera de la zona norte, al oeste de las anomalías positivas. Las mayores diferencias positivas, > 0,1 psu, se ubicaron en el sector oceánico entre Arica y Tocopilla y alcanzaron un máximo de 0,5 psu a 45 mn frente a esta última localidad.

### 3.5 Profundidad de la isoterma de 15 °C

La isoterma de 15°C (**Fig. 15a**) registró como es habitual las menores profundidades en el sector costero aumentando gradualmente hacia el área oceánica frente a Antofagasta. El rango de profundidades estuvo entre 0 y 80 m, registrándose el mínimo de 2 m en la estación de 40 mn frente a punta Cobija (T26) y a 35 mn frente a punta Ballenita (T46) el máximo en la estación de 100 mn frente a Antofagasta. Algunas estaciones costeras, debido a las menores temperaturas no registraron un valor de 15°C en su columna de agua. La distribución de valores de esta variable señalan que frente a Arica la profundización de esta isoterma es menor, ya que en el sector oceánico de las 100 mn frente a esta localidad la isoterma sólo alcanzó valores < 40 m. Se destaca además la extensión hacia el oeste, desde la costa, de bajos niveles de profundidad entre Tocopilla y Mejillones, alcanzando profundidades menores a 30 m hasta las 70 mn en la transecta de punta Copaca (T25). La transecta de Chañaral (estaciones adicionales) registró los menores valores de profundidad a lo largo de toda la transecta, alcanzando sólo un máximo de 30 m en la estación de 20 mn.

Las anomalías de profundidad de la isoterma de 15°C (AI15) (**Fig. 15b**) sólo pueden ser calculadas hasta la transecta de Rada Paposo. En la zona de estudio



predominaron anomalías de tipo negativo (menor profundidad que el promedio histórico), encontrándose sólo anomalías positivas en el sector oceánico por sobre las 70 mn desde Mejillones (T30) al sur. Desde Arica hasta Mejillones se encontró un foco de anomalías negativas en general menores a 10 m, las que formaron un núcleo entre Iquique y caleta Chipana desde las 10 mn hacia el oeste. En el resto del área las anomalías negativas superaron este valor llegando incluso a valores por sobre los 30 m, como es del foco oceánico frente a punta Copaca. Desde Mejillones al sur (hasta rada paposo) las anomalías fueron negativas en el sector costero superando sólo los -20 m en las primeras 10 mn frente a rada Paposo, mientras que desde el sector oceánico central hacia las 100 mn las anomalías fueron positivas con un máximo de 20 m en la estación de 25 mn frente a punta Plata (T40).

### 3.6 Circulación geostrófica superficial

La extensa zona de estudio se caracterizó en general por presentar flujo geostrófico (**Fig. 15c**) hacia el norte entre punta Lobos (21°S) y el límite sur de la zona explorada, mientras que entre Arica y los 21°S se ubicó un flujo de dirección variable. Entre Arica y Mejillones, el flujo geostrófico variable fue en general de baja intensidad excepto en el sector costero hasta las 40 mn entre punta Lobos y Mejillones donde la velocidad del flujo hacia el norte fue, comparativamente en el área señalada, un poco mayor. En esta misma área se observaron flujos hacia el oeste entre punta Lobos y Mejillones, hacia el este frente a Pisagua y hacia el norte en el sector costero entre Arica y Pisagua, todos de intensidad de circulación comparativamente baja.

El sector de Mejillones (T29) a Chañaral fue de una circulación con mayor velocidad que la observada en el sector norte señalado anteriormente, destacándose además en esta área que los flujos son intensos tanto en el sector costero como oceánico, excepto en el sector costero pegado a la costa cerca de Chañaral en que los flujos fueron más débiles con la presencia de un flujo hacia el sur. No se observaron en el área giros de mesoescala, mostrando la información recopilada sólo lo que parece



ser parte de uno de ellos, de tipo anticicl3nico, en el sector oce3nico frente a Antofagasta.

### 3.7 Capa de mezcla

La capa de mezcla (CM) (**Fig. 16a**) observada en la zona mostr3 una distribuci3n variable a lo largo de ella tanto en sentido latitudinal como longitudinal. Es as3 como en general se observaron en la zona costera menores espesores de la CM, habitualmente inferiores a 10 m, mientras que aument3 hacia el sector oce3nico formando focos de mayores profundidades. El m3ximo espesor de CM fue de 50 m y se registr3 en dos estaciones, la primera a 50 mn frente a punta Hornos y la segunda a 45 mn frente a Tal-Tal . Los mayores espesores de CM se registraron, en general, desde punta Coloso al sur, ya que los focos de m3ximos abarcaron 3reas m3s extensas que en el resto del 3rea hacia el norte. No obstante, se destac3 otro foco de m3ximos (> 40 m) a 60 mn frente a punta Lobos. Entre los sectores, costeros y oce3nicos que tuvieron menores CM, donde la CM no super3 los 15 m, se pueden mencionar: Arica-Iquique, Antofagasta-punta Tres Picos y frente a Chañaral.

### 3.8 Termoclina

El espesor de la termoclina (ET) (**Fig. 16b**) en la zona fue preferentemente menor a los 15 m, destac3ndose extensas 3reas que registraron entre 5 y 10 m. ET menores a 5 m y/o sin termoclina s3lo se ubicaron en el sector costero de Arica a Pisagua, Iquique a punta Cobija y frente a la pen3nsula de Mejillones. En la zona de estudio pr3cticamente no se registraron sectores sin termoclina, encontr3ndose algunos focos aislados en el sector costero entre punta Lobos y Tocopilla. .

La temperatura base de la termoclina (TBT) (**Fig. 16c**) disminuy3 de norte a sur desde temperaturas menores a 15°C a menores de 12°C. Los extremos t3rmicos en



esta variable fueron 16,2°C como m3ximo en la estaci3n de 50 mn frente a Mejillones (T29), mientras que el m3nimo se registr3 a 70 mn frente a Tal-Tal (T43) y fue de s3lo 11,5°C. Los valores de temperatura fueron levemente mayores en la costa entre Arica y caleta Chipana (T19), excepto desde esa localidad al sur, donde se di3 una situaci3n contraria.

La profundidad de la base de la termoclina (PBT) (**Fig. 17a**) present3 un aumento en sentido sur-oeste, esto significa que en general las menores profundidades corresponden al sector costero del extremo norte de la zona, la cual registr3 niveles de profundidad inferiores a 10 m, mientras que en el 3rea oce3nica del mismo sector s3lo lleg3 a profundidades entre 40 y 50 m en comparaci3n al extremo sur de la zona donde se super3 los 80 m. No obstante lo anterior, el m3ximo observado de PBT de 91 m se ubic3 en el centro de la zona de estudio, espec3ficamente en la estaci3n de 100 mn frente a Antofagasta. El sector de mayor PBT, corresponde al 3rea oce3nica central entre Antofagasta y el l3mite sur, ya que en 3l se registraron profundidades mayores a 50 m.

El gradiente promedio de la termoclina (GPT) (**Fig. 17b**) lleg3 a un m3ximo de 0,44°C/m, predominando valores entre 0,1 y 0,2°C/m en la mitad sur de la zona, mientras que en el sector oce3nico de la mitad norte los valores estuvieron entre 0,2 y 0,3°C/m.

Los gradientes t3rmicos m3ximos de la termoclina (**Fig. 17c**) tuvieron un rango entre 0,1° y 1,03°C/m, ubic3ndose los mayores a 0,4°C/m al norte de Tocopilla (T23), abarcando pr3cticamente todo el sector oce3nico, mientras que desde esta localidad al sur predominaron los valores de gradiente entre 0,2 y 0,4°C/m. El m3ximo registrado se localiz3 a 30 mn frente a caleta Chipana (T19) y corresponde a un valor puntual (una sola estaci3n) que gener3 el foco de m3ximas mostrado en la figura.



La profundidad del gradiente máximo en la termoclina (**Fig. 17d**) registró una distribución 5 a 10 m menos que la de la profundidad base de la termoclina, mostrando profundidades máximas y mínimas de esta variable. El gradiente máximo más profundo se ubicó en los 89 m a 100 mn frente a Antofagasta.

### 3.9 Distribución vertical de temperatura

Esta variable mostró gradientes térmicos subsuperficiales ubicados principalmente en la capa de los primeros 50 m en las transectas hacia el límite norte de la zona (**Fig. 18**), aumentando esta capa hasta los 100 m, desde la sección de bahía Moreno al sur. La gran mayoría de las secciones registró un levantamiento de las isotermas de los primeros 50. La isoterma de 15° se observó en todas las secciones graficadas. En un sentido norte-sur, tanto en la capa superficial como en el resto de la columna, se registró una disminución de la temperatura comparando a un mismo nivel de profundidad. Es así como las temperaturas del nivel de muestreo más profundo (500 m) descendieron alrededor de 1°C entre ambos extremos de la zona, no obstante en superficie se registró una disminución cercana a los 2°C. La distribución de las isotermas en cada sección fue relativamente paralela a la superficie sólo en la sección de Arica, pero en las restantes se observaron variaciones de nivel de profundidad, principalmente en las sección de Tal-Tal entre los 100 y 300 m de profundidad.

### 3.10 Distribución vertical de salinidad

En superficie del sector oceánico de las secciones de Arica, punta Junín y punta Lobos se observaron las salinidades máximas del período, las que superaron los 35,0 psu y abarcaron una delgada capa de agua de espesor no mayor a 50 m (**Fig.19**). A nivel superficial, la salinidad disminuyó de valores entre 35,0 a 35,1 psu en el norte hasta mínimos de 34,5 psu en la transecta del límite sur de la sección. En todas las transectas se observó gradientes verticales de salinidad entre 50 y 100 m



de profundidad, que fueron m1s intensos hacia la mitad sur de la zona debido a la presencia de n1cleos de m1nima salinidad. La presencia de n1cleos de alta y baja salinidad se observ3 tambi3n en todas las secciones. Se destaca el m1ximo salino subsuperficial que se ubic3 bajo los 100 m de profundidad en el sector oce1nico y que alcanza hasta los 300 m, pero que sin embargo disminuye su salinidad hacia el sur desde  $> 34,8$  psu en Arica hasta  $> 34,7$  psu en Tal-Tal. El m1nimo salino se ubic3 a nivel subsuperficial, centrado entre los 50 y 100 m al menos desde la secci3n punta Jun1n al sur con espesores que no superaron los 50 m y salinidades m1nimas, en general, de 34,5 hasta 34,7 psu. En el m1ximo nivel de muestreo (500 m) las salinidades disminuyeron cerca de 0,1 psu si se comparan las transectas de los l1mites norte y sur.

### **3.11 Anomal1as de temperatura y salinidad en las transectas de Arica (T1), punta Lobos (T17), y bah1a Moreno (T33).**

Las anomal1as de temperatura y salinidad de las secciones en an1lisis (**Fig. 20**), se1alan, en general, un claro predominio de valores bajo el promedio hist3rico en la capa superficial de los primeros 100 m.

En la secci3n de Arica se registr3 un n1cleo de valor  $> -2^{\circ}\text{C}$  centrado en los 50 m de profundidad, con valores mayores a  $-1^{\circ}\text{C}$  que pr1cticamente abarcaron toda la secci3n (100 a 5 mn), las cuales estuvieron acompa1adas de anomal1as negativas de salinidad entre 0,05 y  $> 0,1$  psu, ubic1ndose las mayores en el sector oce1nico centradas en los 70 mn y que llegaron hasta el nivel de 50 m. En profundidad, bajo el nivel de 100 m, las anomal1as que predominaron en ambas variables fueron menores a  $0,5^{\circ}\text{C}$  y 0,05 psu, tanto negativas como positivas, excepto en un peque1o n1cleo pegado al fondo entre 300 y 400 m y entre 10 y 20 mn de la costa en que 3stas fueron negativas con un m1ximo de  $-1^{\circ}\text{C}$  en temperatura, pero no superaron los 0,1 psu en salinidad.



En la transecta de punta Lobos se mantuvo la presencia de anomalías negativas centradas en los 50 m de profundidad en ambas variables, sin embargo a nivel superficial éstas disminuyeron de magnitud en temperatura con un pequeño incremento de las anomalías en salinidad respecto de la transecta de Arica. Desde la costa hasta las 40 mn se formó un núcleo de anomalías positivas que no superó 1°C en temperatura y que registró valores cercanos a los 0,1 psu en salinidad en la estación de 40 mn. A nivel subsuperficial se mantuvieron las anomalías negativas pero menores a 0,5°C y 0,05 psu, ubicándose en el centro de la sección y algunos valores positivos hacia los extremos de ésta.

En la transecta de bahía Moreno , las anomalías térmicas negativas disminuyeron de magnitud en el centro de la sección, desplazándose el núcleo de éstas hacia el sector costero, abarcando desde la superficie hasta los 50 m de profundidad y dentro de las 15 mn de la costa, pero el núcleo llegó hasta las 30 mn a nivel subsuperficial. Anomalías de -2°C sólo formaron un pequeño núcleo entre las 5 y 10 mn. Los valores negativos se extendieron hasta las 70 mn pero con valores entre 0,5° y 1°C. Un pequeño núcleo de anomalías positivas > 0,5°C se registró entre los 50 y 100 m en la estación oceánica de esta sección. En el caso de las anomalías de salinidad, éstas son notoriamente superiores a las encontradas en las dos transectas anteriores, lo que es mostrado por valores sobre los 0,2 psu en algunos sectores, y hasta los 50 m de profundidad. Las anomalías entre -0,1 y -0,2 psu superaron los 100 m en el sector costero de esta sección. Se registraron anomalías positivas en el sector central con valores > 0,05 psu con un pequeño núcleo de valores > 0,1 psu.

### 3.12 Distribuci3n superficial de fluorescencia in vivo

En la distribuci3n de fluorescencia in vivo (fliv) en la capa superficial, durante el invierno de 2005 (**Fig. 21a**) los valores fluctuaron entre 12,26 y 1,06 volt. En el



sector oceánico se registró un amplio sector de bajos valores ( $< 2$  volt) desde punta Gualaguala hasta punta Ballena ( $25^{\circ}50'S$ ), observándose focos de valores entre 2 y 3 volt tanto en el extremo sur como en la parte norte desde punta Cobija hasta Arica, en este último sector, se registró un foco de valores  $> 4$  volt en torno a las 60 mn frente a punta Pinto y punta Madrid. En punta Copaca el foco costero se extendió hasta aproximadamente las 80 mn con un valor de  $> 3$  volt.

En la parte costera se detectaron amplios focos de valores  $> 5$  volt desde la transecta T11 al norte de Iquique hasta la transecta 20 realizada al sur de punta Chipana, con una máxima extensión hacia el oeste de 35 mn en punta Lobos, donde se registró un valor máximo de 10 volt; un segundo núcleo se ubicó entre la transecta T28 al sur de punta Copaca y T30 en la punta norte de la península de Mejillones, con una extensión máxima de aproximadamente 30 mn en la transecta T29 al sur de punta Hornos, registrándose un valor máximo de 12 volt; y un tercer foco se detectó dentro de las primeras 5 mn entre las transecta T39 al norte de punta Plata y la transecta de Tal-Tal (T43), con valor máximo  $> 9$  volt.

### 3.13 Distribuci3n superficial de clorofila

En Invierno de 2005, la clorofila a (cloa) superficial (**Fig. 21b**) presentó una franja de valores eutróficos ( $> 1 \mu\text{g/L}$ ) a lo largo de toda la zona costera conteniendo una gran cobertura de altos valores pigmentarios. Las mayores concentraciones se registraron en un foco de poca extensión, en el sector costero de la transecta de Arica donde la cloa superó los  $20 \mu\text{g/L}$ . En esta misma transecta destacó además, la presencia de un foco oceánico que abarcó desde aproximadamente las 50 mn hasta el límite oeste del muestreo, el que tuvo concentraciones de  $2,5 \mu\text{g/L}$  centradas en las 70 mn. Desde el sector costero de punta Camarones (Lat.  $19^{\circ} 20'S$ ) hasta bahía Moreno ( $23^{\circ}40'S$ ), se extendió una franja continua de altos valores pigmentarios ( $> 2 \mu\text{g/L}$ ). Esta franja presentó dos focos con valores de  $3,8 \mu\text{g/L}$  y  $5,2 \mu\text{g/L}$ , en la estaci3n de



40 mn frente a punta Junín y en el sector costero de punta Camarones (Lat. 19° 20'S), respectivamente. Hacia el sur, se incrementan los valores costeros a > 5 µg/L entre punta Lobos y Mejillones, con focos mayores a 10 µg/L en punta Arenas (Lat. 12° 40'S), punta Gualaguala (Lat. 22° 50'S) y en la punta norte de la península de Mejillones (Lat. 23° 10'S).

En Tal-Tal y dentro de las primeras 5 mn, se observò un foco de cloa con valores > 10 µg/L y un máximo de 14 µg/L. Desde esta localidad hasta Chañaral, se extendió una franja de altas concentraciones, las que alcanzaron un valor > 8 µg/L en la costa.

Los feopigmentos (feop) superficiales (**Fig. 21c**), siguieron una distribución muy similar a la de cloa, manteniendo en general concentraciones inferiores a ésta en la mayor parte de la zona muestreada. En la zona oceánica fluctuaron entre 0,3 y 0,9 µg/L. En el sector costero los feop presentaron un foco de altas concentraciones, > 2 µg/L, en la estación costera de Arica, mientras que desde punta Camarones (Lat. 19° 20'S) hasta la punta sur de Mejillones se desarrolló una franja continua con valores > 1 µg/L, donde se observaron focos > 3 µg/L dentro de las 10 mn frente a punta Lobos (T17) y en la estación costera de punta Arenas (Lat. 21° 40'S). El mayor foco se desarrolló entre las estaciones costeras desde punta Copaca (T25) hasta la punta norte de la península de Mejillones (Lat. 23° 10'S), con valores que superaron los 3 µg/L, presentando un máximo de 6,4 µg/L en punta Cobija (Lat. 22° 40'S). En la parte sur se observó una franja con valores > 1 µg/L desde la estación costera de Tal-Tal hasta Chañaral. En esta franja, los valores mayores (> 5 µg/L) se registraron en las estaciones costeras de Tal-Tal.



### 3.14 Distribuci3n de clorofila integrada

En el invierno de 2005, la distribuci3n de clorofila integrada (cloint) (**Fig. 22a**) present3 altas concentraciones en gran parte de la zona muestreada. En la estaci3n costera de Arica (T1) se observ3 un n3cleo de valores  $> 150 \text{ mg/m}^2$  y valores similares se registraron en una franja que se extendi3 entre punta Lobos y la península de Mejillones, en este sector se registraron focos que superaron los  $300 \text{ mg/m}^3$  en las estaciones costeras de punta Copaca y punta Gualaguala (Lat.  $22^\circ 50'S$ ), en tanto que en la punta norte de la península de Mejillones (Lat.  $23^\circ 10'S$ ), el valor de cloint fue de  $500 \text{ mg/m}^2$ . En este sector las isoclinas se desplazaron ampliamente hacia el oeste, en este sentido, la isoclina de  $80 \text{ mg/m}^2$  alcanz3 las 80 mn aproximadamente. Hacia el sur la mayor concentraci3n se registr3 en la estaci3n costera de Tal-Tal (T43;  $300 \text{ mg/m}^2$ ), mientras que, en el sector oceánico entre Tal-Tal y Chañaral se observ3 un n3cleo de valores  $> 40 \text{ mg/m}^2$ .

Los feop integrados (feopint) (**Fig. 22b**), presentaron una distribuci3n similar a la de la cloint, pero con valores inferiores principalmente en la zona costera. Altos valores de feopint ( $> 100 \text{ mg/m}^2$ ) se registraron: entre las estaciones de 5 y 20 mn frente a punta Junín, dentro de las 10 mn frente a punta Lobos y en una franja que abarc3 entre punta Copaca y la punta norte de la península de Mejillones (Lat.  $23^\circ 10'S$ ) donde adem3s, se registraron focos de valores  $> 200 \text{ mg/m}^2$  en las estaciones de 1 y 20 mn frente a punta Copaca. En la parte sur focos de altos valores ( $> 100 \text{ mg/m}^2$ ) se registraron dentro de las 5 mn frente a Tal-Tal. En la zona oceánica los feopint fluctuaron entre 30 y  $84 \text{ mg/m}^2$ .



### 3.15 Distribuci3n vertical de fluorescencia in vivo

Las distribuciones verticales de fluorescencia in vivo se presentan en las **figuras 23, 24 y 25**.

Entre las transectas T1 y T8, la distribuci3n de fluorescencia in vivo (fliv) present3 varios n3cleos con valores que se mantuvieron entre de 2 y 3 volt a lo largo de toda la transecta, registr3ndose adem3s en las primeras cinco transectas un peque1o n3cleo costero de valores > 4 volt, mientras que en las transectas T5 y T4 3ste se registr3 en el sector oce3nico, superando los 5 volt en este 3ltimo lugar. La transecta T9 aunque mantuvo valores similares a las anteriores (2 a 3 volt), present3 un solo n3cleo continuo entre la costa y las 70 mn.

Entre las transectas T10 y T12, fueron aumentando los valores de fliv. Se registraron al menos dos n3cleos de fluorescencia in vivo (fliv) a lo largo de la transecta, los que se mantuvieron entre valores de 2 y 3 volt, registr3ndose adem3s entre uno y dos n3cleos de 5 volt en la parte costera de m3s de 5 mn de extensi3n y un m3ximo espesor mayor a 20 m en la T12.

Otro tipo de distribuci3n se present3 entre las transectas T13 y T30, donde se observ3 un solo n3cleo (> 2 volt) el que en algunos casos ocup3 toda la transecta, dentro del cual la presencia de valores > 3 volt fue importante, abarcando gran parte del n3cleo. A la vez, dentro de 3ste se registr3 al menos un n3cleo costero con valores que superaron los 5 volt, con excepci3n de las transectas 21 y 22, las que presentaron este n3cleo en el sector oce3nico (50 – 60 mn). En general los n3cleos de altos valores (> 5 volt) tuvieron una extensi3n de m3s de 15 mn con espesores m3ximos que en general fueron mayores a 20 m. En la transecta T28 se registr3 el n3cleo de los valores > 10 volt entre las 10 y 15 mn.



Desde la transecta T31 a la T34 más la T36 y 37, tanto el rango de valores de los núcleos como la extensión que éstos ocuparon disminuyó, registrándose al igual que en las transectas de la parte norte núcleos con valores entre 2 y 3 volt. En las transectas T35 más de la T38 a la T43, se registró un núcleo costero con valores superiores a los 5 volt de en general poca extensión: < 5 mn en T35, T38 y T39 y < 10 mn en la T41, T42 y T43. La excepción fue la transecta T40, donde se registró un amplio núcleo de los valores > 5 volt, el que superó las 20 mn de extensión y los 20 m de espesor, midiéndose en él valores > 10 volt en la zona costera, además de un pequeño núcleo oceánico subsuperficial (40 m) de valores > 3 volt.

En las transectas de la parte sur del área de estudio desde T44 a T47, la distribución de fliv tendió a formar núcleos que fluctuaron alrededor de los 2 volt, con sólo un par de pequeños núcleos de valor > 3 volt entre las 45 a 55 mn y 35 a 40 mn en las T46 y T47, respectivamente.

### 3.16 Distribución vertical de clorofila

En el invierno de 2005, en todas las transectas se detectaron núcleos eutróficos (> 1µg/L) de clorofila a (cloa) (**Fig. 26**). Los feopigmentos (feop) (**Fig. 27**), siguieron la distribución de la cloa, observándose los mayores valores en los mismos lugares donde se desarrollaron los máximos de cloa, siendo siempre inferiores a ella en los sectores costeros.

Se observaron concentraciones altas de cloa en las cuatro primeras transectas, (T1, T9, T17 y T25). Las mayores concentraciones se registraron en Arica (T1) donde el valor superficial fue de 21 µg/L, sin embargo el núcleo de valores >10 µg/L estuvo muy restringido al sector costero y no superó los 5 m de profundidad. En esta transecta destaca la presencia de dos núcleos eutróficos oceánicos, el primero abarcó desde aproximadamente las 50 mn hasta las 75 mn, con un espesor que no



super3 los 30 m y una concentraci3n m3xima  $> 3 \mu\text{g/L}$ , mientras que el segundo se registr3 en el l3mite oeste con valores  $> 1 \mu\text{g/L}$ . En esta transecta, los feop fluctuaron alrededor de  $0,5 \mu\text{g/L}$  en pr3cticamente toda la transecta, con un n3cleo de  $2 \mu\text{g/L}$  en la estaci3n costera.

Las transectas de punta Jun3n (T9) present3 n3cleos eutr3ficos de larga extensi3n, 60 mn aproximadamente, con un espesor promedio de 20 m. La mayor concentraci3n fue  $> 5 \mu\text{g/L}$  y se registr3 en la estaci3n costera, en tanto que, una capa de concentraciones  $> 3 \mu\text{g/L}$  ocup3 gran parte del n3cleo eutr3fico, con un 3rea que abarc3 los primeros 20 m en las 40 mn y una lengua de poco espesor que se extendi3 entre la costa y las 20 mn centrado en los 5 m. Las concentraciones de feop  $> 1 \mu\text{g/L}$  ocuparon gran parte de la columna muestreada entre la estaci3n costera y las 20 mn, disminuyendo el espesor de esta capa hasta 20 m en las 40 mn.

La transecta de punta Lobos (T17) present3 un n3cleo eutr3fico que abarc3 hasta aproximadamente las 50 mn, con un espesor promedio de 30 m. Dentro de este n3cleo se midieron concentraciones altas ( $> 5 \mu\text{g/L}$ ) en los primeros 30 m dentro de las 10 mn, registr3ndose un m3ximo de  $14 \mu\text{g/L}$  en la estaci3n costera. Las concentraciones de feop  $> 1 \mu\text{g/L}$  ocuparon gran parte de la columna muestreada en las estaciones costeras, con valores que superaron los  $4 \mu\text{g/L}$  en los primeros 5 m de la estaci3n de 5 mn.

En la transecta de punta Copaca (T25), el n3cleo eutr3fico costero se extendi3 m3s all3 de las 80 mn, con un espesor variable que tuvo un m3ximo de 50 m en la 20 mn. Dentro del n3cleo se observ3 tres pulsos: el primero en la estaci3n costera, donde se registraron valores  $> 5 \mu\text{g/L}$  dentro de las primeras 5 mn, con un m3ximo de  $12 \mu\text{g/L}$  entre los 5 y 10 m; un segundo n3cleo centrado en las 20 mn que tuvo valores  $> 7 \mu\text{g/L}$  entre los 10 y 30 m, con un m3ximo de  $10 \mu\text{g/L}$  centrado en los 10



m; mientras que, el tercer pulso se observ3 en las 70 mn y tuvo una concentraci3n m3xima de 3  $\mu\text{g/L}$  en los 30 m de profundidad. Los feop, tuvieron respectivamente valores  $> 5 \mu\text{g/L}$  en la costa y en la estaci3n de 20 mn, y  $> 1 \mu\text{g/L}$  en la de 70 mn.

Por otra parte, en la transecta de bahía Moreno (T33), el n3cleo eutr3fico se restringi3 a los 20 m en la estaci3n costera, con un m3ximo de 2,6  $\mu\text{g/L}$  en los 10 m de profundidad, en tanto que las concentraciones mesotr3ficas se extendieron hasta las 15 mn. Los feop por su parte ocuparon las primeras 5 mn con valores  $> 0,5 \mu\text{g/L}$ .

En la transecta de Tal-Tal (T43) el n3cleo eutr3fico abarc3 casi las 20 mn, con un espesor de 10 m aumentando progresivamente hasta un m3ximo de 40 m en la estaci3n costera. Dentro de este n3cleo se registraron valores  $> 10 \mu\text{g/L}$  en los primeros 5 m entre el sector costero y las 5 mn. Los feop tuvieron un n3cleo de concentraciones mayores a 5  $\mu\text{g/L}$  dentro de los 5 m, en las 5 primeras millas n3uticas.

### 3.17 An3lisis exploratorio y regresi3n entre Fluorescencia y Clorofila

Los datos superficiales disponibles de clorofila a y de fluorescencia in vivo, para la zona comprendida entre Arica, y Chañaral fueron ploteados y analizados buscando identificar alg3n patr3n entre ambas variables. Este an3lisis exploratorio de los datos ploteados sugiri3 como mejor modelo a una relaci3n lineal.

El ajuste del modelo, mediante el m3todo de m3nimos cuadrados de todos los datos disponibles, arroj3 un coeficiente de determinaci3n de 0,677, el ploteo sugiri3 el retiro de dos datos que fueron considerados "at3picos" dentro de la serie analizada. El ajuste del modelo, una vez retirado los datos at3picos, deriv3 en un ajuste con un alto coeficiente de determinaci3n  $R^2 = 0,81 (r \cong 0,9)$  (**Fig. 28**)



$$Y = 1,6516 + 0,4788 X \dots \forall \in [0,207 ; 14,16 ]$$

Del modelo ajustado con los datos de lectura superficial, se observ3 que para la zona comprendida entre punta Arica, y Chañaral el nivel m3nimo de fliv ante el valor m3nimo de clorofila es aproximadamente igual a 1,6 volt, en el rango de datos disponibles.

Existen ocasiones en las cuales se ha dispuesto de la lectura de fliv m3s no ha sido posible disponer de lecturas de la clorofila asociada. Para resolver este problema hemos asumido la regresi3n obtenida como adecuada para relacionar ambas variables y que esta corresponde a una biyecci3n entre ellas, de manera que podemos definir una relaci3n inversa que nos permitir3a indicar el valor del nivel de clorofila ante una lectura dada de fliv. Esta relaci3n inversa corresponde a la siguiente expresi3n:

$$X = \frac{(Y - 1,6516)}{0,4788} \rightarrow$$
$$X = -3,4494 + 2,08855Y \dots \forall 1,7507 \leq Y \leq 8,4314 \wedge$$
$$X = 0 \forall Y < 1,7507$$

### 3.18 Huevos de anchoveta y la distribuci3n de variables oceanogr3ficas

Las distribuciones de huevos de anchoveta asociadas a aquellas de temperatura y salinidad superficial, anomal3a geopotencial, espesor de la capa de mezcla, profundidad de la base de la termoclina, espesor de la termoclina, clorofila integrada y fluorescencia in vivo, se muestran en las **figuras 29 y 30**.

Las estaciones positivas de huevos de anchoveta y los mayores rangos de concentraci3n se ubicaron preferentemente entre Arica y Mejillones. Esta distribuci3n concuerda con temperaturas en el rango de 15° a 16°C y salinidades mayores a 34,6



psu, tanto en el sector costero afectado por procesos de surgencia como en el sector oceánico central, que va de 20 a 40 mn de la costa. Respecto a las características de circulación geostrófica superficial, los huevos de anchoveta se localizaron en el área definida como de menores velocidades y de una direcci3n más variable en comparaci3n con el sector de Mejillones al sur, que es donde se asocian velocidades mayores del flujo geostrófico y que presentaron una direcci3n predominantemente hacia el norte en el área oceánica con algunos giros pequeños ubicados en el sector central y costero. En relaci3n a la capa de mezcla (CM), el área de ubicaci3n de huevos correspondió a aquella que registró la menor CM del toda el área, localizándose donde hubo espesores menores a 15 m, mientras que de acuerdo a la distribuci3n del espesor de la termoclina (ET) y su límite inferior, los huevos de anchoveta se localizan preferentemente en ET menores a 10 m y en áreas donde la termoclina no superó los 40 m de profundidad en la vertical.

Con respecto a la distribuci3n de clorofila integrada (cloint) y fluorescencia en vivo (fliv), la mayor frecuencia de estaciones positivas de huevos de anchoveta, ubicado entre Arica y Mejillones, se asoció con valores moderados de cloint  $> 60 \text{ mg/m}^3$  y fliv  $> 2$  volt. Entre Iquique y Mejillones, la extensi3n del foco de huevos en las inmediaciones de punta Copaca coincidi3n con la mayor extensi3n hacia el oeste de los núcleos tanto de cloint como de fliv, aunque en los sectores oceánicos los valores de fliv fueron bastante menores que en la costa. En mismo sentido, aunque el foco costero de fliv en este sector presentó altos valores ( $> 5$  volt), una parte importante del gran foco superficial de huevos de anchoveta se ubicó por fuera del núcleo de fliv. Por otra parte, tanto el foco de huevos como el de cloint estuvieron más costeros desde punta Arenas a Iquique, mientras que desde Iquique a punta Pinto, el núcleo de huevos que se centró en el sector oceánico, coincidi3n con valores moderados de cloint entre 40 y  $60 \text{ mg/m}^3$  y valores de 2 a 4 volt en la fliv.



#### **4. Objetivo espec3fico 2.3 “Estimar la proporci3n sexual en peso y el peso promedio de hembras maduras, con sus respectivas varianzas”**

##### **4.1 N3mero de lances en muestreo de adultos**

De acuerdo al dise1o de muestreo, se efectuaron 158 lances en total, de los cuales 60 fueron efectivos (**Tabla 8**). La posici3n de cada lance se determin3 en el curso del crucero, esto producto que cada embarcaci3n decidir3a dentro de la zona asignada, d3nde realizar los lances, ello dependiendo de las 3reas de distribuci3n espacial de los card3menes y a las condiciones meteorol3gicas imperantes en la zona de estudio.

La estrategia utilizada permiti3 obtener suficientes lances con pesca de anchoveta de acuerdo a lo requerido por el “M3todo de Producci3n de Huevos”.

##### **4.2 N3mero de anchovetas muestreadas en cada lance**

Se muestrearon 30 hembras en cada lance, considerando que este tama1o de muestra garantiza un coeficiente de variaci3n inferior al 20% para fracciones desovantes altas y bajas tanto, para las estimaciones a partir de FPO de d3a 1, como de d3a 2 y la combinaci3n de ambos, seg3n lo planteado en la Propuesta T3cnica, las que se analizaron histol3gicamente de acuerdo a lo propuesto por Rojas y Oliva (1993), con el fin de registrar la incidencia de fol3culos postovulatorios para la determinaci3n de la frecuencia de desove.

En aquellos lances con presencia de hembras hidratadas se recolectaron como m3nimo 30 anchovetas en esa condici3n. Durante el crucero se mantuvo una constante coordinaci3n entre el muestreo de adultos y el muestreo de ictioplancton.



### 4.3 Distribuci3n espacial de anchoveta

Durante el per3odo en que se realiz3 el crucero, el recurso se concentr3 preferentemente en las 1reas ubicadas de Punta Chucumata a R3o Loa y 1reas colindantes al puerto de Arica, disminuyendo los lances positivos en la segunda regi3n, respecto a lo observado en 2004, restringi3ndose la anchoveta principalmente a las primeras 20 millas n1uticas (**Fig. 31**). Se mantiene el foco de abundancia costera en las proximidades de punta Lobos y R3o Loa, observ1ndose mayor cobertura espacial en la primera regi3n. En t3rminos generales, en el a1o 2005 la anchoveta se distribuy3 preferentemente en la I Regi3n desde la costa hasta las 20 mn, en zonas focalizadas, en forma similar a lo observado en el 2003, pero no a lo visualizado en el 2004, en que el recurso present3 una amplia cobertura espacial en las primeras 40 millas n1uticas. En el 2001, la anchoveta present3 una distribuci3n costera y en zonas puntuales, mientras que en el a1o 2002, la distribuci3n tuvo una mayor extensi3n, observ1ndose las mayores concentraciones en zonas m1s bien alejadas de la costa

### 4.4 Capturas en los lances de pesca

Las capturas registradas en los distintos lances con pesca durante el crucero alcanzaron a 4.043 toneladas. Las embarcaciones prospectaron hasta las 80 mn.

### 4.5 Distribuci3n de tama1os de ejemplares de anchoveta

Durante el crucero se midieron 13.094 anchovetas, cifra 25% mayor respecto al a1o 2004. Del total de anchovetas medidas 6.925 correspondieron a machos con longitudes comprendidas entre 11,0 a 18,0 cm de longitud total, con una moda en los 14,5 cm (27,7 %), mientras que las hembras (6.169) presentaron un rango de tama1o comprendido entre los 12,0 y 18,0 cm de longitud total, con una moda en



los 14,5 cm (25,2 %). En comparaci3n con las tallas observadas en igual per3odo del a3o 2004, se observan diferencias en la amplitud del rango de talla, 3sta aument3 durante el 2005, sin embargo los valores modales disminuyeron a 14,5 cm en ambos sexos. En las **figuras 32 y 33** se grafica la distribuci3n del porcentaje de frecuencia de tallas de hembras y machos de anchoveta, capturados entre la I y II regiones.

#### **4.6 Proporc3n sexual en peso de hembras maduras**

La proporci3n de hembras en peso para el total de lances analizados present3 una amplitud comprendida entre 0,13 y 0,83 con un promedio de 0,44, una varianza igual a 0,00046 y un coeficiente de variaci3n de 4,8%.

#### **4.7 Peso promedio de hembras maduras**

El peso total del cuerpo de hembras hidratadas, estadio que se caracteriza por el incremento temporal del peso producido por la retenci3n de agua en el ovario, se calcul3 de acuerdo al ajuste obtenido de una ecuaci3n lineal estimada con aquellas hembras maduras de cada lance y que histol3gicamente no clasificaron como hembras hidratadas. Adem3s, los datos fueron corregidos por efecto de la fijaci3n.

El peso promedio del cuerpo de las 30 primeras hembras maduras, obtenidas en 60 lances, fluctu3 de 19,21 a 28,1 gramos. El peso promedio de hembras maduras en el 3rea investigada fue de 22,95 gramos, con una varianza de 0,083 y un coeficiente de variaci3n de 1,3%.



**5. Objetivo espec3fico 2.4 “Estimar la producci3n diaria de huevos en el mar, su varianza asociada y la tasa diaria de mortalidad instant3nea de los huevos”**

El n3mero de huevos por estadio de desarrollo, indic3 una mayor representaci3n del estadio III, observ3ndose una disminuci3n paulatina a partir de este (**Fig. 34**).

Los resultados del ajuste no lineal ponderado del modelo de decaimiento exponencial para el 3rea de desove estimada seg3n el criterio de interpolaci3n (**Fig. 35**), indican un  $P_0$  de 48,17 huevos/0,05m<sup>2</sup>/d3a con un error est3ndar de 9,549 y un error est3ndar residual de la regresi3n de 11,239. A partir de dicho ajuste se obtuvo una tasa instant3nea de mortalidad diaria de huevos de 0,81 d3a<sup>-1</sup>, con un error est3ndar de 0,212 (**Tabla 9**).

**6. Objetivo espec3fico 2.5 “Estimar la proporci3n de estadios de madurez sexual microsc3picos y la fracci3n diaria de hembras desovantes de anchoveta, con su varianza asociada”**

Se analizaron 1.799 hembras, correspondientes a 60 lances provenientes de la Pesca de Investigaci3n (**Tabla 10**).

**Proporci3n de estadios de madurez microsc3pico**

El an3lisis histol3gico de los ovarios indic3 que el 100% de las hembras se encontraban activas. El comportamiento reproductivo de la anchoveta evidencia que el crucero se efectu3 durante el m3ximo proceso de desove.



### Fracci3n diaria de hembras desovantes de anchoveta

Te3ricamente se pueden tener estimados independientes de este par3metro, los cuales pueden obtenerse a partir de:

- Porcentaje de hembras con ovocitos hidratados
- Porcentaje de hembras con fol3culos postovulatorios d3a 1
- Porcentaje de hembras con fol3culos postovulatorios d3a 2

De las anchovetas capturadas en el crucero de adultos se lograron dos conjuntos de datos independientes para la determinaci3n de la frecuencia del desove: hembras de edad d3a 1 y 2. La distribuci3n de frecuencia de FPO de d3a 1 y 2 se muestra en la **figura 36**.

El porcentaje de hembras de d3a 1 de edad vari3 de 0 a 95% y el de d3a 2 fluctu3 de 0 a 83%. La fracci3n desovante con FPO de d3a 1 fue de 0,269 y con FPO de d3a 2 fue de 0,112. De forma de ser consistente con las estimaciones de a3os anteriores y dado que la distribuci3n horaria de FPO 2 aparece sesgada hacia horas de la tarde (**Fig. 6**) es que creemos que lo recomendable es utilizar la estimaci3n de FPO 1+2. As3 entonces los datos de hembras con fol3culos postovulatorios de d3a 1 y d3a 2 fueron combinados entre s3, entregando una fracci3n del desove de 19,0% con una varianza de 0,00016 y un coeficiente de variaci3n de 7%.



**7. Objetivo espec3fico 2.6 “Estimar la fecundidad parcial en funci3n del peso corporal, el modelo de regresi3n correspondiente a esta relaci3n, y la fecundidad media poblacional, con sus respectivas varianzas”**

La estimaci3n de la fecundidad parcial de anchoveta se realiz3 sobre la base del recuento de ovarios clasificados histol3gicamente como hidratados, sin presencia de fol3culos postovulatorios.

Para el ajuste de la fecundidad parcial en funci3n del peso corporal, para las 96 hembras que efectivamente clasificaron microsc3picamente como hidratadas, se utiliz3 el modelo de tipo lineal para los c3lculos de fecundidad media poblacional. El modelo de tipo lineal es preferible debido a (Hunter *et al.*, 1985): 1) Explica mejor la variaci3n que los curvil3neos; 2) sus coeficientes de regresi3n tienen significado biol3gico; 3) para la estimaci3n de producci3n de huevos, la fecundidad de los ejemplares en los extremos (grandes y peque1os) no es tan cr3tica como en la de los rangos medios, los que son bien explicados por el modelo lineal simple:

$$\text{Fecundidad} = 1152,76 + 431,29 * (W)$$

$$n = 79$$

$$r^2 = 0,24$$

$$S_a = 2582,87$$

$$S_b = 86.79$$

$$S_{yx} = 2820.01$$



La fecundidad parcial promedio, utilizando el ajuste del a1o 2005, correspondiente a los 60 lances de pesca efectivos, vari3 de 8.991 a 12.464 ovocitos por hembra. La fecundidad media poblacional resulta de 10.560 ovocitos, con una varianza de 56.381 y un coeficiente de variaci3n de 2,2%. Este estimado resulta m1s alto en comparaci3n al a1o 2004, estando sin embargo dentro de los valores m1s bajos de la serie (**Fig. 37; Tabla 11**). Esto se debe a que los ejemplares en los que se basa la regresi3n del a1o 2004, se encuentran restringidos a un rango estrecho de pesos (o tama1os), comparados a los obtenidos en otros cruceros.

**8. Objetivo espec1fico 2.7 “Estimar la biomasa del stock desovante de anchoveta y su varianza asociada, incluyendo la covarianza de los par1metros de adultos”**

La biomasa desovante estimada con el ajuste de la fecundidad parcial con los datos del 2005 resulta en 1.063.496 ton, con una varianza de 2,09125E+11 y un coeficiente de variaci3n de 44,49%.

Al aplicar la funci3n de fecundidad global con los a1os disponibles de aplicaciones del MPH, result3 en una biomasa de 693.750 ton, con una varianza de 1.13983E+11 y un coeficiente de variaci3n de 31,75%.



**9. Objetivo espec3fico 2.8 “Realizar un an3lisis de la distribuci3n espacial de huevos asociada a variables oceanogr3ficas, utilizando las bases de datos de los proyectos anteriores y los resultados del presente proyecto”**

**9.1 Exploraci3n de las relaciones entre la distribuci3n de huevos de anchoveta y las variables temperatura y salinidad**

La **figura 38** presenta la distribuci3n de los huevos de anchoveta de los cruceros realizados en la temporada de invierno entre los a3os 1992-2005. Asimismo, en las **figuras 39 y 40** se observan las reparticiones espaciales de la temperatura y salinidad del mismo per3odo.

En 1992, los huevos de la especie presentaron una expansi3n espacial relevante, sin embargo esta distribuci3n se relaciona en general con bajas densidades. El foco que registra las mayores densidades cubre desde Pisagua hasta Iquique, a una distancia de 15 mn de la costa, en t3rminos espaciales, se puede visualizar que los mayores focos se encuentran asociados a los bordes internos que forman las aguas de 15 y 16°C, temperaturas donde se ubic3 la mayor cantidad de huevos de la especie (**Fig. 41a**). En el caso de la salinidad, 3stas registran altos valores asociados al evento “El Ni3o”, incluso alcanzando los 35,5 psu al norte de Iquique (**Fig. 40**). La asociaci3n entre las variables muestra que los huevos se encuentran desde los 34,7 a 35,2 psu con una n3tida predominancia en salinidades entre los 34,8 y 35 psu (**Fig. 41b**).

Durante los a3os 1995 y 1996, los huevos poseen una baja repartici3n geogr3fica, pero con mayores niveles de concentraciones; es as3 como es posible detectar n3cleos muy densos de huevos, los que se localizan entre Iquique y Tocopilla, vinculados preferentemente a aguas de 14-16°C (**Fig. 39 y 41a**), y a los bordes de



los gradientes térmicos. En cuanto a las salinidades, se destaca el descenso de los registros, los cuales no superan los 35,1 psu, situación por la cual los huevos de la especie tienden a agruparse en un rango de salinidades más bajas, de 34,3 a 34,9 psu, con una preferencia por los 34,5-34,7 psu (**Fig. 41b**)

En el año 1997 se observó un comportamiento espacial distinto que el de los años precedentes con una distribución mucho más desplazada hacia el sur, debido tal vez a los efectos del evento cálido de “El Niño”, no obstante lo anterior se vuelven a detectar tres núcleos principales: el primero se localizó frente a Arica muy asociado a la costa; el segundo, se localizó frente a los 21°S a una distancia entre 40-50 mn siendo el más importante; y el tercero se situó entre Mejillones y Antofagasta (**Fig. 38**). La temperatura superficial del mar presentó un gran aumento debido al evento cálido de ese año, destacándose que el núcleo de mayor densidad de huevos estuvo relacionado con el borde costero que presentó aguas con valores de 18 a 19°C (**Fig. 39**). Durante este año, los huevos se presentaron en un rango de 15-21°C, con una predilección por las temperaturas de 17-18°C (**Fig. 41a**) De igual manera, la salinidad experimentó un importante incremento, incluso superando los 35,3 psu en el sector norte de la zona de estudio; los huevos se distribuyeron en el rango 34,7-35,2 psu, no obstante, se asocian mayoritariamente a salinidades superiores a los 34,8 psu (**Fig. 41b**).

Durante 1999, la cobertura geográfica de los huevos disminuye significativamente, siendo la menor de los años analizados, sin embargo se detectan grandes densidades, un primer sector se extiende desde los 20°30'S hasta Tocopilla y es un núcleo netamente costero que no sobrepasa las 5 mn de la costa; el segundo se ubica a unas 50 mn frente a Tocopilla y el tercero se encuentra entre Mejillones-Antofagasta y se caracteriza por una altísima densidad de huevos y por su cobertura netamente costera. Respecto a la relación con la temperatura se observa que el



primer n3cleo se encuentra en aguas surgentes, en tanto que el 3ltimo y m3s importante est3 asociado a una masa de agua fr3a de temperaturas de 13-14°C (**Fig. 39**). Durante este a3o los huevos se ubicaron entre los 13 y 17°C, sin embargo las m3s altas concentraciones se encontraron relacionadas con aguas de 14 y 15°C. En cuanto a las salinidades observadas, 3stas decaen considerablemente y se ubicaron en el estrato 34,4 a 35,2 psu. A su vez, en este 3ltimo per3odo la ocupaci3n espacial de los huevos fue muy baja, no obstante la baja cantidad de huevos de la especie, 3stos se concentran en el estrato 34,7-35,1 psu y se asociaron mayoritariamente a la moda de 34,8 psu (**Fig. 40 y 41b**).

El a3o 2000 presenta una gran ampliaci3n en la extensi3n geogr3fica de los huevos de anchoveta, sin embargo no se aprecian n3cleos de alta densidad de huevos a excepci3n de la zona cercana a Tocopilla, donde se observa un gran frente t3rmico formado por aguas de 16 y 17°C, destac3ndose que en sus bordes externos se localizan las mayores densidades de huevos (**Fig. 38**). En este a3o, debido al notable predominio de las aguas entre 15 y 16°C se produce una alta concentraci3n de los huevos en estas temperaturas. En relaci3n a las salinidades, 3stas se sit3an entre los 34,2 psu (en el sector sur) y 34,9 psu (en el sector norte), en este a3o los huevos se disponen en el rango 34,2-34,9 psu, con una n3tida inclinaci3n por los 34,8 y 34,9 psu, cabe destacar que las concentraciones m3s significativas (en los alrededores de Tocopilla) se sit3an en los bordes del gradiente salino formado por las aguas de 34,7 y 34,8 psu (**Figs. 40 y 41b**).

Durante el 2001, nuevamente la cobertura geogr3fica de los huevos sufre una gran contracci3n y en conjunto con el a3o 1999 son los de menor repartici3n espacial; no obstante lo anterior, se detectan sectores que registran una gran densidad de huevos, el primero se extiende desde los 20°30'S hasta Tocopilla y es un n3cleo claramente costero y que tiene una gran densidad de huevos; y el segundo centro se



ubica frente a Antofagasta y se caracteriza por una gran concentraci3n de huevos, con una extensi3n muy costera que no sobrepasa las 5 mn de la costa. En cuanto a su asociaci3n con la temperatura, se aprecia que los dos n3cleos m3s importantes est3n vinculados a una masa de aguas surgentes que registran temperaturas entre 13 y 14°C (**Figs. 38 y 39**). Para este a3o, los huevos de anchoveta se registran en temperaturas entre los 12 hasta los 18°C, con una leve preferencia por valores entre 14-16°C (**Fig. 41b**). Por su parte, las salinidades fluct3an entre los 34,1 y 35,1 psu, sin embargo los huevos de la especie tienen una marcada preferencia por el rango 34,7-34,9 psu.

En el per3odo 2002 - 2003 se produce un aumento en la extensi3n espacial de los huevos, con una gran cantidad de estaciones positivas en el a3o 2002, en este per3odo se destacaron dos grandes focos: el primero se localiz3 al sur de Arica y se extiende incluso hasta el oeste de los 71°W, 3ste se caracteriz3 por presentar densidades intermedias, y el segundo n3cleo se ubica entre Iquique y el Loa y abarca un 3rea de casi 1.000 mn<sup>2</sup> y registra densidades de m3s de 1.000 huevos/0,05/m<sup>2</sup>. En cuanto a su asociaci3n con la temperatura, los n3cleos se encuentran en aguas que fluct3an entre los 13 y 17°C y en sectores de gradientes t3rmicos relevantes (**Figs. 38, 39 y 41a**). Respecto a la salinidad, los huevos se localizan en el estrato de 34,4-35,2 psu, con una n3tida predilecci3n por el estrato 34,7 y 34,8 psu, lo que es coincidente con lo expuesto en a3os anteriores (**Figs. 40 y 41b**).

Durante el a3o 2004, hay un leve decrecimiento en la cobertura geogr3fica de los huevos, en especial en el sector ubicado al norte de Iquique. En este a3o, se observan tres focos principales: el primero se localiza frente al puerto de Arica y es un foco oce3nico que registra las mayores concentraciones, con densidades superiores a los 1.000 huevos/0,05 m<sup>2</sup> y que se extiende por aproximadamente



280 mn<sup>2</sup>; el segundo centro se ubica frente a Iquique, en un sector muy costero que queda restringido por el borde interno de las aguas surgentes de 15°C, este sector alcanza densidades superiores a los 800 huevos/0,05 m<sup>2</sup> y cubre un área aproximada de 700 mn<sup>2</sup>; por último el tercer núcleo se sitúa frente a Tocopilla y también queda restringido por el borde interno de las aguas de 15°C, concentrándose densidades superiores a los 500 huevos/0,05 m<sup>2</sup> en un área aproximada de 800 mn<sup>2</sup>. En relación a la temperatura, como se mencionó anteriormente, los núcleos principales quedan restringidos por el borde interno de las aguas de 15°C y las mayores abundancias se registraron entre aguas de 14 y 15°C. En cuanto a la salinidad, los huevos de anchoveta se situaron en el rango comprendido entre 34,4-35,1 psu, con una moda en el estrato 34,7-34,9 psu.

El año 2005 se presenta una expansión geográfica de los huevos, con altas concentraciones en la zona de estudio. Al sur de Pisagua se detectaron grandes densidades, en un sector muy costero que registró valores superiores a los 600 huevos/0,05 m<sup>2</sup> y que abarca un área de app 350 mn<sup>2</sup>; el segundo foco se localizó a unas 30 mn frente al Río Loa y alcanzó densidades muy altas que superaron los 2.000 huevos/0,05 m<sup>2</sup> en un área de app. 450 mn<sup>2</sup>; finalmente, el tercer sector se localizó al SW del Río Loa a unas 50 mn de la costa y registró concentraciones mayores a los 650 huevos/0,05 m<sup>2</sup> (**Fig. 38**). En términos espaciales se puede visualizar que los mayores focos se encontraron asociados a los bordes internos que formaron las aguas con 16 y 17°C, (**Fig. 39**) no obstante que la mayor cantidad de huevos de la especie se situó entre los 14-16°C (**Fig. 41a**). En el caso de la salinidad, éstas registraron niveles normales, destacándose una lengua de aguas más salinas al NW de Tocopilla. La asociación entre las variables muestra que los huevos se encontraron desde los 34,4 a 35,1 psu con una preferencia por el estrato entre 34,5-34,8 psu (**Fig. 41b**).



## 9.2 Análisis de los Centros de Gravedad (CG)

En términos generales, los CG no exhiben un comportamiento espacial muy definido. Sin embargo se logró observar ciertas tendencias en algunos años. En el año 1992, el CG se localizó frente a Iquique, siendo ésta la posición más septentrional de todo el período analizado, debido a que los focos de mayor abundancia se localizaron al norte de Iquique, aunque durante este año los huevos presentaron una gran cobertura espacial (**Fig. 42**).

Durante 1995 el CG sufre un gran desplazamiento superando incluso la cuadra de Tocopilla, localizándose en la posición más meridional de todo el período analizado, lo anterior se debería a que en este año la repartición geográfica de los huevos está centrada mayoritariamente al sur de los 21°S, no detectándose núcleos relevantes al norte de esta latitud; asimismo, el foco principal se ubicó en las proximidades de Tocopilla. Por su parte, en 1996 se presentó un cambio en la distribución de los huevos ya que prácticamente no existieron registros de huevos al sur de Mejillones y además se produjo una gran concentración al SW de Iquique a una distancia entre 40-50 mn de la costa, lo que implicó que el CG se ubicara en una región bastante oceánica, a unas 35 mn de la costa.

En el año 1997, debido a que la zona de estudio estuvo bajo la influencia del evento ENOS, los huevos variaron de comportamiento espacial respecto del año anterior, pues se observó una distribución mucho más desplazada hacia el sur, tal vez debido a los efectos del evento “El Niño”, por lo que el CG también se trasladó en dirección sur y se emplazó frente a Tocopilla a unas 20 mn de la costa.

En el período 1999 – 2001, los CG se localizaron levemente desplazados al SW del río Loa, siendo representativo que las mayores agregaciones se registraran en los



alrededores de Tocopilla o bien en Mejillones. Dentro de este lapso de tiempo se destaca el año 2001, que presentó un CG muy costero emplazado a unas 6-7 mn de la costa, debido a que ese año los huevos se reportaron mayoritariamente en las primeras millas náuticas.

Durante los años 2002 - 2003, los CG continúan posicionándose en la cercanías del río Loa pero más desplazados hacia el norte, en estos años los CG también se localizaron en posiciones bastante costeras que no sobrepasaron las 10 mn de la costa y que tuvieron relación con los mayores focos de abundancia que se encontraron en las primeras millas de la costa, en sectores de gradientes térmicos intensos.

El año 2004 presenta un CG desplazado hacia el norte a unas 30 mn de la costa, debido principalmente al foco emplazado frente al puerto de Arica y que es un núcleo oceánico que posee las mayores concentraciones del año, con densidades superiores a los 1.000 huevos/0,05 m<sup>2</sup>.

Finalmente, en el año 2005 los CG muestran que éste se ubicó en un sector oceánico frente del Río Loa lo que está directamente relacionado con las grandes densidades que se registraron en ese lugar en el presente período de estudio. La zona en los alrededores del río Loa mostró grandes agregaciones, y el CG se situó a unas 35 mn de la costa.

### 9.3 Análisis exploratorio de los datos

En los años analizados se monitorearon 6715 estaciones, en la cuales se registraron las variables predictoras, latitud, longitud, temperatura y salinidad superficial del mar, ésta última presenta para el año 1992 una gran cantidad de estaciones sin información (86% de un total de 542 estaciones) (**Tabla 12**), hecho



que repercute en el ajuste de los modelos, por lo que este a1o se ha excluido del an1lisis. Adem1s de las variables predictoras mencionadas se contabiliz3 el n1mero de huevos y por consiguiente, la presencia o ausencia de 3stos. Del total de estaciones analizadas, s3lo en un 30 % de 3stas se registr3 la presencia de huevos, consign1ndose una densidad media por estaci3n positiva de 57 huevos/0,05 m<sup>2</sup> (**Tabla 13**).

En la **Tabla 13** se detalla por crucero el n1mero de estaciones totales, el n1mero de 3stas con presencia y ausencia de huevos y la densidad promedio de las estaciones positivas. En cuanto a la presencia de huevos, los a1os 2000 y 2002 presentaron la mayor proporci3n de estaciones positivas con un 42% y un 53%, respectivamente; mientras que el menor n1mero de estaciones con presencia de huevos correspondi3 al a1o 2001, con un 12% (**Fig. 43**). Respecto a la densidad de huevos, el mayor 3ndice se registr3 en el a1o 2001 con 125 huevos/0,05 m<sup>2</sup>, a1o que present3 la menor proporci3n de estaciones positivas registradas. Se observ3 un aumento en la densidad media de huevos a partir del a1o 1999, los a1os anteriores presentaron las menores densidades medias con valores cercanos a los 37 huevos/0,05 m<sup>2</sup>, mientras que los a1os 2003 y 2005 presentaron la segunda mayor densidad media con valores entre los 70 y 80 huevos/0,05 m<sup>2</sup> respectivamente. Los a1os 1999, 2000, 2002 y 2004 presentaron densidades medias que var3an entre los 50 y 58 huevos/0,05 m<sup>2</sup> (**Fig. 43, Tabla 13**).

Las estad3sticas descriptivas de las variables predictoras latitud, longitud, temperatura superficial y salinidad superficial, junto a las variables de inter3s densidad de huevos, se presentan en la **Tabla 14**. En los diez a1os de estudio se cubri3 un 1rea muy similar, que abarc3 latitudinalmente desde los 18°23' y 26°03'S y longitudinalmente de los 70°5' y 71° 44' W. El a1o 1997 presenta la mayor temperatura superficial del mar promedio con 18° C con un rango de variaci3n de



4°C. El a1o 2005, al igual que los restantes periodos anuales, registraron una temperatura superficial del mar promedio pr3xima a los 16 °C, con un m1ximo rango de variaci3n para el a1o 1995 de 5° C. Para la salinidad superficial del mar, hist3ricamente se han observado promedios en el intervalo de los 34,66 y los 34,98 psu, con un rango m1ximo de variaci3n de 1,37 psu el a1o 1999.

### 9.3.1 Modelamiento estadístico

Los resultados del ajuste de los modelos aditivos generalizados para cada set de datos se resumen en las **Tablas 15 y 16**. Los modelos de efectos principales de cuatro covariables (latitud, longitud, temperatura y salinidad superficial) y un factor correspondiente al a1o, fueron significativos, con pseudo- $R^2$  de 0,15 y 0,09 para los modelos de presencia de huevos y densidad de huevos para las estaciones positivas, respectivamente.

### 9.3.2 An1lisis de presencia / ausencia de huevos

Para caracterizar la relaci3n entre la distribuci3n de huevos con variables de localizaci3n y oceanogr1ficas, se model3 la variable respuesta de presencia de huevos considerando una distribuci3n de probabilidades binomial, con funci3n de enlace logit y un ajuste robusto a trav3s de cuasi-verosimilitud.

Los predictores incorporados en el modelo presentaron un comportamiento no-lineal, confirmado a trav3s de la prueba F (**Tabla 15**). La influencia de cada predictor en la respuesta es presentada gr1ficamente a trav3s de los suavizadores splines c3bicos en la **figura 44**.



En el caso de la presencia de huevos, se puede observar que a latitudes (Lat) inferiores a los 23° S (al norte de Mejillones), existe un efecto positivo en encontrar estaciones positivas con huevos, esto cambia gradualmente al sur de ésta latitud, mostrando un efecto negativo. Por su parte, la longitud (Lon) tiene un efecto positivo para valores entre los 70°36' y 71°12' W y negativo a longitudes mayores, es decir, el proceso de desove parece estar más vinculado a la zona costera que oceánica. En relación con la variable temperatura superficial (TSM), se observa una ventana positiva para valores entre los 15° y 17° C, mientras que para temperaturas fuera de éste intervalo, el efecto es negativo. La variable salinidad (Sal) muestra una alta incertidumbre en el suavizador a salinidades inferiores a las 34,5 psu a consecuencia de la baja ocurrencia de éstas, observándose un efecto positivo en la presencia de huevos por estación entorno a las 34,7 psu, mientras que para salinidades superiores a las 34,8 psu la influencia es negativa (**Fig. 45**).

Finalmente, a partir de los modelos ajustados se puede observar una señal interanual de la respuesta (**Fig. 46**). La señal asociada a los años analizados indica que existió una mayor probabilidad de éxito de encontrar estaciones con presencia de huevos en el año 2005 junto con los años 1997, 2000, 2002 y 2004, mientras que en los años 1995, 1996, 1999, 2001 y 2003 fueron años con baja probabilidad de encontrar estaciones con presencia de huevos, observándose el menor índice para el año 2001.

### 9.3.3 Análisis de la densidad de huevos

Para caracterizar la relación entre la densidad de huevos con variables de localización y oceanográficas, se modeló la variable respuesta (logaritmo de la densidad), considerando una distribución de probabilidades normal, con función de enlace identidad y un ajuste a través de un método robusto.



Los predictores incorporados en el modelamiento de la densidad de huevos presentaron un comportamiento no-lineal (**Tabla 16**). La influencia de cada predictor en la respuesta es presentada gráficamente a través de los suavizadores splines cúbicos en la **figura 45**.

Las estaciones con presencia de huevos se observaron en todo el rango de latitud cubierto, pero con una mayor concentraci3n de éstas al norte de los 24°30' S, de igual manera la funci3n suavizada para la latitud muestra que al norte de los 23° S existe un efecto positivo sobre la densidad de huevos y la influencia es negativa a latitudes superiores. Por su parte, el efecto de la funci3n suavizada para la longitud muestra que el proceso de desove aparece vinculado a una zona más costera que oceánica, teniendo un impacto positivo gradual en la densidad de huevos el área localizada al este de los 70°22' W.

En relaci3n a la temperatura, se puede observar que las estaciones con huevos se localizaron principalmente entre los 14° y 18° C y que temperaturas inferiores a los 16,5° C tienen un efecto positivo sobre la densidad de los huevos sobre éste valor la influencia es negativa. Cabe destacar que temperaturas fuera del intervalo de los 15,14° C y los 17,29° C, poseen una alta incertidumbre en la estimaci3n reflejada por las amplias bandas de confianza del suavizador.

La figura relacionada con la variable salinidad, muestra que los huevos estuvieron presentes en un rango que va entre las 34,40 y 35,30 psu, observándose una influencia negativa sobre la densidad de huevos a salinidades mayores a los 34,9 psu, la funci3n suavizada presentó una alta variabilidad para salinidades fuera del intervalo de 34,50 y 35,10 psu, reflejada en la amplitud de las bandas de confianza (**Fig. 45**).



La contribuci3n parcial del factor a1o indic3 tanto para el a1o 2005 como para 1997, 2000, 2002 y 2004 que se tuvo un efecto positivo en la densidad de huevos, coincidiendo con los periodos con mayor probabilidad de 3xito de encontrar estaciones positivas. La mayor densidad se registr3 en el a1o 1997.





## VIII. DISCUSI3N

---

De la informaci3n oceanogr3fica recopilada durante el crucero de invierno en la zona norte, realizado en septiembre y primera semana de octubre de 2005, se desprende que 3sta se encuentra bajo una situaci3n fr3a y de baja salinidad. Tanto en temperatura y salinidad superficial se observ3 un claro predominio de valores de anomal3as negativas entre Arica y bah3a Moreno (Antofagasta), siendo m3s importantes aquellas de temperatura ubicadas en el sector oce3nico entre Arica y punta Jun3n y entre los 22° y 25°S, con valores > 1°C, y las de salinidad, en los mismos sectores, con valores negativos que superaron los -0,1 psu, alcanzando m3ximos de -0,4 psu, a lo que se suma el sector entre Antofagasta y rada Paposu (25°S) donde las anomal3as indicadas superaron los -0,2 psu.

Las diferencias encontradas en temperatura entre el nivel superficial y el de 50 m, dan cuenta tambi3n de la condici3n fr3a superficial que se se3ala, dado que en comparaci3n con la misma informaci3n de septiembre de 2004 (Braun *et al.*, 2005a), 3stas son hasta 2°C menores en la mitad norte y 1°C en la mitad sur de la zona de estudio. En el caso de la salinidad, y en comparaci3n con el mismo per3odo de invierno de 2004, las diferencias entre ambos niveles de profundidad fueron de aproximadamente 0,1 psu.

Las temperaturas superficiales del mar obtenidas con sat3lite del per3odo junio octubre, se3alaron para el trimestre junio-agosto condiciones similares a los promedios hist3ricos de cada mes calculados por IFOP (Braun *et al.*, 2002), sin embargo la primera y cuarta semana de septiembre (tercera sin informaci3n), evidenciaron condiciones cercanas a 1°C bajo el promedio (Braun *et al.*, 2005c). El mes de octubre, en tanto, mostr3 claramente una situaci3n fr3a, la que fue m3s



importante en el sector centro norte de la zona, donde las desviaciones respecto del promedio fueron de hasta  $-2^{\circ}\text{C}$  entre Caleta Camarones ( $19^{\circ}\text{S}$ ) e Iquique ( $20^{\circ}10'\text{S}$ ). En la franja de las primeras 30 mn de la costa, tambi3n hubo menores valores de TSM respecto del promedio.

La circulaci3n geostr3fica en la zona de estudio tuvo un claro predominio de flujos hacia el norte en el 3rea Antofagasta-ChaÑaral, sin embargo, al norte de este sector los flujos presentaron una disminuci3n de las velocidades y m3s variabilidad en la direcci3n lo que no corresponde al patr3n de circulaci3n definido para el mismo periodo mensual y zona (Blanco *et al.*, 2001), el cual describe un predominio de flujo hacia el norte.

En comparaci3n con septiembre de 2004, cuando se seÑalaron condiciones normales para la zona (Braun *et al.*, 2005a), algunas caracter3sticas descritas para la termoclina y la capa de mezcla del actual muestreo, presentaron diferencias. En este sentido, la capa de mezcla se observ3 de 5 a 10 m m3s profunda en la mitad norte, mientras que en la mitad sur de la zona estuvo cercana a los 10 m. Respecto a la termoclina, el sector Arica - rada Paposos present3 un espesor de termoclina en promedio 5 m m3s delgado s3lo en la mitad norte, diferencia que puede considerarse importante, ya que el rango completo para esta variable por lo general es entre 5 y 15 m para el per3odo. La base de la termoclina en la misma 3rea se registr3 tambi3n entre 5 y 10 m menos profunda, sin embargo, en toda la zona el valor de temperatura en la base de 3sta fue de  $1^{\circ}\text{C}$  menor, mientras que el gradiente t3rmico promedio y m3ximo en la termoclina disminuy3 en  $0,1^{\circ}\text{C}$ . Las caracter3sticas reci3n seÑaladas para la termoclina indican entonces que la disminuci3n de la temperatura, principalmente en la mitad norte de la zona, se registr3 tambi3n en la vertical, al menos en los primeros 50 m.



Lo anterior es concordante con lo se~alado por las anomalías térmicas presentadas para las transectas de Arica (18°25'S), punta Lobos (21°S) y Antofagasta (23°40'S), las que mostraron valores negativos en los primeros 70 m y estuvieron acompañadas de anomalías negativas de salinidad en la misma capa de agua.

Los porcentajes de participaci3n de masa de agua (PPMA) obtenidos de secciones perpendiculares a la costa hasta las 100 mn y 500 m de profundidad durante el crucero "Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas en la I y IV Regiones, a~o 2005", realizado durante septiembre de 2005 en la misma zona, presentaron diferencias con respecto al a~o 2003 y 2004 (Braun *et al.*, 2005c).

Respecto a esta variable, se indic3 en ese informe que el agua subtropical (AST) en el a~o 2004 (Braun *et al.*, 2005a) registr3 un PPMA entre un 10 y un 20% mayor en los primeros 20 m, midiéndose las mayores diferencias entre Arica y punta Junín (19°40'S). Con respecto al per3odo de invierno de 2003 (Braun *et al.*, 2005b) y tomando en cuenta que abarc3 solamente el área Arica-bahía Moreno, se observ3 la misma tendencia, aunque fue en general s3lo un 10 % menor en el 2005. Con respecto al agua subantártica (ASAA), la mayor diferencia se observ3 en la franja costera, donde los PPMA del a~o 2005 fueron menores en hasta un 20% a lo observado en 2004, principalmente entre Arica y rada Paposo. Desde bahía Moreno a Chañaral, la situaci3n es contraria, dado que en general, se registr3 un aumento de los PPMA en relaci3n al 2004 (Braun *et al.*, 2005a) desde las 20 mn de la costa hacia el oeste. Respecto al a~o 2003, tambi3n se observaron diferencias, las que fueron en el 2005 s3lo hasta un 10 % menores (Arica – Antofagasta) (Braun *et al.*, 2005b).



La disminución de AST y ASAA señalada entre Arica y punta Copaca (22°20'S, T25), significó una mayor participación del agua ecuatorial subsuperficial (AESS) durante septiembre de 2005 en comparación con los años 2003 y 2004 (Braun *et al.*, 2005a, Braun *et al.*, 2005b). En forma particular, las diferencias fueron de hasta un 30% con el 2004, mientras que en relación al año 2003, éstas fueron menores, llegando sólo hasta un 10%, sin embargo, el gradiente característico de aumento de PPMA con la profundidad se ubicó en el período de 2005 más cerca de la superficie, lo que en definitiva significa también un aumento de la participación de AESS en la capa de los primeros 100 m.

La clorofila a (cloa) en invierno de 2005 se distribuyó ampliamente hacia el oeste, formando lenguas y focos productivos ( $> 1 \mu\text{g/L}$ ). que incluso alcanzaron las 100 mn en algunos casos. Las situaciones más notables se detectaron en las transectas de Arica (T1), punta Copaca (T25).

Las concentraciones de cloa, en general, estuvieron altas. En este sentido, el rango de valores superficiales para toda la zona de muestreo (0,2 a  $20 \mu\text{g/L}$ ) fue mayor que el reportado en 2004 (0,041 y  $10,8 \mu\text{g/L}$ ) (Braun *et al.*, 2004). En comparación con los resultados de invierno de 1994 (Castillo *et al.*, 1995), ocasión que la grilla de muestreo fue más densa y que abarcó hasta Coquimbo, se puede indicar que el rango de concentraciones fue inferior a los del actual crucero ( $< 0,5$  y  $> 12 \mu\text{g/L}$ ), sin embargo, al igual que en 2005 se registraron amplias extensiones hacia el oeste de algunos núcleos pigmentarios costeros.

En comparación con la serie histórica de cloa de los períodos de invierno desde 1994 a la fecha y que abarca el área Arica - bahía Moreno, se puede decir que el muestreo de invierno de 2005, tuvo las mayores concentraciones de la serie. Los muestreos que le siguen en el nivel de concentración, de los núcleos productivos



son los de invierno de 1994, 1998 y 2004, mientras que la extensi3n de los focos fue s3lo similar a lo observado en los a3os 1995 y 2004. (Braun *et al.*, 2005c).

Los feopigmentos (feop) mantuvieron en el 3rea de muestreo concentraciones inferiores a la cloa, principalmente en la zona costera, lo que indica el buen estado fisiol3gico de las c3lulas fitoplanct3nicas. En el sector de Arica (18°25'S), donde la cloa registr3 el mayor valor del muestreo (21 µg/L), los feop exhibieron valores proporcionalmente muy bajos (2 µg/L), por lo que la actividad fitoplanct3nica en esta zona estar3a bajo un r3gimen muy productivo, mientras que, en el sector de punta Copaca (T25), ambas variables denotaron valores cercanos entre s3, lo que podr3a se3alar una intensa actividad de pastoreo en este sector.

Por otra parte, la distribuci3n de fluorescencia in vivo (fliv) superficial, sigui3 una distribuci3n similar a la de cloa, aunque, debido a la mayor densidad de datos disponibles tanto en superficie como en la vertical, la fliv present3 estructuras que no necesariamente se observaron en la cloa. En este sentido, ya que el coeficiente de determinaci3n entre la cloa y fliv fue  $> 0,8$ , se puede decir que la fliv represent3 adecuadamente la distribuci3n de cloa. Sin embargo, las mediciones de fliv pueden ser usadas solamente como un indicador relativo de cloa, por lo tanto, los resultados obtenidos al utilizar la ecuaci3n lineal para la transformaci3n de fliv a cloa deben ser usados solamente como un indicador del rango probable de concentraci3n de cloa (Castillo *et al.*, 1996). Por lo tanto, como resultado del ajuste se puede indicar que los focos de fliv que se encontraron en la zona costera desde Iquique a punta Arenas, punta Cobija a Mejillones y punta Plata a Tal-Tal, con valores que superaron los 5 volt, podr3a contener valores de cloa cercanos a 7 µg/L. Los valores extremos m3s altos de las mediciones de cloa, no se vieron reflejados en las mediciones de fliv.



En el plano vertical (hasta los 100 m), las transectas tuvieron una característica en com3n al presentar todas un n3cleo eutr3fico ( $> 1 \mu\text{g/L}$ ), situaci3n que es poco habitual para la zona, destacándose que las menores concentraciones en el a3o 2005 se registraron en la transecta de bahía Moreno ( $23^{\circ}40'S$ ), con un n3cleo aunque peque3o con valores que superaron los  $2 \mu\text{g/L}$ . En comparaci3n con el muestreo de 2004, a pesar que las transectas de la parte sur no coinciden exactamente, se puede decir que, al igual que en esta oportunidad, todas presentaron un n3cleo eutr3fico, teniendo los menores valores punta Ballenita con s3lo un foco de alrededor de  $1 \mu\text{g/L}$ .

Otra situaci3n atípica en este muestreo fue la gran extensi3n hacia el oeste de los n3cleos, los que sobrepasaron las 40 mn en punta Junín ( $19^{\circ}40'S$ ), punta Lobos y punta Copaca ( $22^{\circ}20'S$ ), así tambi3n los n3cleos eutr3ficos que se desarrollaron entre las 70 y 100 mn en Arica. Lo anterior sugiere una mayor concentraci3n pigmentaria y mayor distribuci3n durante el invierno de 2005 en comparaci3n con el 2004, ocasi3n en que los n3cleos eutr3ficos s3lo alcanzaron hasta un m3ximo de 70 mn de la costa.

La distribuci3n vertical de la cloa en el presente muestreo, se vio bien representada por la distribuci3n de clorofila integrada (cloaint), ya que destaca los n3cleos oceánicos subsuperficiales que no se pueden observar en la distribuci3n superficial. En esta oportunidad, el valor m3s alto de cloint del muestreo fue mayor que el registrado en los per3odos de invierno de los a3os 1994 y 2004 (Castillo *et al.* 1995; Braun *et al.*, 2004).

El aumento en la biomasa pigmentaria coincidi3o con un aumento en la capa de mezcla con respecto al a3o 2004 y con un aumento en la participaci3n del AESS en la capa superficial de la parte norte de la zona de estudio, masa de agua que



estaría entregando los nutrientes necesarios para la actividad biológica del fitoplancton, sobre todo en los sectores más alejados de la costa.

La distribución vertical de fliv, al igual que en la cloa vertical, indic3 bajos valores en las inmediaciones de bahía Moreno. Debido a la mayor densidad de puntos de muestreo de la fliv, se registraron estructuras de distribución distintas entre ambas variables, es así como el núcleo de cloa de Arica no fue registrado por la fliv con la misma intensidad de la cloa, mientras que, similar situación se registr3 en las estaciones costeras de las transectas de punta Junín, punta Lobos, punta Copaca y Tal-Tal (25°20'S), donde los valores > 10 µg/L no fueron bien representados por la fliv. Las dos transectas donde se registraron los mayores valores de fliv, no coincidieron con el muestreo de cloa.

El análisis de las series de tiempo de informaci3n de temperatura, salinidad, OD y clorofila mensual correspondiente a las estaciones costeras fijas (Arica, Iquique y Mejillones) en octubre (Braun *et al.*, 2005c), indic3 que las tres localidades registraron a nivel subsuperficial una disminuci3n de la temperatura, lo que se manifestó por la presencia de valores menores a 13°C bajo el nivel de 30 m, condici3n que no se presentaba en Arica desde hace un ańo, dos en Iquique y tres ańos en Mejillones. Por otro lado, tambi3n en octubre, se reportaron en las tres estaciones de vigilancia valores relativamente altos de oxígeno disuelto superficial, sin embargo, el LSCMOD principalmente en Iquique y Mejillones, se observ3 a poca profundidad lo que podría ser una respuesta a la participaci3n de AESS en la surgencia. A la vez, la clorofila present3 altos valores pigmentarios, lo que podría seńalar una influencia biológica sobre el OD debido al proceso de fotosíntesis. Por lo tanto, las concentraciones de OD superficial podrían ser el resultado, por una parte, de la actividad biológica y por otra, la mezcla turbulenta característica de los meses de primavera. Los resultados obtenidos en las estaciones de vigilancia permitieron corroborar la distribuci3n de cloa seńalada por la imagen de color, la



cual indic3 que gran parte del sector norte y sector costero desde el r3o Loa hasta Mejillones, estuvo con una importante cobertura de valores de clorofila altos (Braun *et al.*, 2005c).

Se destaca en las series de estas localidades la clara tendencia a la simultaneidad en el desarrollo de eventos de m3ximos y m3nimos y, en la mayor3a de los casos de eventos positivos, con valores de 3ndice de surgencia (IS) similares. Los IS promedios de Iquique mostraron en los gr3ficos, en general, un retardo que fue de unas horas hasta 2 d3as en la ocurrencia de estos eventos, respecto a lo registrado en Antofagasta.

Iquique mostr3 en general menores IS promedio y menor variabilidad en la serie en comparaci3n con aquellos de Antofagasta. Se destac3 en la serie de 3sta 3ltima localidad una disminuci3n de las intensidades de los IS promedio durante el mes de Septiembre, respecto a la informaci3n de agosto y octubre. De acuerdo a la misma informaci3n correspondiente a los meses de agosto y septiembre de 2004 (Braun *et al.*, 2005), se puede se3alar que en el actual muestreo hubo una menor ocurrencia de eventos de IS negativos en el per3odo. As3 tambi3n se puede indicar que durante la segunda quincena de agosto de 2005, se presentaron magnitudes de IS mayores en relaci3n con igual per3odo del a3o anterior, sin embargo, al comparar los IS promedios de septiembre de ambos a3os, los de 2005 tienden a ser menores.

Lo 3ltimo, no concuerda con lo indicado por los vientos horarios medidos durante el crucero de 2005, los cuales se3alan para el per3odo de muestreo una mayor intensidad del viento (con m3s de un 90% de los registros de viento con componente favorable a la surgencia) respecto al mismo per3odo de los a3os 2001 a 2004. En relaci3n a esto 3ltimo, se puede indicar que el 42% de los vientos medidos en el crucero de 2005 tuvieron una intensidad menor a 5 m/s. mientras



que en el 2004 este porcentaje fue de un 75%. Según lo recién señalado, hubiera sido esperable encontrar, en general, mayores IS promedio respecto al año anterior. Tal diferencia en lo mostrado por ambas variables puede deberse a que los vientos medidos en la costa no son necesariamente representativos de lo que ocurre en el sector oceánico, zona a la que mayoritariamente corresponden las mediciones de viento horario durante el crucero.

Los IS mayores a  $500 \text{ m}^3/\text{s}$  calculados para los días previos de la realización de las transectas de caleta Chipana ( $21^{\circ}20'S$ ) a punta Copaca se asocian a la presencia de menores TSM en la zona costera de esas localidades, y a la extensión de éstas hacia el sector oceánico que llegan hasta las 25 y 40 mn, respectivamente. Las transectas de Arica, Iquique y Antofagasta, por su parte, no muestran una extensión importante hacia el sector oceánico de las menores TSM medidas en el sector costero, lo que se asociaría también a los bajos valores de IS ( $< 500 \text{ m}^3/\text{s}$ ) calculados para los días previos al muestreo oceanográfico de estas secciones.

La información regional publicada por la NCEP/NOAA para el mes de octubre es concordante con lo señalado respecto de la condición fría para la costa chilena, señalada al comienzo de este análisis, pues en ella se indica que las TSM a lo largo de la costa sudamericana ha estado en los últimos meses bajo el promedio, situación que se intensificó en el mes de octubre frente a Perú y Chile ([http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/enso\\_advisory/](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/), revisado noviembre 2005). Lo anterior, sería efecto de una intensificación de los vientos en el Océano Pacífico. En el área oceánica, los valores de anomalía de TSM de la NCEP/NOAA y los de TSM satelital de octubre, obtenidos con los promedios de IFOP, son coincidentes (Braun *et al.*, 2005c). El análisis de las condiciones de TSM a lo largo de la costa sudamericana muestran para el mes de octubre valores de  $0,5^{\circ}$  a  $1^{\circ}\text{C}$ , como lo señala el boletín oceanográfico del mes de septiembre publicado por COPAS (<http://www.profc.udec.cl/boletin/intro.htm>,



revisado en noviembre de 2005), detectándose anomalías negativas por sobre 1°C en la costa sur de Perú.

Respecto a los vientos medidos durante la realizaci3n del crucero, éstos se registraron efectivamente más intensos que lo observado en igual periodo de años anteriores. En este sentido, del total de vientos medidos sólo un 42% de ellos tuvo una intensidad bajo los 5 m/s, siendo esta la intensidad mínima para producir mezcla turbulenta (Bakun y Parrish. 1982). Por lo tanto, al comparar la misma informaci3n de los cruceros realizados en septiembre de los años 2001 a 2004 (Braun *et al.*, 2002; Braun *et al.*, 2003; Braun *et al.*, 2005a, 2005b), los que tuvieron un 50%, 79%, 79% y 75% de intensidades menores a 5 m/s, respectivamente, queda en evidencia el aumento de intensidad del viento durante septiembre de 2005. Por otro lado, dado que el 90% de los vientos tuvo una direcci3n favorable a la surgencia, es condici3n entonces para que durante el período de muestreo se haya intensificado el proceso de afloramiento costero.

La intensidad del viento en la zona de estudio, mayor a la observada en los inviernos desde el año 2000, y su direcci3n predominante del segundo y tercer cuadrante, serían una causa de la condici3n fría y de baja salinidad encontrada en el sector oceánico. El viento registrado, por tanto, generaría una intensificaci3n del transporte de agua subantártica desde el sur, una intensificaci3n de los procesos de surgencia costero que aportan aguas frías desde la costa y un aumento de la turbulencia y con ello un aumento de espesor de la capa de mezcla (CM) en la zona, sin descartarse otros procesos físicos asociados al viento, que no se observan con la informaci3n disponible.

En comparaci3n con la distribuci3n de los huevos de anchoveta registrados en el crucero de invierno de 2004 (Braun *et al.*, 2005) se encontró que la disposici3n espacial exhibida en invierno de 2005 abarcó un área mayor hacia el oeste,



principalmente de Arica a Punta Arenas. Al comparar estos dos per3odos se obtiene que ambos registraron rangos de valores similares en las variables de temperatura y salinidad respecto de la ubicaci3n de los huevos, sin embargo, en el invierno 2004 se detectaron mayores temperaturas en el sector oce3nico respecto del 2005, mientras que en el sector costero se formaron frentes t3rmicos costeros donde se ubicaron los huevos en esa oportunidad. En la CM, el sector oce3nico en invierno de 2004 tuvo menores espesores, ubic3ndose los huevos en aquella oportunidad en el 3rea costera con CM menores a 5 m. En el espesor de termoclina (ET), los huevos en aquel per3odo se ubicaron en un 3rea con espesor no mayor a 10 m, similar a lo encontrado en el a3o 2005, mientras que la profundidad m3xima de la termoclina se caracteriz3 en el invierno de 2004 por valores menores en aproximadamente 10 m respecto al del actual per3odo, no obstante los huevos se ubicaron en el 3rea en que 3sta no super3 los 40 m de profundidad, lo que ocurri3 en las cercan3as de la costa. Con respecto a la distribuci3n pigmentaria, este a3o al igual que en el 2004, se registraron grandes extensiones tanto de los focos de cloint como en la fliv y de huevos de anchoveta en el sector central del 3rea de estudio, sin embargo, en ese per3odo este foco estuvo asociado a valores altos de fliv (> 5 volt) a diferencia de 2005, que estuvo asociado principalmente a valores de entre los 2 y 4 volt.

La informaci3n regional de las condiciones oceanogr3ficas y meteorol3gicas del Oce3no Pac3fico ecuatorial, junto con el incremento de valores positivos del Indice de Oscilaci3n del Sur, se3al3 para fines de septiembre, fecha de t3rmino del crucero MPH 2005, condiciones neutrales cercanas a los promedios hist3ricos en la regi3n (Bolet3n oceanogr3fico N3 5), lo que hac3a suponer en ese momento la continuaci3n de condiciones neutrales por un per3odo de hasta seis meses. Sin embargo, en enero de 2006 la NOAA declar3 una condici3n fr3a "La Ni3a" para esa regi3n, momento en que se presentaban por varios meses consecutivos, anomal3as negativas en el sector oriental del Pac3fico Ecuatorial y en la costa



sudamericana, incluyendo la zona norte de Chile. (Bolet3n oceanogr3fico N° 8). Contrario a lo esperado, a partir de ese mismo mes, las TSM en la costa sudamericana aumentaron considerablemente, alcanz3ndo en febrero hasta +1°C en la regi3n Niño 1+2 y de hasta +2° C en la costa de Per3 y norte de Chile (Bolet3n oceanogr3fico N°9). Durante el mes de marzo se mantuvo la condici3n “La Niña” en el sector del Pac3fico central, sin embargo, las anomal3as negativas disminuyeron a valores menores de 0,5°C, mientras que las anomal3as positivas de la regi3n costera de Sudam3rica decrecieron tambi3n considerablemente, registr3ndose en la regi3n Niño 1+2 valores menores a 0,5°C. Lo anterior signific3 que hacia fines de marzo de 2006 se mantuvieran las condiciones “La Niña” pero con una tendencia hacia condiciones neutrales (Bolet3n oceanogr3fico N°10).

Las condiciones oceanogr3ficas y meteorol3gicas registradas en marzo de 2006 en el Pac3fico ecuatorial apoyaron los pron3sticos de continuidad de condiciones fr3a “La Niña”, al menos hasta mediados de 2006, y sugieren condiciones ENSO-neutrales en el Pac3fico tropical durante el segundo semestre ([http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/enso\\_advisory/translate.html](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/translate.html), consultado el 6 de abril de 2006). Durante el primer trimestre de 2006, la zona norte de Chile se mantuvo con condiciones de TSM positivas, pero con anomal3as dentro de los rangos considerados normales (0 a 1°C de anomal3a), excepto durante un par de semanas en febrero (bolet3n oceanogr3fico N° 8, N° 9 y N° 10).

De acuerdo a la condici3n actual y el pron3stico para la regi3n ecuatorial, como tambi3n a las condiciones y tendencias locales de la zona norte de Chile, se espera para esta 3ltima zona que se mantengan condiciones neutrales a levemente fr3as durante el segundo trimestre de 2006.



Al examinar visualmente el patr3n de distribuci3n de los huevos se observa que en general poseen un patr3n de cobertura geogr3fica costero y que las mayores agregaciones se encuentran en las primeras millas de la costa. Por su parte, Oliva *et al.* (2002) que indican que los focos m3s importantes de huevos de anchoveta tienden a ubicarse en las primeras millas en los bordes internos de gradientes t3rmicos y salinos. Asimismo, tambi3n es importante destacar que en invierno las reparticiones espaciales del ictioplancton se encuentran en posiciones m3s oce3nicas debido a una mayor cobertura territorial del ictioplancton en este per3odo, apreci3ndose grandes agregaciones (Braun, 1996), ya que es la 3poca de desove principal y por otro lado la de mayor abundancia de larvas (Morales *et al.*, 1996).

De manera general, en la zona de estudio se aprecian tres sectores donde se observan registros de huevos de manera recurrente, el primero est3 localizado en los alrededores del puerto de Arica y tiene una baja extensi3n espacial; el segundo n3cleo se ubica en las proximidades de punta Lobos y es el foco principal en t3rminos espaciales y temporales y se caracteriza por abarcar una amplia zona; y un tercer sector se emplaza frente al puerto de Antofagasta y se caracteriza por su extensi3n costera. En este sentido, es importante se3alar que los tres principales focos de abundancia de huevos y larvas coinciden con las 3reas de surgencias m3s relevantes del norte de Chile. Efectivamente en un trabajo realizado por Barbieri *et al.*, (1995), en el cual se emplean 1.867 im3genes satelitales de TSM para estudiar los fen3menos asociados a la estructura t3rmica en la zona de estudio observan la presencia de n3cleos de surgencia durante todo el a3o en las siguientes localidades: alrededores de Arica (18°35'S), punta Pichalo (19°35'S), entre las latitudes 20°31'S a 21°01'S (proximidades de punta Lobos), punta Arenas (21°38'S) y en Mejillones (norte de Antofagasta), con una intensidad mayor en verano y menor en invierno.



Tambi3n es importante destacar que los huevos de la especie muestran una leve preferencia por las temperaturas de 15-17°C, lo cual es coincidente a lo mencionado por Braun *et al.*, (2002) y Oliva *et al.*, (2002), quienes indican que en los meses de otoño e invierno el ictioplancton se distribuye preferentemente entre los 15 y 17°C. Por otro lado, Silva *et al.*, (2003) indican que la distribuci3n espacio-temporal de los adultos de la especie ha sido asociada con altos valores de gradientes t3rmicos. En cuanto a la salinidad, se observa que los huevos de anchoveta muestran una nítida preferencia por el rango 34,7-34,9 psu.

Al examinar visualmente el patr3n de distribuci3n de los centros de gravedad se advierte que en general los CG de los huevos se posicionan en las primeras 20 mn de la costa, a excepci3n de los ańos 1996, 2000 y 2004-2005. Lo anterior es concordante con lo mencionado por otros autores que indican que los focos m3s importantes de huevos de la especie tienden a ubicarse en las primeras millas de la costa (Oliva *et al.*, 2002 y Braun *et al.*, 2004). Tambi3n es importante destacar que en el ańo 1997, debido a la influencia del evento ENOS, el centro de gravedad se desplaza hacia el sur, en este sentido Yañez *et al.*, (1993) al analizar la distribuci3n de anchoveta y sardina en la zona norte tambi3n mencionan un desplazamiento de las especies hacia el sur cuando la zona de estudio se ve influenciada por el evento ENOS. Tambi3n se destaca el hecho de que la mayoría de los CG se ubiquen cerca de la desembocadura del río Loa, lo que refuerza la hip3tesis de que este sector es una zona de desove importante, en este sentido, Pizarro *et al.*, (1998) plantean que la desembocadura del río Loa en las cercanías de punta Lobos, es un sector de alta producci3n biol3gica y mencionan que frente a la desembocadura del río Loa en el norte de Chile, entre los 20°30'S - 21°45'S, se han encontrado hist3ricamente concentraciones importantes de huevos y larvas de *Engraulis ringens*.



Al emplear modelos aditivos generalizados qued3 en evidencia la relaci3n no lineal entre los factores de localizaci3n y oceanogr3ficos, la presencia y densidad de huevos de anchoveta en la zona norte del pa3s. Los modelos propuestos son capaces de explicar una buena fracci3n de la variabilidad en los datos, vale decir existe una ganancia de los modelos que incorporan las covariables latitud, longitud, salinidad y temperatura superficial del mar frente a uno sin incorporar dichas variables explicatorias.

El efecto de las funciones suavizadas indica que si bien el desove se produce en todo el rango latitudinal analizado, el 3rea al norte de los 23° presenta condiciones m3s favorables para la presencia y la densidad de huevos. Respecto de la longitud se observa que 3ste es un proceso costero, en efecto longitudes localizadas al este de los 70° 22' W tienen un impacto positivo gradual en la densidad de huevos. En cuanto a las condiciones oceanogr3ficas, temperaturas entre los 15° y 17° C favorecieron la presencia de huevos de anchoveta, verific3ndose un efecto positivo sobre las densidades en el rango de los 15° a 16,5°C; en tanto, salinidades en torno a las 34,7 psu poseen un efecto positivo en la presencia de huevos, mientras que para la densidad de 3stos, salinidades mayores a los 34,9 psu ejercen un efecto negativo. Asimismo, el an3lisis integrado de los cruceros estacionales, indica que las mayores probabilidades de 3xito de encontrar huevos de anchoveta junto con las mayores densidades correspondieron los a3os 1997, 2000, 2002, 2004 y el 2005.

El valor  $P_0$  estimado durante el per3odo de desove del a3o 2005 se encuentra dentro de los m3s altos de la serie hist3rica, siendo levemente inferior al a3o 2004, sin embargo, estuvo por sobre el promedio hist3rico, insert3ndose dentro de los m3s altos desde el a3o 1992 a la fecha. Cabe se3alar que la tasa de mortalidad diaria de huevos en el mar se encuentra relativamente estable en los 3ltimos tres



años, estando dentro de los valores mas altos de la serie anual de aplicaci3n del m3todo de producci3n de huevos, exceptuando 1992. Al relacionar la producci3n diaria con la tasa de mortalidad diaria de huevos, se observa una situaci3n de tipo asint3tica, es decir, bajos niveles de producci3n de huevos muestran bajas mortalidades, estabiliz3ndose la mortalidad sobre cierto nivel de producci3n de huevos. Esto podr3a corresponder a una respuesta ligada a los cambios en el 3rea de desove en funci3n de la disponibilidad (ej.: Captura total del año). Bajos niveles de disponibilidad de anchoveta resultan en una reducci3n del 3rea de desove en torno a ambientes m3s favorables con una baja mortalidad, sin embargo, esta respuesta merece mayor atenci3n para extraer conclusiones v3lidas, ya que  $P_0$  y  $Z$  se encuentran correlacionados en el ajuste.

La frecuencia de desove de anchoveta estimada para el invierno de 2005 es una de las m3s altas de la serie, señalando que durante el per3odo en que se realiz3 la prospecci3n de los adultos de anchoveta, el 19 % de las hembras maduras desovaron a diario, dicho en otras palabras, que en el per3odo de muestreo de 30 d3as, una hembra madura desov3 en promedio, 5 a 6 veces, o cada 5,3 d3as, valor que se encuentra dentro del rango promedio de desove de una hembra, considerando los periodos anuales previos.

La fecundidad registrada para el periodo 2005 derivada del an3lisis de 79 ovarios, es una de las m3s bajas de los 3ltimos 10 años. La baja fecundidad estimada para el año 2004 puede ser respuesta a dos factores principales, ya que actuar3a de manera dependiente con el tamaño y el peso de los ejemplares analizados, variables que presentaron un estrecho rango, insert3ndose tambi3n dentro de los m3s bajos de la serie analizada. El n3mero de ovocitos hidratados por gramo de ovarios, as3 como tambi3n la fecundidad relativa muestran una alta variabilidad interanual, indicando posibles cambios en el tamaño de los huevos a desovar como tambi3n a la energ3a destinada a la reproducci3n. Ya que la fecundidad



parcial presenta variaciones producto de cambios en el tama1o del huevo, disponibilidad de alimento y n1mero de desoves previos dentro de la estaci3n (Hunter y Leon, 1981; Alheit, 1988; Claramunt *et al.* 1994). Sin embargo, para dilucidar estas fluctuaciones es necesario realizar estudios de la variabilidad intra-anual en la fecundidad.

No se observa una buena relaci3n entre la fecundidad espec1fica (N<sup>o</sup> huevos por gramo de poblaci3n) y la producci3n diaria de huevos, esto es el resultado de los par1metros de adultos del modelo de estimaci3n de biomasa ( $F \cdot E \cdot R/W$ ), de acuerdo a lo se1alado por Somarakis *et al.* (2004) para anchovetas europeas. Seg1n estos autores, esto se deber1a principalmente a que en 1reas de upwelling, la producci3n diaria de huevos es generalmente mucho m1s alta para un estrecho rango de valores de fecundidad espec1fica. Probablemente, la condici3n tr3fica y la capacidad de carga de las 1reas de upwelling es mucho mayor que en los mares oligotr3ficos europeos, soportando mucha m1s alta biomasa por unidad de 1rea de mar.

La biomasa estimada corresponde al valor m1s alto de la serie hist3rica de aplicaciones del m1todo, siendo muy similar a la estimada en el a1o 2004. Se mantiene la estrecha relaci3n entre las biombras estimadas y las capturas totales del a1o, la cual es producto de los cambios en las 1reas de desove en funci3n de la disponibilidad o abundancia de anchoveta en la zona norte, asumiendo que la captura total del a1o es un buen indicador de la abundancia/disponibilidad. Es decir, cuando la abundancia/disponibilidad es alta, la anchoveta tiende a desovar en una zona m1s amplia en comparaci3n a a1os de menor abundancia/disponibilidad, lo que implica una utilizaci3n denso-dependiente del h1bitat de desove por la anchoveta.





## IX. CONCLUSIONES

---

1. En invierno de 2005, la intensidad y extensi3n espacial del desove, analizada a trav3s de las densidades promedio por estaciones positivas y totales, en cada caso; mostraron la misma situaci3n con respecto al invierno de 2004. Es as3, como la intensidad de desove y la cobertura geogr3fica exhibieron un incremento igual a 36,8 % y 37,9 %, respectivamente.
2. La actividad reproductiva masiva de la anchoveta entre la I y II regiones, se dio inicio durante el mes de junio, revel3ndose el desove pleno desde la segunda quincena de julio y primera semana de octubre.
3. El invierno de 2005 se situ3 en el segundo registro mas importante de los 3ltimos 14 a3os en cuanto al n3mero de huevos, registrando un incremento de poco menos de un 50% en relaci3n al a3o 2004.
4. Los dos focos de desove mas intensos ( $> 1500$  huevos// $0,05 \text{ m}^2$ ) se localizaron en punta Chipana ( $21^{\circ}20'S$ ) y punta A3a ( $22^{\circ}00'S$ ), cuyas abundancias en conjunto representaron el 21,4% respecto del total de huevos de anchoveta cuantificados.
5. Entre agosto y septiembre la anchoveta adulta se distribuy3 al igual que los huevos desde Arica a Cha3aral ( $26^{\circ}20'S$ ). Los sectores de mayores concentraciones del recurso se ubicaron en el 3rea oce3nica.



6. Las mayores agregaciones de anchoveta se detectaron en dos grandes focos ubicados entre las 20 y 80 mn desde Pisagua a punta Gruesa (20°20'S) y entre las 3 y 60 mn desde caleta San Marcos (21°10'S) al paralelo 22°15'S.
7. Durante el per3odo de m3xima actividad reproductiva (agosto – septiembre de 2005), la biomasa del stock desovante de anchoveta entre la I y II Regiones estimada con el ajuste de la fecundidad parcial de los datos del a3o 2005, fue de 1.063.496 toneladas, mientras que con la funci3n de fecundidad global esta fue de 693.750 ton.

Al comparar la biomasa estimada con a3os anteriores se apreci3 un incremento de un 3,5% respecto del a3o 2004, correspondiendo esta a la m3s alta registrada.

8. La informaci3n oceanogr3fica recopilada durante el crucero de invierno 2005 indic3 para la zona norte de Chile una situaci3n superficial fr3a y de baja salinidad, principalmente en el 3rea Arica - Antofagasta.
9. Los vientos medidos durante el crucero fueron m3s intensos que lo observado en igual mes de los 3ltimos 4 a3os, superando en m3s de un 30% el porcentaje de registro de vientos d3biles respecto al de los tres 3ltimos a3os. Lo anterior, junto con la direcci3n de los vientos favorable a la surgencia, habr3a originado procesos de afloramiento comparativamente m3s intensos.
10. Para el 3rea que abarca s3lo desde Arica a Antofagasta, las concentraciones de cloa fueron las m3s altas de la serie 1994 - 2004.



11. Las mayores concentraciones de clorofila observadas serían producto de una intensa actividad fotosintética del fitoplancton, sustentada por una mayor participación de AESS, el que estaría entregando los nutrientes necesarios a este proceso biológico.
12. Entre octubre y diciembre de 2005 se registraron en la zona norte de Chile condiciones frías a neutrales, lo que cambi3 de neutrales a cálidas en el primer trimestre de 2006. En particular, el mes de febrero de 2006 registr3 condiciones cálidas de hasta +2°C.
13. La informaci3n regional y local hasta marzo de 2006 sugiere que la zona norte de Chile mantendría condiciones neutras a levemente frías durante el segundo trimestre del ańo 2006.
14. Los huevos de anchoveta se localizaron mayorítariamente en aguas cuyo rango de temperatura fluctu3 entre los 14°C y 16°C, con salinidades comprendidas entre 34,5 y 34,8 psu.
15. Los resultados obtenidos del modelamiento estadístico de las variables densidad de huevos y presencia/ausencia de huevos por estaci3n, a trav3s de las variables de posici3n geogr3fica de la estaci3n y las variables oceanogr3ficas, permiten verificar que en general, las mayores densidades de huevos se encuentran al norte de caleta Botija (24°30'S) y en sectores cercanos a la costa.
16. Respecto de la temperatura, se observ3 que entre los 14 y 18°C, se presentaron las máximas proporciones de estaciones positivas a huevos.





## X. BASE DE DATOS

---

La estructura de las bases de datos con toda la informaci3n b3sica que se obtuvo durante la ejecuci3n del proyecto FIP 2005-03 "Evaluaci3n del stock desovante de anchoveta en la I y II Regiones, A1o 2005", se encuentra almacenada en registros magn3ticos, los archivos y el formato de grabaci3n de cada una de las componentes del proyecto se detallan a continuaci3n:

### 1. Datos oceanogr3ficos y meteorol3gicos

La informaci3n oceanogr3fica y meteorol3gica de cada una de las estaciones oceanogr3ficas realizadas durante los cruceros de monitoreo, se encuentran en el siguiente archivo: **CRUCE476**, cuyo formato de grabaci3n (Formulario de codificaci3n), corresponde a una modificaci3n del formato **NODC**. El formato **IFOP** est3 compuesto por un registro de identificaci3n y varios registros de informaci3n:

#### a) Registro de identificaci3n

Campo	Columna de inicio	Formato
pa1s	1	E 2
buque	3	A 2
latitud grados	5	E 2
minutos	7	R 3.1
longitud grados	10	E 2
minutos	13	R 3.1
marsden	16	E 3
a1o	19	E 2
mes	21	E 2



continuaci3n

Campo	Columna de inicio	Formato
día	23	E 2
hora local	25	R 3.1
instituci3n	28	E 2
crucero	30	E 3
estaci3n	33	A 3
prof.ecosonda	36	E 4
máxima profundidad	40	E 2
n° observaciones	42	E 2
trans. Secchi	44	E 2
direcci3n olas	46	E 2
altura olas	48	E 1
período olas	49	E 1
direcci3n viento	50	E 2
velocidad viento	52	E 2
presi3n barométrica	54	R 3.1
bulbo seco	57	R 3.1
bulbo húmedo	60	R 3.1
tiempo	63	E 2
tipo nubes	65	E 1
cant. Nubes	66	E 1
visibilidad	67	E 1
latitud n-s	68	A 1
longitud w-e	69	A 1
tipo de datos	76	A 1
control	80	E 1



**b) Registros de datos**

identificaci3n	1	35 (Repetici3n)
profundidad (m)	36	E 4
temperatura (°C)	40	R 4.2
salinidad	44	R 5.3
ox3geno (ml/l)	49	R 4.4
control	80	E 1

---

**Observaciones:**

Formato tipo: A n: Alfanum3rico

E n: Entero

R n: Real sin el punto (ej. 34.356 en formato R 5.3 es 34356

n: N3mero de columnas

Columna 28 y 29 - c3digos instituci3n : 01=SHOA, 02=IFOP, 03=UCV, 04=SSP y  
05=otros

Columna 76 - c3digos del tipo de datos: B = botellas, C = CTD

Columna 80 - c3digo control : 1 identificaci3n de la estaci3n y 2 3ltimo dato  
observado

---

Los datos meteorol3gicos se encuentran codificados de acuerdo las normas y c3digos del NODC. A continuaci3n se entregan codificaciones realizadas a los datos meteorol3gicos.



ALTURA OLA DOMINANTE			
CODIGO	altura de la Ola		
X	X	altura no determinada	
0	0	a	0.25 m
1	0.25	a	0.75 m
2	0.75	a	1.25 m
3	1.25	a	1.75 m
4	1.75	a	2.25 m
5	2.25	a	2.75 m
6	2.75	a	3.25 m
7	3.25	a	3.75 m
8	3.75	a	4.25 m
9	> 4.25		m

PERIODO DE OLA		
CODIGO	per3odo	
X	calma o no determinado	
2	5	seg o menos
3	6	seg
4	8	seg
5	10	seg
6	12	seg
7	14	seg
8	16	seg
9	18	seg
0	20	seg
1	> 21	seg

TIPO DE NUBE	
CODIGO	NUBE
s	sin nubes
X	nube no visible
0	cirrus
1	cirrocumulus
2	cirrostratus
3	altocumulos
4	altostratus
5	nimbostratus
6	stratoc3mulos
7	stratus
8	c3mulos
9	cumulonimbus

VISIBILIDAD		
CODIGO	distancia de visibilidad	
0	< 50	m
1	50	a 200 m
2	200	a 500 m
3	500 m	a 1 km
4	1	a 2 km
5	2	a 4 km
6	4	a 10 km
7	10	a 20 km
8	20	a 50 km
9	50	km o m3s
x	no registrado	

TIEMPO PRESENTE	
CODIGO	CONDICION
0	despejado
1	parcial nublado
2	capas continuas de nubes
3	r3fagas con polvo o nieve
4	neblina o bruma
5	chubascos
6	lluvia
7	nieve o lluvia y nieve
8	lluvia torrencial
9	tormenta
x	no registrado

OTROS
Direcciones viento y olas grados verdaderos
Intensidad del viento nudos
cantidad de nubes de 0 a 8 partes, 9 = no observado

## 2. Archivo Base datos Adultos 2006.xls

**Descripci3n:** Archivo con la base de datos de ejemplares adultos de anchoveta muestreados en los lances de pesca. Permite estimar los par3metros de adultos:



Peso promedio de hembra, Proporci3n sexual, Fecundidad Parcial y Fracci3n diaria de hembras desovantes.

**Hoja:** Datos Hembras

Columnas corresponden a:

**Lance:** Orden del Lance.

**Orden:** N3mero de orden de la hembra del lance.

**LT(cm):** Longitud Total en cent3metros.

**PT (g):** Peso Total en gramos.

**PE (g):** Peso Eviscerado en gramos.

**PG (g):** Peso G3nada en gramos.

**EMM:** Estado de Madures Microsc3pico seg3n escala en Informe.

**FPO:** Presencia de Fo3culos PostOvulatorios (0, 1 o 2 d3as). 999: Sin FPO.

**PC:** Peso Corporal en gramos (PT-PG).

**Hoja:** Prop. Sexual

Columnas corresponden a:

**Lance correlativo:** Orden de lances de pesca correlativos.

**LANCE:** N3mero de Lance de Pesca

**NO:** N3mero de Orden del ejemplar.

**PT:** Peso Total en gramos del ejemplar

**SEXO:** Sexo del ejemplar. 1: Macho. 2: Hembra



## Hoja: Fecundidad

**NO:** N3mero de orden del ejemplar

**LT:** Longtud Total en cent3metros

**PT:** Peso Total en gramos

**PE:** Peso Eviscerado en gramos

**PG:** Peso G3nada en gramos

**PC:** Peso Corporal en gramos (PT-PG)

**EMM:** Estado de Madurez Microsc3pico seg3n escala. 6: Hidratado

**FECUNDIDAD:** Fecundidad parcial estimada para el ejemplar, en n3mero de ovocitos.

### 3. Archivo: Base de datos Po.xls

**Descripci3n:** Archivo con base de datos del n3mero de huevos por estadio y estaci3n de muestreo, temperatura a 10 m de profundidad y hora de muestreo. Entrada para la estimaci3n de Producci3n diaria de huevos (Po)

#### Columnas

**N3 huevos por ESTADOS DE DESARROLLO, corregidos por DES**  
Del I al XI estadios de desarrollo de Huevos. En Filas el n3mero de huevos en cada estadio por estaci3n. N3mero de huevos ya est3 corregido por huevos desintegrados (DES).

**Hora:** Hora de muestreo de la estaci3n. En hora y fracci3n de hora.

**T3 10 m:** Temperatura (3C) de la estaci3n a 10 m de profundidad.



#### 4. Clorofila –a

Crucero MPH de invierno 2005 Nombre del archivo: cru-476- clo

Estructura interna:

Columna A	crucero	número de crucero
Columna B	est	estaci3n
Columna C	prof	profundidad
Columna D	cloa	clorofila a en $\mu\text{g/L}$
Columna E	feop	feopigmentos en $\mu\text{g/L}$





## XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Alheit, J. 1988. Reproductive biology of sprat (*Sprattus sprattus*): factors determining annual egg production. Journal de Conseil International pour l'Exploration de la Mer. 44:162-168.
- Bakun A. And R. Parrish. 1982. Turbulence, transport, and pelagic fish in the California and Peru Current System. CalCOFI. Rep., Vol XXIII, 99-112.
- Barbieri, M., M. Bravo, M. Farias, A. González, O. Pizarro, E. Yáñez. 1995. Fenómenos asociados a la estructura térmica superficial del mar observados a través de imágenes satelitales en la zona norte de Chile. Invest. Mar. , Valparaíso. 23: 99-122.
- Blanco, J.L. 1996. Variabilidad térmica y salina en la zona norte de Chile, Informe Interno para IFOP.
- Blanco, J. L. A. C. Thomas, M. E. Carr Y P. T Strub. 2001. Seasonal climatology of hydrographics conditions in the upwelling region off northern Chile. J. Geophys. Res., 106, C6, 11451-11467.
- Blaxter, J. and J. Hunter, 1982. The biology of the clupeoid fishes. Adv. Mar. Biol. 20: 201 – 223.
- Boletín Oceanográfico N°5. Boletín mensual de Octubre de 2006. Proyecto FIP-2005-10, "Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas entre la I y IV Regiones, año 2005". www.FIP.cl.



**Bolet3n Oceanogr3fico N°8 a N°10. Bolet3n mensual de Enero, Febrero y marzo 2006.**  
Proyecto FIP-2005-10, "Monitoreo de las condiciones bio-oceanogr3ficas entre la I y IV Regiones, a±o 2005". [www.FIP.cl](http://www.FIP.cl).

**Braun, M. 1996. Ictioplancton. En: Evaluaci3n hidroac3stica de los recursos anchoveta, jurel y sardina espa±ola de las regiones I a IV. Informe Final FIP 95-03. 165 pp +Tabla y Figuras.**

**Braun, M.; H. Reyes; J. Osses, J. Castillo y V. Catasti. 2002. Monitoreo de las condiciones bio-oceanogr3ficas en la I y II Regiones, a±o 2001. Informe Final FIP N°2001-01. Instituto de Fomento Pesquero (Valpara3so, Chile).**

**Braun, M., G. Claramunt, H. Reyes, V. Catasti, C. Montenegro, V. Baros, E. D3az, J. Pizarro y P. Pizarro. 2003. Evaluaci3n del stock desovante de anchoveta en la I y II Regiones, a±o 2003. Informe Final Proyecto FIP 2003-07. 131pp+ 55 figuras, 18 tablas y 3 Anexos.**

**Braun, M.; G. Claramunt, V. Valenzuela, G. Herrera, H. Reyes; M. Pizarro, J. Saavedra, V. Catasti, Z. Young y R. Serra. 2005. Evaluaci3n del stock desovante de anchoveta en la I y II Regiones, a±o 2004. Informe Final Consolidado Corregido (Fase 1 y Fase 2), FIP N° 2004 - 04. Instituto de Fomento Pesquero (Valpara3so, Chile). 154pp + Anexos.**

**Braun, M.; H. Reyes; E. Pizarro, J. Castillo, J. Saavedra, V. Catasti y V. Valenzuela. 2005a. Monitoreo de las condiciones bio-oceanogr3ficas en la I y IV Regiones, a±o 2004. Informe Final FIP N°2004-01. Instituto de Fomento Pesquero (Valpara3so, Chile). 300pp + Anexos.**



- Braun, M.; H. Reyes; V. Valenzuela, E. Pizarro, J. Castillo, V. Catasti, J. Saavedra y J.L. Blanco. 2005b. Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas en la I y II Regiones, año 2003. Informe Final FIP N2003-01. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 464pp + Anexos.**
- Braun, M.; H. Reyes; J. Castillo, V. Valenzuela, E. Pizarro, V. Catasti y J. Saavedra. 2005c. Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas en la I y IV Regiones, ao 2005. Primer Informe Avance FIP N2005-10. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 172pp + Anexos.**
- Castillo, J. y O. Guzmán. 1985. Variaciones de la distribuci3n espacial de la sardina española y jurel durante El Niño 1982-83. Invest. Pesq. (Chile), 32: 79-93.**
- Castillo, J., M. Barbieri, A. Paillamn, U. Parker, J. L. Blanco, H. Reyes, M. Braun y J. Osses. 1995. Evaluaci3n hidroacústica de los stocks de sardina española, anchoveta y jurel en la zona norte, I a IV regiones. Informe Final FIP. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 152 p + Tablas, figuras y anexo.**
- Castillo, J., M. Barbieri, J. C3rdova, S. Lillo, U. Parker, J. L. Blanco, M. Braun y J. Osses. 1996. Evaluaci3n Hidroacstica de los recursos anchoveta, jurel y sardina española de las regiones I a IV. Informe Final FIP-IT95-03. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 165 p + Tablas y figuras.**
- Claramunt, G.; G. Herrera y P. Pizarro. 1994. Producci3n potencial anual de huevos por tallas en *Sardinops sagax* (Jenyns, 1842) del norte de Chile. Rev. Biol. Mar. 29(2):211-233.**



Claramunt, G., G. Herrera, J. Pizarro, P. Pizarro, R. Escibano, M. Oliva, A. Olivares, C. Guerra y A. Zuleta. 1996. Evaluaci3n del stock desovante de anchoveta por el "M3todo de Producci3n de Huevos" en la I y II Regiones. Informe Final, Proyecto FIP 95-01. Fondo de Investigaci3n Pesquera. Universidad "Arturo Prat" Iquique. 49 p + anexos.

Claramunt, G., G. Herrera, P. Pizarro, J. Pizarro, R. Escibano, M. Oliva, A. Olivares y A. Zuleta. 1997. Evaluaci3n del stock desovante de anchoveta por el "M3todo de Producci3n de Huevos" en la I y II Regiones. Informe Final, Proyecto FIP 96-01. Fondo de Investigaci3n Pesquera. Universidad "Arturo Prat" Iquique. 75 p. + anexos.

Frontier, S. 1966. Zooplancton de la regi3n Nosy-B3 I (Programa des recortes et techniques d'3tude. II). Plancton de surface aux stations 5 et 10. Cah orstom (Oceanog.), 4(3):3-37.

García, M. 1993. Fluctuaciones ambientales y su relaci3n con pesquerías pelágicas del Pacífico suroriental. Tesis para optar al título de Ingeniero Pesquero, Esc. Cs. del Mar, UCV. Valparaíso. 104 pp.

Hunter, J.R. and R.J. Leon. 1981. The spawning energetics of female northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fishery Bulletin, U.S. 79(2):215-230.

Hunter, J. R. and S. R. Goldberg. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fish Bull., U.S. 77: 641-652.

Hunter, J. R. and B. J. Macewicz. 1980. Sexual maturity, batch fecundity, spawning frequency and temporal pattern of spawning for the northern anchovy,



***Engraulis mordax***, during the 1979 spawning season. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 21: 139-149.

Hunter, J.R. 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***. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 63-65.

Jacob, B. 2002. Variabilidad espacio temporal de las condiciones oceanográficas físicas y biol3gicas asociadas a la Anchoveta (***Engraulis ringens***) en la zona norte de Chile durante los periodos Pre El Niño (1995-96) y El Niño (1997-98). Tesis para optar al título de Ingeniero de Ejecuci3n en Pesca y Acuicultura. Universidad del Mar.

Lo, N.C.H. 1997. Empirical analyses of the precision of regression estimates of daily egg production and egg mortality of pelagic fish for daily egg production method. Ozanografika. 2: 71-89.

Macewicz, B. and R. Hunter. 1993. Spawning frequency and bath fecundity of jack mackerel, ***Trachurus symmetricus***, off California during 1991. CalCOFI. Rep., Vol. 34. 112-121.

Macewicz, B. J.; J. J. Castro; C. E. Coterro and J. R. Hunter. 1996. Adult reproductive parameters of Pacific sardine (***Sardinops sagax***) during 1994. CALCOFI-REP, 1996, vol 37, pp. 140-151.

Martínez, C., L. Caballero, G. B3hm, J. Oliva, R. Gili, V. B3cic, P. Barria y R. Serra. 1992. Diagn3stico de las principales pesquerías pelágicas zona norte 1991.



Estado de situaci3n y perspectivas del recurso. Convenio CORFO-IFOP. Chile. 51 p.

**Martínez, C., U. Parker, L. Caballero, G. Böhm, J. Oliva, S. Peña, R. Gili, H. Hidalgo, V. Fernández, P. Barria y R. Serra.** 1993. Diagn3stico de las principales pesquerías pelágicas zona norte 1992. Estado de situaci3n y perspectivas del recurso. Convenio CORFO-IFOP. 135 p.

**Martínez, C., L. Caballero, U. Parker, G. Böhm, J. Oliva, V. Fernández, S. Peña, R. Gili, H. Hidalgo, P. Barria, R. Serra y M. Nilo.** 1994. Diagn3stico de las principales pesquerías pelágicas zona norte 1993. Estado de situaci3n y perspectivas del recurso. Convenio CORFO-IFOP. 135 p.

**Martínez, C., L. Caballero, U. Parker, G. Böhm, J. Oliva, V. Fernández, S. Peña, R. Gili, H. Hidalgo, P. Barria, R. Serra y M. Nilo.** 1995. Diagn3stico de las principales pesquerías pelágicas zona norte en 1993. Estado de situaci3n y perspectivas del recurso. Convenio CORFO-IFOP. Chile. 135 p.

**Martínez y Böhm.** 2006. Informe biol3gico pesquero mensual. Marzo 2006. 8 págs.

**Millero, F. and A. Poisson.** 1981. International one atmosphere equation of state of seawater. Deep Sea Res., 28A, 625-629.

**Morales, C. E., J. L. Blanco, M. Braun, H. Reyes AND A. G. Davies.** 1996. Anchovy larval distribution in the coastal zone off northern Chile: The effect of low dissolved oxygen concentrations and of a cold-warm secuencia (1990-1995). Invest. Pesq., Valparaíso: 24, 77-96.



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

Oliva J., J. Barañados Y M. Tirado. 1989. Determinación de la fecundidad y frecuencia del desove de la sardina (*Sardinops sagax*), 1986. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Rev. Pacífico Sur (Número Especial): 341-348.

Oliva J., M. Braun, J. Córdova, J. Castillo, V. Catasti, V. Valenzuela, O. Rojas, J. Blanco Y C. Martínez. 2000. Evaluación del stock desovante de la anchoveta en la I y II Regiones (1999). Instituto de Fomento Pesquero. Informe Final. Proyecto FIP 99-10. 133 p.

Oliva J., C. Montenegro, M. Braun, O. Rojas, E. Díaz, V. Catasti, H. Reyes, P. Barría, R. Serra, G. Claramunt, G. Herrera, P. Pizarro, J. Pizarro, R. Escribano y M. Oliva. 2001. Evaluación del stock desovante de la anchoveta en la I y II Regiones, año 2000. Instituto de Fomento Pesquero. Informe Final. Proyecto FIP 2000-06. 114 p. + anexos.

Oliva J., C Montenegro, M. Braun, O Rojas, H. Reyes, V. Catasti, E. Díaz, P. Barría, R. Serra, V. Baros, A. Vargas, G. Claramunt, G. Herrera, P. Pizarro, J. Pizarro, Y. Muñoz, R. Escribano y M. Oliva. 2002. Evaluación del stock desovante de la anchoveta por el método de producción de huevos en la I y II Regiones, año 2001. Instituto de Fomento Pesquero. Informe Final. Proyecto FIP 2001-10. 86 p. + anexos.

Oliva J., H. Reyes, V. Baros, E. Díaz, C. Montenegro, V. Catasti, G. Claramunt, G. Herrera, J. Pizarro, P. Pizarro y S. Soto. 2003. Evaluación del stock



desovante de la anchoveta por el m3todo de producci3n de huevos en la I y II Regiones, a3o 2002. Instituto de Fomento Pesquero. Informe Final. Proyecto FIP 2002-10. 87 p. + anexos.

Parker, K. 1980. A direct method for estimating northern anchovy, *Engraulis mordax*, spawning biomass. Fish. Bull., U.S. 78: 541-544.

Picquelle, S. J. and R. P. Hewitt. 1983. The northern anchovy spawning biomass for the 1982-83 California fishing season. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 24: 16-28.

Parsons, T.R , Y. Maita y C.M. Lalli. 1984. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press 173 pp.

Pennington, M. 1986. Some statistical techniques for estimating abundance indices from trawl surveys. Fish. Bull. (U.S.) 84:519-525.

Reynolds, R. 1982. A monthly averaged climatology of Sea Surface Temperature. Technical Report NNS-31, National Meteorological Center, NOAA, Silver Springs, Md.

Rojas, O. y J. Oliva. 1993. Evaluaci3n del Stock Desovante de Anchoveta de la Zona Norte por el M3todo de Producci3n de Huevos. Programa de evaluaci3n directa de recursos pel3gicos de la zona Norte. Convenio Empresas Pesqueras del Norte e Instituto de Fomento Pesquero. 50 p.

Rojas, R. y N. Silva. 1996. Atlas Oceanogr3fico de Chile. (18°21'S – 50°00'S). Volumen I. Servicio Hidrogr3fico y Oceanogr3fico de la Armada. 234 pag.



Santander, H., P. E. Smith y J. Alheit. 1982. Determinaci3n del esfuerzo de muestreo requerido para el estimado de producci3n de huevos de anchoveta, *Engraulis ringens*, frente al Perú. Bol. Inst. Mar. Perú, Callao. 7(1):16p.

Santander, H., J. Alheit and P.E. Smith. 1984. Estimaci3n de la biomasa de la poblaci3n desovante de anchoveta peruana, *Engraulis ringens*, en 1981 por aplicaci3n del " Método de Producci3n de Huevos". Bol. Inst. Mar Perú, Callao. 8: 209-250.

Sernapesca, 2004. Anuario Estadístico de Pesca.

Smith. P. E., W. Flerx and R. P. Hewitt. 1985. The CalCOFI vertical egg tow (CalVET) net. In: R. Lasker (ed.). An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 27-32.

Somarakis, S.; I. Palomera; A. García; L. Quintanilla, C. Koutsikopoulos; A. Uriarte and L. Motos. 2004. Daily egg production of anchovy in European waters. ICES Journal of Marine Sciences, 61:944-958.

Thompson, S.K. 1992. "Sampling". John Wiley & Sons, Inc. 343 pp.

Unesco, 1981a. The practical salinity scale 1978 and the international Equation of State of Seawater 1980. UNESCO Tech. Papers in Mar. Sci., N°36.

Unesco, 1981b. Background papers and supporting data on the Practical Salinity Scale 1978. UNESCO Tech. Papers in Mar. Sci., N°37.



Unesco, 1981c. Background papers and supporting data on the International Ecuation of State of Seawater. UNESCO Tech. Papers in Mar. Sci. N°38.

Yamamoto, K. and H. Yoshioka. 1964. Rhythm of development in the oocyte of the medaka, *Oryzias latipes*. Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ. 15: 5-19.

Yáñez, E., A. Gonzalez Y M. A. Barbieri. 1995. Estructura térmica superficial del mar asociada a la distribución espacio-temporal de sardina y Anchoveta en la zona norte de Chile entre 1987 y 1992. Invest. Mar., Valparaíso, 23: 123-147

# FIGURAS

---

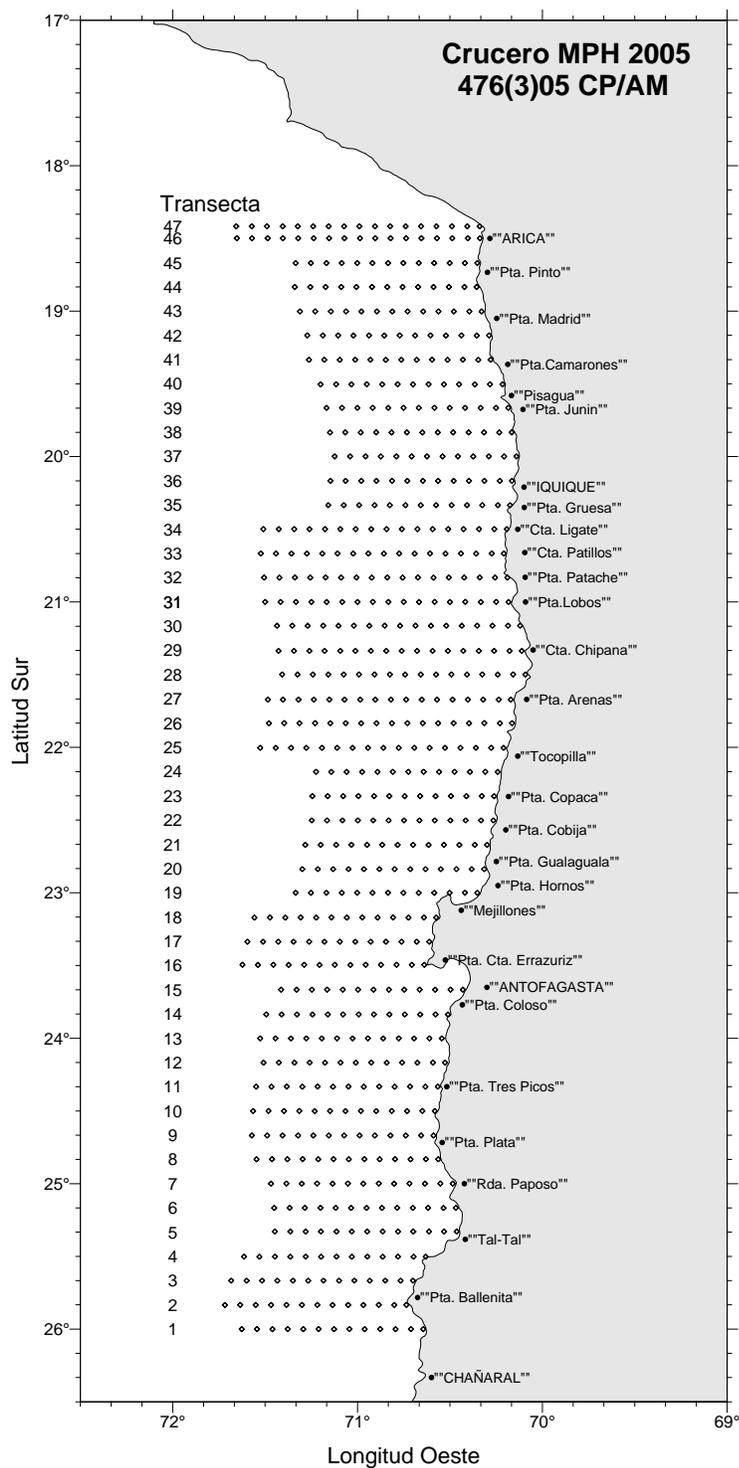


Figura 1. Posición geográfica de las estaciones bio-oceanográficas. Crucero MPH - Invierno 2005.

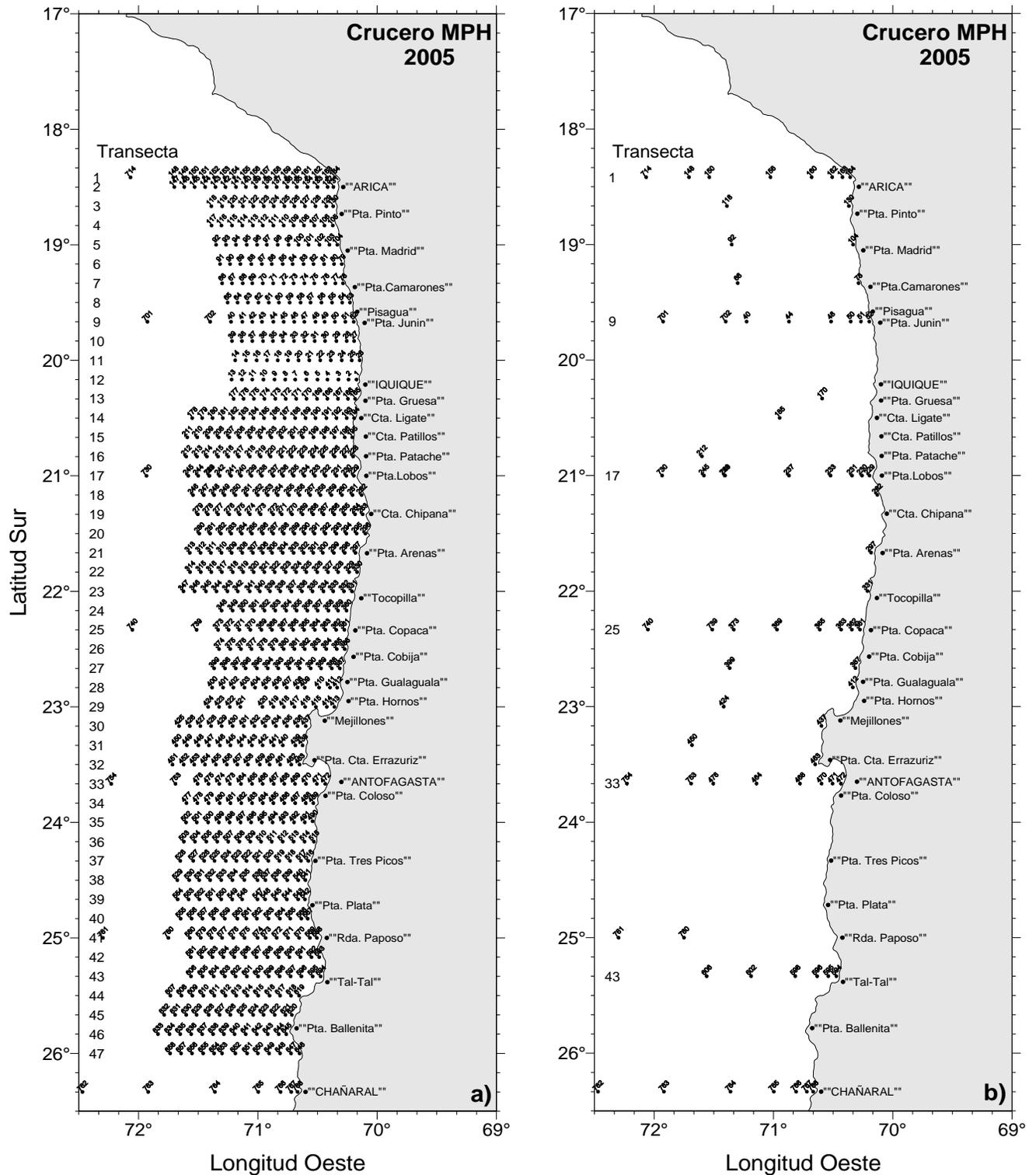


Figura 2. Ubicación geográfica de a) estaciones oceanográficas y b) estaciones con muestreo de clorofila (estaciones oceanográficas completas). Crucero MPH - Invierno 2005.

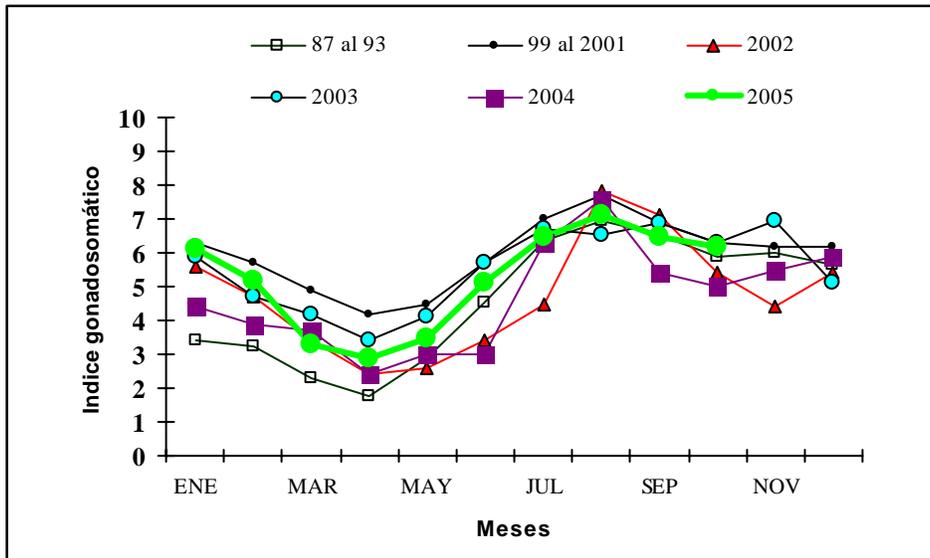


Figura 3. Evolución mensual del índice gonadosomático de la anchoveta en la I y II Región, años 1987 - 2005.

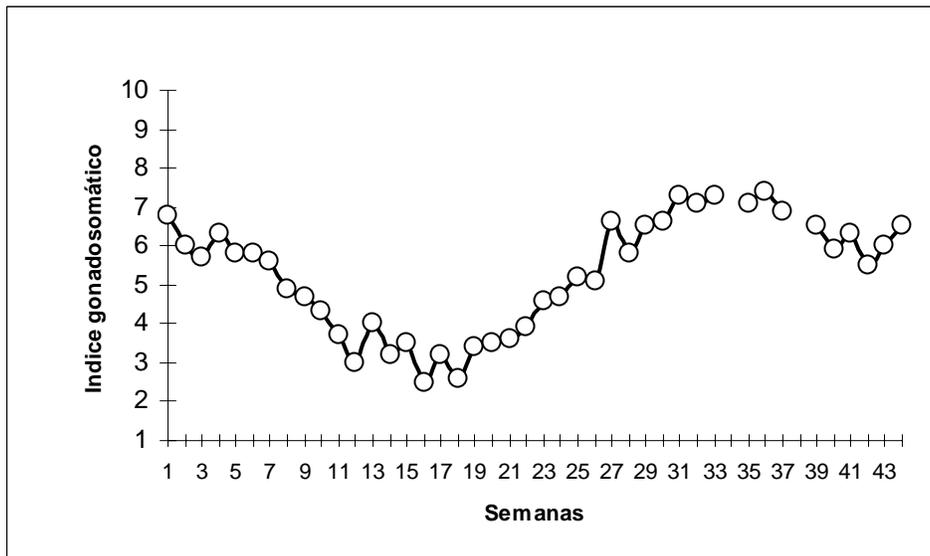


Figura 4. Evolución semanal del índice gonadosomático de la anchoveta. (1 de enero - 23 de octubre de 2005), en la I y II Región.

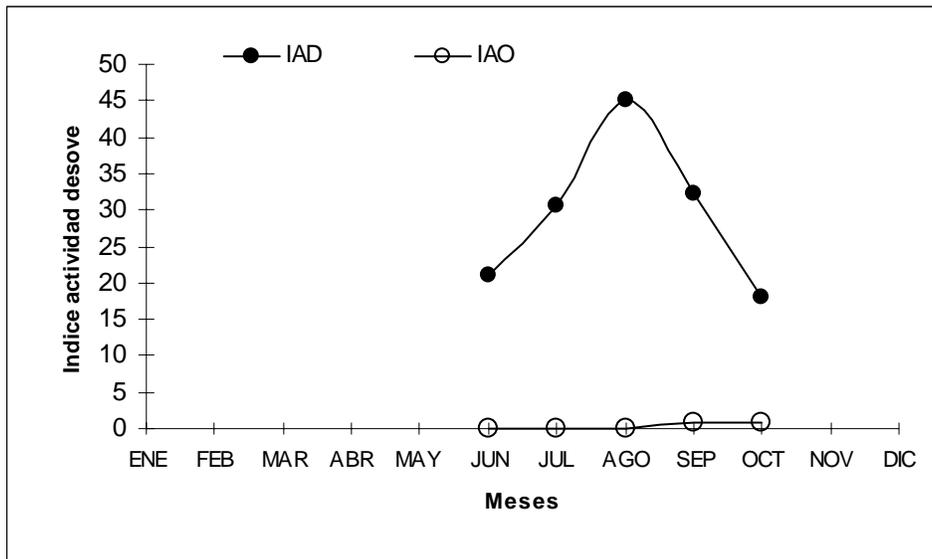


Figura 5. Evolución mensual de los índices de actividad de desove (IAD) y atresia ovárica (IAO) (27 de junio - 30 de octubre de 2005), en la I y II Región.

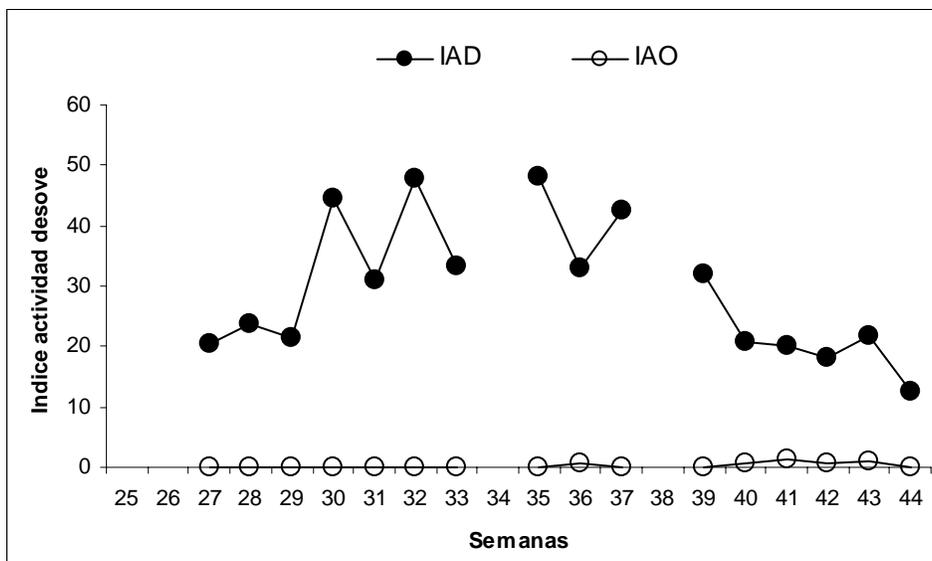


Figura 6. Evolución semanal de los índices de actividad de desove (IAD) y atresia ovárica (IAO) (27 de junio - 30 de octubre de 2005), en la I y II Región.

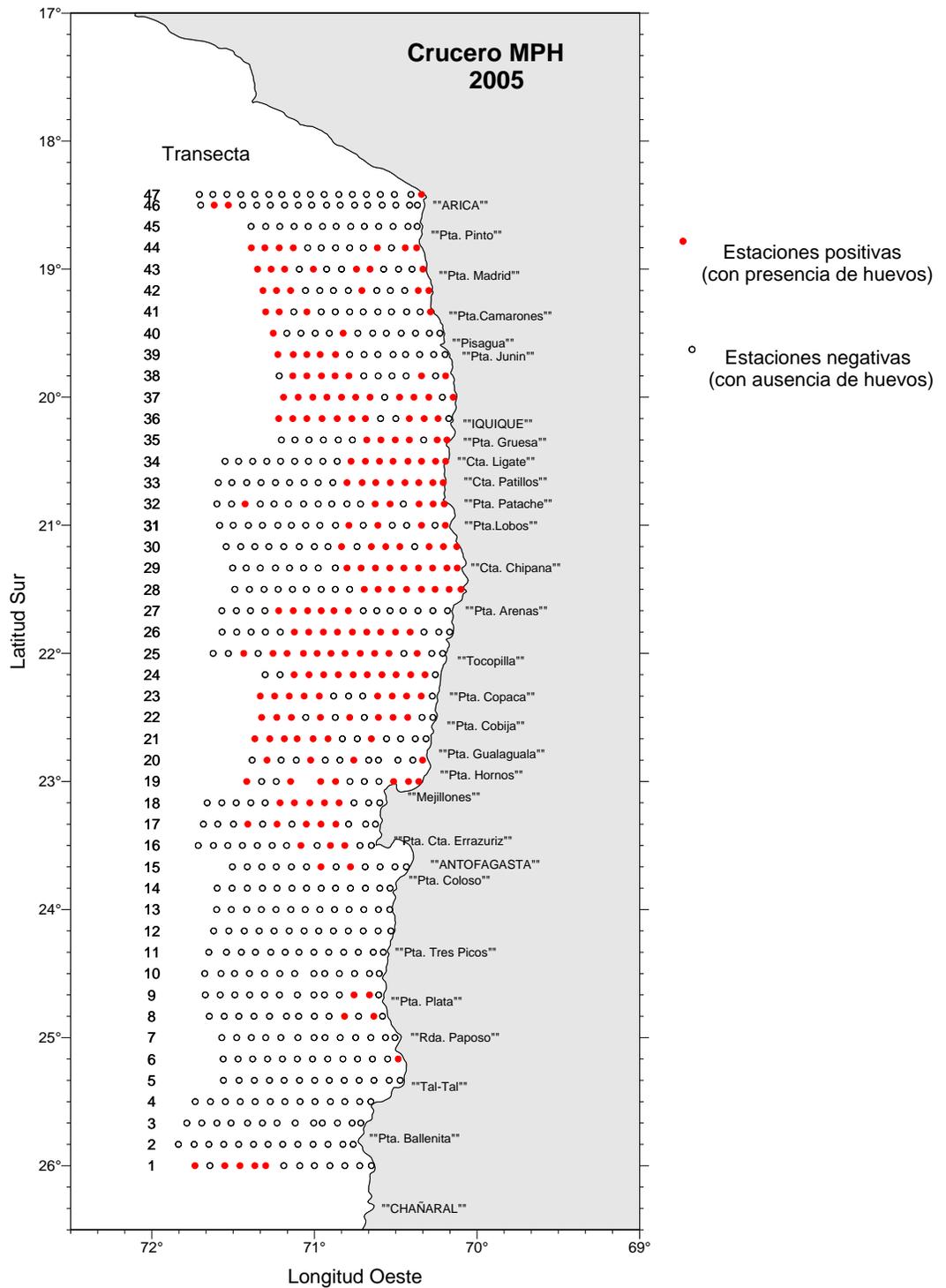


Figura 7. Distribución geográfica de las estaciones planctónicas con presencia y ausencia de huevos de anchoveta.

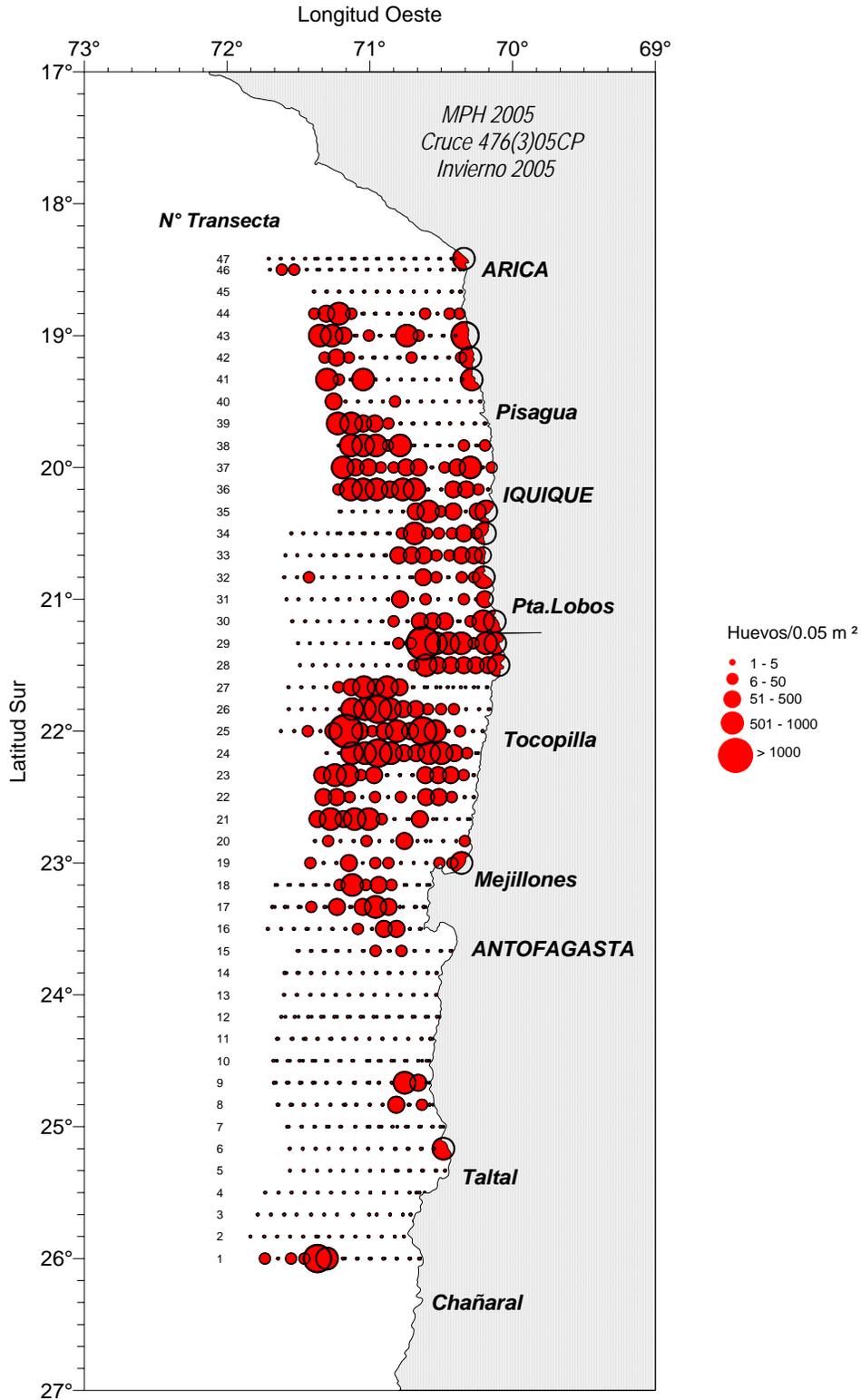
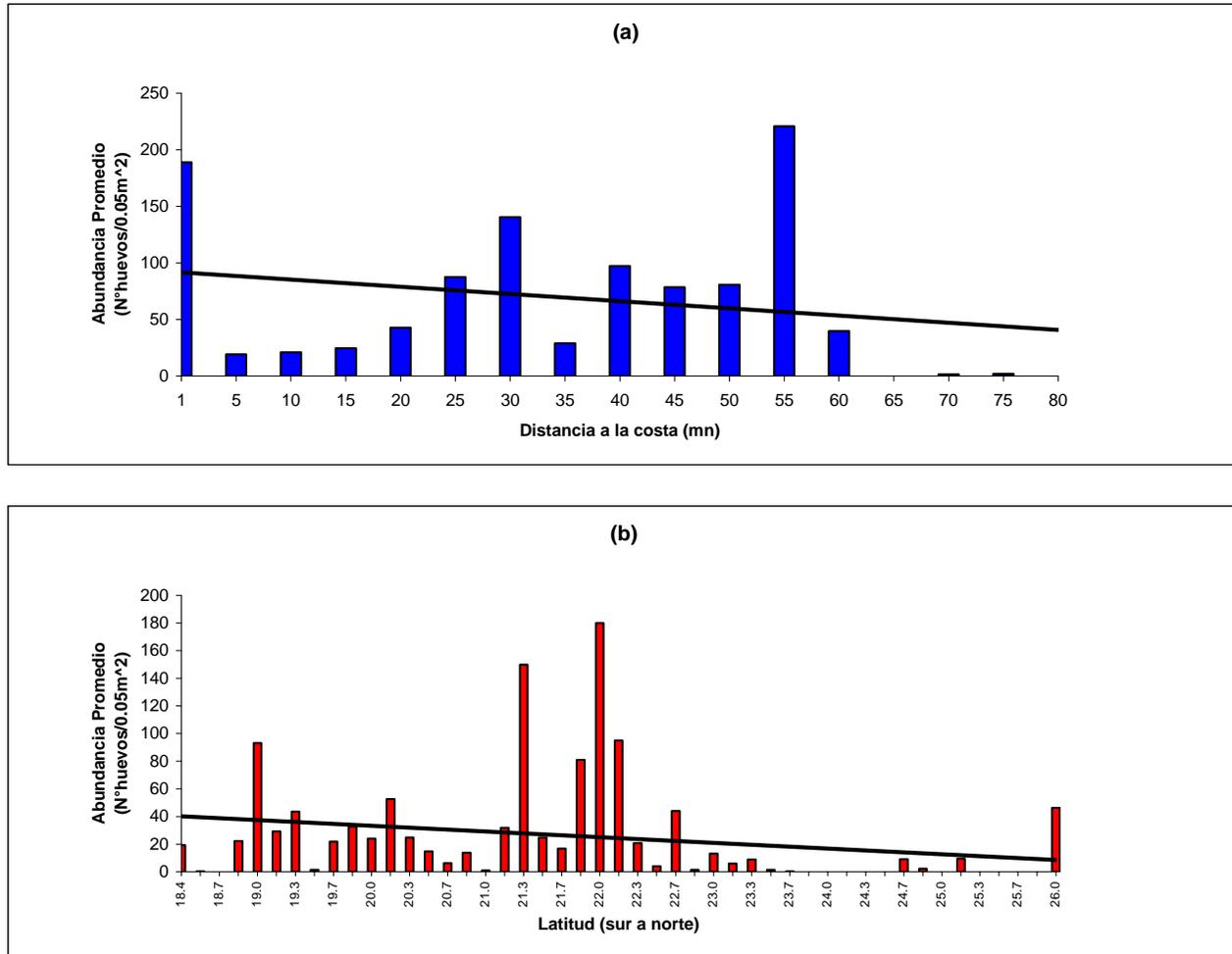


Figura 8. Distribución y abundancia de huevos de anchoveta. Crucero MPH - Invierno 2005.



**Figura 9.** Distribución de la abundancia de huevos de anchoveta por transecta con respecto a la distancia (a) y a la latitud (b). La línea continua indica la tendencia calculada estadísticamente. Crucero MPH - Invierno 2005.

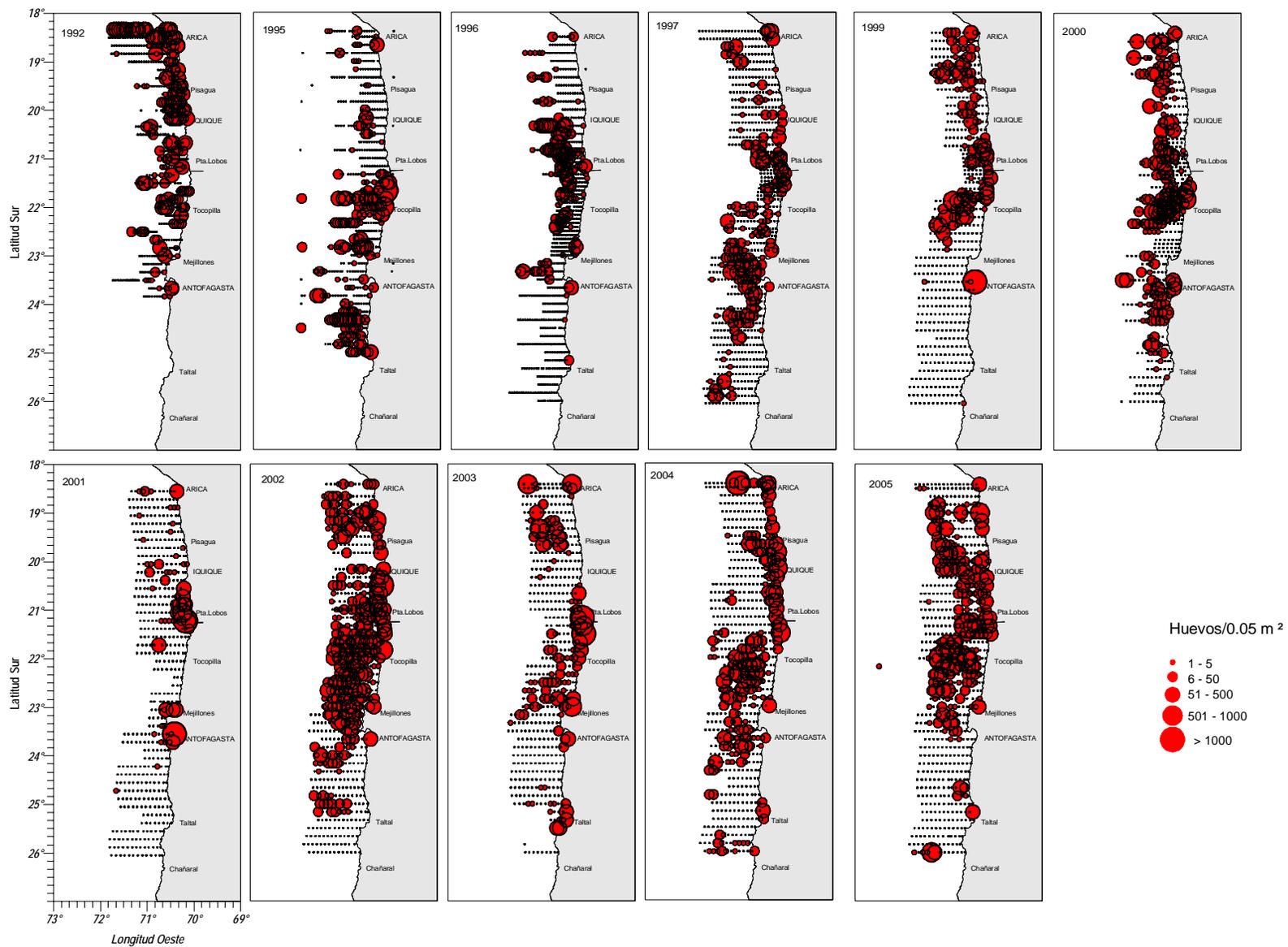


Figura 10. Distribución espacial y abundancia de huevos de anchoveta. Cruceros MPH Inviernos 1992 - 2005.

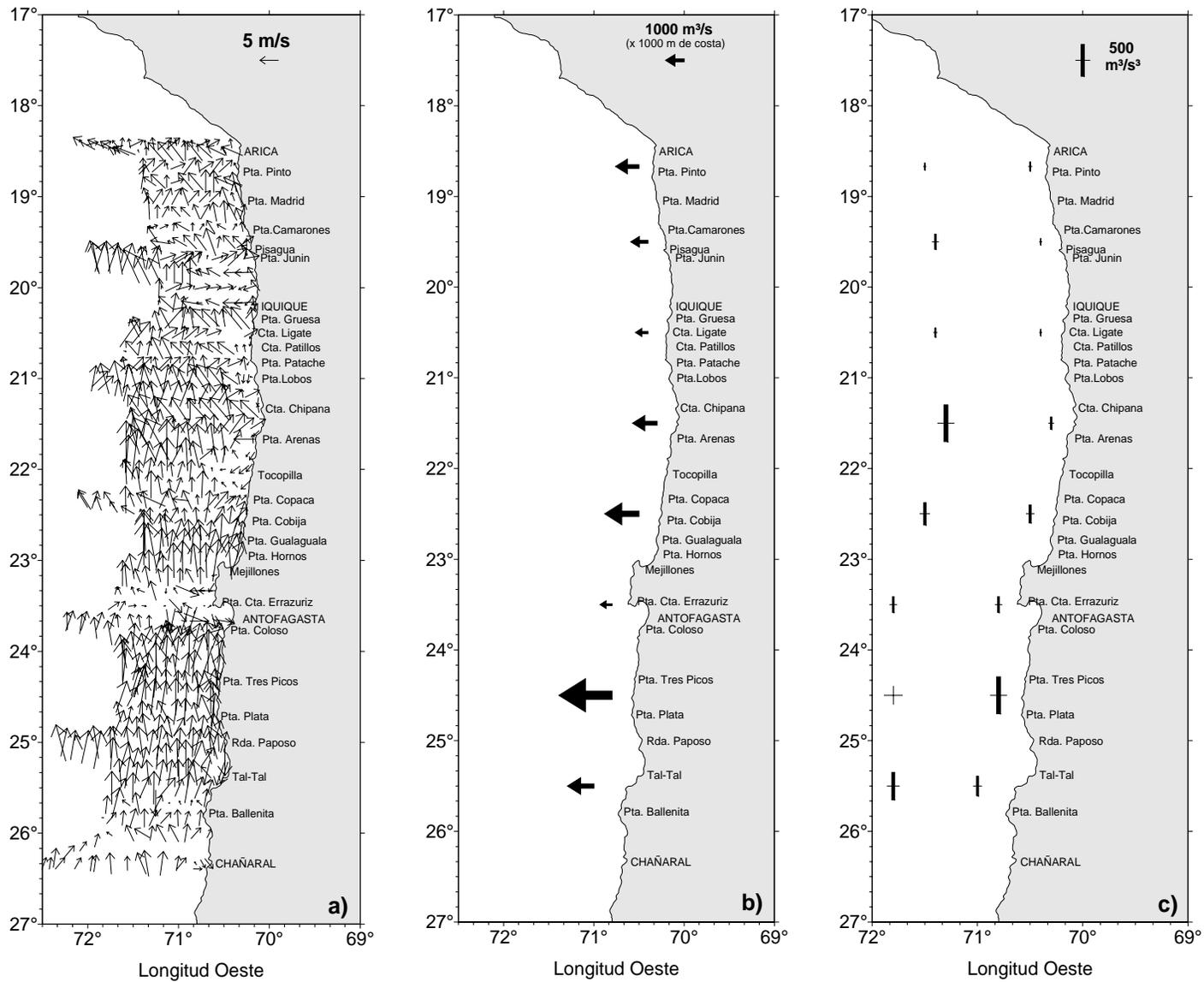


Figura 11. Dirección e intensidad del viento (m/s) (a) e índice de surgencia promedio de las observaciones en las primeras 30 mn por grado de latitud (b) e índice de turbulencia promedio costero y oceánico por grado de latitud (c) del viento predominante medido cada una hora sobre el track de navegación. Crucero MPH - Invierno 2005.

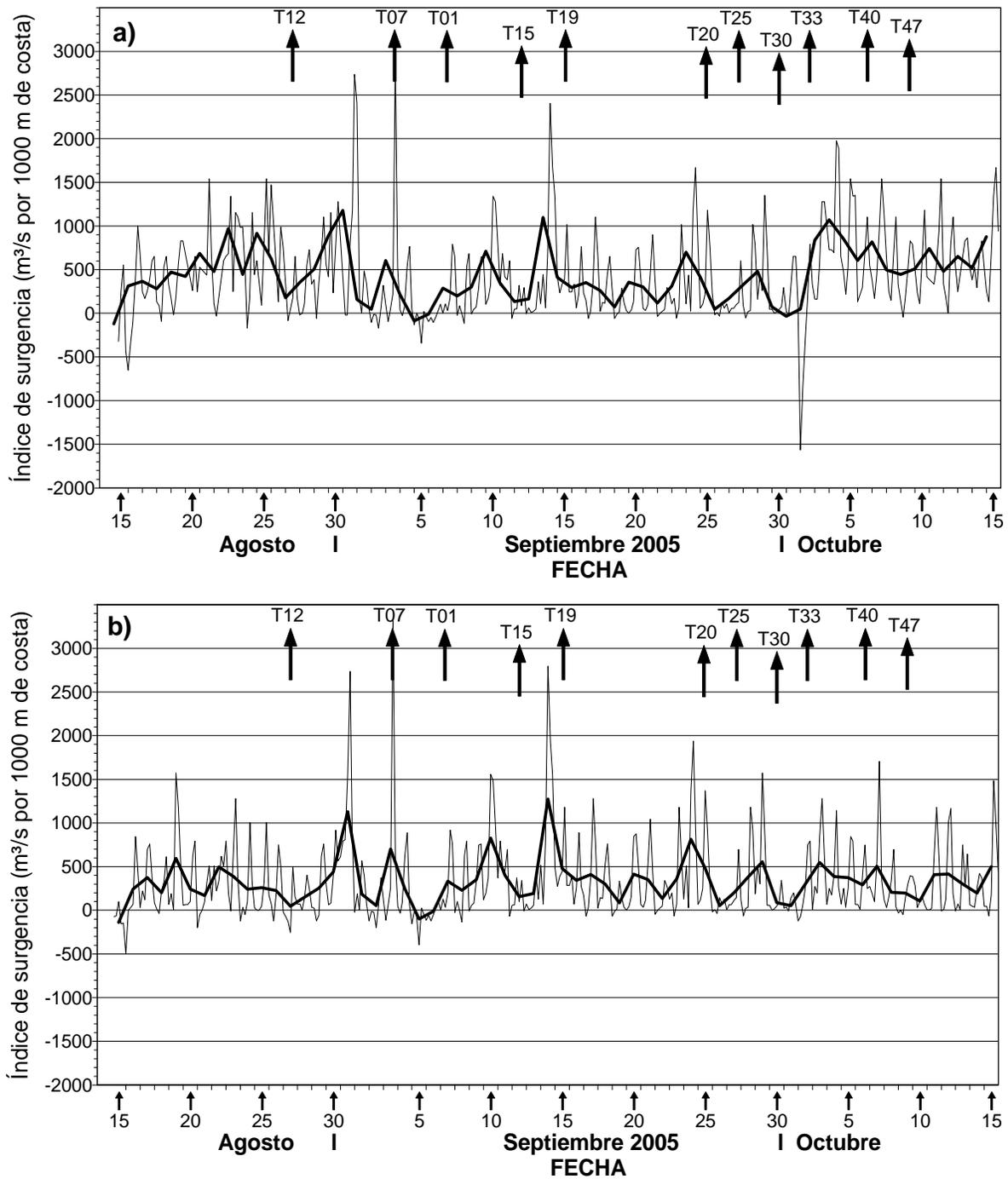


Figura 12. Serie de tiempo del Índice de surgencia (IS) instantáneo (línea delgada) y el promedio diario del IS (línea gruesa) obtenido con el viento registrado cada 4 horas en los aeropuertos de a) Antofagasta (Cerro Moreno) y b) Iquique (Diego Aracena) entre el 15 de Agosto y 15 de Octubre de 2005. Se indican sobre el gráfico el número de la transecta realizada durante el desarrollo del crucero.

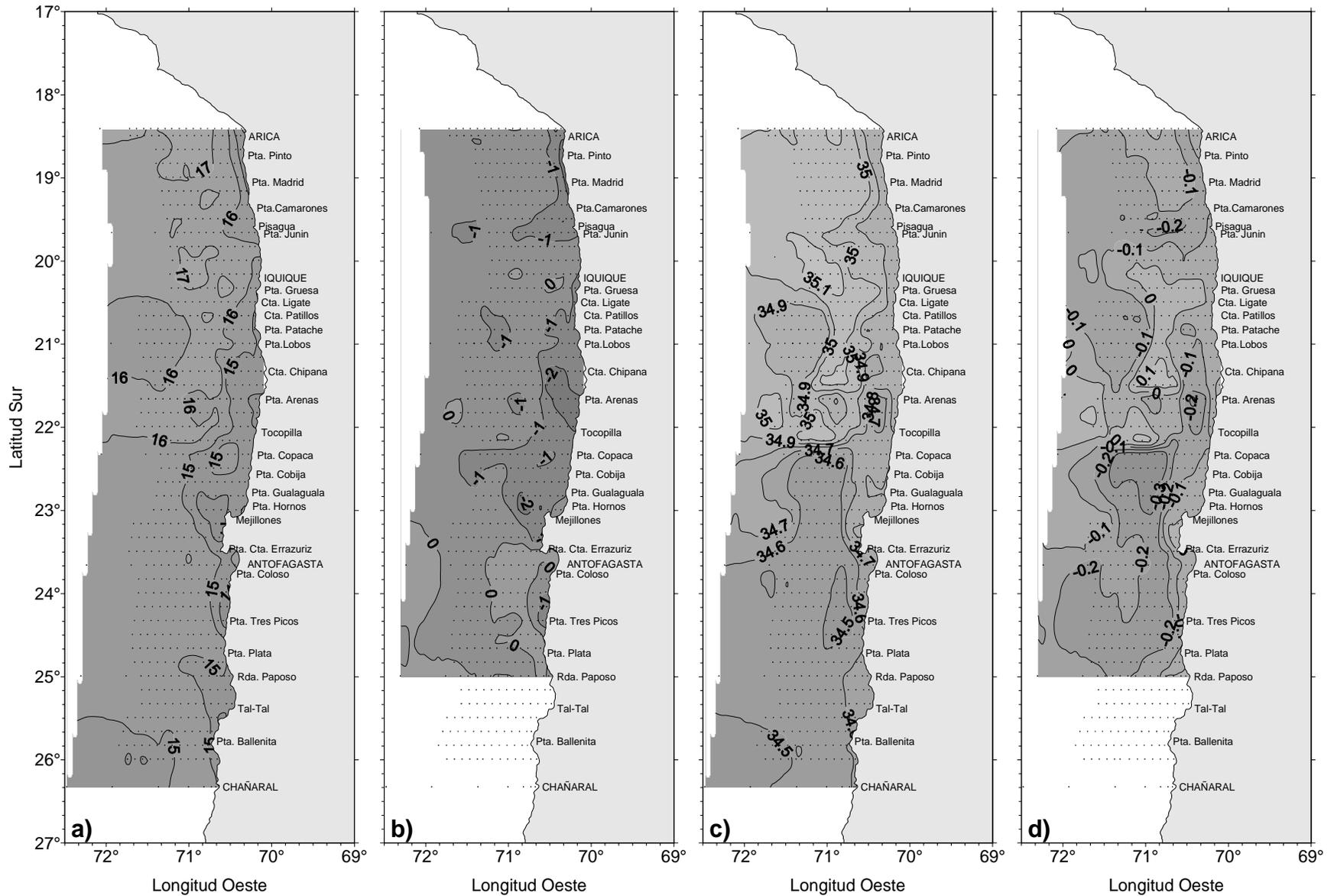


Figura 13. Distribución superficial de a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) anomalía de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), c) salinidad (psu) y d) anomalía de salinidad (psu). Crucero MPH - Invierno 2005.

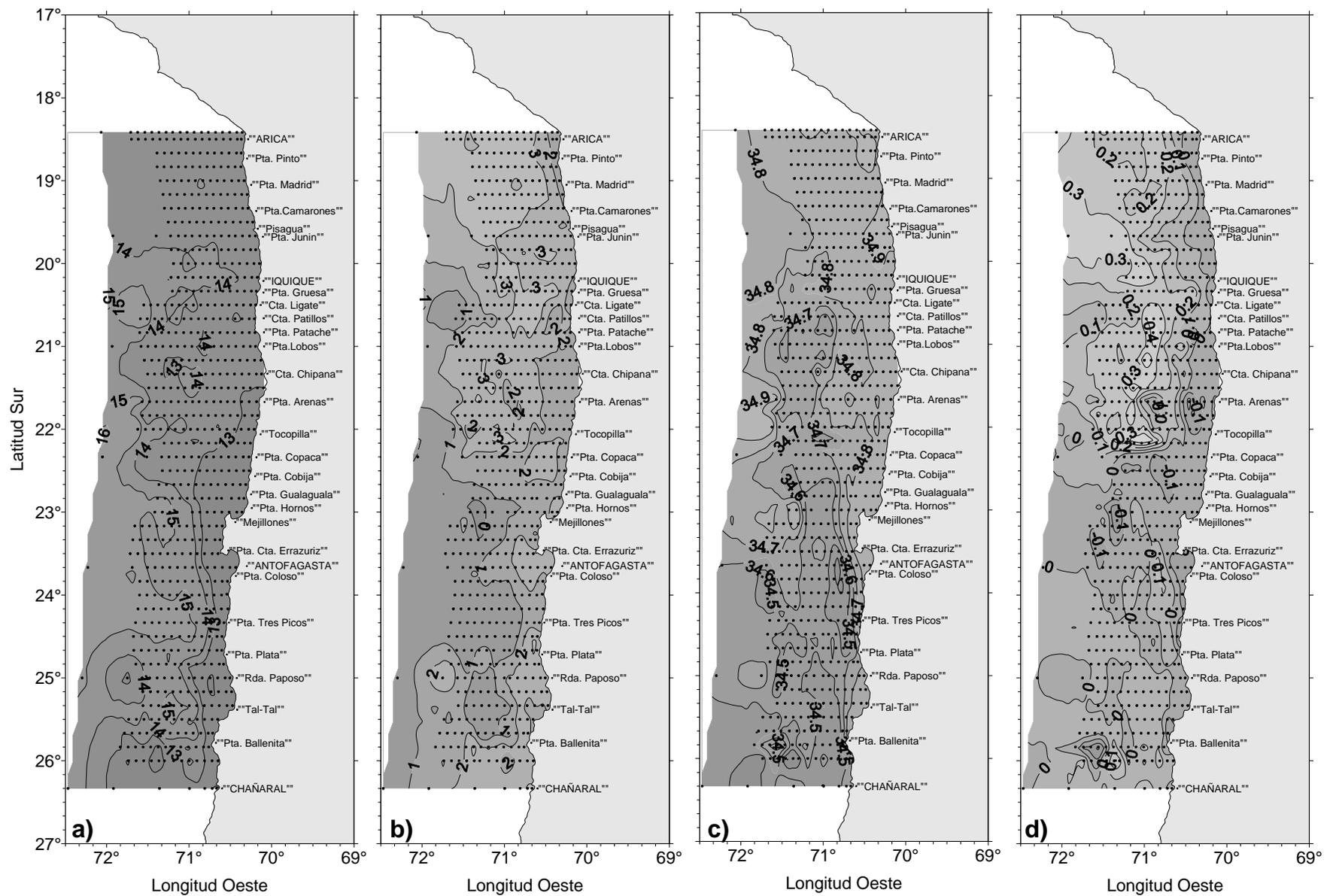


Figura 14. Distribución de a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) en el nivel de 50 m de profundidad, b) diferencia térmica ( $^{\circ}\text{C}$ ) entre superficie y el nivel de 50 m, c) salinidad (psu) en el nivel de 50 m de profundidad y d) diferencia de salinidad (psu) entre superficie y el nivel de 50 m). Crucero MPH - Invierno 2005.

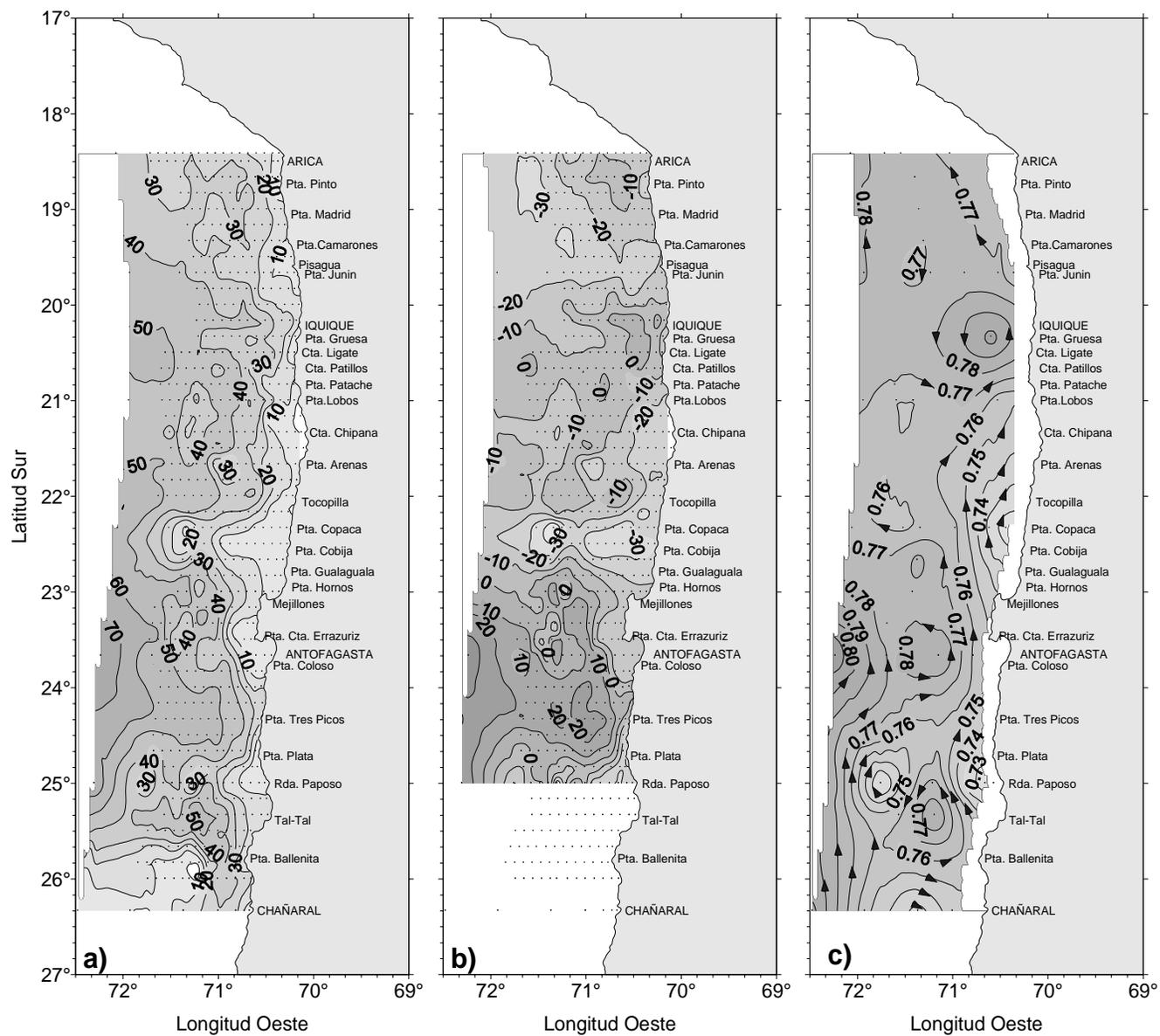


Figura 15. Distribución superficial de a) profundidad de la isoterma de 15°C (m), b) anomalía de profundidad de la isoterma 15°C (m) y c) Anomalía geopotencial de superficie referida a 500 (db). Crucero MPH - Invierno 2005.

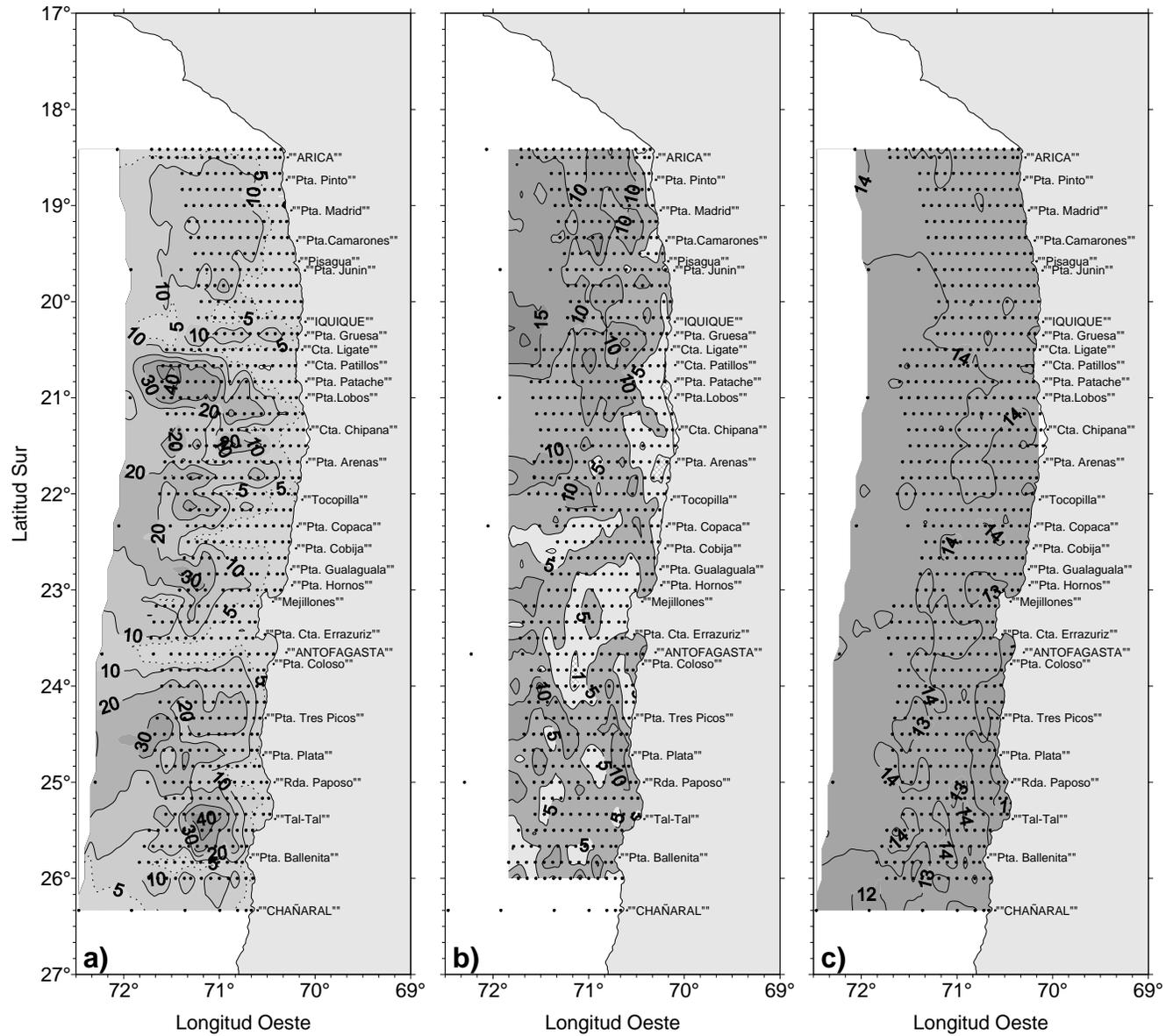
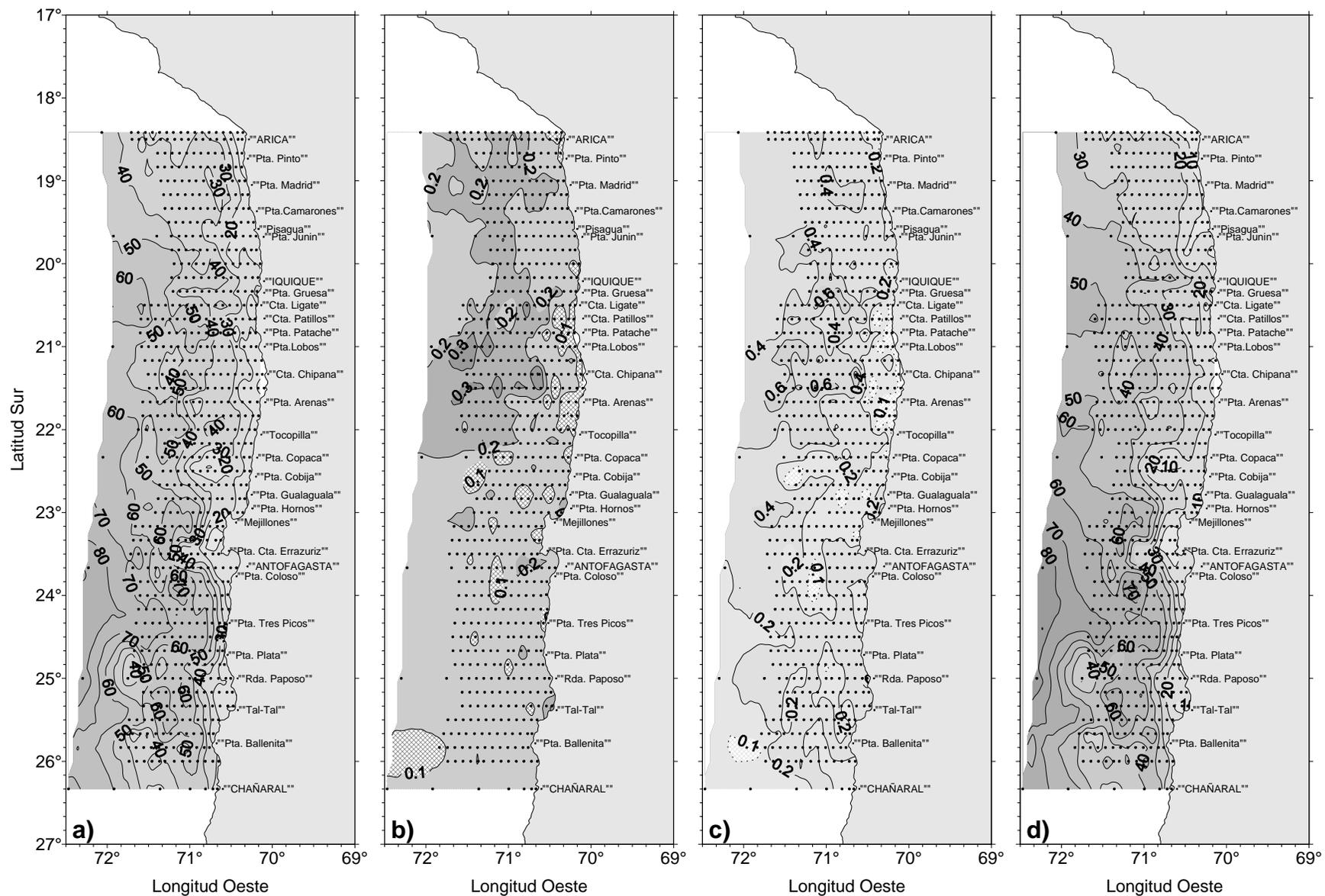


Figura 16. Espesor de la capa de mezcla (m) (a), espesor de la termoclina (m) (b) y temperatura base de la termoclina (°C) (c). Crucero MPH - Invierno 2005.



**Figura 17.** Profundidad de la base de la termoclina (m) (a), gradiente de temperatura promedio de la termoclina ( $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ) (b), máximo gradiente de temperatura en la termoclina ( $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ) (c) y profundidad del máximo gradiente de temperatura en la termoclina (m) (d). Crucero MPH - Invierno 2005.

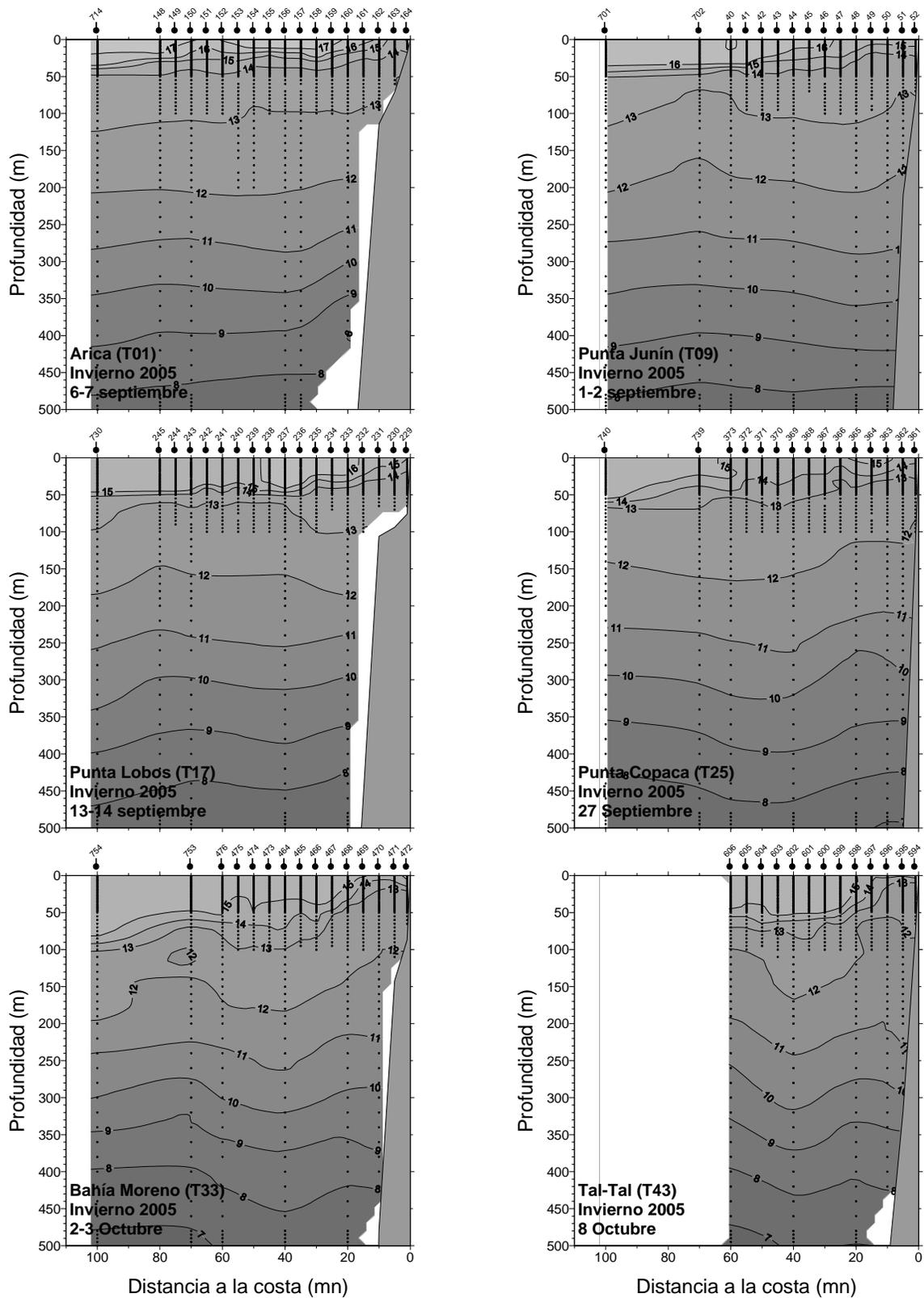


Figura 18. Distribución vertical de temperatura (°C) en las transectas Arica (18°25'S) (T1), punta Junín (19°40'S) (T9), punta Lobos (21°00'S) (T17), punta Copaca (22°20'S) (T25), Bahía Moreno (23°40'S) (T33) y Tal-Tal (25°20'S) (T43). Crucero MPH - Invierno 2005.

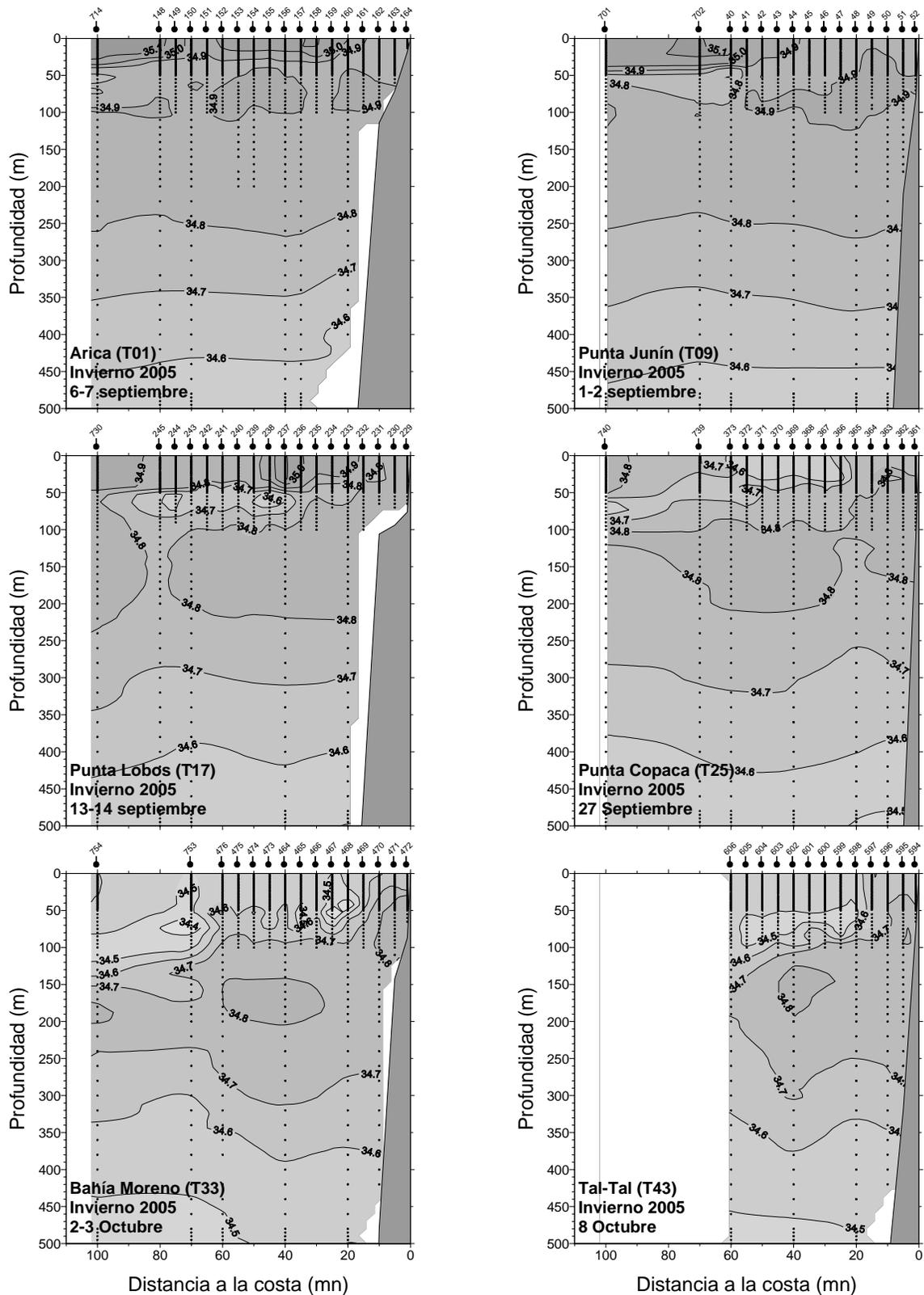


Figura 19. Distribución vertical de salinidad (psu) en las transectas Arica ( $18^{\circ}25'S$ ) (T1), punta Junín ( $19^{\circ}40'S$ ) (T9), punta Lobos ( $21^{\circ}00'S$ ) (T17), punta Copaca ( $22^{\circ}20'S$ ) (T25), Bahía Moreno ( $23^{\circ}40'S$ ) (T33) y Tal-Tal ( $25^{\circ}20'S$ ) (T43). Crucero MPH - Invierno 2005.

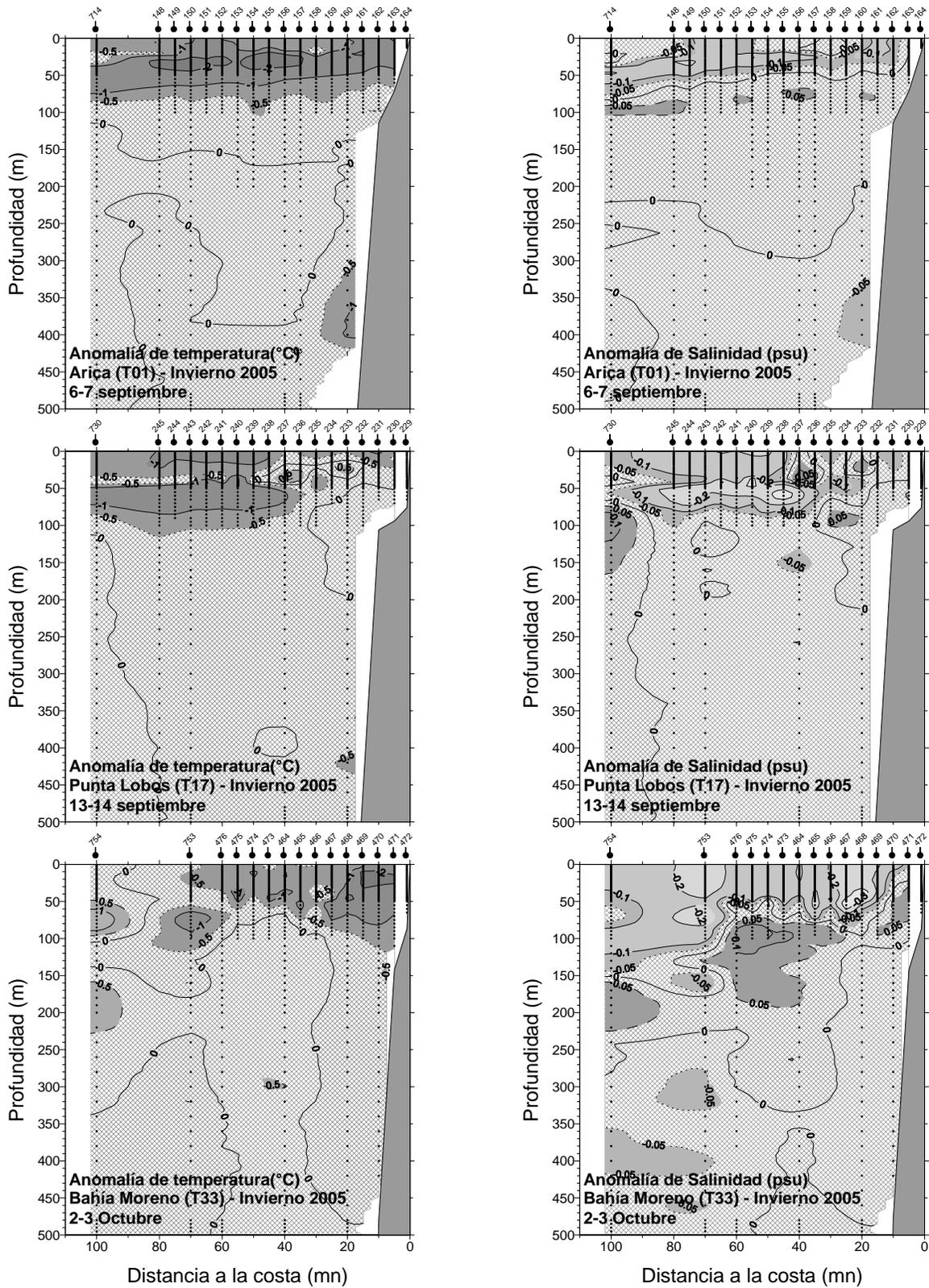


Figura 20. Anomalia vertical de temperatura (°C) y salinidad (psu) en las transectas: de Arica (18°25'S) (T1), punta Lobos (21°00'S) (T17) y Bahía Moreno (23°40'S) (T33). Crucero MPH - Invierno 2005.

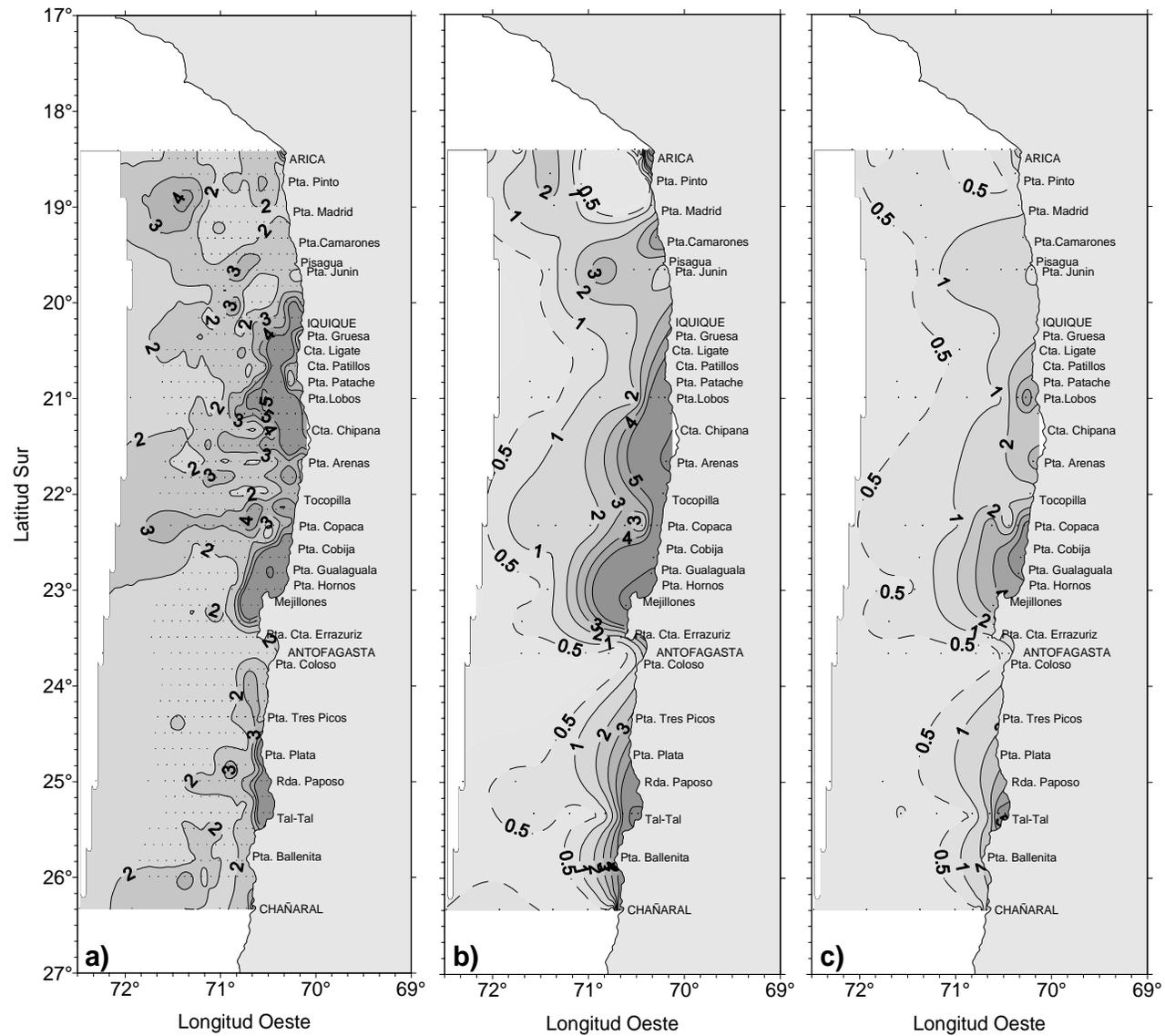


Figura 21. Distribución de a) fluorescencia in vivo (volt), b) clorofila a superficial ( $\mu\text{g/L}$ ) y c) feopigmento superficial ( $\mu\text{g/L}$ ). Crucero MPH - Invierno 2005.

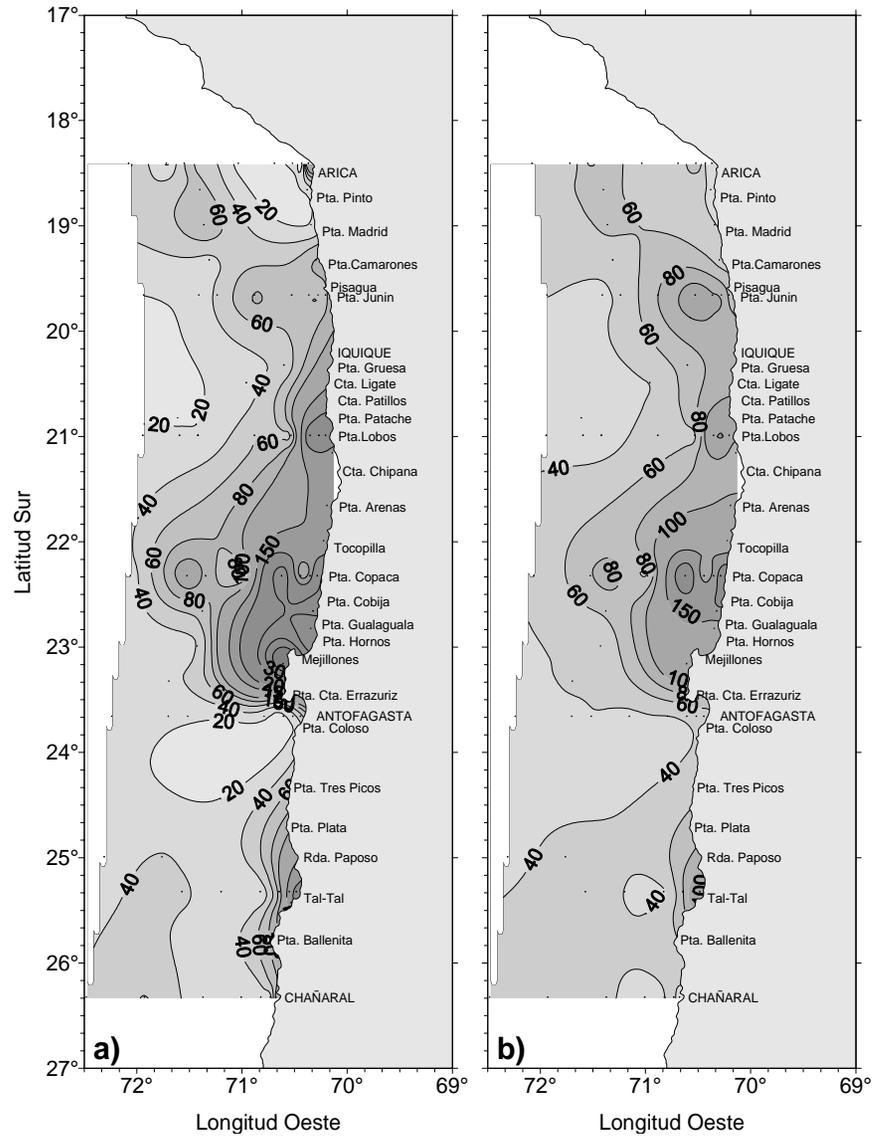


Figura 22. Distribución de a) clorofila integrada ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ) y b) feopigmentos integrados ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ). Crucero MPH - Invierno 2005

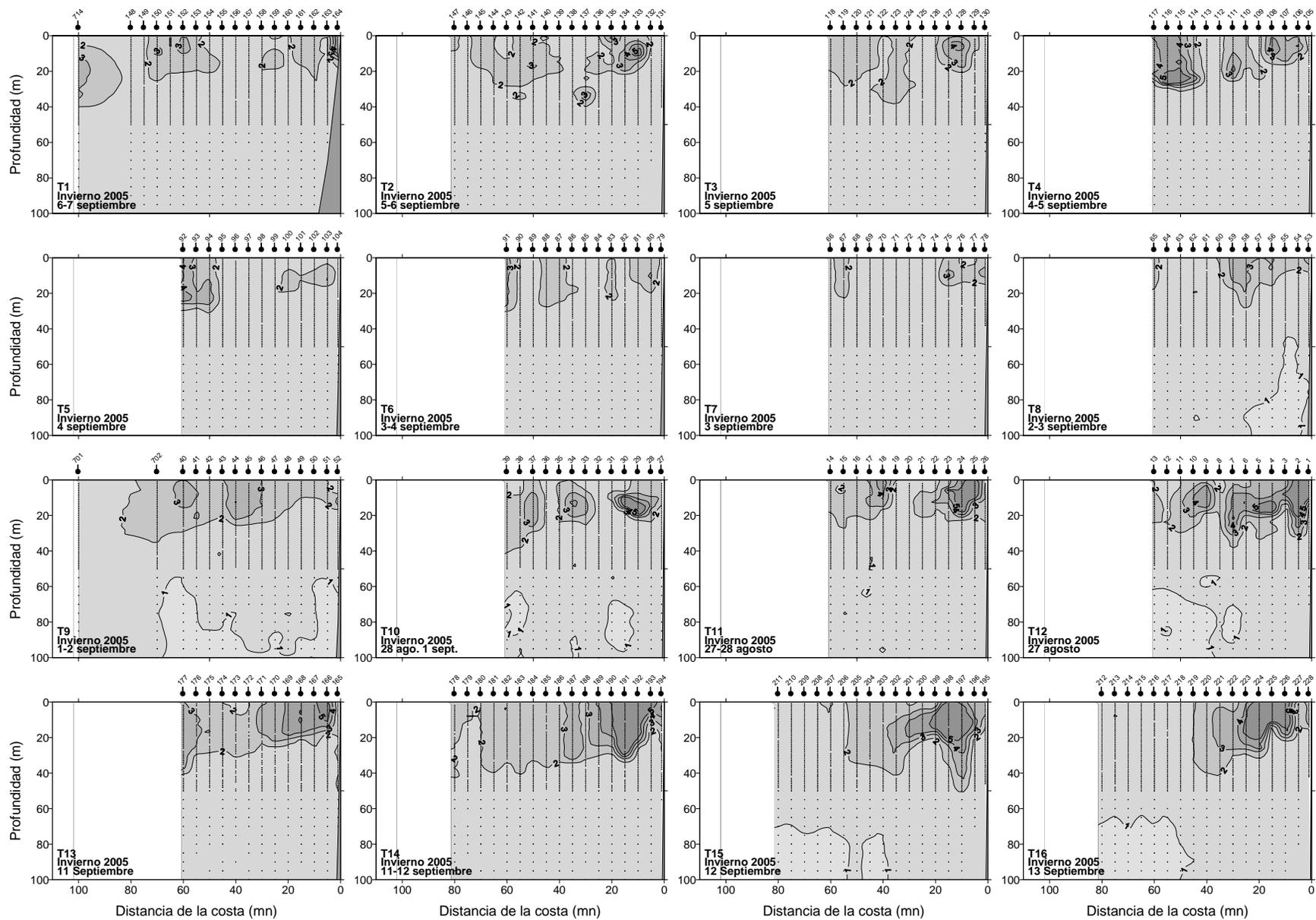


Figura 23. Distribución vertical de fluorescencia in vivo (volt) en las transectas 1 a 16. Crucero MPH - Invierno 2005.

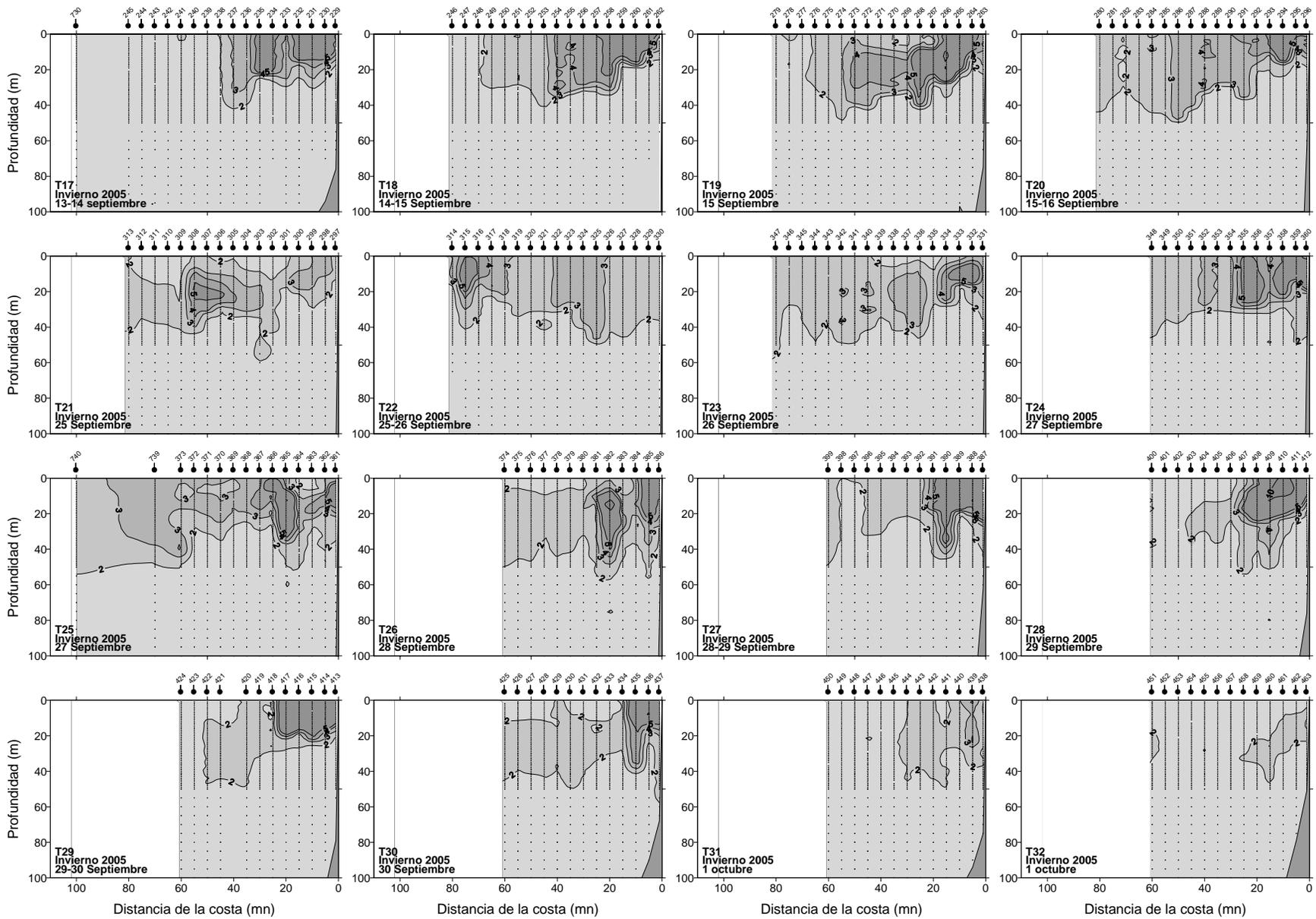


Figura 24. Distribución vertical de fluorescencia in vivo (volt) en las transectas 17 a 32. Crucero MPH - Invierno 2005.

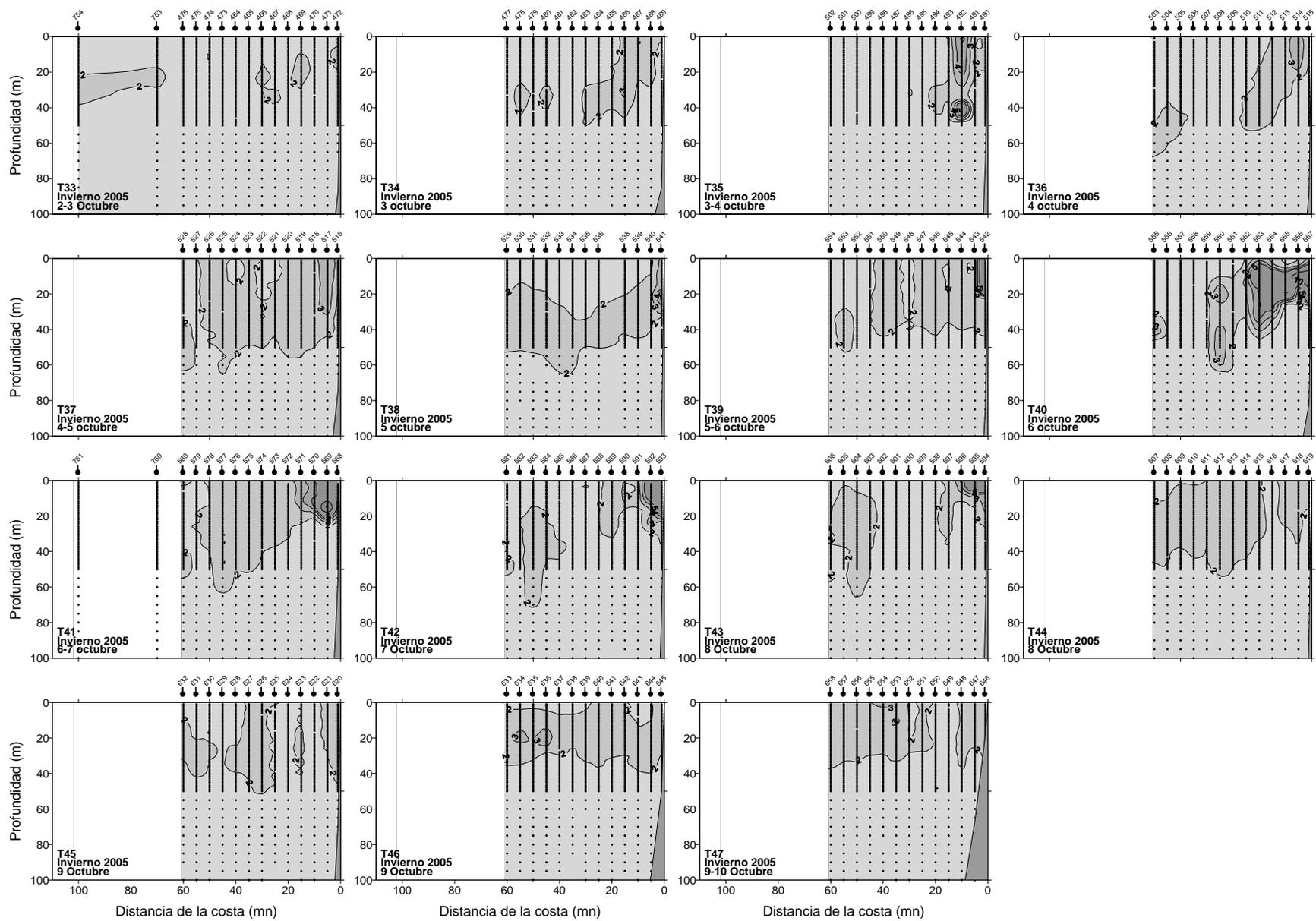


Figura 25. Distribución vertical de fluorescencia in vivo (volt) en las transectas 33 a 47. Crucero MPH - Invierno 2005.

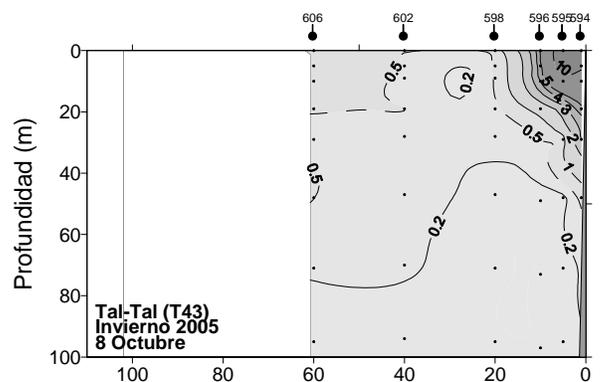
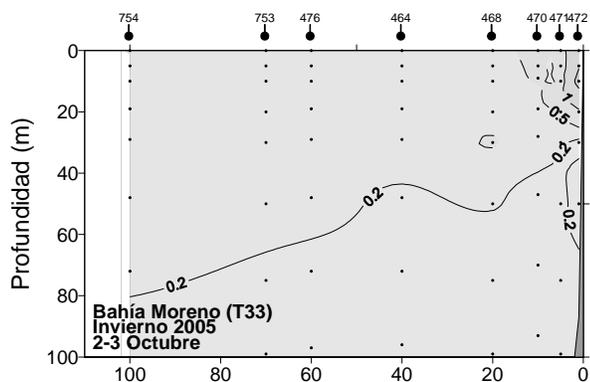
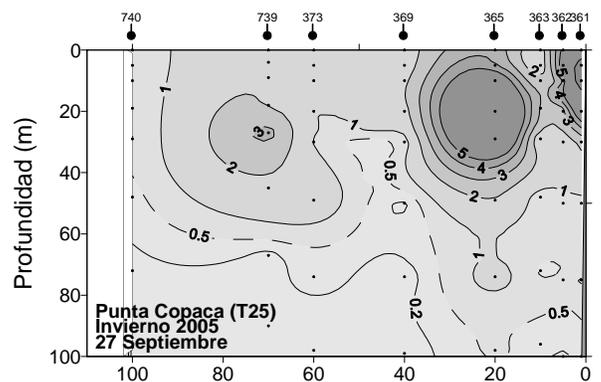
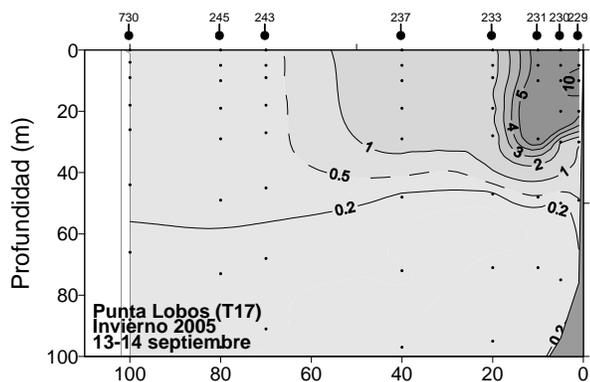
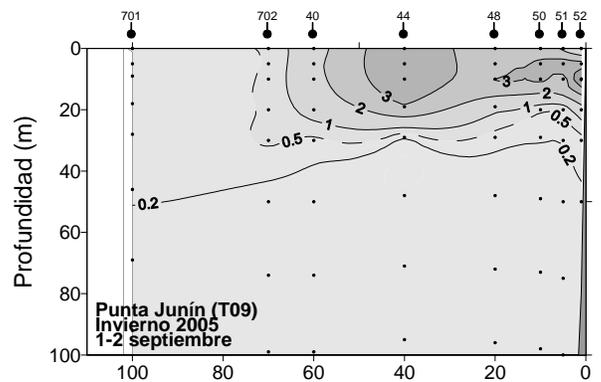
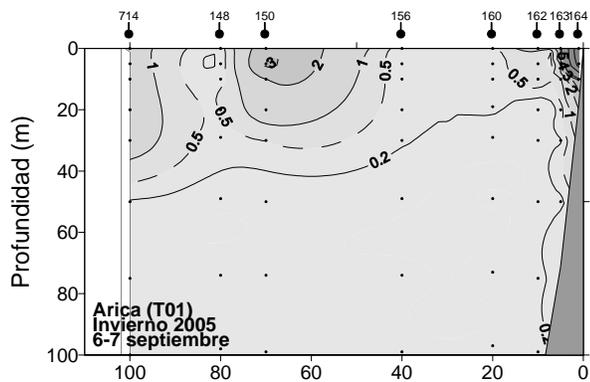


Figura 26. Distribución vertical de clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ ) en las transectas 1, 9, 17, 33 y 43. Crucero MPH - Invierno 2005.

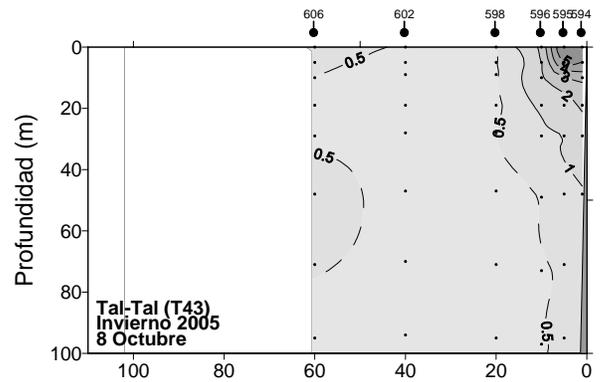
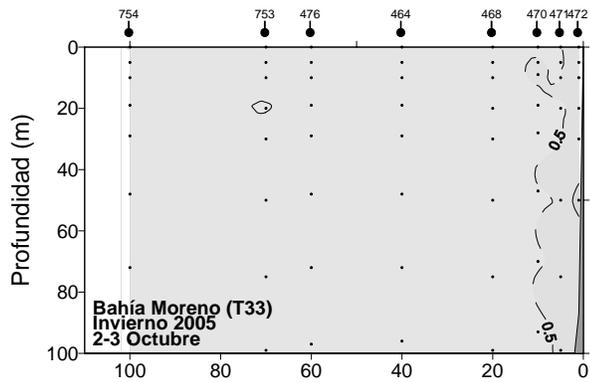
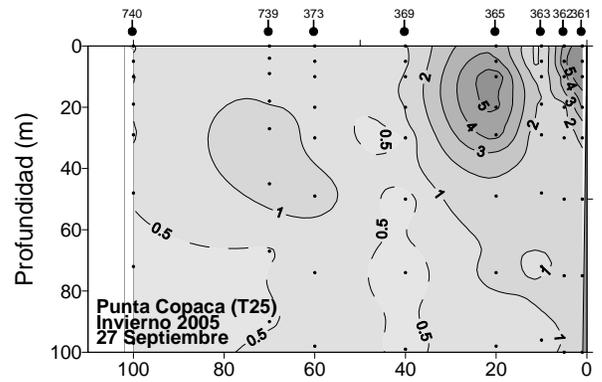
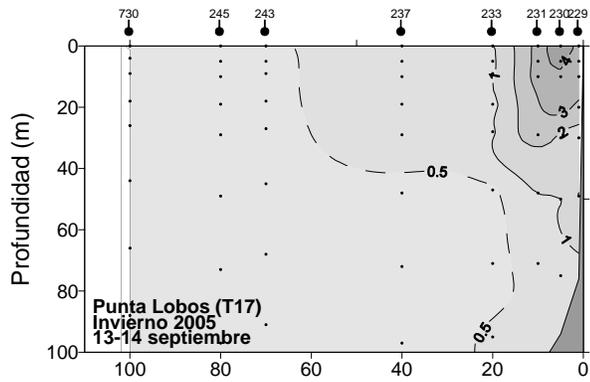
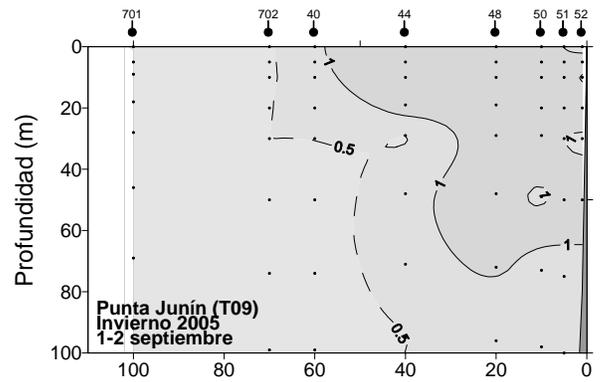
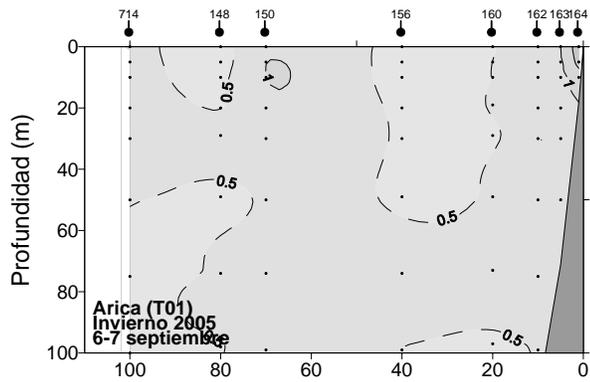


Figura 27. Distribución vertical de feopigmentos ( $\mu\text{g/L}$ ) en las transectas 1, 9, 17, 33 y 43. Crucero MPH - Invierno 2005

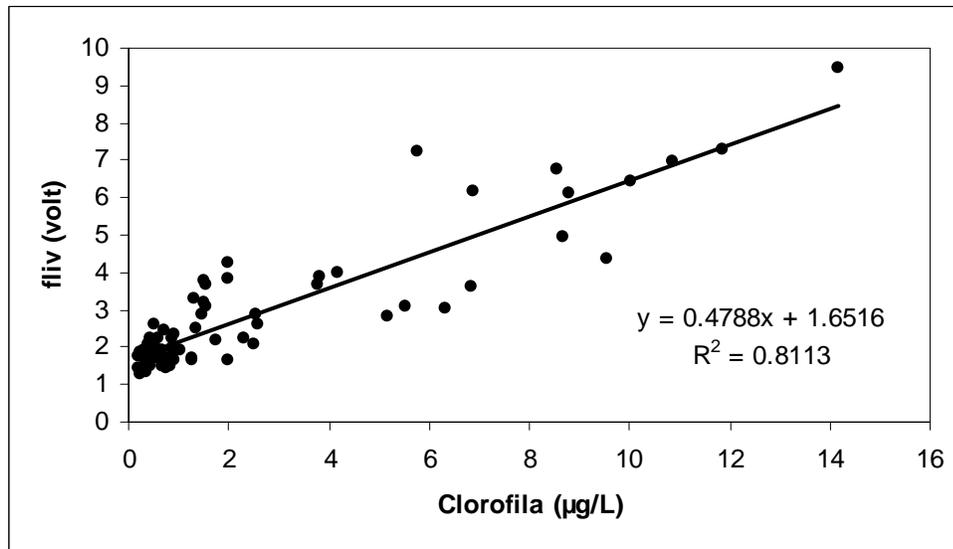
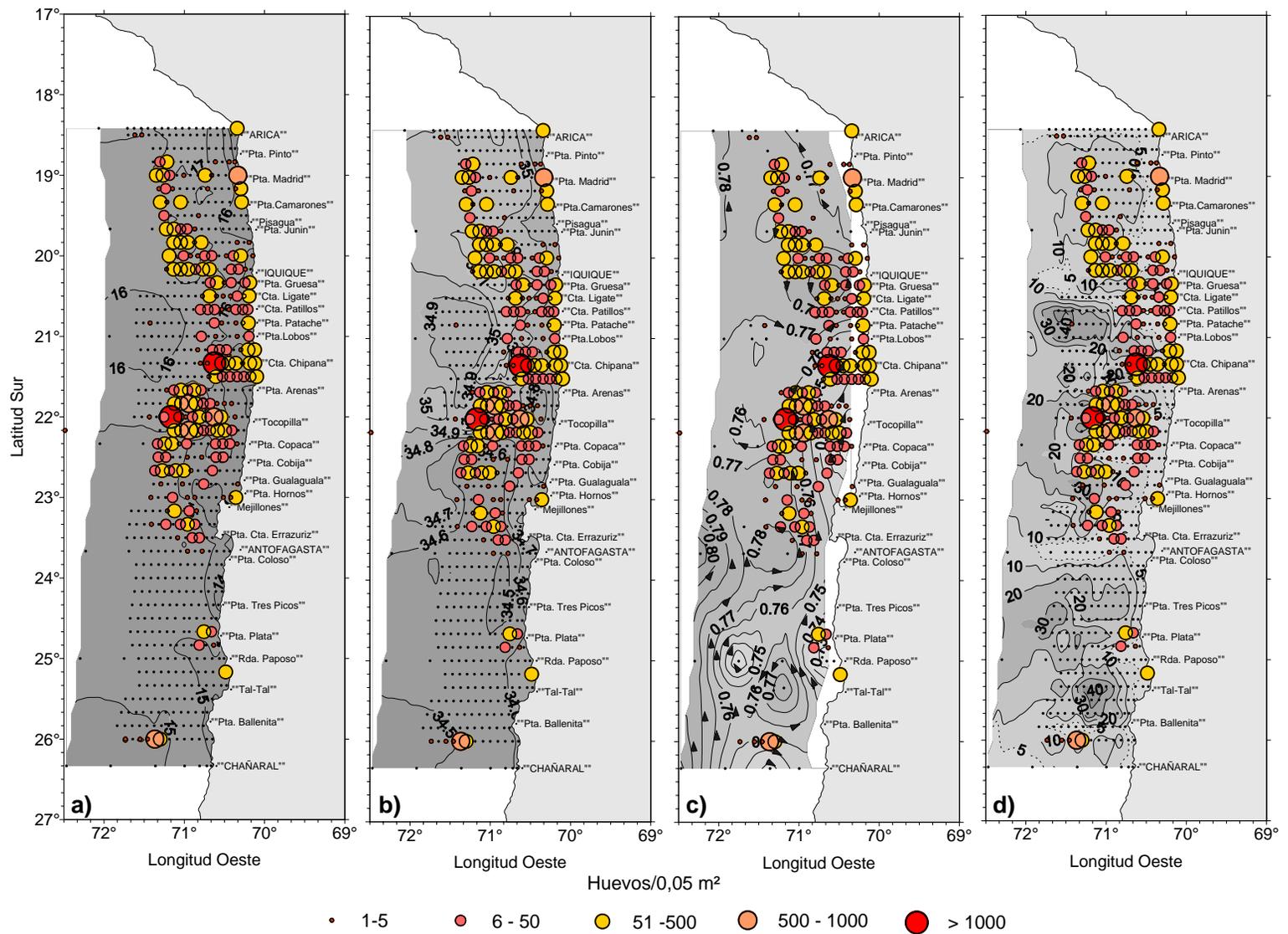


Figura 28. Asociación entre la clorofila a (µg/L) y la fluorescencia in vivo (volt) con los datos de nivel superficial. Crucero MPH - Invierno 2005.



**Figura 29.** Distribución y abundancia de huevos de anchoveta y su asociación con la a) temperatura superficial, b) salinidad superficial (psu), c) anomalía neopotencial de superficie referida a 500 (db) y d) espesor de la capa de mezcla (m). Crucero MPH - Invierno 2005.

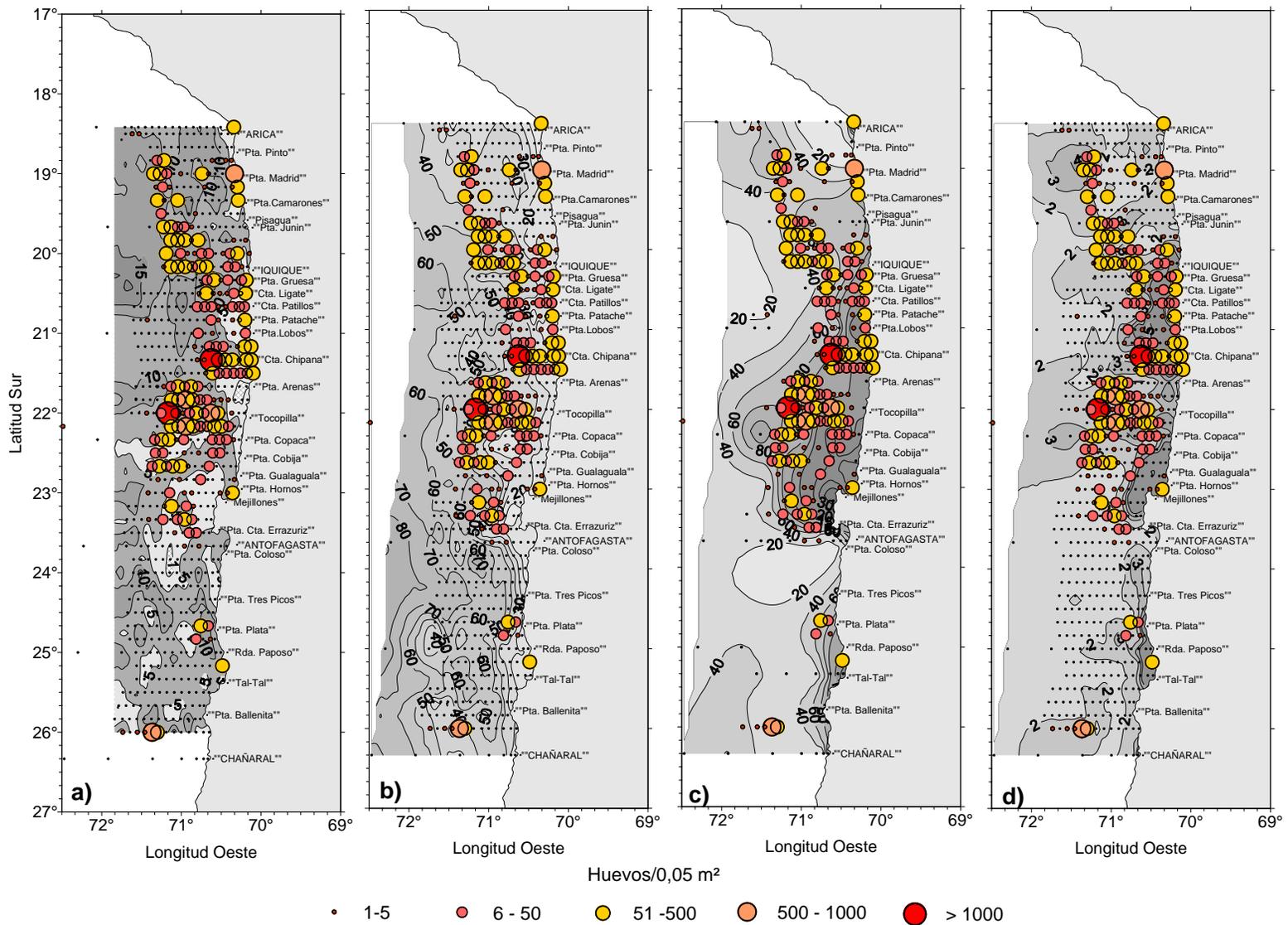


Figura 30. Distribución y abundancia de huevos de anchoveta y su asociación con la a) profundidad de la base de la termoclina (m), b) espesor de la termoclina (m), c) distribución de clorofila integrada (mg/m<sup>2</sup>) y b) fluorescencia in vivo (volt) en superficie. Crucero MPH - Invierno 2005.

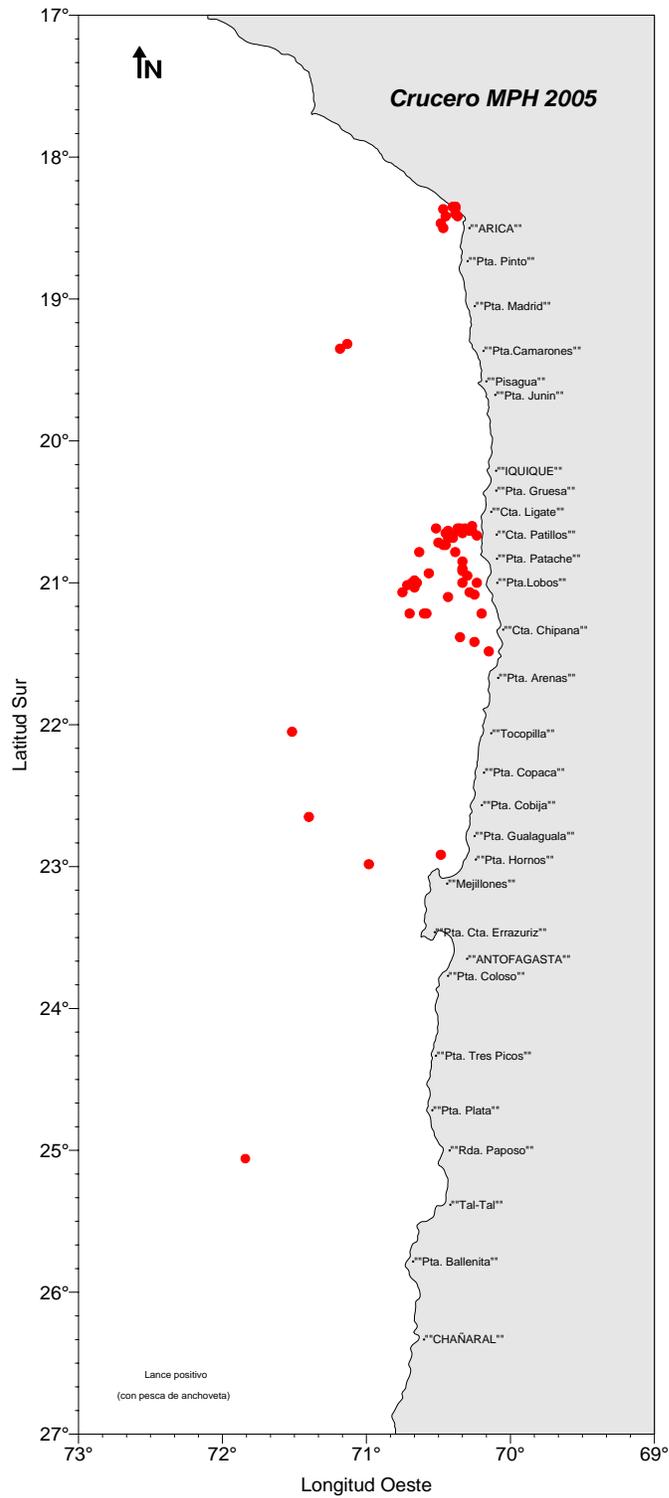


Figura 31. Distribución espacial de los lances de pesca efectivos realizados por embarcaciones cerqueras. Crucero MPH - Invierno 2005.

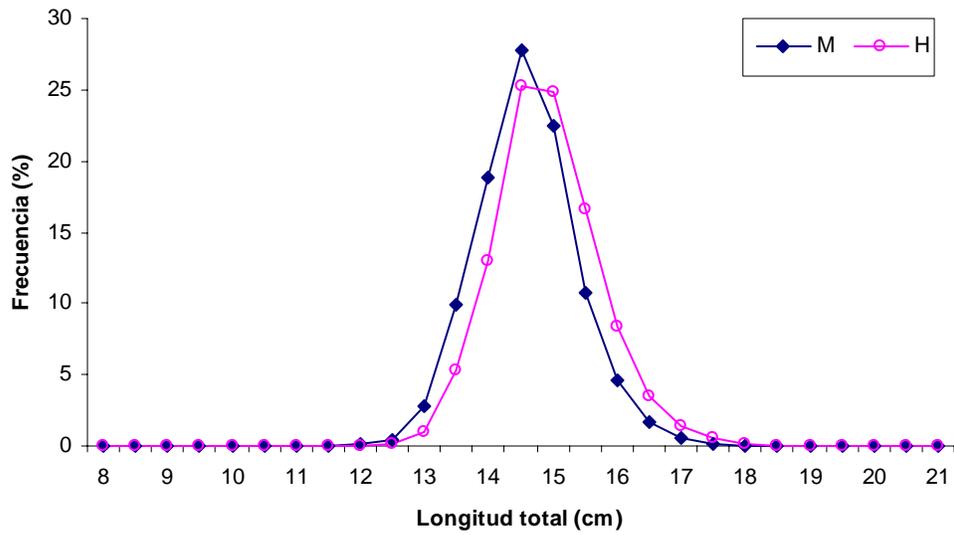


Figura 32. Distribución de tamaños de anchoveta por sexo (M: machos, M: hembras), capturadas entre la I y II regiones. Crucero MPH - Invierno 2005.

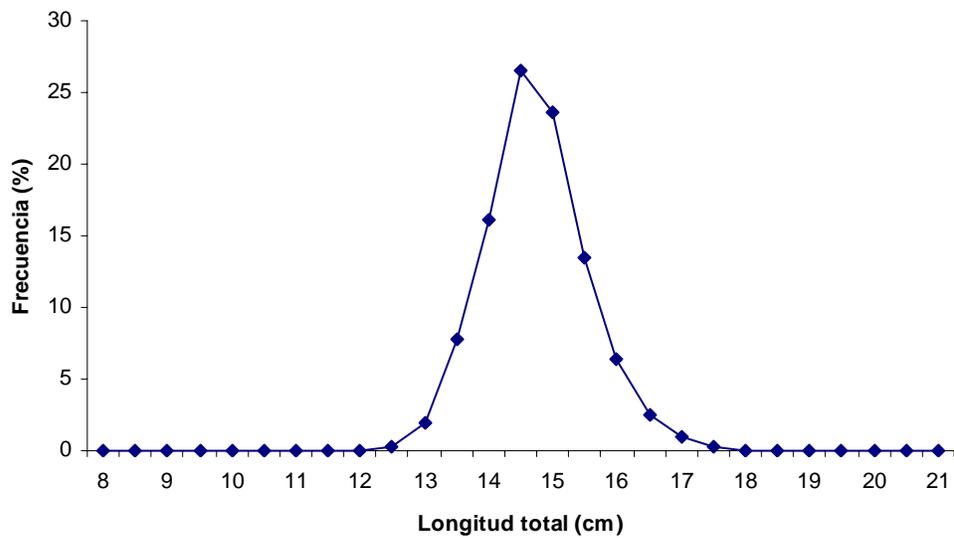


Figura 33. Distribución total de tamaños de anchoveta, capturadas entre la I y II regiones. Crucero MPH - Invierno 2005.

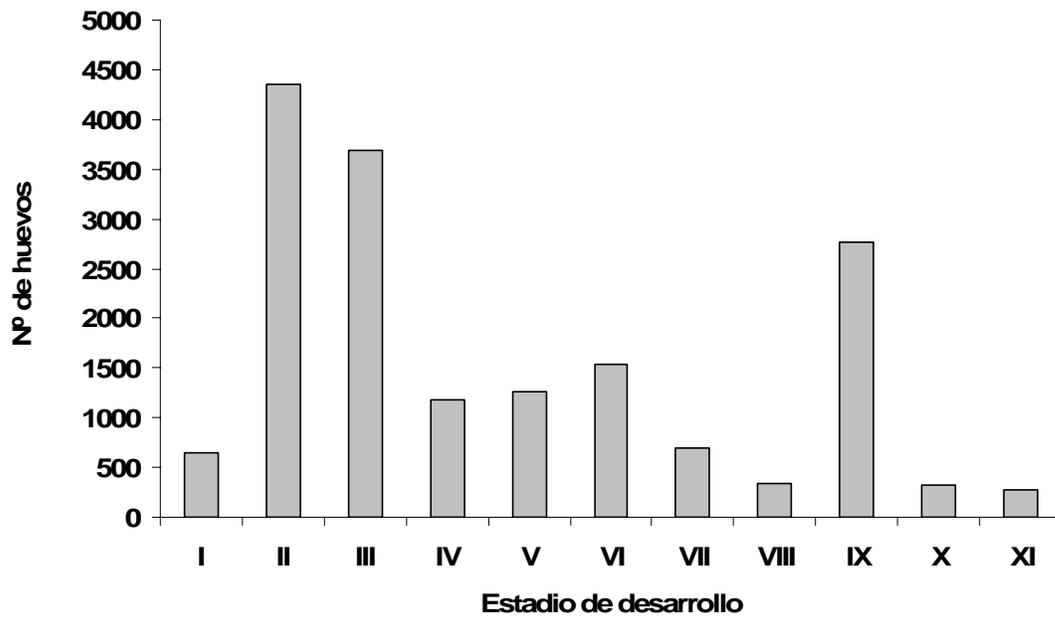


Figura 34. Frecuencia (Nº) de huevos de anchoveta por estadio de desarrollo

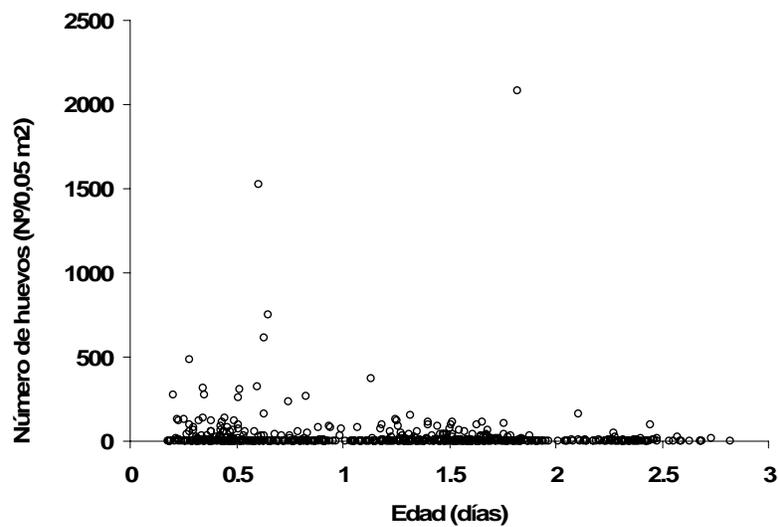


Figura 35. Número de huevos por unidad de muestreo (0,05 m<sup>2</sup>) en función de su edad (días).

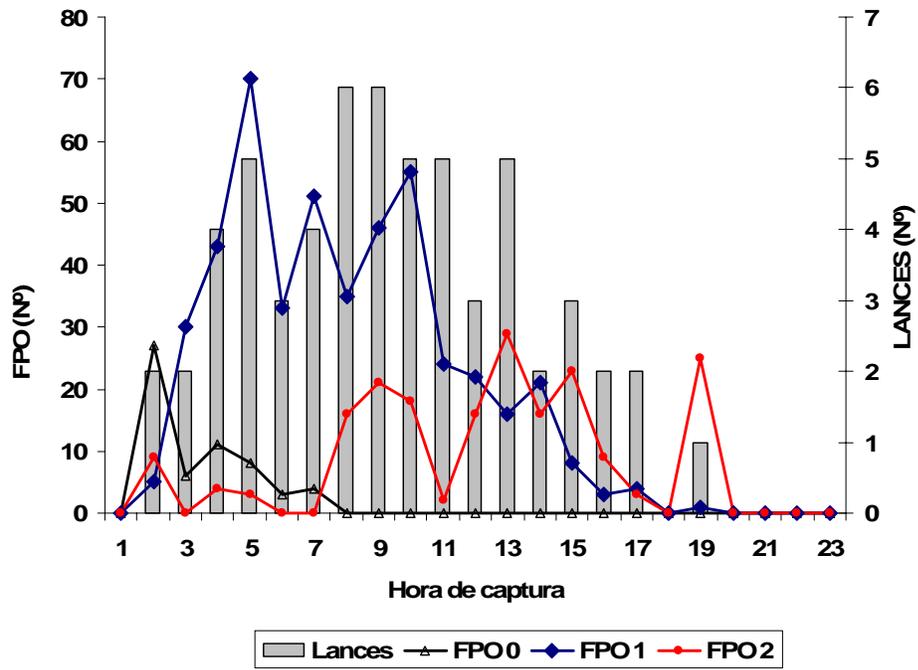


Figura 36. Distribución de frecuencia (Nº) de Folículos Postovulatorios de día 0, 1 y día 2 para el total de hembras analizadas en función de la hora de captura y número de lances por hora del día.

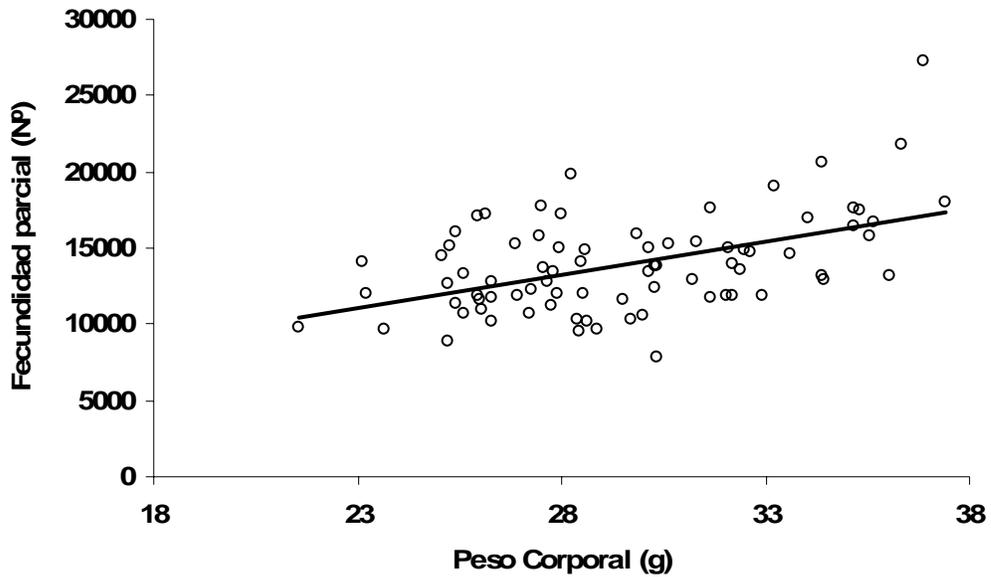


Figura 37. Fecundidad parcial en función del peso corporal para el año 2005.

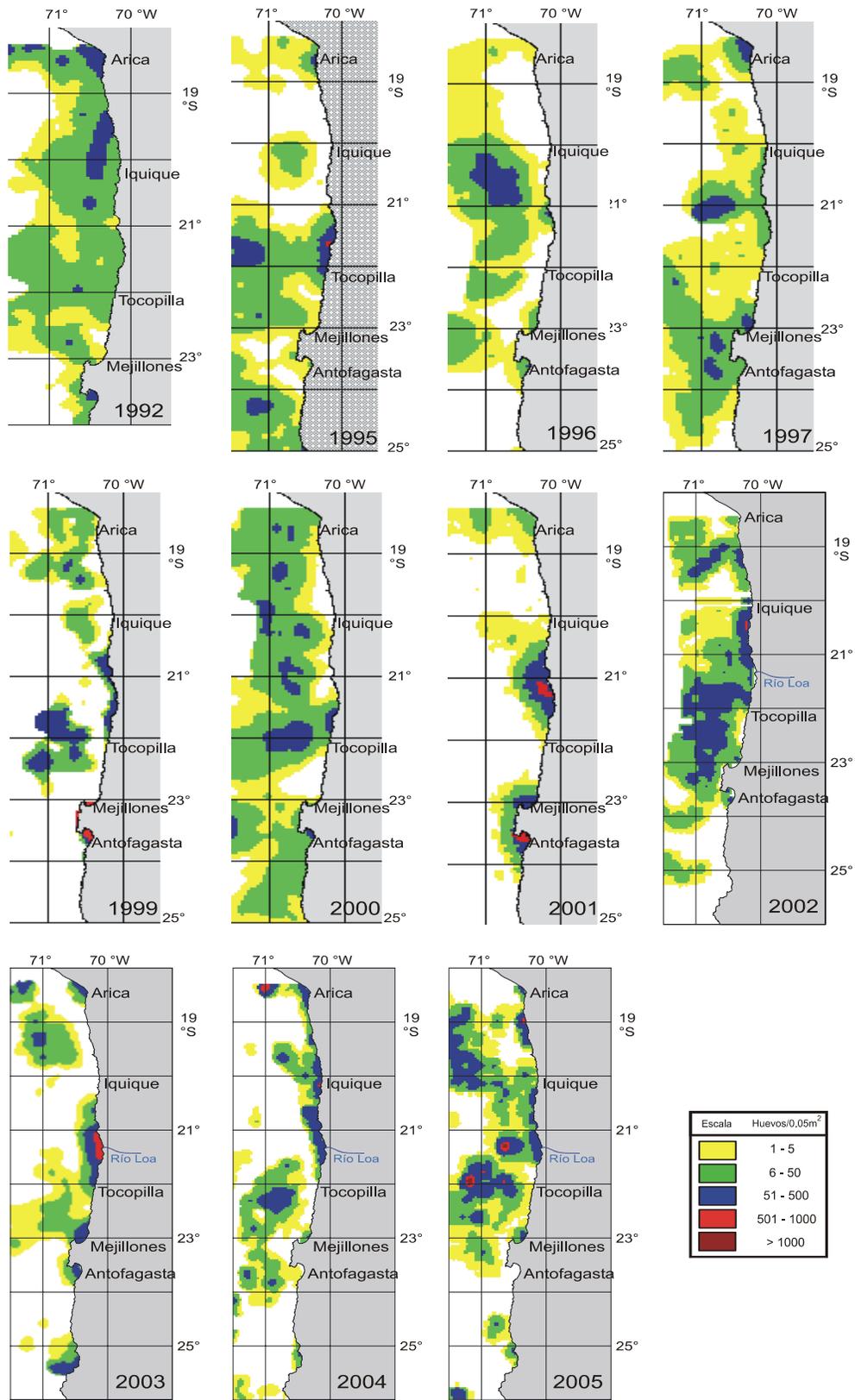


Figura 38. Distribución espacial y temporal de los huevos de anchoveta. Período 1992 - 2005.

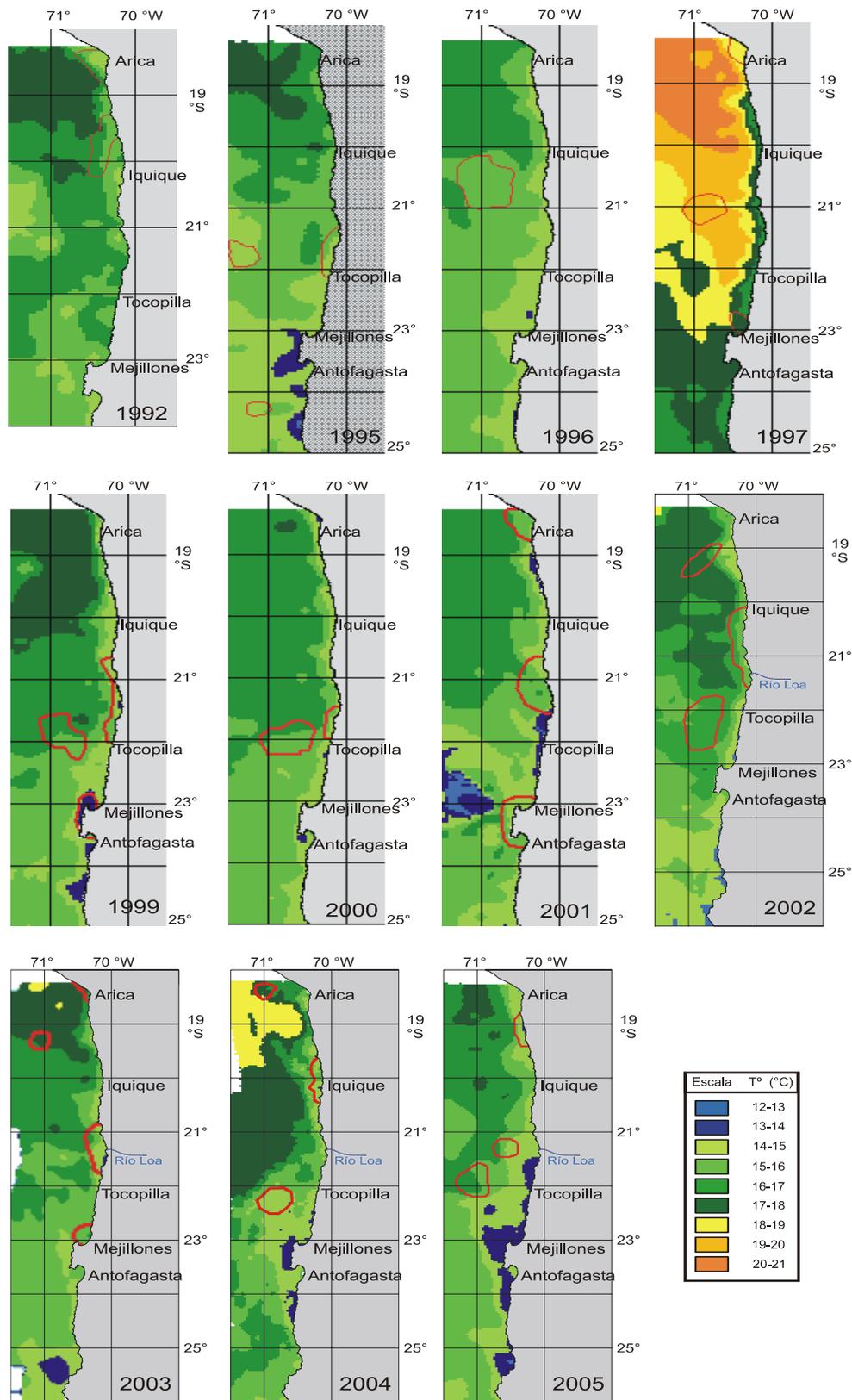


Figura 39. Distribución espacial y temporal de la temperatura a 10 m. Período 1992 - 2005.

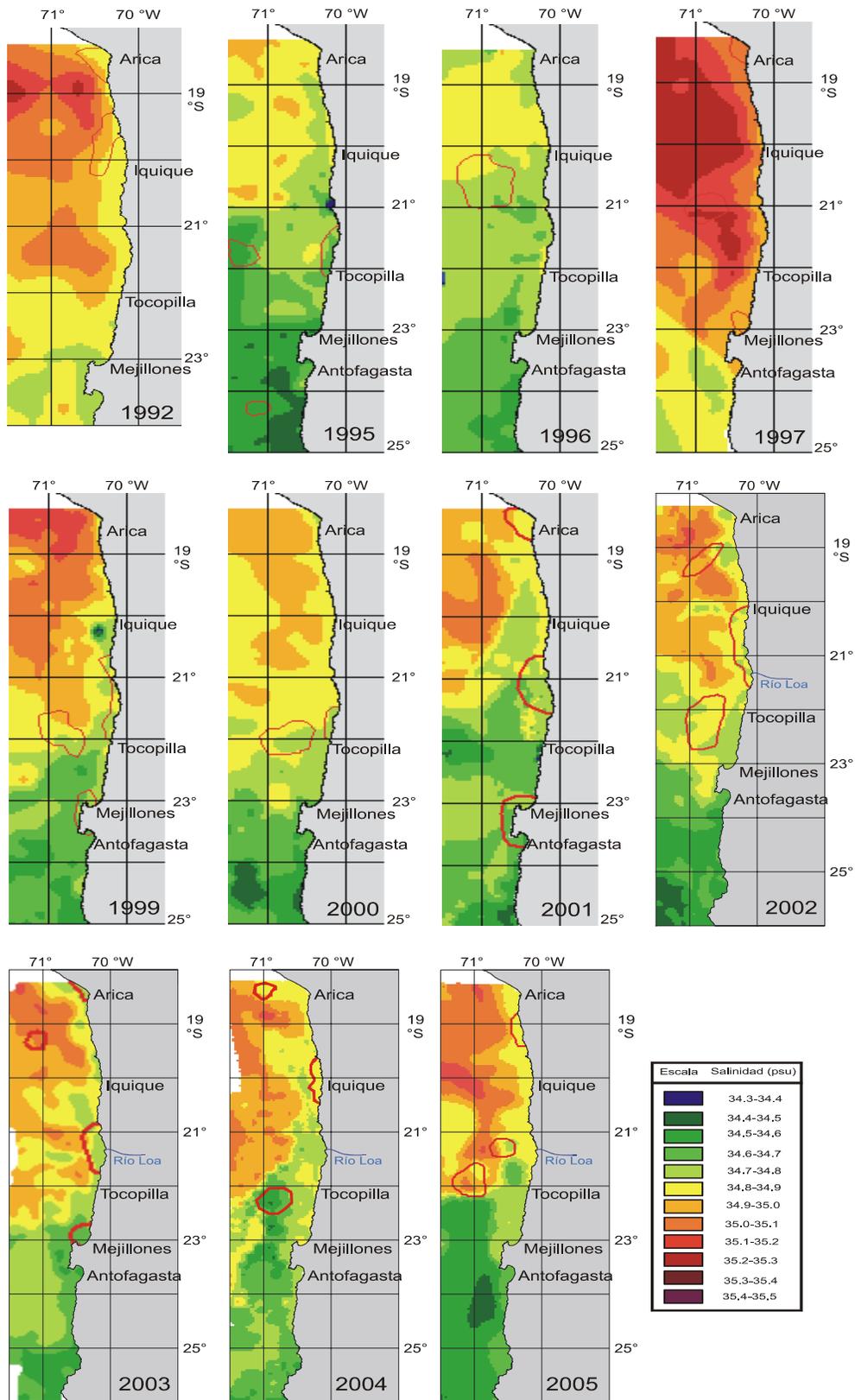


Figura 40. Distribución espacial y temporal de la salinidad superficial. Período 1992 - 2005.

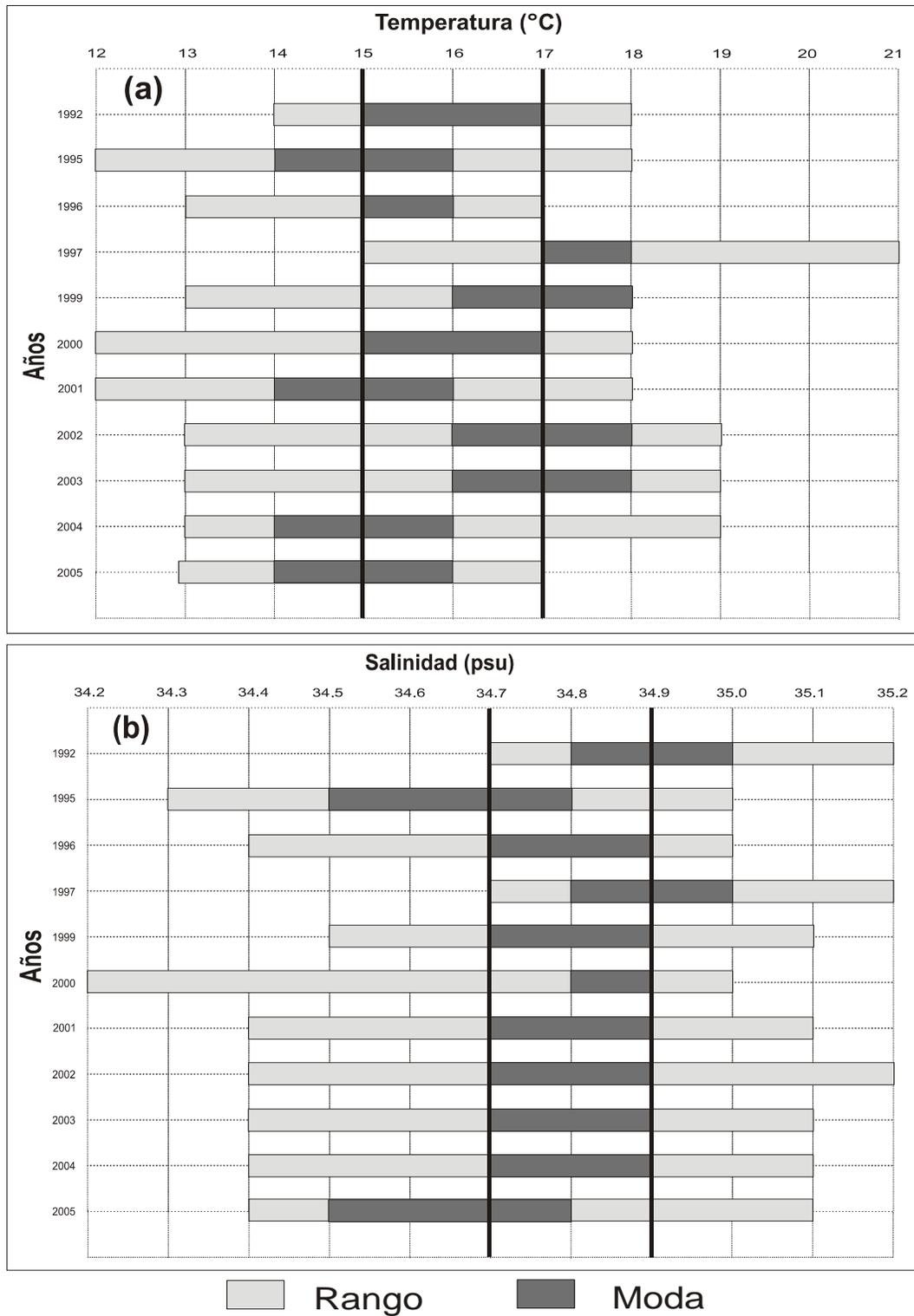


Figura 41. Rangos de distribución preferencial de los huevos de anchoveta respecto de: a) temperatura (°C) y b) salinidad (psu). Período 1992-2005.

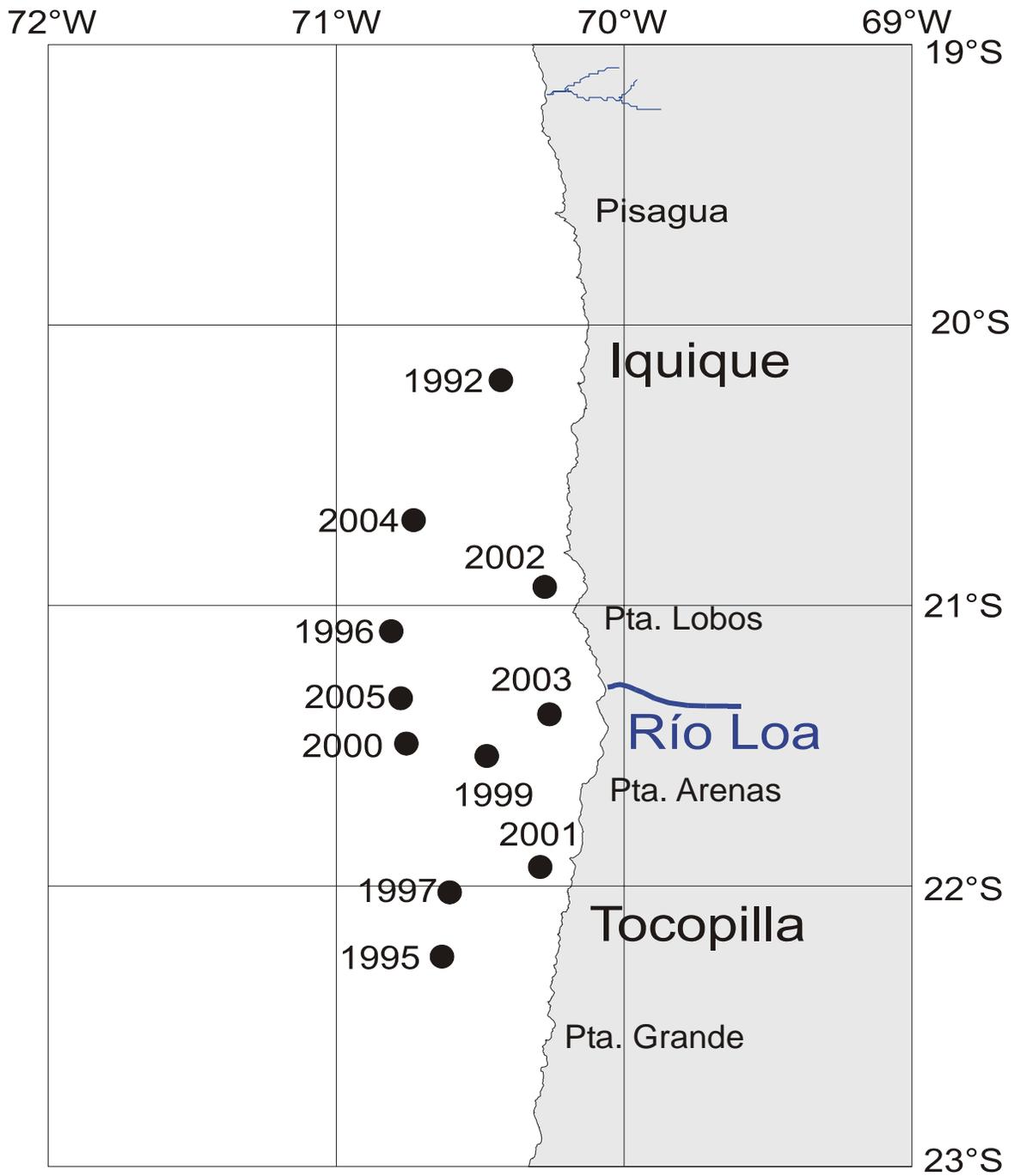


Figura 42. Distribución espacial de los centros de gravedad de las distribuciones de huevos de anchoveta. Período 1992-2005.

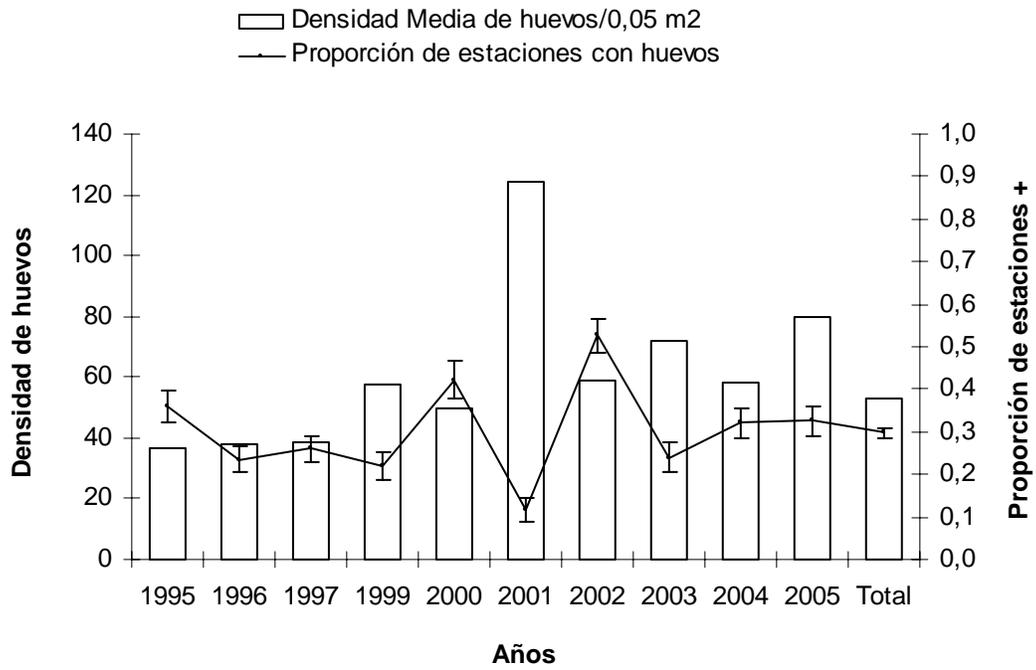
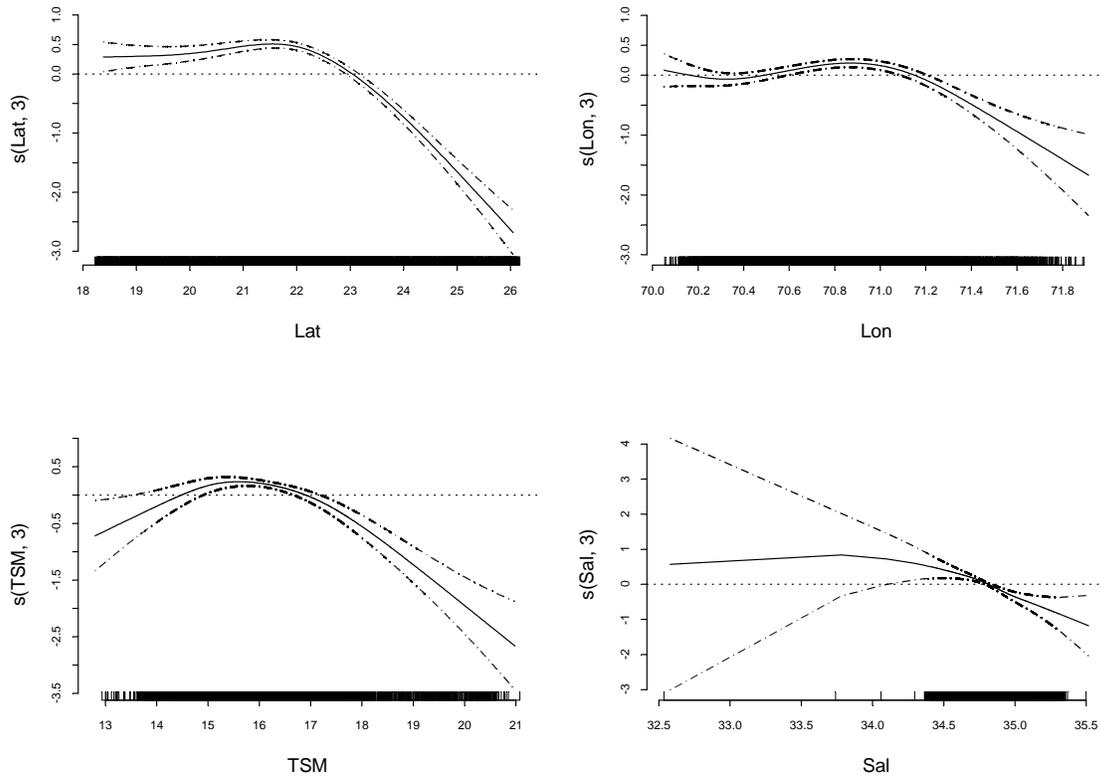
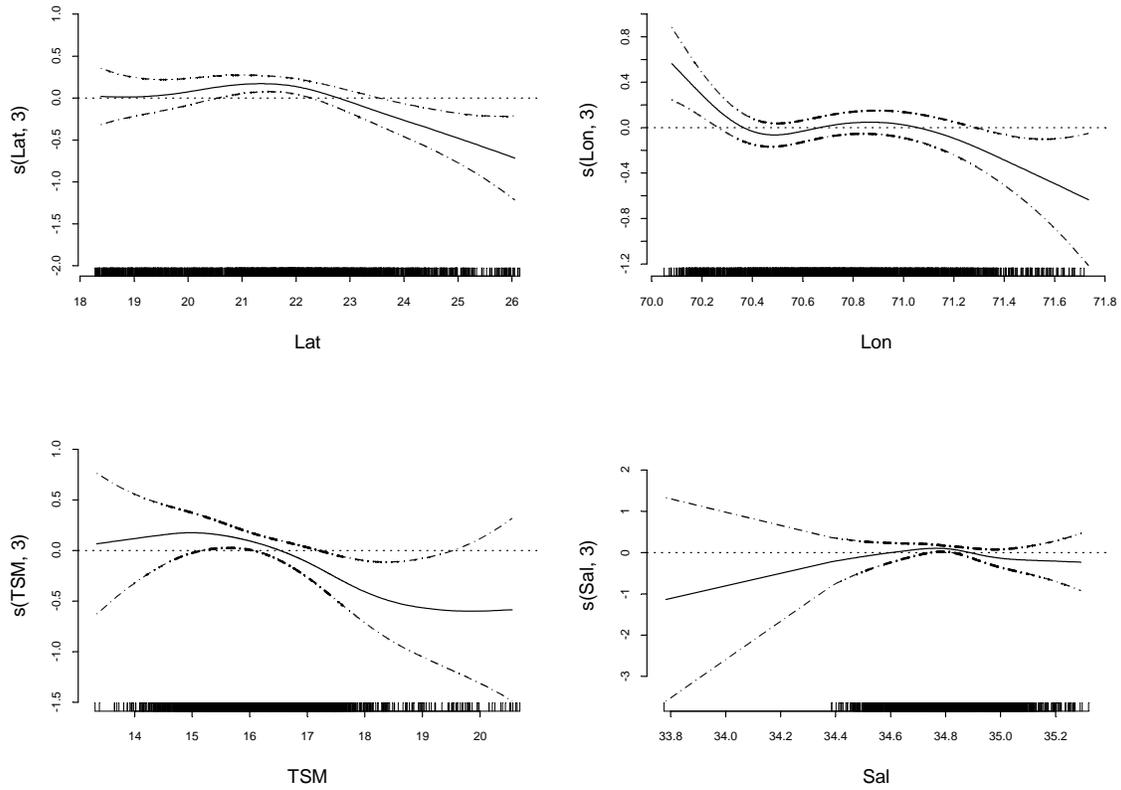


Figura. 43. Densidad media e intervalo de confianza para la proporción de estaciones con presencia de huevos de anchoveta, por año y total. Cruceros realizados entre la I y II Región.



**Figura 44.** Efectos de los predictores latitud (Lat), longitud (Lon), temperatura (TSM) y salinidad (Sal) superficial sobre la variable presencia/ausencia de huevos de anchoveta por estación, ajustado un modelo binomial con sobre-dispersión (GAM). El cero en el eje vertical indica que no existe efecto del predictor sobre la variable respuesta, líneas segmentadas corresponden a las bandas de confianza y  $s(X, P)$  corresponde a la función suavizadora spline para la variable  $X$  con  $P$  grados de libertad. Años 1995, 1996, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005.



**Figura 45.** Efectos de los predictores latitud (Lat), longitud (Lon), temperatura (TSM) y salinidad (Sal) superficial sobre la variable logaritmo de la densidad de huevos de anchoveta en las estaciones positivas, ajustado un modelo normal (GAM). El cero en el eje vertical indica que no existe efecto del predictor sobre la variable respuesta, líneas segmentadas corresponden a las bandas de confianza y  $s(X, P)$  corresponde a la función suavizadora spline para la variable  $X$  con  $P$  grados de libertad. Años 1995, 1996, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005.

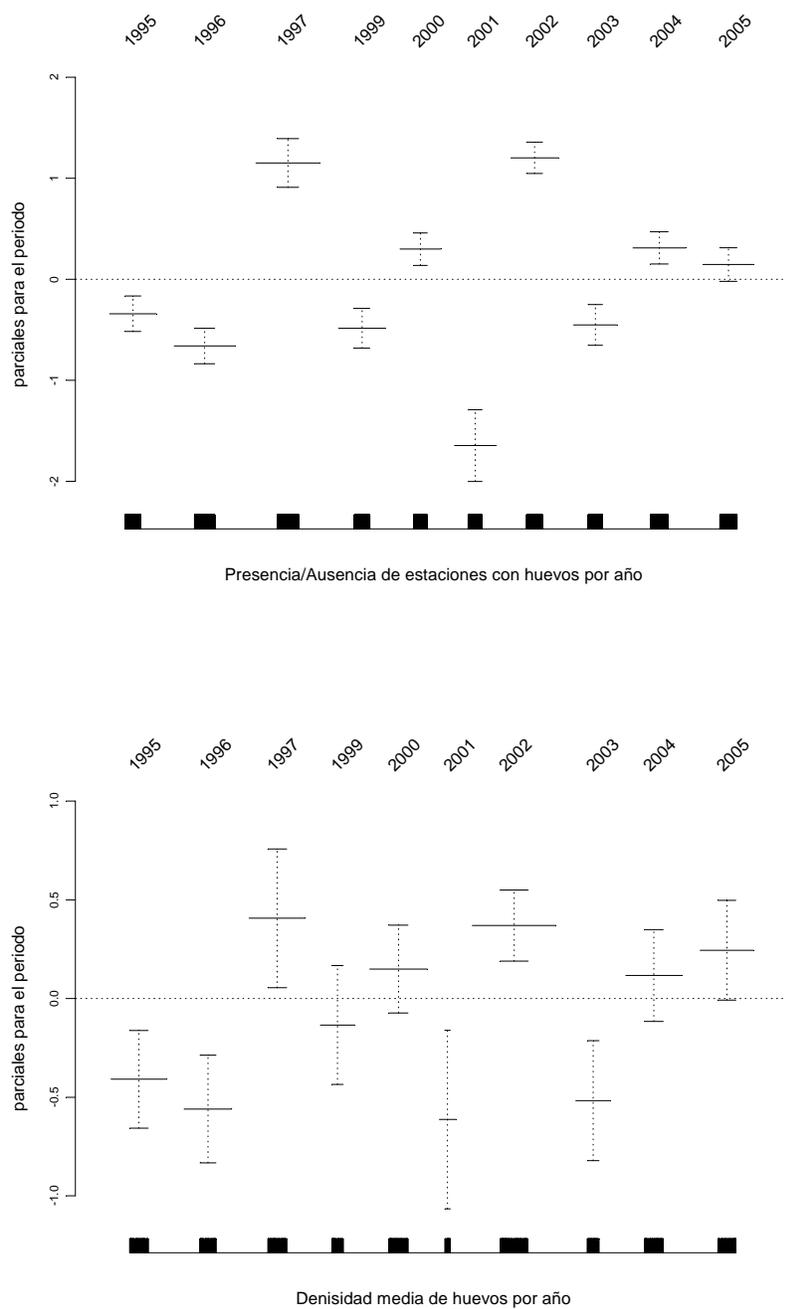


Figura 46. Tendencias de los índices por año obtenidos del ajuste de modelos GAM para la presencia/ausencia y la densidad de huevos de anchoveta. Líneas segmentadas corresponden a las bandas de confianza. Años 1995, 1996, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005.

# T A B L A S

---



**Tabla 1.** Caracterizaci3n de los estadios ov3ricos de peces pel3gicos (Wallace y Selman, 1981; Hunter y Macewicz, 1985).

<b>ESTADIO OVARICO</b>	<b>CITOLOGIA E HISTOMORFOLOGIA OVARICA</b>
<b>Estadio I: Virginal</b>	Ovario con numerosos nidos ovogoniales y ovocitos primitivos rodeados por tejido conectivo intersticial de donde destacan tabiques fibro-conectivos.
<b>Estadio II: Inmaduro (reincidente)</b>	Lamelas repletas con ovocitos no vitelados rodeados por delgadas c3lulas foliculares. Ves3cula germinativa grande y central, con prominentes nucl3olos esf3ricos y perif3ricos. Citoplasma escaso, finamente granular y fuertemente bas3filo. En ovocitos previtelog3nicos tard3os debuta la presencia de peque1as ves3culas perif3ricas.
<b>Estadio III: Parcialmente vitelado</b>	Predominio de ovocitos en estado temprano de depositaci3n de vitelo, el cual no abarca m3s de las 3/4 partes del citoplasma. Destaca la presencia de ves3culas perif3ricas. Ves3cula germinativa grande y central, con m3ltiples nucl3olos perif3ricos y rodeada por peque1as gotas de l3pidos que inician su fusi3n. La zona radiata es delgada, subyacente a c3lulas foliculares de poca altura.
<b>Estadio IV: Vitelado</b>	Predominio de ovocitos cargados de gl3bulos de vitelo distr. buido desde la periferia hasta la regi3n perinuclear. La ves3cula germinativa mantiene su posici3n central, permaneciendo los nucl3olos en la periferia. Zona radiata bien desarrollada. C3lulas foliculares c3bicas bajas con n3cleo esf3rico, central y el citoplasma finamente granular, ligeramente bas3filo.
<b>Estadio V: En maduraci3n</b>	Citoplasma con grandes gl3bulos de vitelo (t3rmino de la depositaci3n de vitelo) y ves3culas lip3dicas que coalescen (2 a 3), ubic3ndose al lado opuesto de la direcci3n de migraci3n de la ves3cula germinativa, la que es exc3ntrica, migrante hacia el polo animal. Alto n3mero de peque1os nucl3olos perif3ricos. C3lulas foliculares c3bicas con n3cleo desplazado a la base. Citoplasma claro, de aspecto espumoso, areolar, ligeramente bas3filo.
<b>Estadio VI: Hidratado (hialino)</b>	Con o sin ves3cula germinativa en el polo animal, seg3n se haya iniciado la maduraci3n. Por incorporaci3n de fluidos el ovocito incrementa considerablemente su tama1o. El vitelo se presenta en forma de placas por ingreso de l3quido al citoplasma, d3ndole un aspecto hialino. La granulosa y zona radiata pierden espesor.
<b>Estadio VII: En desove</b>	Co-existencia de ovocitos hidratados y f3liculos postovulatorios nuevos, entre ovocitos en depositaci3n temprana de vitelo.
<b>Estadio VIII: Desovado</b>	Predominio de ovocitos inmaduros. Se aprecia abundante atresia folicular, tanto alfa como beta. Ovocitos vitelados residuales y eventualmente f3liculos postovulatorios viejos.



**Tabla 2.** Caracterizaci3n histol3gica de los fol3culos postovulatorios (FPO) (Hunter y Goldberg, 1980); ajustados para *E. ringens*, en FIP N° 95-01.

EDAD	APARIENCIA HISTOLOGICA DEL FPO
<b>NUEVOS (&lt; 24 h)</b>	Fol3culos 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 eosin3filo. Epitelio constituido por c3lulas c3bicas o cil3ndricas bien delimitadas entre s3. N3cleo esf3rico y basal, con cromatina regularmente condensada. Citoplasma finamente granular, ligeramente eosin3filo. Escasa presencia de espacios vac3os tipo c3lula secretora intraepitelial, siendo 3stas alc3an blue d3bilmente positivo. Adyacente a la granulosa se ubican las c3lulas tecales aplanadas e imbricadas.
<b>EDAD DIA 1 (&gt; de 24 - &lt; 48 h)</b>	Los presentan las hembras que desovaron la noche anterior a la captura. Son m3s peque1os que los FPO nuevos, de aspecto glandular con ligera infiltraci3n linfocitaria, lumen estrecho e irregular. Granulosa columnar, corrugada, con disposici3n lineal de las c3lulas foliculares, algunas de las cuales presentan signos de degeneraci3n: n3cleo picn3tico, micropicnosis, de forma irregular, citoplasma vacuolado, pero mantienen la individualidad entre ellos. Se aprecian abundantes espacios vac3os intraepitelial que se ti1en intensamente con alc3an blue.
<b>EDAD DIA 2 (&gt; 48 h)</b>	Estructura de aspecto glomerular con marcada degeneraci3n celular. Epitelio desorganizado, perdiendo la disposici3n lineal de sus c3lulas. L3mina tecal hipertrofiada, capilares sangu3neos desarrollados. Lumen ocluido o ausente, c3lulas sin individualidad aparente y en avanzado estado degenerativo: forma irregular n3cleos picn3ticos, micropicnosis, citoplasma vacuolado, representando la fase terminal de degeneraci3n del epitelio columnar. Abundantes espacios con material granular alc3an blue fuertemente positivo. Notoria infiltraci3n linfocitaria.

**Tabla 3.** Detalle de la informaci3n utilizada para el c3lculo de los promedios hist3ricos mensuales (Septiembre) de temperatura y salinidad para las transectas de Arica (T1), punta Lobos (T17) y bah3a Moreno (T33).

datos / transectas	T 1 Arica	T 17 p. Lobos	T 33 b. Moreno
<b>cruceros</b>	21	21	16
<b>estaciones</b>	355	351	321
<b>datos temperatura reales</b>	1951	2144	2171
<b>datos temperatura interpolados</b>	550	424	531
<b>datos salinidad reales</b>	1954	2144	2173
<b>datos salinidad interpolados</b>	553	431	532



Tabla 4. Bit3c3cra de estaciones oceanogr3ficas y registro de datos meteorol3gicos. Crucero MPH. Invierno 2005.

FECHA día	mes	año	HORA		Latitud		Longitud		PROF. ECOS.	N° EST	OLAS			VIENTO		TEMP.AIRE		PRESION ATMOSF. (hpa)	TIEMPO PRESENTE	NUBES		VISIBILIDAD
			HH	MIN	GR	MIN	GR	MIN			DIR.	ALT.	per	DIR.	VEL.	SECA	HÚMEDA			TIP.	CAN.	
27	8	2005	8	50	20	10.0	70	10.4	92	1	220	1	2	45	2.7	17.5	15.5	1013	2	2	6	7
27	8	2005	9	33	20	10.0	70	14.4	190	2	220	1	2	45	3.9	17.0	15.0	1013	2	2	6	7
27	8	2005	10	20	20	10.0	70	19.5	765	3	220	1	2	45	2.8	17.0	15.0	1013.5	2	2	6	7
27	8	2005	11	10	20	10.0	70	25.0	1019	4	220	1	2	45	2.4	17.0	15.0	1013.5	2	2	6	7
27	8	2005	11	55	20	10.0	70	30.0	1112	5	220	1	2	220		18.0	16.0	1013	2	2	6	7
27	8	2005	12	42	20	10.0	70	35.6	1194	6	220	1	2	220	1.4	18.0	16.0	1013.5	2	2	7	7
27	8	2005	13	31	20	10.0	70	41.2	1597	7	220	1	2	120	1.4	18.0	16.0	1013	2	2	8	7
27	8	2005	14	17	20	10.0	70	46.2	1800	8	220	1	2	90	3.1	18.0	16.0	1013.5	2	2	8	7
27	8	2005	15	10	20	10.0	70	51.6	2700	9	220	1	2	120	4.8	17.5	15.5	1013	2	2	8	7
27	8	2005	16	5	20	10.0	70	57.2	2800	10	220	1	2	190	7.0	17.5	15.5	1012	2	6	8	7
27	8	2005	17	1	20	10.0	71	2.8	3800	11	220	1	2	190	10.5	17.0	15.0	1012	2	6	8	7
27	8	2005	17	49	20	10.0	71	8.0	4000	12	220	1	2	180	8.8	17.0	15.0	1012	2	6	8	7
27	8	2005	6	40	20	10.0	71	13.2	4000	13	220	1	2	180	2.6	17.0	15.0	1011.5	2	6	8	7
27	8	2005	20	40	20	0.0	71	11.4	4000	14	220	1	2	180	1.6	17.0	15.0	1012.5	2	6	8	7
27	8	2005	21	40	20	0.0	71	6.0	4000	15	220	1	2	180	1.5	16.0	14.0	1013	2	6	8	7
27	8	2005	22	20	20	0.0	71	0.6	4000	16	220	1	2	180	1.5	16.0	14.0	1013	2	6	8	7
27	8	2005	23	15	20	0.0	70	55.4	4000	17	220	1	2	180	1.5	16.0	14.0	1012.5	2	6	8	7
28	8	2005	0	5	20	0.0	70	50.0	4000	18	220	1	2	180	1.5	16.0	14.0	1012.5	2	6	8	7
28	8	2005	0	51	20	0.0	70	44.8	1230	19	220	1	2	200	1.8	16.5	15.0	1013	2	6	8	7
28	8	2005	1	37	20	0.0	70	39.5	1258	20	220	1	2	230	4.7	16.5	15.0	1013	2	6	8	7
28	8	2005	2	25	20	0.0	70	34.1	1230	21	220	1	2	160	1.9	16.5	15.0	1013	2	6	8	7
28	8	2005	3	13	20	0.0	70	28.6	1100	22	220	1	2	160	1.4	16.0	15.0	1012	2	6	8	7
28	8	2005	4	5	20	0.0	70	23.3	1050	23	220	1	2	60	3.2	16.0	15.0	1011.5	2	6	8	7
28	8	2005	5	5	20	0.0	70	17.8	993	24	220	1	2	90	2.5	16.0	15.0	1011	2	6	8	7
28	8	2005	6	0	20	0.0	70	12.8	162	25	220	1	2	70	7.5	16.0	15.0	1011.5	2	6	8	7
28	8	2005	6	45	20	0.0	70	8.8	67	26	220	1	2	70	3.3	15.5	14	1012	2	6	8	7
28	8	2005	8	10	19	50.0	70	11.6	104	27	220	1	2	70	1.5	15.5	14	1012	2	2	8	7
28	8	2005	8	47	19	50.0	70	15.3	378	28	220	1	2	70	1.5	15.5	14	1012	2	2	8	7
28	8	2005	9	30	19	50.0	70	20.5	950	29	220	1	2	70	1.5	15.5	14	1012	2	2	8	7
28	8	2005	10	20	19	50.0	70	26.2	1051	30	220	1	2	70	1.5	15.5	14	1012	2	2	8	7
28	8	2005	11	5	19	50.0	70	31.4	1147	31	220	1	2	70	1.5	17	14.5	1011.5	2	2	8	7
28	8	2005	11	55	19	50.0	70	36.5	1283	32	220	1	2	70	1.5	17	14.5	1011.5	2	2	8	7
28	8	2005	12	41	19	50.0	70	41.8	1470	33	220	1	2	160	5.8	18	15	1011.5	2	2	8	7
28	8	2005	13	33	19	50.0	70	47.3	1920	34	220	1	2	160	6.5	18	15	1011.5	2	2	8	7
1	9	2005	7	3	19	50.0	70	52.4	2158	35	220	2	3	180	16.6	15	13	1012.5	1	0	8	7
1	9	2005	8	5	19	50.0	70	57.4	2675	36	220	2	3	180	11.4	15	13	1012.5	1	0	8	7
1	9	2005	9	0	19	50.0	71	2.8	2803	37	220	2	3	180	12.2	15	13	1012	1	0	8	6
1	9	2005	9	50	19	50.0	71	8.0	3370	38	220	2	3	180	8.9	15	13	1012	1	0	8	6
1	9	2005	10	40	19	50.0	71	13.0	4000	39	220	2	3	180	12.6	15	13	1012	1	0	8	6
1	9	2005	23	25	19	40.0	71	13.5	4000	40	220	5	3	190	6.1	17.5	15.0	1012	2	2	8	6
2	9	2005	0	50	19	40.0	71	7.8	3000	41	220	5	3	190	2.4	17.5	15	1011	1	6	8	6
2	9	2005	1	35	19	40.0	71	2.8	3000	42	220	5	3	190	3	17.5	15	1011	1	6	8	6
2	9	2005	1	44	19	40.0	70	57.9	2000	43	220	5	3	200	1.5	17	14.5	1010.5	1	6	8	6
2	9	2005	4	32	19	40.0	70	52.2	2300	44	230	4	3	90	6	16	14	1010.5	1	6	8	6
2	9	2005	5	55	19	40.0	70	47.0	1500	45	230	4	3	90	4	16.5	14.5	1011	1	6	8	6
2	9	2005	6	35	19	40.0	70	41.7	847	46	230	4	3	90	2	16.5	14.5	1011	1	6	8	6
2	9	2005	7	30	19	40.0	70	36.6	707	47	230	4	3	90	3	16.5	14.5	1011	1	6	8	6
2	9	2005	8	49	19	40.0	70	31.0	784	48	230	4	3	90	3	16.5	14.5	1012.5	2	6	8	6
2	9	2005	10	18	19	40.0	70	26.4	670	49	230	4	3	190	9	16.5	14	1012.5	2	2	8	6
2	9	2005	11	29	19	40.0	70	21.2	210	50	220	4	3	180	7.2	16.5	14.5	1013	1	6	8	6
2	9	2005	13	17	19	40.0	70	16.0	80	51	220	4	2	180	2.5	17	15	1012	1	6	8	6
2	9	2005	14	33	19	40.0	70	11.8	79	52	220	4	2	180	1.5	17	15	1012	1	6	8	6
2	9	2005	16	39	19	30.0	70	13.7	116	53	210	1	2	190	6.5	16.5	15	1011	2	7	8	6
2	9	2005	17	37	19	30.0	70	17.6	344	54	210	1	2	190	6.2	16.5	15	1011	2	7	8	6
2	9	2005	18	28	19	30.0	70	22.7	659	55	210	1	2	190	6.2	17	15	1011.5	2	7	8	6
2	9	2005	19	20	19	30.0	70	28.0	737	56	210	1	2	190	6.2	17	15	1011	2	7	8	6
2	9	2005	20	5	19	30.0	70	33.5	697	57	210	1	2	190	6.2	17	15	1011	2	7	8	6
2	9	2005	20	50	19	30.0	70	38.5	918	58	210	1	2	190	6.2	17	15	1011	2	7	8	6
2	9	2005	21	40	19	30.0	70	44.0	1452	59	210	1	2	190	6.2	17	15	1011	2	7	8	6
2	9	2005	22	30	19	30.0	70	49.4	1954	60	210	1	2	190	6.2	17	15	1012.5	2	7	8	6
2	9	2005	23	23	19	30.0	70	54.5	2547	61	210	1	2	190	6.2	15.5	14	1013	2	7	8	6
3	9	2005	0	9	19	30.0	70	59.7	3000	62	210	1	2	190	7.6	15.5	14	1013	2	7	8	6
3	9	2005	0	59	19	30.0	71	5.0	3000	63	210	1	2	100	7.6	15.5	14	1013	2	7	8	7
3	9	2005	1	47	19	30.0	71	10.2	4000	64	210	1	2	120	4.5	15.5	14	1013	2	7	8	7
3	9	2005	2	36	19	30.0	71	15.2	803	65	220	0.5		110	3.5	15.5	14	1012.5	2	7	8	7
3	9	2005	4	11	19	20.0	71	18.0	4000	66	220	1	2	110	2.7	16	14	1012	1	6	8	7
3	9	2005	5	33	19	20.0	71	13.0	4000	67	220	1	2	120	3.5	16	14	1012	2	6	8	7
3	9	2005	6	21	19	20.0	71	7.6	4000	68	220	1	2	120	5.8	16	14	1012	2	6	8	7
3	9	2005	7	10	19	20.0	71	2.8	4000	69	220</											



Tabla 4. Continuaci3n

FECHA día mes	año	HORA		Latitud		PROF. GR	N° EST	OLAS DIR.	ALT. per	VIENTO		TEMP.AIRE		PRESION ATMOSF. (hpa)	TIEMPO PRESENTE		NUBES TIP. CAN.		VISIBILIDAD			
		HH	MIN	GR	MIN					DIR.	VEL.	SECA	HÚMEDA									
4	9	2005	1	40	19	10.0	71	19.0	3000	91	220	2	2	180	16.5	14.5	1013.5	2	6	8	7	
4	9	2005	3	10	19	0.0	71	21.0	3000	92	220	2	2	190	5	16	14	1013	2	6	8	7
4	9	2005	4	44	19	0.0	71	16.0	2700	93	220	2	2	180	7.5	16	14	1012	2	6	8	7
4	9	2005	5	32	19	0.0	71	11.0	2800	94	220	2	2	140	9.2	16	14	1012	2	6	8	7
4	9	2005	6	25	19	0.0	71	5.6	2600	95	220	2	2	140	7.3	16	14	1012.5	2	6	8	7
4	9	2005	7	13	19	0.0	71	0.4	2339	96	220	2	2	140	6.9	15.5	13.5	1012.5	2	6	8	7
4	9	2005	7	59	19	0.0	70	55.5	1702	97	220	2	2	140	10.5	15.5	13.5	1012.5	2	6	8	7
4	9	2005	8	48	19	0.0	70	50.0	1573	98	220	2	2	140	2.9	15.5	13.5	1013	2	6	8	7
4	9	2005	9	38	19	0.0	70	44.5	1423	99	220	2	2	140	6.6	15.5	13.5	1013	2	6	8	7
4	9	2005	10	30	19	0.0	70	39.5	1420	100	220	2	2	140	6.5	15.5	13.5	1013	2	6	8	7
4	9	2005	11	16	19	0.0	70	34.5	1200	101	220	2	2	140	6.3	15.5	13.5	1013	2	6	8	7
4	9	2005	12	4	19	0.0	70	29.0	955	102	220	2	2	140	7.6	15.5	13.5	1013	2	6	8	7
4	9	2005	12	55	19	0.0	70	24.0	302	103	220	1	2	160	4.9	19	17	1013	1	6	8	7
4	9	2005	13	38	19	0.0	70	20.0	85	104	220	1	2	170	6.5	19	17	1013	1	6	8	7
4	9	2005	15	16	18	50.0	70	22.3	84	105	210	1	2	160	8.6	19	16.5	1011	1	7	8	7
4	9	2005	16	25	18	50.0	70	26.5	318	106	210	1	2	180	9.5	18.5	16	1011	1	7	8	7
4	9	2005	17	14	18	50.0	70	31.6	822	107	210	1	2	180	9.7	18.5	16	1011	1	7	8	7
4	9	2005	18	5	18	50.0	70	36.8	1256	108	210	1	2	180	12	18	15.5	1011.5	1	7	8	7
4	9	2005	18	55	18	50.0	70	42.0	1398	109	210	1	2	180	12.8	18	15.5	1011	1	7	8	7
4	9	2005	19	40	18	50.0	70	47.0	1450	110	210	1	2	180	9.4	18	15.5	1011	1	7	8	7
4	9	2005	20	26	18	50.0	70	52.2	1437	111	210	1	2	180	7.2	18	15.5	1011	1	7	8	7
4	9	2005	21	18	18	50.0	70	57.5	1564	112	210	1	2	180	8.3	18	15.5	1011	1	7	8	7
4	9	2005	22	5	18	50.0	71	2.5	1847	113	210	1	2	180	3.6	18	15.5	1011	1	7	8	7
4	9	2005	23	0	18	50.0	71	7.8	2000	114	210	1	2	180	6.8	18	15.5	1012	1	7	8	7
4	9	2005	23	50	18	50.0	71	13.0	2000	115	210	1	2	180	7.7	18	15.5	1012	1	7	8	7
5	9	2005	0	40	18	50.0	71	18.3	2062	116	220	1	2	160	6.6	17	15	1012	1	6	8	7
5	9	2005	1	28	18	50.0	71	23.3	2000	117	220	1	2	160	7.1	16.5	14	1012	1	6	8	7
5	9	2005	2	59	18	40.0	71	23.4	2354	118	220	1	2	180	8.6	16.5	14	1015	2	6	8	7
5	9	2005	4	23	18	40.0	71	18.0	1502	119	220	1	2	170	7.3	16	14	1011	2	6	8	7
5	9	2005	5	11	18	40.0	71	12.8	1230	120	220	1	2	170	4.3	16	14	1011	2	6	8	7
5	9	2005	5	57	18	40.0	71	7.5	1230	121	220	1	2	170	3.4	16	14	1011	2	6	8	7
5	9	2005	6	40	18	40.0	71	2.3	1377	122	220	1	2	170	3.2	16	14	1011	2	6	8	7
5	9	2005	7	26	18	40.0	70	57.0	1297	123	220	1	2	170	9.3	16	14	1011	2	6	8	7
5	9	2005	8	15	18	40.0	70	52.0	1251	124	220	1	2	170	5.8	16	14	1011	2	6	8	7
5	9	2005	9	5	18	40.0	70	46.6	1318	125	220	1	2	170	7.3	16	14	1011	2	6	8	7
5	9	2005	9	55	18	40.0	70	41.6	1273	126	220	1	2	170	2.5	16	14	1011	2	6	8	7
5	9	2005	10	40	18	40.0	70	36.3	1180	127	220	1	2	170	3.6	16.5	14	1011.5	2	6	8	7
5	9	2005	11	31	18	40.0	70	31.0	944	128	220	1	2	170	2	16	14	1011.5	2	6	8	7
5	9	2005	12	27	18	40.0	70	25.5	140	129	220	0		150	2	18	16	1012	2	7	8	10
5	9	2005	13	9	18	40.0	70	22.1	74	130	220	0		150	1	18	15.5	1011	2	7	8	10
5	9	2005	14	43	18	30.0	70	22.0	46	131	220	0		160	5	20	18	1010.5	0	7	1	10
5	9	2005	15	16	18	30.0	70	24.9	95	132	220	0		190	2	20	18	1010	0			10
5	9	2005	16	2	18	30.0	70	30.0	149	133	220	0		180	3	20	18	1010	0			10
5	9	2005	16	47	18	30.0	70	35.0	742	134	220	1	2	170	2	19	16	1010	0			10
5	9	2005	17	35	18	30.0	70	40.4	800	135	220	2	2	170	3	17	15	1010.5	1	6	7	10
5	9	2005	18	20	18	30.0	70	45.2	1061	136	220	2	2	170	3	17	15	1010.5	1	6	7	10
5	9	2005	19	15	18	30.0	70	50.5	1140	137	220	2	2	170	3	17	15	1010.5	1	6	7	10
5	9	2005	20	0	18	30.0	70	55.5	1157	138	220	2	2	170	2	18	15.5	1010.5	1	6	7	10
5	9	2005	20	45	18	30.0	71	1.0	1228	139	220	2	2	180	2	18	15.5	1010.5	1	6	7	10
5	9	2005	21	35	18	30.0	71	6.0	925	140	220	2	2	180	2	18	15.5	1011	1	6	7	10
5	9	2005	22	20	18	30.0	71	11.0	1124	141	220	2	2	180	2	18	15.5	1011	1	6	7	10
5	9	2005	23	10	18	30.0	71	16.3	1430	142	220	2	2	180	2	18	15.5	1011	1	6	7	10
5	9	2005	23	55	18	30.0	71	21.3	1540	143	220	2	2	180	2	18	15.5	1012	1	6	7	10
6	9	2005	0	47	18	30.0	71	26.5	1680	144	220	2	2	160	1	17.5	15	1012	1	6	7	10
6	9	2005	1	35	18	30.0	71	31.8	2100	145	220	2	2	150	1	17	14.5	1012	1	6	7	10
6	9	2005	2	22	18	30.0	71	37.0	2400	146	220	2	2	150	1	16.5	14	1012	1	6	7	10
6	9	2005	7	23	18	30.0	71	42.0	2000	147	220	2	2	150	1	16.5	14	1011.5	1	6	7	10
6	9	2005	14	44	18	25.0	71	42.5	2000	148	220	0		180	2	21.5	18.5	1009.5	2	6	8	10
6	9	2005	15	56	18	25.0	71	37.5	2000	149	220	0		190	2	21	18	1009	1	6	7	10
6	9	2005	16	46	18	25.0	71	32.3	1936	150	220	0		170	1	19.5	17	1009	1	6	6	10
6	9	2005	18	15	18	25.0	71	27.2	1528	151	220	0		170	1	19.5	17	1009	1	6	6	10
6	9	2005	18	58	18	25.0	71	22.0	1180	152	220	0		170	1	19.5	17	1009	1	6	6	10
6	9	2005	19	45	18	25.0	71	16.8	1137	153	220	0		170	1	19.5	17	1009	1	6	6	10
6	9	2005	20	35	18	25.0	71	12.0	865	154	220	0		170	1	19.5	17	1009	1	6	6	10
6	9	2005	21	30	18	25.0	71	6.5	836	155	220	0		160	2	17	14.5	1011.5	0	7	1	10
6	9	2005	22	40	18	25.0	71	1.5	821	156	220	0		170	2	16.5	14	1009	1	6	7	10
7	9	2005	0	2	18	25.0	70	56.4	956	157	220	0		160	2	16.5	14	1009	1	6	7	10
7	9	2005	0	53	18	25.0	70	51.0	992	158	220	0		180	1	15.5	14.5	1010	2	6	8	10
7	9	2005	1	41	18	25.0	70	46.0	918	159	220	0		170	1	15.5	14.5	1010	2	6	8	10
7	9	2005	2	52	18	25.0	70	4														



Tabla 4. Continuaci3n

FECHA		HORA		Latitud		Longitud		PROF.	N°	OLAS	VIENTO		TEMP.AIRE		PRESION	TIEMPO	NUBES	VISIBILIDAD				
día	mes	HH	MIN	GR	MIN	GR	MIN	ECOS.	EST	DIR.	ALT.	DIR.	VEL.	SECA	HÚMEDA	ATMOSF.	PRESENTE	TIP.	CAN.			
										per						(hpa)						
11	9	2005	21	6	20	30.0	71	17.6	3000	181	220	8	190	4	16.5	15	1010.5	2	6	8	10	
11	9	2005	21	50	20	30.0	71	12.5	3000	182	220	8	190	4	16.5	15	1010.5	2	6	8	10	
11	9	2005	22	45	20	30.0	71	7.3	2000	183	220	4	190	4	16.5	15	1010.5	2	6	8	10	
11	9	2005	23	28	20	30.0	71	2.2	2000	184	220	4	190	4	16.5	14	1012.5	2	6	8	10	
12	9	2005	0	25	20	30.0	70	56.9	2000	185	220	4	190	3	15	14	1014	2	6	8	10	
12	9	2005	1	49	20	30.0	70	51.6	2540	186	220	4	180	3	15.5	14	1013	2	6	8	10	
12	9	2005	2	37	20	30.0	70	46.5	2000	187	220	4	180	3	15.5	14	1013	2	6	8	10	
12	9	2005	3	25	20	30.0	70	41.2	1603	188	220	4	170	3	15.5	14	1012	2	6	8	10	
12	9	2005	4	12	20	30.0	70	36.0	1192	189	220	4	170	3	15.5	14	1012	2	6	8	10	
12	9	2005	4	58	20	30.0	70	31.0	893	190	220	3	170	2	15.5	14	1012	2	6	8	10	
12	9	2005	5	50	20	30.0	70	25.5	599	191	220	3	170	2	15.5	14	1012	2	6	8	10	
12	9	2005	6	35	20	30.0	70	20.5	355	192	220	3	170	2	15.5	14	1012	2	6	8	10	
12	9	2005	7	16	20	30.0	70	15.3	111	193	220	3	170	2	15.5	14	1012	2	6	8	10	
2	9	2005	2	53	20	30.0	70	11.6	69	194	220	3	170	2	15.5	14	1012	2	6	8	10	
12	9	2005	9	30	20	40.0	70	12.5	56	195	220	3	170	2	15.5	14	1012.5	2	6	8	10	
12	9	2005	10	5	20	40.0	70	16.3	81	196	220	3	170	2	15.5	14	1012.5	2	6	8	10	
12	9	2005	10	50	20	40.0	70	21.5	128	197	220	3	170	2	15.5	14	1012.5	2	6	8	10	
12	9	2005	11	37	20	40.0	70	26.6	205	198	220	3	170	2	17	14.5	1013	2	6	8	10	
12	9	2005	12	26	20	40.0	70	32.0	500	199	220	3	170	2	17	15	1013	2	6	8	10	
12	9	2005	13	15	20	40.0	70	37.4	1400	200	220	4	170	2	17	15	1012	2	6	8	10	
12	9	2005	14	3	20	40.0	70	42.4	1743	201	220	5	190	2	17	15	1012	2	6	8	10	
12	9	2005	15	5	20	40.0	70	48.0	2200	202	220	5	190	2	17.5	15.5	1012	2	6	8	10	
12	9	2005	16	13	20	40.0	70	53.2	2900	203	220	5	190	3	17.5	15.5	1011	2	6	8	10	
12	9	2005	17	32	20	40.0	70	58.6	3000	204	220	5	190	4	17.5	15.5	1011	2	6	8	10	
12	9	2005	18	25	20	40.0	71	3.8	3000	205	220	5	190	4	17.5	15.5	1011	2	6	8	10	
12	9	2005	19	17	20	40.0	71	9.2	4000	206	220	5	190	4	17.5	15.5	1012	2	6	8	10	
12	9	2005	20	10	20	40.0	71	14.4	4000	207	220	5	190	4	17.5	15.5	1012	2	6	8	10	
12	9	2005	21	5	20	40.0	71	19.7	4000	208	220	5	190	4	17.5	15.5	1012	2	6	8	10	
12	9	2005	21	55	20	40.0	71	25.0	4000	209	220	4	190	4	17.5	15.5	1012	2	6	8	10	
12	9	2005	22	50	20	40.0	71	30.5	4000	210	220	4	190	4	17.5	15.5	1012	2	6	8	10	
12	9	2005	23	37	20	40.0	71	35.5	4000	211	220	4	190	4	17.5	15.5	1012	2	6	8	10	
13	9	2005	1	18	20	50.0	71	36.0	4000	212	220	4	170	2	16	11.5	1012	2	6	8	10	
13	9	2005	2	46	20	50.0	71	30.6	5000	213	220	4	170	2	16	11.5	1012	2	6	8	10	
13	9	2005	3	33	20	50.0	71	25.6	6000	214	220	4	190	2	16	11.5	1012	2	6	8	10	
13	9	2005	4	22	20	50.0	71	20.0	6000	215	220	4	190	2	15.5	14.5	1012	2	6	8	10	
13	9	2005	5	8	20	50.0	71	14.9	6000	216	220	4	190	3	15.5	14.5	1012	2	6	8	10	
13	9	2005	5	57	20	50.0	71	9.6	6300	217	220	4	0	190	3	15.5	14.5	1012	2	6	8	10
13	9	2005	6	46	20	50.0	71	4.0	6000	218	220	4	0	190	3	15.5	14.5	1012	2	6	8	10
13	9	2005	7	35	20	50.0	70	58.6	4000	219	220	4	0	190	3	15.5	14.5	1012	2	6	8	10
13	9	2005	8	25	20	50.0	70	53.6	3000	220	220	4	0	190	3	15.5	14.5	1012	2	6	8	10
13	9	2005	9	20	20	50.0	70	48.0	3000	221	220	4	0	190	3	15.5	14.5	1012	2	6	8	10
13	9	2005	10	5	20	50.0	70	43.0	2042	222	220	4	0	190	3	15.5	14.5	1012	2	6	8	10
13	9	2005	10	55	20	50.0	70	37.6	1689	223	220	4	0	190	3	15.5	14.5	1012	2	6	8	10
13	9	2005	11	40	20	50.0	70	32.1	800	224	220	4	0	190	3	15.5	14.5	1012	2	6	8	10
13	9	2005	12	28	20	50.0	70	27.2	512	225	220	4	0	190	2	16	15	1012	2	6	8	10
13	9	2005	13	18	20	50.0	70	21.4	107	226	220	4	0	190	2	16	15	1012	2	6	8	10
13	9	2005	14	7	20	50.0	70	16.2	80	227	220	4	0	190	2	16.5	15.5	1012	2	6	8	10
13	9	2005	14	41	20	50.0	70	12.1	57	228	220	4	0	190	2	16.5	15.5	1012	2	6	8	10
13	9	2005	16	29	21	0.0	70	11.7	76	229	220	3	170	3	16	14	1014	2	6	8	10	
13	9	2005	17	33	21	0.0	70	15.5	94	230	220	3	170	3	16	14	1014	2	6	8	10	
13	9	2005	18	55	21	0.0	70	20.5	106	231	220	3	170	3	16	14	1012	2	6	8	10	
13	9	2005	19	52	21	0.0	70	26.0	623	232	220	3	170	3	16	14	1012	2	6	8	10	
13	9	2005	20	58	21	0.0	70	31.3	810	233	220	3	170	3	16	14	1012	2	6	8	10	
13	9	2005	22	15	21	0.0	70	36.6	1229	234	220	3	170	3	16	14	1012	2	6	8	10	
13	9	2005	23	7	21	0.0	70	42.0	2356	235	220	3	170	3	16	14	1012	2	6	8	10	
13	9	2005	23	55	21	0.0	70	47.3	2500	236	220	3	170	3	16	14	1012	2	6	8	10	
14	9	2005	0	58	21	0.0	70	52.2	3000	237	220	3	200	4	16	14	1017	2	6	8	10	
14	9	2005	2	27	21	0.0	70	58.0	4000	238	220	3	200	4	16	14	1015.5	2	6	8	10	
14	9	2005	3	14	21	0.0	71	3.2	5000	239	220	3	190	4	1.5	14.5	1015.5	2	6	8	10	
14	9	2005	4	3	21	0.0	71	8.5	6000	240	220	3	190	4	1.5	14.5	1015.5	2	6	8	10	
14	9	2005	4	52	21	0.0	71	13.5	6000	241	220	3	190	4	1.5	14.5	1015.5	2	6	8	10	
14	9	2005	5	47	21	0.0	71	19.2	6000	242	220	3	190	4	1.5	14.5	1015.5	2	6	8	10	
14	9	2005	6	43	21	0.0	71	24.4	6000	243	220	3	190	4	1.5	14.5	1015.5	2	6	8	10	
14	9	2005	8	8	21	0.0	71	30.0	6000	244	220	3	190	4	1.5	14.5	1015.5	2	6	8	10	
14	9	2005	8	55	21	0.0	71	35.0	6000	245	220	3	190	4	1.5	14.5	1015.5	2	6	8	10	
14	9	2005	16	19	21	10.0	71	32.6	6000	246	220	4	170	4	16	14.5	1014	2	6	8	10	
14	9	2005	17	19	21	10.0	71	27.2	6000	247	220	4	170	4	16	14.5	1014	2	6	8	10	
14	9	2005	18	7	21	10.0	71	22.0	6000	248	220	4	170	4	16	14.5	1014	2	6	8	10	
14	9	2005	19	0	21	10.0	71	16.8	5000	249	220	4	170	4	16	14.5	1014	2	6	8	10	
14	9	2005	19	48	21	10.0	71	11.3	5000	250	220	4	170	4	16	14.5	1014	2	6	8	10	
14	9	2005	20	33	21	10.0	71	5.6	5000	251	220	4	170	4	16	14.5	1014</					



Tabla 4. Continuación

FECHA		HORA	Latitud		Longitud		PROF.	N°	OLAS	VIENTO		TEMP.AIRE		PRESION	TIEMPO	NUBES	VISIBILIDAD					
día	mes	HH	GR	MIN	GR	MIN	ECOS.	EST	DIR.	ALT.	per	DIR.	VEL.	SECA	HÚMEDA	ATMOSF. (hpa)	PRESENTE	TIP. CAN.				
5	10	2005	17	38	24	30.0	70	36.1	172	541	210	3	3	180	20	19	15	1013.5	1	6	2	7
5	10	2002	19	15	24	40.0	70	36.3	127	542	210	3	3	190	15	14	12	1014	1	6	2	7
5	10	2002	19	53	24	40.0	70	39.7	750	543	210	3	3	190	17	14	12	1014	1	6	3	7
5	10	2002	20	36	24	40.0	70	45.4	1690	544	210	3	3	170	12	14	12	1015	1	6	3	7
5	10	2002	21	20	24	40.0	70	50.8	2320	545	210	3	3	150	12	14	12	1015.5	2	6	8	7
5	10	2002	22	9	24	40.0	70	56.3	2409	546	210	3	3	180	12	14	12	1016	2	6	8	7
5	10	2002	22	55	24	40.0	71	0.2	3718	547	210	3	3	180	13	14	12	1016	2	6	8	7
5	10	2002	23	43	24	40.0	71	7.9	3000	548	210	3	3	180	12	14	12	1016.5	2	6	8	7
5	10	2002	0	27	24	40.0	71	12.9	5000	549	210	3	3	180	12	14	12	1016	2	6	8	7
6	10	2002	1	12	24	40.0	71	18.4	5000	550	210	3	3	180	12	14	12	1016	2	6	8	7
6	10	2002	1	56	24	40.0	71	23.9	6000	551	210	3	3	180	11	14	12	1016	2	6	8	7
6	10	2002	2	39	24	40.0	71	29.4	6000	552	210	3	3	160	8	14	12	1016.5	2	6	8	7
6	10	2002	3	24	24	40.0	71	34.8	7000	553	210	3	3	180	8	14	12	1016	2	6	8	7
6	10	2002	4	4	24	40.0	71	40.3	6000	554	210	3	3	180	8	14	12	1016	2	6	8	7
6	10	2002	5	30	24	50.0	71	38.8	6000	555	210	3	3	180	12	14	12	1016.5	2	6	8	7
6	10	2002	6	15	24	50.0	71	33.3	6000	556	210	3	3	180	12	14	12	1017.5	2	6	8	7
6	10	2002	7	0	24	50.0	71	27.9	6000	557	210	2	3	180	12	14	12	1017.5	2	6	8	7
6	10	2002	7	48	24	50.0	71	22.3	6000	558	210	2	3	180	12	14	12	1018	2	6	8	7
6	10	2002	8	35	24	50.0	71	16.6	5000	559	200	2	3	190	15	14	12	1018.5	2	6	8	7
6	10	2002	9	28	24	50.0	71	10.3	4000	560	200	2	3	170	9	14	12	1018.5	2	6	8	7
6	10	2002	10	5	24	50.0	71	5.8	3000	561	200	2	3	170	10	16	13	1018.5	2	6	8	7
6	10	2002	10	55	24	50.0	71	0.5	3000	562	200	2	3	190	10	16	13	1018.5	2	6	8	7
6	10	2002	11	40	24	50.0	70	54.6	1628	563	220	2	3	200	8	17	14	1018.5	2	6	8	7
6	10	2002	12	27	24	50.0	70	48.9	1870	564	220	2	3	200	10	18	14	1018	1	1	7	7
6	10	2002	13	11	24	50.0	70	43.7	1496	565	220	2	3	180	10	19	15	1018	1	1	7	7
6	10	2002	13	57	24	50.0	70	38.1	587	566	220	2	3	180	10	19	15	1017	1	1	7	7
6	10	2002	14	32	24	50.0	70	34.9	112	567	220	2	3	190	10	20.5	16.5	1016.5	0		0	7
6	10	2002	16	11	25	0.0	70	30.3	88	568	220	2	2	200	10	20	16	1016.5	1	6	5	7
6	10	2002	16	56	25	0.0	70	33.8	540	569	220	2	2	200	10	20	16	1016	1	6	6	7
6	10	2002	18	10	25	0.0	70	39.2	850	570	220	2	2	180	15	14	12	1017	1	6	6	7
6	10	2002	19	37	25	0.0	70	44.8	1200	571	220	2	2	180	15	14	12	1017	1	6	6	7
6	10	2002	20	24	25	0.0	70	50.5	1687	572	210	2	3	190	18	14	12	1017.5	1	6	7	7
6	10	2002	21	325	25	0.0	70	56.1	2350	573	210	2	3	190	15	14	12	1018.5	2	6	8	7
6	10	2002	22	18	25	0.0	71	0.1	3480	574	210	2	3	190	15	14	12	1019	2	6	8	7
6	10	2002	23	0	25	0.0	71	6.7	3840	575	210	3	3	170	12	14	12	1019	2	6	8	7
6	10	2002	23	50	25	0.0	71	12.4	4470	576	210	3	3	190	18	14	12	1019	2	6	8	7
7	10	2002	1	0	25	0.0	71	18.0	5000	577	210	3	3	190	18	14	12	1019	2	6	8	7
7	10	2002	1	44	25	0.0	71	23.3	6000	578	210	3	3	190	14	14	12	1019	2	6	8	7
7	10	2002	2	21	25	0.0	71	28.7	7000	579	210	3	3	170	16	14	12	1019	2	6	8	7
7	10	2002	3	11	25	0.0	71	34.2	7000	580	210	3	3	180	16	14	12	1019	2	6	8	7
7	10	2002	14	21	25	10.0	71	33.7	7000	581	220	4	2	190	22	17	14	1020	1	6	4	7
7	10	2002	15	7	25	10.0	71	28.2	7000	582	220	3	2	180	20	17	14	1019.5	1	6	3	7
7	10	2002	15	56	25	10.0	71	22.8	5000	583	220	4	2	180	24	18	15	1019	1	6	5	7
7	10	2002	16	42	25	10.0	71	17.3	5000	584	220	4	2	180	24	18	15	1018.5	1	6	5	7
7	10	2002	17	29	25	10.0	71	11.8	5000	585	220	4	2	180	24	17	14	1018.5	1	6	5	7
7	10	2002	18	16	25	10.0	71	6.3	3900	586	220	4	2	180	24	17	16	1018.5	1	6	8	7
7	10	2002	19	5	25	10.0	71	0.7	2866	587	220	4	2	180	24	14	12	1018.5	1	6	8	7
7	10	2002	19	58	25	10.0	70	55.1	2387	588	220	4	2	180	20	14	12	1018	1	6	8	7
7	10	2002	20	50	25	10.0	70	49.5	1260	589	210	4	2	180	23	14	12	1018	1	6	4	7
7	10	2002	21	38	25	10.0	70	44.1	830	590	210	4	2	190	20	14	12	1018	1	6	3	7
7	10	2002	22	28	25	10.0	70	38.6	867	591	210	4	2	200	18	14	12	1018	1	6	2	7
7	10	2002	23	15	25	10.0	70	33.0	267	592	210	3	2	200	5	14	12	1018	1	6	2	7
7	10	2002	23	51	25	10.0	70	29.1	88	593	210	2	2	310	9	13	12	1018	1	6	1	7
8	10	2002	1	18	25	20.0	70	28.4	80	594	210	1	2	20	12	13	11	1017.5	1	6	2	7
8	10	2002	2	3	25	20.0	70	32.4	320	595	210	1	2	110	5	13	10.5	1017	1	7	1	7
8	10	2002	3	9	25	20.0	70	38.1	490	596	210	1	2	110	8	13	10.5	1016.5	1	7	3	7
8	10	2002	4	16	25	20.0	70	43.5	818	597	210	1	2	170	10	13	11	1016.5	1	7-6	7	7
8	10	2002	4	57	25	20.0	70	49.0	1587	598	210	1	2	180	15	13	11	1016.5	1	7-6	7	7
8	10	2002	6	10	25	20.0	70	54.5	2287	599	210	2	2	180	12	14	12	1017	2	6	8	7
8	10	2002	6	54	25	20.0	70	59.9	3216	600	210	2	2	180	12	14	12	1017.5	2	6	8	7
8	10	2002	7	38	25	20.0	71	5.5	3912	601	210	2	2	180	18	14	12	1017.5	2	6	8	7
8	10	2002	8	22	25	20.0	71	11.2	4330	602	210	3	3	200	15	14	12	1018	2	6	8	7
8	10	2002	9	30	25	20.0	71	16.6	4000	603	210	3	3	200	15	14	12	1018.5	2	6	8	7
8	10	2002	10	12	25	20.0	71	22.2	5000	604	210	3	3	200	15	14	12	1018.5	2	6	8	7
8	10	2002	11	5	25	20.0	71	27.8	6000	605	210	3	3	180	15	14	12	1018.5	2	6	8	7
8	10	2002	11	50	25	20.0	71	33.6	6000	606	210	3	3	200	15	15	13	1018.5	2	6	8	7
8	10	2002	14	4	25	30.0	71	44.0	6000	607	210	5	3	180	18	17	14	1017	2	6	8	7
8	10	2002	14	50	25	30.0	71	38.4	7000	608	210	6	3	190	16	16.5	14	1017	2	6	8	7
8	10	2002	15	37	25	30.0	71	32.9	7000	609	210	5	3	190	19	16	14	1017	2	6	8	7
8	10	2002	16	25</																		



Tabla 4. Continuaci3n

FECHA	HORA	Latitud	Longitud	PROF.	Nº	OLAS	VIENTO	TEMP.AIRE	PRESION	TIEMPO	NUBES	VISIBILIDAD
día	mes	HH MIN	GR MIN	GR MIN	ECOS.	DIR. ALT. per	DIR. VEL.	SECA HÚMEDA	ATMOSF. (hpa)	PRESENTE	TIP. CAN.	
15	9	2005	14 7	21 20.0	70 48.0	3000 271	220 3	180 4	15.5 14	1014.5	2	8 3 10
15	9	2005	14 53	21 20.0	70 52.3	4000 272	220 3	180 4	15.5 14	1014.5	2	6 3 10
15	9	2005	15 42	21 20.0	70 58.6	4000 273	220 3	180 4	15.5 14	1014.5	2	6 3 10
15	9	2005	16 30	21 20.0	71 4.0	4000 274	220 3 0	170 4	15.5 14	1014.5	2	6 3 10
15	9	2005	17 16	21 20.0	71 9.2	4000 275	220 3 0	170 4	15.5 14	1014.5	2	6 3 10
15	9	2005	18 5	21 20.0	71 14.4	5000 276	220 3 0	170 5	15.5 14	1014.5	2	6 3 10
15	9	2005	18 55	21 20.0	71 20.0	5000 277	220 3 0	170 5	15.5 14	1014.5	2	6 3 10
15	9	2005	19 40	21 20.0	71 25.2	6000 278	220 3 0	170 5	15.5 14	1014.5	2	6 3 10
15	9	2005	20 25	21 20.0	71 30.2	6000 279	220 3 0	180 5	15.5 14	1014.5	2	6 3 10
15	9	2005	21 59	21 30.0	71 29.4	6000 280	220 3	190 1	15.5 14.5	1014	2	6 3 10
15	9	2005	22 45	21 30.0	71 24.0	6000 281	220 3	190 1	15.5 14.5	1014	2	6 3 10
15	9	2005	23 35	21 30.0	71 18.6	5000 282	220 3	190 1	15.5 14.5	1014	2	6 3 10
16	9	2005	0 19	21 30.0	71 13.4	4000 283	220 3	190 1	15.5 14.5	1015	2	6 3 10
16	9	2005	1 8	21 30.0	71 8.1	4000 284	220 3	190 1	15.5 14.5	1015	2	6 3 10
16	9	2005	1 54	21 30.0	71 3.0	4000 285	220 3	180 1	15.5 14.5	1015	2	6 3 10
16	9	2005	2 43	21 30.0	70 57.5	4000 286	220 3	180 1	15.5 14.5	1014.5	2	6 3 10
16	9	2005	3 29	21 30.0	70 52.3	3000 287	220 3	180 2	15.5 14.5	1014.5	2	6 3 10
16	9	2005	4 17	21 30.0	70 47.0	3300 288	220 3	180 2	15.5 14.5	1014.5	2	6 3 10
16	9	2005	5 8	21 30.0	70 41.6	2000 289	220 3	180 2	15.5 14.5	1014	2	6 3 10
16	9	2005	5 54	21 30.0	70 36.5	2000 290	220 3	180 3	15 14	1014	2	6 3 10
16	9	2005	6 40	21 30.0	70 31.5	1167 291	220 3	180 3	15 14	1014	2	6 3 10
16	9	2005	7 25	21 30.0	70 26.0	780 292	220 3	180 3	15 14	1014	2	6 3 10
16	9	2005	8 10	21 30.0	70 20.5	510 293	220 3	180 3	15 14	1014	2	6 3 10
16	9	2005	8 55	21 30.0	70 15.5	275 294	220 3	180 3	15 14	1014	2	6 3 10
16	9	2005	9 38	21 30.0	70 10.3	112 295	220 3	180 3	15 14	1014	2	6 3 10
16	9	2005	10 15	21 30.0	70 5.9	80 296	220 3	180 3	15 14	1014	2	6 3 10
25	9	2005	6 5	21 40.0	70 10.9	90 297	220 1 2	160 5	12 13	1014	0	6 7
25	9	2005	6 54	21 40.0	70 16.3	448 298	220 1 2	160 10	12 13	1014	0	6 7
25	9	2005	7 45	21 40.0	70 21.8	730 299	220 0.5 2	170 10	14 13	1014	1	6 2 7
25	9	2005	8 30	21 40.0	70 27.3	890 300	220 2 2	170 13	16 15	1014	1	6 4 8
25	9	2005	9 15	21 40.0	70 32.1	1292 301	210 2 2	180 18	16 15	1014	1	6 6 8
25	9	2005	9 50	21 40.0	70 37.0	1820 302	200 3 2	180 18	17 16	1014	1	6 3 7
25	9	2005	10 35	21 40.0	70 42.0	2520 303	200 3 2	180 19	18 16	1014	1	6 4 7
25	9	2005	11 18	21 40.0	70 47.5	3150 304	200 3 2	180 20	19 16	1014	1	6 4 7
25	9	2005	12 0	21 40.0	70 52.8	3000 305	200 3 3	180 20	19 16	1014	1	6 6 7
25	9	2005	12 30	21 40.0	70 57.5	3000 306	200 3 3	180 21	19.5 17	1014	1	6 6 7
25	9	2005	13 17	21 40.0	71 2.5	3000 307	200 4 3	180 21	19.5 17	1014	1	6 6 7
25	9	2005	14 1	21 40.0	71 7.8	4000 308	210 4 4	180 22	19.5 17.5	1014	1	6 6 7
25	9	2005	14 46	21 40.0	71 13.2	4000 309	210 5 3	170 23	17.5 17.5	1014	1	6 6 7
25	9	2005	15 29	21 40.0	71 18.3	4500 310	210 6 3	170 26	16.5 15	1014	1	6 6 7
25	9	2005	16 12	21 40.0	71 23.6	4500 311	210 6 3	170 20	15.8 16	1014	1	6 6 7
25	9	2005	16 55	21 40.0	71 28.8	4500 312	210 6 3	170 20	15.6 16	1014	1	6 5 7
25	9	2005	17 36	21 40.0	71 34.2	4500 313	210 6 3	180 22	15.3 16.4	1014	1	6 5 7
25	9	2005	19 8	21 50.0	71 34.1	4500 314	210 6 3	180 20	14.8 16.5	1014	1	6 5 7
25	9	2005	19 55	21 50.0	71 28.7	4500 315	210 6 3	180 20	14.3 16	1014	1	6 5 7
25	9	2005	20 40	21 50.0	71 23.4	4000 316	210 6 3	170 22	14 13	1014	1	6 3 7
25	9	2005	21 30	21 50.0	71 18.1	4000 317	210 6 3	180 20	14 13	1014	1	6 3 7
25	9	2005	22 15	21 50.0	71 12.6	4000 318	210 6 3	190 20	14 13	1014	1	6 3 7
25	9	2005	23 0	21 50.0	71 7.4	4000 319	210 5 3	180 20	14 13	1014	1	6 5 7
25	9	2005	23 50	21 50.0	71 2.1	3000 320	210 5 3	180 18	14 13	1014	2	6 8 7
26	9	2005	0 36	21 50.0	70 56.7	3000 321	210 5 3	190 18	13.8 12	1014	1	6 6 7
26	9	2005	1 30	21 50.0	70 51.5	3000 322	210 5 3	190 15	13.8 12	1014	1	6 4 7
26	9	2005	2 21	21 50.0	70 46.0	3079 323	210 4 3	190 14	13.8 12	1014	1	6 4 7
26	9	2005	3 17	21 50.0	70 40.7	2579 324	210 3 2	200 10	13.8 12	1014	2	6 8 7
26	9	2005	4 3	21 50.0	70 35.6	1740 325	210 3 2	170 10	13.8 12	1014	2	6 8 7
26	9	2005	4 51	21 50.0	70 30.1	1158 326	210 3 2	200 5	13.8 12	1014	2	6 8 7
26	9	2005	5 37	21 50.0	70 24.7	993 327	210 3 2	100 0.5	13.8 12	1014	2	6 8 7
26	9	2005	6 22	21 50.0	70 19.6	789 328	200 1 2	230 5	13.8 12	1014	2	6 8 7
26	9	2005	7 8	21 50.0	70 14.1	350 329	200 1 2	30 2	13.8 12	1014	2	6 8 7
26	9	2005	7 45	21 50.0	70 10.1	85 330	200 1 2	350 6	13.8 12	1014	2	6 8 7
26	9	2005	9 30	22 0.0	70 12.7	92 331	210 1 2	30 5	13.8 12	1014	2	6 8 7
26	9	2005	10 0	22 0.0	70 16.7	510 332	210 2 2	50 7	13.8 12	1014	2	6 8 7
26	9	2005	10 50	22 0.0	70 22.1	1110 333	210 2 2	40 7	13.8 12	1014	2	6 8 7
26	9	2005	11 35	22 0.0	70 27.0	1425 334	210 2 2	40 3	13.8 12	1014	2	6 8 7
26	9	2005	12 20	22 0.0	70 32.5	1887 335	210 2 2	90 3	13.8 12	1014	2	6 8 7
26	9	2005	13 5	22 0.0	70 37.8	2404 336	220 1 2	160 2	13.8 12	1014	2	6 8 7
26	9	2005	13 51	22 0.0	70 43.1	3400 337	220 2 2	190 5	13.8 12	1014	2	6 8 7
26	9	2005	14 36	22 0.0	70 48.7	3900 338	220 2 2	200 6	13.8 12	1014	2	6 8 7
26	9	2005	15 23	22 0.0	70 53.9	4000 339	220 2 2	210 7	13.8 12	1014	2	6 8 7
26	9	2005	16 17	22 0.0	70 59.0	5000 340	220 2 3	210 7	15 13	1016	2	6 8 7
26	9	2005	17 2	22 0.0	71 4.1	5000 341	220 2 3	210 10	15 13	1016	2	6 8 7
26	9	2005	17 46	22 0.0	71 10.1	5000 342	220 2 3	180 10	14.5 13	1016	2	6 8 7
26	9	2005	18 29	22 0.0	71 15.3	5000 343	220 2 3	180 12	14 13	1016.5	2	6 8 7
26	9	2005	19 15	22 0.0	71 20.8	5000 344	220 2 3	180 10	13.5 12.5	1016.5	2	6 8 7
26	9	2005	20 1	22 0.0	71 26.1	5000 345	220 2 3	180 10	13 12	1016.5	2	6 8 7
26	9	2005	20 50	22 0.0	71 31.8	5000 346	220 2 3	170 10	14 12	1017.5	2	6 8 7
26	9	2005	21 30	22 0.0	71 37.4	5000 347	220 2 3	170 12	14 12	1018	2	6 8 7
27	9	2005	0 11	22 10.0	71 18.2	4000 348	220 2 3	180 14	14 12	1019	2	6 8 7
27	9	2005	0 58	22 10.0	71 12.7	4000 349	220 2 3	170 10	14 12	1018.5	2	6 8 7
27	9	2005	1 42	22 10.0	71 7.5	4000 350	220 2 3	170 8	14 12	1018	2	6 8 7
27	9	2005	2 29	22 10.0	71 2.0	4000 351	220 2 3	190 8	14 12	1017.5	2	6 8 7
27	9	2005	3 17	22 10.0	70 56.6	4000 352	220 2 3	140 5	14 12	1017	2	6 8 7
27	9	2005	4 3	22 10.0	70 51.2	4500 353	220 2 3	190 10	14 12	1016.5	2	6 8 7
27	9	2005	4 46	22 10.0	70 45.7	3120 354	220 2 3	190 10	14 12	1017.5	2	6 8 7
27	9	2005	5 30	22 10.0	70 40.5	2354 355	220 2 3	180 10	14 12	1017	2	6 8 7
27	9	2005	6 13	22 10.0	70 35.1	1780 356	220 2 3	180 10	14 12	1017	2	6 8 7
27	9	2005	6 56	22 10.0	70 29.9	1330 357	220 2 3	150 5	14 11.5	1017.5	2	6 8 7
27	9	2005	7 38	22 10.0	70 24.5	995 358	220 2 3	180 5	13.5 11.5	1018	2	6 8 7
27	9	2005	8 24	22 10.0	72 29.2	485 359	220 1 3	160 2	14 12	1018.5	2	6 8 7
27	9	2005	9 0	22 10.0	70 15.4	121 360	220 1 3	220 4	14 12	1019	2	6 8 7



Tabla 4. Continuación

FECHA día	mes	año	HORA		Latitud		Longitud		PROF. ECOS.	N° EST	OLAS DIR.	ALT. per	VIENTO		TEMP.AIRE		PRESION ATMOSF. (hpa)	TIEMPO PRESENTE	NUBES TIP. CAN.	VISIBILIDAD		
			HH	MM	GR	MIN	GR	MIN					DIR.	VEL.	SECA	HÚMEDA						
27	9	2005	10	19	22	20.0	70	16.5	112	361	220	1	3	250	4	19	16	1019.5	1	6	3	7
27	9	2005	12	0	22	20.0	70	20.6	514	362	220	1	3	230	5	21	17	1019.5	1	6	3	6
27	9	2005	13	33	22	20.0	70	26.0	897	363	220	1	3	240	5	18	14	1018.5	0	X		7
27	9	2005	14	52	22	20.0	70	31.3	1030	364	220	1	3	220	7	18	15	1017.5	0	X		7
27	9	2005	16	0	22	20.0	70	36.7	1286	365	220	1	3	220	9	15.5	13	1017.5	0	X		7
27	9	2005	17	18	22	20.0	70	42.2	2230	366	220	1	3	180	8	14.5	12	1017	2	6	8	7
27	9	2005	18	2	22	20.0	70	47.4	2520	367	220	1	3	180	5	14.5	12	1017	2	6	8	7
27	9	2005	18	48	22	20.0	70	52.9	4633	368	220	1	3	180	10	14	12	1018	2	6	8	7
27	9	2005	19	54	22	20.0	70	58.2	6000	369	220	1	3	190	10	14	12	1018	2	6	8	7
27	9	2005	21	10	22	20.0	71	3.8	4000	370	220	1	3	160	13	14	12	1018	2	6	8	7
27	9	2005	21	50	22	20.0	71	9.3	4000	371	220	1	3	180	2	14	12	1018.5	2	6	8	7
27	9	2005	22	30	22	20.0	71	14.7	5000	372	220	1	3	190	8	14	12	1019	2	6	8	7
27	9	2005	23	15	22	20.0	71	20.0	5000	373	220	1	3	210	3	14	12	1019	2	6	8	7
28	9	2005	10	35	22	30.0	71	19.5	6000	374	220	1	2	180	4	16	13	1021.5	2	6	8	7
28	9	2005	11	21	22	30.0	71	13.9	7000	375	220	1	2	160	5	17	14	1021.5	2	6	8	7
28	9	2005	12	10	22	30.0	71	8.5	7000	376	220	1	2	160	8	17.5	14	1021	2	6	8	7
28	9	2005	12	55	22	30.0	71	3.2	5000	377	210	1	2	170	8	17.5	14.5	1020.5	2	6	8	7
28	9	2005	13	40	22	30.0	70	57.8	5000	378	210	1	2	180	8	17	14	1021	2	6	7	7
28	9	2005	14	28	22	30.0	70	52.3	4000	379	220	1	2	200	10	17.5	14.5	1019.5	1	6	7	7
28	9	2005	15	12	22	30.0	70	47.0	3000	380	220	1	2	190	8	19.5	16	1019.5	1	1	4	7
28	9	2005	15	55	22	30.0	70	41.6	1830	381	220	1	2	190	7	19.5	15.5	1019.5	1	1	3	7
28	9	2005	16	39	22	30.0	70	36.4	1195	382	230	1	2	190	10	20	16	1019	1	1-3	5	7
28	9	2005	17	24	22	30.0	70	31.0	810	383	230	1	2	190	3	20	16	1019	1	1-3	5	7
28	9	2005	18	7	22	30.0	70	25.6	620	384	230	1	2	190	10	16	13	1020	1	1-3	5	7
28	9	2005	18	50	22	30.0	70	20.3	400	385	230	1	2	200	10	16	13	1020	1	1-3	5	7
28	9	2005	19	27	22	30.0	70	16.3	193	386	230	1	2	200	12	14	12	1020	1	1-3	5	7
28	9	2005	21	8	22	40.0	70	18.8	115	387	210	2	2	210	15	14	12	1020	0		0	7
28	9	2005	21	55	22	40.0	70	22.8	551	388	210	2	2	190	15	14	12	1020	0		0	7
28	9	2005	22	35	22	40.0	70	28.2	740	389	210	2	2	190	18	14	12	1021	0		0	7
28	9	2005	23	20	22	40.0	70	33.4	985	390	210	2	2	190	18	14	12	1021	0		0	7
29	9	2005	0	0	22	40.0	70	39.0	1679	391	210	2	2	180	12	14	12	1020.5	0		0	7
29	9	2005	0	45	22	40.0	70	44.2	2830	392	210	2	2	180	10	14	12	1020	0		0	7
29	9	2005	1	28	22	40.0	70	49.7	3000	393	210	2	2	180	10	14	12	1020	1	6	1	7
29	9	2005	2	13	22	40.0	70	55.0	4000	394	220	2	2	190	10	14.5	12	1020	1	6	2	7
29	9	2005	2	57	22	40.0	71	0.5	5000	395	220	2	2	190	13	14	12	1019.5	1	6	2	7
29	9	2005	3	41	22	40.0	71	6.2	5000	396	220	2	2	180	18	13	11	1019.5	1	7	3	7
29	9	2005	4	24	22	40.0	71	11.1	5000	397	220	2	2	180	18	14	12	1019	1	6	3	7
29	9	2005	5	8	22	40.0	71	16.5	5000	398	220	2	2	180	18	14	12	1019	1	6	3	7
29	9	2005	5	56	22	40.0	71	22.0	5000	399	220	2	2	180	20	14	12	1019	1	6	3	7
29	9	2005	8	15	22	50.0	71	23.0	5000	400	180	4	3	170	28	15	12.5	1020	1	6	5	7
29	9	2005	9	0	22	50.0	71	17.5	7000	401	180	4	3	170	22	14	12	1020	1	6-8	4	7
29	9	2005	9	50	22	50.0	71	12.3	7000	402	180	4	3	180	20	14	12	1020	1	1-8	3	7
29	9	2005	10	36	22	50.0	71	6.7	6000	403	180	4	3	180	30	14	12	1019.5	1	1-8	2	7
29	9	2005	11	25	22	50.0	71	1.4	4000	404	180	5	3	180	25	15.5	13.5	1019	1	4-6	2	7
29	9	2005	12	10	22	50.0	70	56.0	4000	405	180	5	3	180	25	15.5	13.5	1018	0	X	0	7
29	9	2005	13	9	22	50.0	70	50.6	3000	406	180	5	3	180	23	16	13.5	1017	0	X	0	7
29	9	2005	13	56	22	50.0	70	45.5	2691	407	180	5	3	180	20	17	14	1016	0	X	0	7
29	9	2005	14	44	22	50.0	70	40.0	1620	408	190	5	3	190	23	17	14.5	1015.5	0	X	0	7
29	9	2005	15	23	22	50.0	70	36.4	1045	409	190	5	3	200	20	17	15	1015	0	X	0	7
29	9	2005	16	19	22	50.0	70	29.2	135	410	190	3	3	210	25	17	15	1014.5	0	X	0	7
29	9	2005	17	3	22	50.0	70	23.7	203	411	190	3	3	210	20	17	15	1014.5	0	X	0	7
29	9	2005	17	45	22	50.0	70	20.1	85	412	190	2	3	220	10	17	15	1014.5	0	X	0	7
29	9	2005	19	13	23	0.0	70	21.5	74	413	190	2	2	190	19	14	12	1014.5	0	X	0	7
29	9	2005	19	47	23	0.0	70	25.3	109	414	190	2	2	190	19	14	12	1014.5	0	X	0	7
29	9	2005	20	30	23	0.0	70	30.8	115	415	220	2	2	200	16	14	12	1015	0	X	0	7
29	9	2005	21	15	23	0.0	70	36.2	367	416	220	3	3	190	22	13.5	12	1015	0	X	0	7
29	9	2005	22	0	23	0.0	70	41.6	1287	417	220	3	3	180	20	13.5	12	1016	0	X	0	7
29	9	2005	22	45	23	0.0	70	46.9	2633	418	220	3	3	180	20	13	12	1016	0	X	0	7
29	9	2005	23	25	23	0.0	70	52.2	3633	419	220	3	3	170	20	13	12	1016	0	X	0	7
30	9	2005	1	17	23	0.0	70	57.7	4300	420	220	3	3	180	20	13	12	1016	0	X	0	7
30	9	2005	8	25	23	0.0	71	8.8	5000	421	180	4	3	180	10	14	12	1017	2	6	8	7
30	9	2005	9	10	23	0.0	71	14.1	5000	422	180	4	3	170	12	14	12	1017	2	6	8	7
30	9	2005	9	57	23	0.0	71	19.5	7000	423	180	4	3	180	12	15	13	1017	2	6	8	7
30	9	2005	10	48	23	0.0	71	25.0	7000	424	180	5	3	180	14	15	13	1017	2	6	8	7
30	9	2005	13	24	23	10.0	71	39.6	5000	425	210	4	3	180	13	18	14.5	1016	2	6	8	7
30	9	2005	14	8	23	10.0	71	34.2	6000	426	210	4	3	170	13	18	14.5	1016	2	6	8	7
30	9	2005	14	52	23	10.0	71	28.9	7000	427	210	4	3	170	12	17.5	14	1015	2	6	7	7
30	9	2005	15	36	23	10.0	71	23.5	7000	428	210	4	3	170	12	17	14	1015	2	6	7	7
30	9	2005	16	16	23	10.0	71	18.2	6000	429	210	4	3	170	12	16	13	1014.5	2	6	8	7
30																						



Tabla 4. Continuaci3n

día	FECHA		HORA		Latitud		PROF. GR	N° ECOS.	OLAS DIR.	ALT. per	VIENTO DIR.		TEMP.AIRE SECA HÚMEDA		PRESION ATMOSF. (hpa)	TIEMPO PRESENTE	NUBES TIP.	VISIBILIDAD CAN.				
	mes	año	HH	MIN	GR	MIN					GR	MIN	DIR.	VEL.					SECA	HÚMEDA		
1	10	2005	11	15	23	30.0	71	42.9	5000	451	210	3	2	240	8	17	14	1016	2	6	8	7
1	10	2005	12	0	23	30.0	71	37.3	5000	452	210	3	2	210	8	17	14	1016	2	6	8	7
1	10	2005	12	44	23	30.0	71	32.0	7000	453	210	3	2	220	6	18	14	1016	1	1	7	7
1	10	2005	13	29	23	30.0	71	26.6	7000	454	210	3	2	220	7	18	14.5	1015.5	1	6	7	7
1	10	2005	14	15	23	30.0	71	21.1	7000	455	210	2	2	210	4	18	14.5	1015	1	6	7	7
1	10	2005	15	2	23	30.0	71	15.6	5700	456	210	2	2	220	4	19	15	1014.5	1	6	7	7
1	10	2005	15	47	23	30.0	71	10.3	4000	457	210	2	2	320	5	18	15	1014	2	6	8	7
1	10	2005	16	30	23	30.0	71	5.0	4000	458	210	2	2	230	5	18	15	1013.5	2	6	8	7
1	10	2005	17	15	23	30.0	70	59.0	4000	459	210	2	2	230	0	18	15	1013.5	2	6	8	7
1	10	2005	18	4	23	30.0	70	54.1	3300	460	210	2	3	0	0	16	16	1013.5	2	6	8	7
1	10	2005	18	53	23	30.0	70	48.8	2800	461	210	2	2	0	0	15	13	1014.5	2	6	8	7
1	10	2005	19	44	23	30.0	70	43.2	1228	462	210	2	2	0	0	15	12	1015	2	6	8	7
1	10	2005	20	30	23	30.0	70	39.0	198	463	210	2	2	0	0	15	12	1015	2	6	8	7
2	10	2005	0	30	23	40.0	71	8.5	4000	464	340	1	2	340	14	14.5	12	1016.5	2	6	8	7
2	10	2005	2	16	23	40.0	71	2.9	4000	465	350	1	2	350	5	14	12	1017	2	6	8	7
2	10	2005	3	0	23	40.0	70	57.6	3000	466	330	1	2	350	10	14	12	1017	2	6	8	7
2	10	2005	3	48	23	40.0	70	52.0	2700	467	320	1	2	20	16	14	12	1016.5	2	6	8	7
2	10	2005	5	0	23	40.0	70	46.7	2370	468	320	1	2	20	16	14	12	1017	2	6	8	7
2	10	2005	6	23	23	40.0	70	41.3	1545	469	320	1	1	20	5	14	12	1018	2	6	8	7
2	10	2005	7	31	23	40.0	70	35.8	480	470	350	1	1	0	5	14	12	1019	2	6	8	7
2	10	2005	9	0	23	40.0	70	30.3	142	471	330	1	1	300	8	14	12	1020	2	6	8	7
2	10	2005	10	1	23	40.0	70	26.1	87	472	280	5	15	13	13	1020	2	6	7	7		
2	10	2005	22	20	23	40.0	71	14.1	6000	473	210	1	1	180	10	14	12	1018	0		0	7
2	10	2005	23	5	23	40.0	71	19.4	6000	474	210	1	1	180	6	14	12	1018	0		0	7
2	10	2005	23	48	23	40.0	71	24.8	6000	475	210	1	1	190	10	14	12	1018	0		0	7
3	10	2005	0	29	23	40.0	71	30.3	6000	476	210	1	2	190	7	14	12	1018	0		0	7
3	10	2005	11	5	23	50.0	71	35.9	6000	477	210	2	2	180	11	16	14	1018.5	1	6-2	6	7
3	10	2005	11	50	23	50.0	71	30.4	6000	478	210	2	2	190	13	17	15	1018.5	1	6-2	6	7
3	10	2005	12	35	23	50.0	71	24.8	7000	479	210	2	2	190	12	18	15.5	1018	1	1	5	7
3	10	2005	13	23	23	50.0	71	19.2	6000	480	210	2	2	200	12	18	15	1017.5	1	1	5	7
3	10	2005	14	10	23	50.0	71	13.8	5000	481	210	2	2	210	12	18	15	1016.5	1	1	5	7
3	10	2005	14	57	23	50.0	71	8.3	5000	482	210	2	2	210	15	19.5	16.5	1016	1	1	5	7
3	10	2005	17	45	23	50.0	71	2.9	6000	483	210	2	2	200	18	19	16	1016	1	1-3	6	7
3	10	2005	18	34	23	50.0	70	57.5	6000	484	210	2	2	200	15	15	13	1016	1	1-3	5	7
3	10	2005	19	19	23	50.0	70	52.2	2500	485	210	2	2	200	20	14	12	1016.5	1	1-3	5	7
3	10	2005	20	15	23	50.0	70	46.7	2370	486	210	2	2	180	18	14	12	1017	1	1-3	3	7
3	10	2005	21	0	23	50.0	70	41.2	1360	487	210	2	2	180	17	14	12	1017	1	1-3	3	7
3	10	2005	21	45	23	50.0	70	35.9	620	488	210	2	2	180	15	14	12	1017	1	1-3	5	7
3	10	2005	22	20	23	50.0	70	32.1	96	489	210	2	2	180	10	14	12	1017.5	1	1-3	5	7
3	10	2005	23	50	24	0.0	70	32.5	89	490	210	2	2	190	13	14	12	1017.5	1	1-3	5	7
4	10	2005	0	28	24	0.0	70	36.4	593	491	210	2	2	190	12	14	12	1017.5	1	3	4	7
4	10	2005	1	14	24	0.0	70	41.8	1520	492	210	2	2	190	20	14	12	1017	1	3	4	7
4	10	2005	2	2	24	0.0	70	47.2	2455	493	210	2	2	190	23	14	12	1017	1	6	4	7
4	10	2005	2	49	24	0.0	70	52.6	2400	494	210	2	2	200	20	14	12	1016.5	1	6	3	7
4	10	2005	3	36	24	0.0	70	58.0	2500	495	210	2	2	180	21	14	12	1016.5	1	6	7	7
4	10	2005	4	25	24	0.0	71	3.4	5000	496	210	2	2	180	21	14	12	1016.5	1	6	5	7
4	10	2005	5	10	24	0.0	71	8.7	5000	497	210	3		180	21	14	12	1016.5	1	6	5	7
4	10	2005	6	0	24	0.0	71	14.2	5000	498	210	3	0	180	21	14	12	1016.5	1	6	5	7
4	10	2005	6	44	24	0.0	71	19.6	5000	499	210	3	0	180	23	14	12	1017	1	6	5	7
4	10	2005	7	30	24	0.0	71	25.0	5000	500	210	3	2	180	20	14	12	1017.5	1	4	5	7
4	10	2005	8	20	24	0.0	71	30.7	5000	501	200	4	3	170	20	18	15	1018	1	4	5	7
4	10	2005	9	7	24	0.0	71	36.1	5000	502	200	4	3	170	25	18	15	1018	1	3	5	7
4	10	2005	10	39	24	10.0	71	37.2	6000	503	200	4	3	170	23	19	16	1017.5	6-8	2	5	7
4	10	2005	11	27	24	10.0	71	31.6	6000	504	200	4	3	170	20	17	14	1017.5	6-8	2	5	7
4	10	2005	12	20	24	10.0	71	25.9	7000	505	210	4	3	180	23	17	14	1016.5	6	3	5	7
4	10	2005	13	10	24	10.0	71	20.4	6000	506	210	4	3	180	24	17	14.5	1016	6	3	5	7
4	10	2005	14	1	24	10.0	71	14.9	5000	507	210	4	3	180	26	18	14	1015.5	6	3	5	7
4	10	2005	14	51	24	10.0	71	9.3	4000	508	210	5	3	180	27	18.5	15	1015	6	4	5	7
4	10	2005	15	43	24	10.0	71	3.8	3000	509	220	6	3	180	29	18	14	1015	6	5	5	7
4	10	2005	16	35	24	10.0	70	58.4	4000	510	220	6	3	190	25	17	14	1014.5	6	5	5	7
4	10	2005	17	21	24	10.0	70	53.0	2366	511	220	6	3	190	25	17	14	1014.5	6	5	5	7
4	10	2005	18	10	24	10.0	70	47.5	2087	512	220	6	3	190	25	17	14	1014.5	6	4	5	7
4	10	2005	18	59	24	10.0	70	42.0	1650	513	220	6	3	180	25	14	12	1014.5	6	4	5	7
4	10	2005	19	44	24	10.0	70	36.5	538	514	220	6	3	180	22	14	12	1014.5	6	4	5	7
4	10	2005	20	32	24	10.0	70	31.8	115	515	220	4	3	180	15	14	12	1014.5	6	4	5	7
4	10	2005	22	8	24	20.0	70	34.6	83	516	210	3	2	190	15	14	13	1015	2	6	8	7
4	10	2005	22	45	24	20.0	70	38.3	712	517	210	3	2	180	15	14	13	1015.5	2	6	8	7
4	10	2005	23	32	24	20.0	70	43.8	1710	518	210	3	2	160	13	14	13	1016	2	6	8	7
5	10	2005	0	19	24	20.0	70	49.2	2050	519	210	3	2	170	12	14	13	1015	2	6	8	7
5	10	2005	1	6	24	20.0																



Tabla 4. Continuaci3n

FECHA			HORA		Latitud		Longitud		PROF.	N°	OLAS			VIENTO		TEMP.AIRE		PRESI3N	TIEMPO	NUBES		VISIBILIDAD
día	mes	año	HH	MIN	GR	MIN	GR	MIN	ECOS.	EST	DIR.	ALT.	per	DIR.	VEL.	SECA	HÚMEDA	(hpa)	PRESENTE	TIP.	CAN.	
9	10	2005	10	2	25	40.0	71	41.6	5000	631	210	2	2	200	8	14	12	1020	2	6	8	7
9	10	2005	10	46	25	40.0	71	47.1	5000	632	210	2	2	200	8	15	13	1020	2	6	8	7
9	10	2005	12	12	25	50.0	71	50.2	5000	633	210	3	2	190	8	16	14	1019.5	2	6	8	7
9	10	2005	13	0	25	50.0	71	44.4	6000	634	210	3	2	220	8	16	14	1019	2	6	8	7
9	10	2005	13	47	25	50.0	71	39.0	6000	635	210	3	2	220	8	16	14	1019	2	6	8	7
9	10	2005	14	35	25	50.0	71	33.5	7000	636	210	3	2	200	8	17	14	1018	2	6	8	7
9	10	2005	15	21	25	50.0	71	28.0	6000	637	210	3	2	190	10	18	14	1018	2	6	8	7
9	10	2005	16	4	25	50.0	71	22.5	5000	638	210	3	2	180	11	18	14	1017.5	2	6	8	7
9	10	2005	16	52	25	50.0	71	17.1	5000	639	210	2	2	180	10	18	14	1017.5	2	6	8	7
9	10	2005	17	35	25	50.0	71	11.7	5000	640	210	2	2	180	10	18	14	1017.5	2	6	8	7
9	10	2005	18	27	25	50.0	71	6.1	3187	641	210	2	2	180	13	18	14	1017.5	2	6	8	7
9	10	2005	19	2	25	50.0	71	0.5	2333	642	210	2	2	180	15	15	12	1017	2	6	8	7
9	10	2005	19	48	25	50.0	70	55.0	1350	643	210	2	2	180	10	14	12	1017	2	6	8	7
9	10	2005	20	30	25	50.0	70	49.5	481	644	210	2	2	180	10	14	12	1017	2	6	8	7
9	10	2005	21	5	25	50.0	70	45.7	125	645	210	2	2	180	10	14	12	1017	2	6	8	7
9	10	2005	22	50	26	0.0	70	39.0	99	646	220	1		220	7	14	12	1017	1	6	5	7
9	10	2005	23	25	26	0.0	70	43.3	212	647	220	1	2	230	5	14	12	1017	1	6	3	7
10	10	2005	0	9	26	0.0	70	48.8	460	648	220	1	2	210	6	14	12	1016	1	6	6	7
10	10	2005	0	53	26	0.0	70	54.3	1481	649	220	1	2	210	8	14	12	1017	2	6	7	7
10	10	2005	1	40	26	0.0	71	0.0	2000	650	220	1	2	210	10	14	12	1017	2	6	8	7
10	10	2005	2	23	26	0.0	71	5.4	2800	651	220	1	2	210	12	14	12	1017	2	6	8	7
10	10	2005	3	9	26	0.0	71	11.3	4000	652	220	1	2	180	10	14	12	1017.5	2	6	8	7
10	10	2005	4	1	26	0.0	71	18.0	4000	653	220	1	2	190	8	14	12	1017.5	2	6	8	7
10	10	2005	4	42	26	0.0	71	22.0	4000	654	220	1	2	190	7	14	12	1017.5	2	6	8	7
10	10	2005	5	27	26	0.0	71	27.5	4000	655	220	1	2	0	0	14	12	1017.5	2	6	8	7
10	10	2005	6	12	26	0.0	71	33.1	4000	656	220	1	2	0	0	14	12	1017.5	2	6	8	7
10	10	2005	6	58	26	0.0	71	38.6	4000	657	220	1	2	0	0	14	12	1017.5	2	6	8	7
10	10	2005	7	45	26	0.0	71	44.1	4000	658	220	1	2	0	0	14	12	1018	2	6	8	7



Tabla 8. Posici3n geogr3fica de los lances efectuados durante el crucero MPH m3dulo adultos, en la I y II regiones, agosto - septiembre, 2005.

LANC	BARCO	FECHA	HORA		LATITUD	LONGITUD	CAPTURA (t)	LANCES	
			COLECCI3N						ANCHOVETA
1	Corpesca I	09-08-05			20°59' S	70°17' W	s/p		
2	Corpesca I	09-08-05			21°20' S	70°28' W	s/p		
3	Don Ernesto	09-08-05			18°29' S	70°37' W	s/p		
4	Trueno I	09-08-05			18°29' S	71°01' W	s/p		
5	Angamos II	10-08-05			25°28' S	71°45' W	s/p		
6	Angamos II	10-08-05	11:00		25°01' S	71°34' W	0,1 t agujilla		
7	Angamos II	10-08-05	15:31		24°51' S	71°03' W	40 t. jurel		
8	Angamos II	10-08-05			24°20' S	71°13' W	s/p		
9	Corpesca I	10-08-05			21°47' S	70°13' W	s/p		
10	Corpesca I	10-08-05			22°06' S	70°29' W	s/p		
11	Corpesca I	10-08-05			22°38' S	70°23' W	s/p		
12	Corpesca I	10-08-05	18:00		22°55' S	70°29' W	0.1		X
13	Don Ernesto	10-08-05			19°00' S	70°29' W	s/p		
14	Don Ernesto	10-08-05			19°30' S	70°41' W	s/p		
15	Don Ernesto	10-08-05			19°58' S	70°21' W	s/p		
16	Don Ernesto	10-08-05			20°21' S	70°17' W	s/p		
17	Don Ernesto	10-08-05	19:55		20°47' S	70°23' W	0.01		
18	Trueno I	10-08-05			18°58' S	71°13' W	s/p		
19	Trueno I	10-08-05			19°19' S	71°03' W	s/p		
20	Trueno I	10-08-05			19°45' S	71°14' W	s/p		
21	Trueno I	10-08-05	15:50		20°21' S	71°05' W	3 t jurel		
22	Trueno I	10-08-05	19:04		20°37' S	71°18' W	0.01		
23	Angamos II	11-08-05			23°52' S	70°39' W	s/p		
24	Angamos II	11-08-05	7:08		23°17' S	70°48' W	0.3		
25	Corpesca I	11-08-05	12:00		21°29' S	70°09' W	30		X
26	Atacama IV	23-08-05	1:15		22°59' S	70°59' W	0.02		X
27	Atacama IV	23-08-05	5:57		22°35' S	70°50' W	0.001		
28	Atacama IV	23-08-05	15:15		22°13' S	71°07' W	0,1 t jurel		
29	Atacama IV	23-08-05			21°42' S	70°48' W	s/p		
30	Costa grande I	23-08-05			23°02' S	71°35' W	s/p		
31	Costa grande I	23-08-05	5:00		22°39' S	71°24' W	0.2		X
32	Costa grande I	23-08-05	12:00		22°03' S	71°31' W	0.005		X
33	Costa grande I	23-08-05			21°41' S	71°16' W	s/p		
34	Costa grande I	23-08-05			21°19' S	71°17' W	s/p		
35	Trueno I	23-08-05	7:53		18°25' S	70°27' W	0.01		X
36	Costa grande I	24-08-05			20°53' S	71°19' W	s/p		
37	Atacama IV	28-08-05	11:20		18°30' S	70°28' W	20		X
38	Atacama IV	28-08-05	13:29		18°28' S	70°29' W	1		X
39	Costa grande I	28-08-05	9:00		18°28' S	70°25' W	70		
40	Costa grande I	28-08-05	13:00		18°28' S	70°27' W	40		
41	Guallatire	28-08-05	9:50		19°19' S	71°08' W	5		X
42	Guallatire	28-08-05	12:07		19°21' S	71°11' W	10		X
43	Atacama IV	29-08-05	8:05		21°00' S	70°14' W	50		X
44	Atacama IV	29-08-05	12:20		21°04' S	70°17' W	10		X
45	Costa grande I	29-08-05	9:00		21°00' S	70°15' W	40		
46	Costa grande I	29-08-05	11:00		21°01' S	70°14' W	50		
47	Guallatire	29-08-05	9:45		21°01' S	70°17' W	15		
48	Guallatire	29-08-05	12:04		21°03' S	70°18' W	15		
49	Guallatire	29-08-05	15:10		21°01' S	70°20' W	10		
50	Atacama IV	30-08-05	4:26		20°54' S	70°20' W	50		X
51	Atacama IV	30-08-05	8:15		21°06' S	70°26' W	25		X
52	Atacama IV	30-08-05	10:50		21°07' S	70°31' W	15		
53	Costa grande I	30-08-05	4:00		20°55' S	70°20' W	20		X
54	Costa grande I	30-08-05	7:00		20°56' S	70°27' W	30		
55	Costa grande I	30-08-05	9:00		20°56' S	70°29' W	30		
56	Costa grande I	30-08-05	12:00		21°00' S	70°34' W	40		
57	Tacoma	30-08-05	3:00		18°22' S	70°28' W	7		X
58	Atacama IV	31-08-05			20°57' S	70°16' W	s/p		
59	Atacama IV	31-08-05			20°53' S	70°17' W	s/p		
60	Costa grande I	31-08-05	6:00		20°57' S	70°18' W	30		X
61	Guallatire	31-08-05	7:01		20°55' S	70°19' W	20		
62	Atacama IV	01-09-05	7:50		20°37' S	70°19' W	15		X
63	Atacama IV	01-09-05	10:04		20°38' S	70°16' W	60		X
64	Atacama IV	01-09-05	12:20		20°39' S	70°23' W	20		
65	Costa grande I	01-09-05	6:00		21°25' S	70°15' W	13		X
66	Costa grande I	01-09-05	8:00		21°24' S	70°19' W	10		
67	Costa grande I	01-09-05	10:00		21°23' S	70°21' W	15		X
68	Petrohue III	01-09-05	1:55		18°24' S	70°23' W	7		X
69	Petrohue III	01-09-05	3:35		18°21' S	70°24' W	15		X
70	Atacama IV	02-09-05	7:40		20°40' S	70°24' W	5		X
71	Atacama IV	02-09-05	10:20		20°39' S	70°27' W	35		X
72	Atacama IV	02-09-05	14:10		20°41' S	70°26' W	10		X
73	Atacama IV	02-09-05	16:30		20°44' S	70°27' W	5		
74	Corpesca I	02-09-05	7:10		20°38' S	70°21' W	40		
75	Corpesca I	02-09-05	9:35		20°38' S	70°27' W	50		
76	Costa grande I	02-09-05	7:00		20°38' S	70°22' W	30		
77	Costa grande I	02-09-05	9:00		20°38' S	70°26' W	100		X
78	Costa grande I	02-09-05	13:00		20°42' S	70°24' W	40		
79	Guallatire	02-09-05	7:45		20°40' S	70°23' W	20		

s/p = sin pesca



**Tabla 5.** Clasificaci3n de los estadios de desarrollo embrionario (Santander *et al.*, 1984).

ESTADIO	CARACTERÍSTICAS
Estadio I:	Huevos recientemente desovados, no segmentados, con acumulaci3n conspicua de citoplasma en el polo animal, conformado el blastodisco.
Estadio II:	Desarrollo de la capa blastodérmica con inicio de la divisi3n celular, hasta la agregaci3n de células que toman la apariencia de m3rula.
Estadio III:	Desde la formaci3n 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 desplaza hasta los dos tercios de la masa vitelina, estructurándose la zona de desarrollo del embri3n, 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 formaci3n de los mi3meros a 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 separaci3n de la cola desde el vitelo. Excepto en la regi3n caudal, los mi3meros 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 porci3n libre sea equivalente a la mitad de la longitud de la cabeza.
Estadio VIII:	La cola en desarrollo comienza a doblarse, separándose del eje del cuerpo con crecimiento hacia la cabeza. Al final del estadio, la porci3n libre de la cola equivale a un quinto de la longitud del vitelo y a la longitud total de la cabeza del embri3n.
Estadio IX:	La separaci3n de la cola fluctúa entre un cuarto y un medio de la longitud del vitelo. La torci3n de la cola se produce fuera del plano del embri3n.
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 medio hasta tres cuartos de la longitud del saco vitelino.
Estadio XI:	La longitud de la cabeza es aproximadamente igual a un cuarto de la longitud del vitelo.



**Tabla 6.** Evoluci3n semanal de la actividad reproductiva microsc3pica de la anchoveta en la I y II regiones, 2005.

<b>SEMANA</b>	<b>PERIODO</b>	<b>IAD</b>	<b>IAO</b>
27	27/06 – 03/07	20,5	0,0
28	04/07 – 10/07	23,9	0,0
29	11/07 – 17/07	21,5	0,0
30	18/07 – 24/07	44,6	0,0
31	25/07 – 31/07	31,0	0,0
32	01/08 – 07/08	47,8	0,0
33	08/08 – 14/08	33,3	0,0
34	15/08 – 21/08	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO
35	22/08 – 28/08	48,0	0,0
36	29/08 – 04/09	33,1	0,6
37	05/09 – 11/09	42,4	0,0
38	12/09 – 18/09	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO
39	19/09 – 25/09	32,0	0,0
40	26/09 – 02/10	20,8	0,7
41	03/10 – 09/10	20,0	1,3
42	10/10 – 16/10	18,1	0,7
43	17/10 – 23/10	21,7	0,9
44	24/10 – 30/10	12,5	0,0

**IAD: Indice de actividad de desove**

**IAO: Indice de atresia ov3rica**



**Tabla 7.** Densidad promedio, constancia y rangos de huevos de anchoveta, *Engraulis ringens*, en inviernos de los a1os 1992, 1995, 1996, 1997, 1999, 2000, 2003, 2004 y 2005

	1992	1995	1996	1997	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
N° Total Estaciones	542	578	752	800	598	502	514	588	537	649	658
N° Estaciones positivas	212	208	176	209	132	212	60	309	129	208	214
Abundancia (H/0,05m <sup>2</sup> )	10974	7555	6718	8054	7582	10473	7586	18231	9264	12079	17066
Mínimo Est. (+)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Máximo Est. (+)	331	1536	611	947	1649	518	1987	1607	1386	1288	2100
Std. Dev Est. (+)	73,61	126,38	79,83	96,54	175,98	86,11	354,36	128,42	211,76	140,6	212,4
Media Est. Positivas	52	36	38	39	57	49	126	59	72	58	80
Media Est. Totales	20	13	9	10	13	21	15	31	17	19	26
Constancia	39,11	35,99	23,4	26,13	22,07	42,23	11,67	52,55	24,02	32,05	32,5
CV(%)	1,42	3,51	2,10	2,48	3,09	1,76	2,81	2,18	2,94	2,42	2,66



Tabla 8. Continuación

LANCE	BARCO	FECHA	HORA		LONGITUD	CAPTURA (t)	LANCES ANCHOVETA
			COLECCIÓN	LATITUD			
80	Guallatire	02-09-05	9:50	20°40' S	70°26' W	30	X
81	Guallatire	02-09-05		20°41' S	70°23' W	s/p	
82	Guallatire	02-09-05	15:52	20°44' S	70°27' W	20	X
83	Petrohue I	02-09-05	2:02	18°25' S	70°22' W	8	X
84	Petrohue I	02-09-05	3:25	18°22' S	70°23' W	10	X
85	Petrohue I	02-09-05	6:05	18°21' S	70°23' W	22	X
86	Petrohue III	02-09-05	2:45	18°21' S	70°23' W	15	X
87	Petrohue III	02-09-05	4:55	18°21' S	70°23' W	20	X
88	Atacama IV	03-09-05	7:20	20°40' S	70°14' W	70	X
89	Atacama IV	03-09-05	11:15	20°38' S	70°19' W	15	
90	Corpesca I	03-09-05	7:25	20°36' S	70°16' W	60	X
91	Corpesca I	03-09-05		20°37' S	70°16' W	s/p	
92	Costa grande I	03-09-05	6:00	20°38' S	70°17' W	40	X
93	Costa grande I	03-09-05	9:00	20°32' S	70°15' W	100	
94	Costa grande I	03-09-05	12:00	20°34' S	70°21' W	30	
95	Corpesca I	04-09-05	8:43	20°47' S	70°30' W	80	
96	Corpesca I	04-09-05	14:00	20°43' S	70°30' W	30	X
97	Costa grande I	04-09-05	8:00	20°47' S	70°23' W	140	X
98	Costa grande I	04-09-05	11:00	20°51' S	70°20' W	40	X
99	Costa grande I	04-09-05	13:00	20°48' S	70°20' W	40	
100	Corpesca I	05-09-05	6:10	20°59' S	70°16' W	50	
101	Corpesca I	05-09-05	9:15	21°01' S	70°21' W	20	
102	Corpesca I	05-09-05	11:40	21°00' S	70°27' W	40	
103	Costa grande I	05-09-05	7:00	21°05' S	70°15' W	50	X
104	Costa grande I	05-09-05	10:00	21°02' S	70°24' W	30	
105	Costa grande I	05-09-05	12:00	21°01' S	70°28' W	10	
106	Guallatire	05-09-05	16:56	20°47' S	70°38' W	15	X
107	Atacama IV	06-09-05	8:50	20°59' S	70°40' W	60	X
108	Atacama IV	06-09-05	14:30	21°05' S	70°38' W	60	
109	Corpesca I	06-09-05	12:20	20°57' S	70°42' W	30	
110	Costa grande I	06-09-05	6:00	20°56' S	70°34' W	34	X
111	Costa grande I	06-09-05	10:00	21°00' S	70°40' W	40	
112	Costa grande I	06-09-05	12:00	21°03' S	70°40' W	35	
113	Costa grande I	06-09-05	14:00	21°05' S	70°38' W	30	
114	Guallatire	06-09-05	7:48	20°58' S	70°40' W	70	
115	Guallatire	06-09-05	14:00	21°03' S	70°40' W	20	
116	Trueno I	06-09-05	10:08	21°00' S	70°41' W	20	X
117	Trueno I	06-09-05	16:01	21°02' S	70°40' W	10	X
118	Atacama IV	07-09-05	9:04	21°13' S	70°36' W	50	X
119	Atacama IV	07-09-05	11:30	21°14' S	70°38' W	40	
120	Corpesca I	07-09-05	9:25	21°13' S	70°35' W	30	X
121	Costa grande I	07-09-05	8:00	21°15' S	70°13' W	30	
122	Costa grande I	07-09-05	12:00	21°13' S	70°32' W	20	
123	Costa grande I	07-09-05	15:00	21°13' S	70°42' W	20	X
124	Guallatire	07-09-05	9:38	21°14' S	70°35' W	50	
125	Guallatire	07-09-05	12:30	21°13' S	70°40' W	30	
126	Trueno I	07-09-05	9:35	21°13' S	70°35' W	30	
127	Trueno I	07-09-05	12:06	21°15' S	70°39' W	20	
128	Atacama IV	08-09-05	5:45	20°39' S	70°20' W	15	
129	Atacama IV	08-09-05	10:03	20°34' S	70°21' W	25	
130	Corpesca I	08-09-05	13:45	21°02' S	70°42' W	20	
131	Costa grande I	08-09-05	5:00	20°39' S	70°20' W	50	X
132	Costa grande I	08-09-05	8:00	20°37' S	70°23' W	30	
133	Costa grande I	08-09-05	11:00	20°37' S	70°27' W	40	
134	Guallatire	08-09-05		21°07' S	70°43' W	s/p	
135	Guallatire	08-09-05	13:08	21°01' S	70°43' W	5	X
136	Trueno I	08-09-05	12:19	21°04' S	70°45' W	10	X
137	Trueno I	08-09-05	14:28	21°00' S	70°39' W	20	X
138	Atacama IV	09-09-05	3:55	20°37' S	70°21' W	40	X
139	Atacama IV	09-09-05	7:55	20°43' S	70°30' W	50	
140	Atacama IV	09-09-05	13:58	20°36' S	70°42' W	50	
141	Corpesca I	09-09-05	4:30	20°37' S	70°22' W	40	X
142	Corpesca I	09-09-05	8:05	20°40' S	70°31' W	20	
143	Costa grande I	09-09-05	7:00	20°48' S	70°27' W	20	
144	Costa grande I	09-09-05	8:00	20°46' S	70°29' W	25	
145	Costa grande I	09-09-05	10:00	20°44' S	70°28' W	15	X
146	Costa grande I	09-09-05	13:00	20°42' S	70°35' W	20	
147	Guallatire	09-09-05	8:28	20°37' S	70°31' W	70	X
148	Trueno I	09-09-05	4:12	20°41' S	70°24' W	20	X
149	Trueno I	09-09-05	7:22	20°38' S	70°28' W	10	
150	Atacama IV	10-09-05	8:31	21°13' S	70°12' W	10	X
151	Costa grande I	10-09-05		21°04' S	70°17' W	s/p	
152	Costa grande I	10-09-05	10:00	21°07' S	70°18' W	20	
153	Costa grande I	21-09-05	5:00	21°00' S	70°20' W	40	X
154	Costa grande I	21-09-05	9:00	21°19' S	70°21' W	120	
155	Costa grande I	21-09-05	11:00	21°25' S	70°22' W	170	
156	Costa grande I	22-09-05	6:00	20°54' S	70°24' W	150	
157	Costa grande I	22-09-05	9:00	20°46' S	70°27' W	70	
158	Costa grande I	22-09-05	12:00	20°42' S	70°26' W	30	

s/p = sin pesca



**Tabla 9.** Estimaciones de Producci3n diaria de huevos por unidad de muestreo ( $P_o$ ) y tasa de mortalidad diaria ( $Z$ ) con sus respectivas desviaciones est3ndar, en cada a3o de aplicaci3n del MPH ( $n$  es el n3mero de puntos utilizados en el ajuste)

<b>A3o</b>	<b><math>P_o</math></b>	<b><math>S_{P_o}</math></b>	<b><math>Z</math></b>	<b><math>S_Z</math></b>	<b><math>n</math></b>
1992	41.8	7.71	1.15	0.138	659
1995	20.0	7.63	0.63	0.221	748
1996	15.8	4.68	0.48	0.204	574
1997	14.9	4.74	0.44	0.365	738
1999	23.0	8.18	0.78	0.236	410
2000	29.7	7.06	0.77	0.169	698
2001	30.2	29.37	0.80	0.520	239
2002	15.9	3.04	0.62	0.152	2048
2003	37.1	16.03	0.83	0.299	492
2004	54.8	13.27	0.85	0.178	562
2005	48.2	9.55	0.81	0.212	555



**Tabla 10.** Resumen de los datos de los lances. Hora del lance en hora y fracci3n de hora. Promedios de las 30 primeras hembras maduras de: longitud total (LT), peso total (PT; Corregido), peso corporal (PC), peso g3nada (PG), fecundidad parcial estimada (FPE), hembras maduras (HM), hembras hidratadas (HH), folículos postovulatorios de edad 0, 1 y 2 días. Peso total de hembras corregidas (PTHCOR), hembras (H), Peso total de machos corregidos (PTMCOR) machos (M) del muestreo de proporci3n sexual.

DATOS		PROMEDIOS HEMBRAS MADURAS								PROPORCI3N SEXUAL					
Lance (n)	Hora (h)	LT (cm)	PT (g)	PE (g)	PG (g)	FPE (n)	HM (n)	HH (n)	EDAD F.P.O.			PTHCOR (g)	H (n)	PTMCOR (g)	M (n)
1	14.17	15.1	25.7	20.9	1.2	11711	30	1	0	3	5	24.1	70	22.3	30
2	12.33	15.0	26.4	21.5	1.6	11852	30	13	0	1	9	19.8	47	18.5	52
3	7.67	14.7	24.0	19.5	1.0	11073	30	0	0	1	6	19.4	38	18.2	62
4	8.25	14.7	24.7	20.4	1.0	11392	30	0	0	3	5	24.4	37	23.5	63
5	7.83	14.6	24.0	19.6	1.2	10993	30	0	0	5	1	24.4	54	22.7	46
6	13.48	14.0	21.2	17.7	0.9	9917	30	1	0	5	13	21.6	32	21.7	70
7	9.00	14.4	22.0	18.5	0.9	10276	30	0	0	3	9	23.4	50	22.3	50
8	7.00	14.5	24.6	19.8	0.7	11469	30	0	0	12	2	21.1	42	19.4	58
9	6.00	14.6	22.6	18.8	1.2	10398	30	0	4	8	0	20.5	38	20.1	62
10	15.00	14.4	20.9	17.4	1.2	9652	30	18	0	3	5	21.1	70	21.6	30
11	5.00	15.4	25.2	21.3	1.5	11355	30	0	3	12	0	21.1	51	21.2	48
12	12.00	15.9	28.1	23.6	1.9	12414	30	6	0	0	7	21.9	55	20.4	45
13	5.00	14.4	22.7	18.7	1.1	10451	30	0	0	11	0	21.9	55	20.7	45
14	10.00	14.6	22.7	18.4	0.9	10556	30	0	0	1	2	19.8	31	20.0	69
15	15.87	14.3	21.8	17.2	1.1	10058	30	2	0	0	4	19.7	46	19.1	54
16	16.93	14.5	21.1	17.5	1.7	9545	30	11	0	3	0	22.1	82	20.7	18
17	13.13	14.4	21.6	17.8	0.7	10149	30	3	0	16	3	24.6	34	22.6	66
18	16.02	14.4	22.2	18.3	1.6	10030	30	20	0	1	3	27.3	79	29.0	21
19	14.47	14.6	22.1	18.8	1.2	10191	30	8	0	5	15	25.4	42	24.6	58
20	4.20	14.5	21.9	18.4	1.1	10106	30	0	0	14	3	24.3	13	23.8	87
21	18.00	15.4	27.8	22.8	1.6	12464	30	0	0	1	25	23.3	43	22.1	57
22	3.00	13.9	19.2	16.0	1.0	9019	30	0	0	23	0	20.2	41	19.2	59
23	7.35	15.0	24.4	20.3	1.5	11033	30	0	0	3	0	22.6	55	22.0	45
24	9.83	14.6	20.9	17.6	1.3	9616	30	0	0	13	0	24.3	43	24.5	57
25	12.12	14.0	19.3	16.2	1.1	8991	30	0	0	6	6	25.2	27	25.1	73
26	8.47	14.3	20.9	18.2	0.7	9866	30	0	0	10	3	23.4	30	21.6	70
27	4.92	13.9	19.9	16.0	0.7	9437	30	0	8	17	0	23.8	35	22.6	65
28	10.13	14.5	22.8	18.7	1.6	10316	30	0	0	5	0	21.6	50	20.7	50
29	12.32	14.5	21.8	18.3	1.3	9983	30	0	0	9	1	21.5	75	21.1	25
30	9.83	14.6	22.4	19.2	0.9	10407	30	0	0	6	3	21.0	66	21.0	34
31	5.00	15.0	26.5	22.3	1.3	12017	30	0	0	10	0	22.3	43	21.6	57
32	9.07	14.9	23.9	19.8	1.0	11016	30	0	0	14	2	22.9	57	20.4	43
33	3.42	13.7	19.5	16.2	0.8	9226	30	0	11	4	4	22.5	53	21.6	47
34	6.08	13.6	20.1	16.0	0.8	9475	30	0	0	27	0	23.6	28	21.0	72
35	2.03	13.7	20.1	16.6	0.9	9418	30	0	6	22	0	20.4	57	65.5	43
36	3.58	14.0	20.3	16.8	1.2	9387	30	0	0	10	0	21.6	27	21.1	73
37	14.00	14.6	23.2	19.6	1.2	10624	30	3	0	0	3	21.8	55	22.4	45
38	1.25	14.6	21.4	18.3	1.3	9848	30	0	14	5	5	22.0	70	20.5	30
39	8.83	14.4	22.0	18.0	0.8	10316	30	0	0	10	1	23.8	16	22.3	84
40	8.52	15.0	25.9	21.7	1.0	11901	30	0	0	12	0	16.9	24	15.7	76
41	3.92	14.8	23.5	19.5	1.1	10840	30	0	0	6	0	16.9	44	16.5	56
42	4.43	15.0	26.6	21.9	1.2	12106	30	0	0	14	0	20.6	45	20.7	55
43	4.00	14.8	24.3	19.4	2.4	10609	30	0	0	16	0	20.1	54	21.3	46
44	6.00	14.5	23.0	19.3	0.9	10680	30	0	0	10	0	20.1	48	20.1	52
45	11.25	14.5	24.0	19.2	0.8	11198	30	0	0	11	0	20.7	31	19.8	69
46	6.00	14.4	21.4	17.9	1.1	9933	30	0	0	6	0	20.1	54	19.2	46
47	4.50	15.1	26.7	21.3	0.8	12300	30	0	0	9	0	17.8	46	17.0	64
48	12.00	14.5	25.8	21.6	1.4	11707	30	2	0	0	6	17.3	34	17.7	66
49	7.42	14.6	25.2	20.7	1.1	11554	30	2	0	9	7	18.4	27	36.9	73
50	9.42	14.3	22.0	18.9	0.8	10304	30	0	0	19	4	19.0	43	46.8	74
51	10.00	14.8	22.8	18.9	1.2	10463	30	0	0	8	0	19.2	36	17.8	79
52	8.08	14.8	25.5	21.5	1.4	11551	30	0	0	1	12	18.7	41	18.0	82
53	10.33	14.7	22.8	19.7	1.1	10495	29	0	0	5	0	18.4	43	18.0	75
54	7.88	13.7	19.2	16.0	0.8	9095	30	0	0	5	0	16.3	27	16.2	75
55	8.00	14.9	25.4	20.2	1.1	11640	30	0	0	10	0	17.5	61	16.4	39
56	11.00	14.7	24.2	19.4	1.2	11069	30	9	0	6	2	20.1	38	53.1	62
57	2.75	13.7	20.8	16.1	0.7	9818	30	0	0	8	0	20.2	54	19.5	46
58	1.92	14.2	21.6	17.8	1.1	9982	30	0	13	0	4	20.5	32	20.4	68
59	11.33	14.2	21.6	18.6	1.2	9944	30	0	0	5	14	20.2	42	19.6	58
60	10.07	14.8	22.9	20.0	1.5	10376	30	6	0	5	0	20.7	80	20.8	20



Tabla 11. Parámetros de adultos obtenidos en las distintas aplicaciones del MPH en la zona norte.

Año	Peso promedio		Fecundidad parcial		Fecundidad relativa	Fracción desovante		Proporción hembras	
	(g)	CV (%)	Nº	CV (%)	Nº ovoc./g	día <sup>-1</sup>	CV (%)		CV (%)
1992	20.7	1.32	14917	1.62	721	0.160	6.22	0.48	2.95
1995	29.2	2.53	15405	2.77	528	0.180	4.65	0.42	5.83
1996	30.0	2.52	19658	2.87	654	0.190	11.53	0.46	7.84
1997	21.7	1.73	12102	1.95	559	0.130	3.07	0.51	2.76
1999	22.7	1.42	10600	2.75	467	0.170	3.81	0.46	5.19
2000	30.9	1.02	16279	2.86	528	0.189	7.50	0.50	4.39
2001	32.4	1.17	15911	2.27	492	0.188	27.02	0.47	5.36
2002	21.3	0.96	16761	1.59	787	0.137	6.87	0.51	3.09
2003	25.2	1.16	13327	2.07	530	0.182	10.47	0.49	3.47
2004	23.6	1.72	8777	3.22	371	0.176	7.16	0.52	3.53
2005	23.0	1.26	10560	2.25	460	0.190	6.70	0.44	4.80

Tabla 12. Frecuencia de estaciones con presencia y ausencia de huevos por año, para estaciones sin registro de salinidades (Cero) y con registro de salinidades (Positiva).

Año	Salinidad	Ausencia	Presencia	Total
1992	Sin registro	286	180	466
	Con registro	44	32	76
	Total	330	212	542
1996	Sin registro	1		1
	Con registro	575	176	751
	Total	576	176	752
1997	Sin registro	8	1	9
	Con registro	583	208	791
	Total	591	209	800
1999	Sin registro	12	6	18
	Con registro	454	126	580
	Total	466	132	598
2001	Sin registro	1		1
	Con registro	453	60	513
	Total	454	60	514
2005	Sin registro	10	16	26
	Con registro	434	198	632
	Total	444	214	658
Total	Sin registro	318	203	521
	Con registro	4.330	1.864	6.194
	Total	4.648	2.067	6.715

\* Años que no aparecen en la tabla no presentan estaciones sin registro de salinidades



**Tabla 13.** Síntesis por año del número de estaciones totales, número de estaciones sin y con presencia de huevos de anchoveta y densidad media de huevos/0,05 m<sup>2</sup> de las estaciones positivas para los años 1995, 1996, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005.

Año	Estaciones			Densidad Media de huevos/0,05 m <sup>2</sup>
	Ausencia	Presencia	Total	
1995	370	207	577	36,6
1996	576	176	752	38,2
1997	591	209	800	38,5
1999	466	132	598	59,7
2000	290	212	502	49,4
2001	454	60	514	124,4
2002	279	309	588	59,1
2003	407	129	536	71,8
2004	441	207	648	58,1
2005	444	214	658	79,7
Total	4318	1855	6173	56,5



**Tabla 14.** Resumen de estadísticas descriptivas para las variables longitud, latitud, temperatura superficial, salinidad superficial y densidad de huevos de anchoveta. Cruceros realizados en la I y II Regi3n aros 1995, 1996, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005.

Año	Estadística	Latitud (° S)	Longitud (° W)	Temperatura superficial (° C)	Salinidad superficial (psu)	Densidad de huevos/0,05 m <sup>2</sup>
1995	Mínimo	18,38	70,10	13,40	34,38	1
	Máximo	25,00	71,67	18,40	35,01	1539
	Rango	6,62	1,58	5,00	0,63	1538
	Media	22,50	70,79	15,41	34,66	37
	Mediana	22,50	70,77	15,20	34,66	6
	Desv. típ.	1,84	0,34	0,89	0,14	127
1996	Mínimo	18,50	70,10	14,50	34,51	1
	Máximo	25,17	71,57	17,00	34,92	611
	Rango	6,67	1,47	2,50	0,41	610
	Media	21,28	70,69	15,45	34,75	38
	Mediana	21,17	70,63	15,50	34,74	6
	Desv. típ.	1,26	0,30	0,53	0,08	80
1997	Mínimo	18,38	70,08	16,04	34,61	1
	Máximo	25,90	71,68	20,56	35,29	947
	Rango	7,52	1,60	4,52	0,69	946
	Media	22,32	70,77	18,10	34,98	39
	Mediana	22,45	70,78	17,87	34,98	11
	Desv. típ.	1,84	0,40	1,08	0,15	97
1999	Mínimo	18,42	70,08	14,33	33,78	1
	Máximo	26,05	71,50	17,84	35,15	1649
	Rango	7,63	1,42	3,51	1,37	1648
	Media	20,65	70,62	16,63	34,89	60
	Mediana	20,75	70,58	16,77	34,88	8
	Desv. típ.	1,43	0,31	0,83	0,17	180
2000	Mínimo	18,42	70,09	14,40	34,50	1
	Máximo	25,50	71,53	17,17	34,99	518
	Rango	7,08	1,44	2,77	0,49	517
	Media	21,79	70,69	16,06	34,79	49
	Mediana	21,83	70,68	16,05	34,82	14
	Desv. típ.	1,82	0,26	0,61	0,13	86
2001	Mínimo	18,55	70,11	14,32	34,59	1
	Máximo	24,72	71,67	16,86	35,06	1977
	Rango	6,17	1,56	2,54	0,47	1976
	Media	21,05	70,55	15,85	34,78	124
	Mediana	20,88	70,48	15,80	34,76	3
	Desv. típ.	1,69	0,32	0,65	0,11	343
2002	Mínimo	18,42	70,12	14,21	34,49	1
	Máximo	25,17	71,64	17,88	35,14	1607
	Rango	6,75	1,52	3,67	0,65	1606
	Media	21,61	70,82	16,44	34,83	59
	Mediana	21,67	70,86	16,64	34,84	14
	Desv. típ.	1,76	0,37	0,86	0,13	128
2003	Mínimo	18,42	70,10	13,34	34,53	1
	Máximo	25,50	71,67	17,99	35,14	1386
	Rango	7,08	1,57	4,64	0,60	1385
	Media	21,67	70,68	15,82	34,83	72
	Mediana	22,00	70,64	15,69	34,81	4
	Desv. típ.	1,92	0,35	1,05	0,15	212
2004	Mínimo	18,42	70,11	13,94	34,48	1
	Máximo	26,00	71,64	18,46	35,08	1288
	Rango	7,58	1,53	4,52	0,60	1287
	Media	22,08	70,78	16,04	34,73	58
	Mediana	22,17	70,76	15,86	34,76	10
	Desv. típ.	1,99	0,41	0,98	0,13	141
2005	Mínimo	18,42	70,10	13,59	34,42	1
	Máximo	26,00	71,74	17,44	35,17	2100
	Rango	7,58	1,64	3,85	0,75	2099
	Media	21,35	70,78	15,79	34,84	80
	Mediana	21,33	70,78	15,71	34,87	12
	Desv. típ.	1,60	0,37	0,94	0,20	212
Total	Mínimo	18,38	70,08	13,34	33,78	1
	Máximo	26,05	71,74	20,56	35,29	2100
	Rango	7,67	1,66	7,22	1,51	2099
	Media	21,72	70,74	16,21	34,81	57
	Mediana	21,80	70,71	16,02	34,81	9
	Desv. típ.	1,81	0,36	1,16	0,17	155



**Tabla 15.** Análisis de devianza para los efectos no-paramétricos y resumen de los ajustes de los modelos GAM binomial para la variable presencia/ausencia de huevos de anchoveta. Años 1995, 1996, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005.

Modelo binomial presencia/ausencia de huevos

Predictores	Df	Df Npar	F	Pr(F)
(Intercept)	1			
Años	9			
s(Lat)	1	1,9	137,60	< 0,001
s(Lon)	1	1,9	37,67	< 0,001
s(TSM)	1	1,9	48,79	< 0,001
s(Sal)	1	1,9	3,74	0,026

Devianza modelo nulo	1282,75 sobre 6114 grados de libertad
Devianza residual	1091,66 sobre 6093,38 grados de libertad
Parámetro de dispersión	0,1714857
Pseudo R2	0,15

**Tabla 16.** Análisis de devianza para los efectos no-paramétricos y resumen de los ajustes de los modelos GAM normal para la variable logaritmo de la densidad de huevos de anchoveta. Años 1995, 1996, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005.

Densidad de huevos

Predictores	Df	Df Npar	F	Pr(F)
Intercepto	1			
Año	9			
s(Lat)	1	2	7,99	< 0,001
s(Lon)	1	2	12,72	< 0,001
s(TSM)	1	2	3,28	0,0382
s(Sal)	1	2	5,15	0,0059

Devianza modelo nulo	6080,18 sobre 1830 grados de libertad
Devianza residual	5549,58 sobre 1809,041 grados de libertad
Parámetro de dispersión	2,932928
Pseudo R2	0,09

# ANEXOS

---

# A N E X O 1

---

**Personal participante  
por actividad (HH)**

---



## PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD

---

Hernán Reyes R.	Ocean3grafo Oceanografía, Participaci3n Crucero, toma de datos, procesamiento muestras de salinidad, análisis de informaci3n hist3rica, preparaci3n de informe.
Gabriel Claramunt Q.	Bi3logo Marino, Ms. En Pesquerías. UNAP Coordinador general UNAP.
Teresa Canales	Bi3logo Marino Evaluaci3n y análisis
Victor Catasti B.	Ingeniero Pesquero Participaci3n crucero, asociaci3n con huevos de anchoveta y variables oceanogr3ficas, SIG, preparaci3n de informe.
Mauricio Braun A.	Bi3logo Jefe de Proyecto, procesamiento y análisis de datos ictioplancton, análisis de informaci3n hist3rica, coordinaci3n general y preparaci3n de informe.
Juan Saavedra N.	Ingeniero Estadístico Análisis estadístico y Modelamiento estadístico de la densidad de huevos de anchoveta asociado a variables ambientales.
Rosalino Fuenzalida	Ocean3grafo Oceanografía.
Vivian Valenzuela C.	Bi3logo Marino Jefe de crucero, colecta de muestras de ictioplancton, Coordinaci3n m3dulo Huevos.
Carlos Mart3nez F.	Bi3logo Marino <b>Seguimiento Pesquerías - Parámetros de adultos.</b>
Gustavo Herrera	Bi3logo Reproducci3n.
Eduardo D3az	Bi3logo Marino Reproducci3n.
Carlos Gaspar	Coordinador M3dulo Adultos



## HORAS/HOMBRE POR ACTIVIDAD PRINCIPAL

### Objetivo Específico 2.1.1

ACTIVIDADES					
PERSONAL	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
<b>IFOP</b>					
Mauricio Braun A.	4	12	30	20	66
Vivian Valenzuela C.	170	10	5		185
Guillermo Galindo P.	170				170
<b>UNAP</b>					
Gabriel Claramunt			40	20	60
Paola Moreno		160	10	10	180
Manuel Ortiz		320			320
José Sánchez		320			320
<b>TOTAL</b>	<b>344</b>	<b>822</b>	<b>85</b>	<b>50</b>	<b>1.301</b>

### Objetivo Específico 2.1.2

ACTIVIDADES					
PERSONAL	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
<b>IFOP</b>					
Hernán Reyes	170	10	40	10	230
Milena Pizarro	170	10	40	10	230
Víctor Catasti	170	30	20	10	230
Juan Saavedra			15	15	30
<b>UNAP</b>					
Rosalino Fuenzalida			50	50	100
Gabriel Claramunt			10	10	20
<b>TOTAL</b>	<b>510</b>	<b>50</b>	<b>175</b>	<b>105</b>	<b>840</b>



Objetivo Específico 2.1.3

<b>ACTIVIDADES</b>					
<b>PERSONAL</b>	<b>CRUCERO</b>	<b>PROCESAMIENTO</b>	<b>ANALISIS</b>	<b>INFORMES</b>	<b>TOTAL</b>
<b>IFOP</b>					
Mauricio Braun			10	10	20
Eduardo Díaz		50	20		70
Carlos Gaspar	100	60			160
Luis García	60				60
Pablo Sanhueza	60				60
Juan Ballet	60				60
Paolo Pasten	60				60
Juan Almazabal	60				60
Pilar Páez	120				120
Irving Shanks	120				120
Max Guisa	120				120
Miguel Navea	120				120
<b>UNAP</b>					
Gabriel Claramunt			20	20	40
José Sánchez		40			40
<b>TOTAL</b>	<b>880</b>	<b>150</b>	<b>50</b>	<b>30</b>	<b>1.110</b>

Objetivo Específico 2.1.4

<b>PERSONAL</b>	<b>CRUCERO</b>	<b>PROCESAMIENTO</b>	<b>ANALISIS</b>	<b>INFORMES</b>	<b>TOTAL</b>
<b>IFOP</b>					
Mauricio Braun A.		30	70	20	120
Viivian Valenzuela C.		12	18		30
Juan Saavedra N.			10	10	20
Teresa Canales.			7	7	14
<b>UNAP</b>					
Gabriel Claramunt Q.			40	50	90
<b>TOTAL</b>		<b>42</b>	<b>145</b>	<b>87</b>	<b>274</b>



Objetivo Específico 2.1.5

PERSONAL	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
<b>IFOP</b>					
Mauricio Braun A.		12	18	18	48
Eduardo DÍaz		10	10	10	30
Juan Saavedra N.			30	5	35
Carlos MartÍnez F.			20	10	30
Teresa Canales			10		10
<b>UNAP</b>					
Gabriel Claramunt Q.				20	20
Gustavo Herrera U.			140	50	190
Manuel Ortiz		300			300
Tecnico 5		300			300
<b>TOTAL</b>		<b>622</b>	<b>228</b>	<b>113</b>	<b>963</b>

Objetivo Específico 2.1.6

PERSONAL	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
<b>IFOP</b>					
Mauricio Braun A.			18	18	36
Eduardo DÍaz.			10	10	20
Juan Saavedra N.			30	5	35
Carlos MartÍnez F..			20	10	30
<b>UNAP</b>					
Gabriel Claramunt Q.			10	10	20
José SÁnchez		120			120
<b>TOTAL</b>		<b>120</b>	<b>88</b>	<b>53</b>	<b>261</b>



Objetivo Específico 2.1.7

PERSONAL	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
<b>IFOP</b>					
Mauricio Braun A.		10	18	18	46
Teresa Canales		8	8	8	24
Juan Saavedra N.			30	10	40
<b>UNAP</b>					
Gabriel Claramunt Q.			40		40
<b>TOTAL</b>		<b>18</b>	<b>96</b>	<b>36</b>	<b>150</b>

Objetivo Específico 2.1.8

PERSONAL	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
<b>IFOP</b>					
Mauricio Braun A		10	25	25	60
Vivian Valenzuela C		10	10	10	30
Hernán Reyes R.		30	30	30	90
Víctor Cataste B.		30	30	10	70
Juan Saavedra N.			20	10	30
<b>UNAP</b>					
Gabriel Claramunt Q.			40	20	60
Rosalino Fuenzalida F.			40	20	60
<b>TOTAL</b>		<b>80</b>	<b>195</b>	<b>125</b>	<b>400</b>

## A N E X O 2

---

**Crterios para la delimitación del área de desove en la aplicación del MPDH para la estimación de la biomasa desovante de anchoveta en la zona norte de Chile**

---



## CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE DESOVE EN LA APLICACIÓN DEL MPDH PARA LA ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA DESOVANTE DE ANCHOVETA EN LA ZONA NORTE DE CHILE

---

### **1. Diseño de muestreo de plancton y cobertura espacial**

El diseño de muestreo a utilizar deber ser un muestreo aleatorio sistemático, el cual debe cubrir toda el área de desove en el período de máxima actividad reproductiva de la especie. De acuerdo a la experiencia previa, se plantea una cobertura latitudinal desde el límite norte del país hasta los 26° de latitud sur, cubriendo longitudinalmente al menos 60 mn desde la costa.

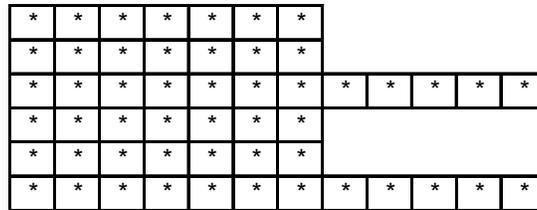
La distancia entre estaciones que se recomienda debe ser de 3 a 5 millas náuticas. El número de estaciones de muestreo dependerá básicamente del nivel de precisión deseado, de la varianza de la variable de interés y del error que se está dispuesto a asumir. Para tal decisión, se puede utilizar como variable indicadora la densidad media de huevos por unidad de muestreo. Según los estudios realizados por IFOP y la UNAP-Univ. de Antofagasta, efectuando entre 500 y 750 estaciones (app), se logran niveles aceptables de precisión en los estimados de biomasa.

### **2. Delimitación del área de estudio**

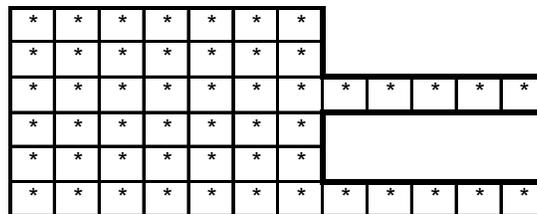
El área de estudio o área de crucero (que para este efecto son sinónimos), debe ser delimitada a través de los contornos de las estaciones muestreadas, sin realizar interpolaciones inter-transectas, lo que se puede traducir en la suma aritmética de las áreas que representa cada estación de muestreo. Por ejemplo, si el diseño de muestreo establece transectas cada 10 mn, con estaciones cada 5 mn dentro de la transecta, se deberá realizar la sumatoria del área de cobertura de las estaciones



muestreadas, en este caso de 50 mn<sup>2</sup>. Por ejemplo, si la disposici3n de las estaciones de muestreo en seis transectas, se diagrama a trav3s de la siguiente figura:



El c3lculo del 3rea de crucero debiera corresponder a la sumatoria de las 3reas representadas por cada estaci3n de muestreo, sin realizar interpolaciones entre las transectas m3s largas, de forma tal, que el 3rea delimitada se pueda diagramar de la siguiente manera:



De este modo las transectas largas (en general fuera de las 30 mn) conservan el 3rea de las transectas costeras.

El principio fundamental para la delimitaci3n del 3rea de estudio esta basado en el dise1o de muestreo propuesto, el cual considera estaciones equidistantes dentro de una transecta, las cuales son representativas del 3rea adyacente. Es decir, estaciones cada 5 mn, representan un 3rea de 25 mn<sup>2</sup> cuando la distancia entre transectas es de 5 mn, mientras que cuando la separaci3n entre 3stas es de 10 mn, la estaci3n representa un 3rea de 50 mn<sup>2</sup>.



### **3. Delimitación del área de desove**

En los distintos estudios se han utilizado diversos criterios para la delimitación del área de desove, los que en general han expandido el área de desove a sectores no cubiertos por el muestreo (por ejemplo interpolaciones entre las transectas de 60 mn), cuyas consecuencias redundan en que las comparaciones de las estimaciones de biomاسas entre un año y otro tengan ciertas restricciones.

Existen diversos criterios que se podrían utilizar para la delimitación del área de desove del recurso en estudio:

- a) Considerar el área que cumple con las condiciones oceanográficas requeridas para el desarrollo del proceso de desove, como la temperatura y la oferta trófica del área, entre otras.
- b) Plantear que el proceso de muestreo de ictioplancton debe delimitar el área de desove, en función de la presencia o ausencia de huevos de la especie objetivo del estudio.

Basándose en la alternativa b), se propone que los cálculos del área de desove se ciñan a los siguientes principios, los cuales dan lugar al criterio que se le llamará estructural o de límite inferior.

#### **CRITERIO ESTRUCTURAL O DE LÍMITE INFERIOR**

- Al interior de una transecta, los límites estarán establecidos por las estaciones positivas, es decir, aquellas estaciones con presencia de huevos de la especie en estudio. Si al interior de una transecta existen estaciones



negativas entre positivas, se considerar3 un m3ximo de tres estaciones negativas. De este modo, si se tienen dos transectas como las mostradas a continuaci3n, donde aquellas con signo (+) representan una estaci3n positiva:

+					+	+				
+	+	+				+	+	+		

el 3rea de desove queda delimitada de la siguiente forma:

+					+	+				
+	+	+				+	+	+		

Este criterio se basa en los resultados obtenidos del an3lisis geoestadístico de la densidad de huevos encontrada durante el ańo 2000, el cual, segun los modelos ajustados al variograma experimental, entrega una regi3n de influencia (rango) de 23,4 mn (Taller interno, Proyecto FIP 2000-06). Esto quiere decir que en promedio, las observaciones m3s distanciadas de este valor no presentan correlaci3n. As3, se puede establecer que si entre dos estaciones positivas existe un m3ximo de tres estaciones negativas, 3stas se encontrar3an en la regi3n de influencia de las estaciones adyacentes.

Si bien pueden existir diferencias en la regi3n de influencia entre un ańo y otro, se sugiere mantener el criterio de un m3ximo de 3 estaciones negativas entre dos positivas para hacer comparables las estimaciones entre un ańo y otro.

No se realizar3n interpolaciones entre transectas cuando exista un 3rea no muestreada entre ellas. Esto se debe a que el tiempo entre estaciones de distintas transectas puede llegar a superar las 24 horas, lo que para la duraci3n del estadio de huevo de la anchoveta (de no m3s de 72 horas) es una fracci3n importante.



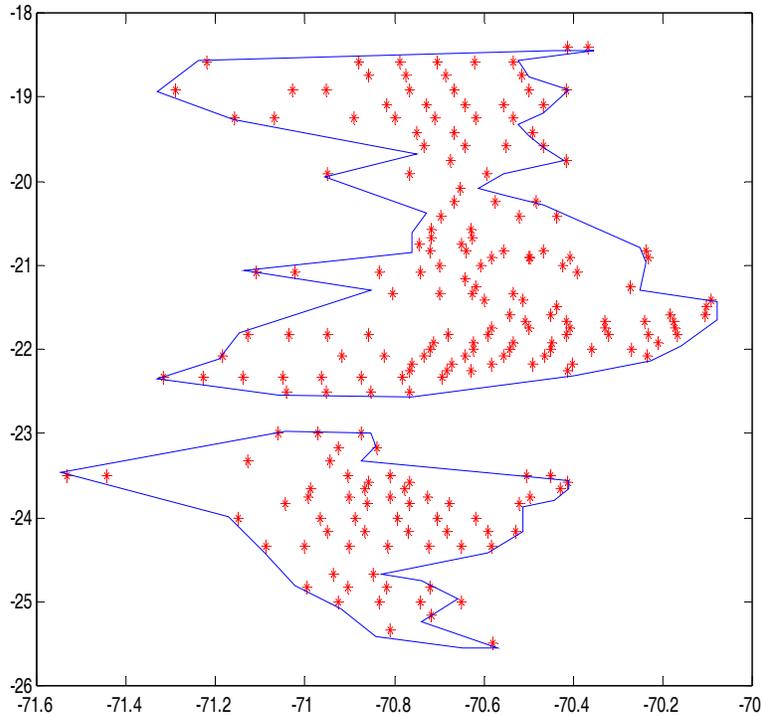
## CRITERIO FUNCIONAL O DE INTERPOLACION

- Unir los puntos positivos oceánicos y costeros entre transectas.
- Interpolar entre las estaciones positivas terminales (costa y océano) de las transectas de 60 mn consecutivas. En la subarea (Loa – Mejillones) donde todas las transectas alcanzan hasta 30 mn de la costa debe interpolarse una distancia máxima de 30 mn entre las transectas.

Nota: La tesis de J. Toloza (1999) muestra por análisis geoestadístico que existe algún grado de correlación hasta 30 mn. A distancias mayores no hay correlación entre las estaciones.

- Las estaciones positivas aisladas deberán examinarse por análisis visual y densidad mínima (categoría 6-50 huevos) si constituyen observaciones atípicas. Estos puntos no serán considerados para la delimitación del polígono del área a integrar.
- Dos transectas consecutivas sin estaciones positivas no serán incluidas en el cálculo del área de desove.

Una implementación de este criterio en Matlab permite obtener polígonos con las áreas estimadas, como el presentado en la **Figura 1**.



**Figura 1.** Polígono delimitando el área de desove de anchoveta en la zona norte de Chile, 2000.

#### 4. Delimitación del área cero (área sin producción de huevos)

El área cero o área sin puesta de huevos, será estimada a través de la diferencia entre el área de crucero y el área de desove delimitada según los criterios antes señalados.

# A N E X O 3

---

**Resultados de control  
del equipo CTD**

---



## Resultados de control del Equipo CTD

---

Durante el crucero, en 16 estaciones oceanográficas se realizaron mediciones de temperatura con termómetros y toma de muestras de salinidad para el análisis en salinómetro en laboratorio de los niveles más profundos y del nivel superficial (cuando hubo capa de mezcla). Las estaciones y transectas donde se realizaron estas mediciones se indican en la **Tabla 1**, donde se señala además la profundidad de muestreo, el valor observado de ambas variables en los equipos de control y por el CTD y las diferencias entre ambos equipos.

Estas mediciones tienen como objetivo asegurar que el equipo CTD no presente, durante el trabajo en terreno, variaciones en las mediciones de una o ambas variables debido a un mal funcionamiento de los sensores que se traduzcan en un valor errado de medición. En el caso de existir una diferencia constante de las lecturas en alguna de las variables este podría ser medido y posteriormente corregido de los datos de CTD. En el caso de un corrimiento constante, se consideraría como valor límite para la corrección una diferencia de  $0,05^{\circ}\text{C}$  en temperatura y  $0,05$  psu en salinidad, ya que este es el rango de precisión de los equipos de control.

En el caso de la información medida en el crucero se indica que no se registraron en forma sistemática valores mayores a este límite. Las diferencias mayores a este valor pueden deberse a diferentes causas, como a un error en la medición del termómetro, diferencias en la profundidad de muestreo, error de lectura del termómetro y en el caso de la salinidad un problema en el almacenaje de la muestra. En todo caso, esas situaciones no representaron más del 10% de las mediciones y se registraron aisladamente.



**Tabla 1.** Informaci3n de las estaciones y valores de temperatura y salinidad con que se realiz3 el control de funcionamiento del CTD.

dist costa mn	n° tran	n° estaci3n	profundidad (m)	term3metro (°C)	temp ctd (°C)	dif temp (°C)	Sali an3lisis (psu)	Sali ctd (psu)	dif Sali (psu)
100	1	714	0	17.10	17.118	-0.02	35.143	35.123	0.02
100	1	714	199	12.15	12.113	0.04	34.875	34.857	0.02
100	1	714	299	10.75	10.757	-0.01	34.742	34.753	-0.01
100	1	714	398	9.40	9.314	0.09	34.655	34.666	-0.01
100	1	714	498	7.73	7.698	0.03	34.566	34.550	0.02
70	1	150	199	12.15	12.131	0.02	34.836	34.855	-0.02
70	1	150	298	10.47	10.499	-0.03	34.733	34.744	-0.01
40	1	152	1	17.40	17.419	-0.02	35.103	35.097	0.01
40	1	152	198	12.05	12.064	-0.01	sm	34.852	
40	1	152	296	nc	10.776		34.799	34.760	0.04
100	9	701	0	16.60	16.614	-0.01	35.102	35.085	0.02
100	9	701	5	16.63	16.609	0.02	35.110	35.086	0.02
100	9	701	276	10.99	10.969	0.02	34.770	34.777	-0.01
100	9	701	460	8.30	8.323	-0.02	34.642	34.605	0.04
100	9	701	644	6.34	6.318	0.02	34.501	34.493	0.01
70	9	702	0	16.50	16.531	-0.03	35.148	35.104	0.04
70	9	702	5	16.52	16.526	-0.01	35.150	35.105	0.04
70	9	702	198	11.65	11.630	0.02	34.888	34.812	0.08
70	9	702	297	10.60	10.573	0.03	34.807	34.747	0.06
70	17	729	0	15.80	15.793	0.01	34.900	34.869	0.03
70	17	729	5	15.82	15.795	0.03	34.851	34.868	-0.02
70	17	729	181	11.80	11.778	0.02	34.853	34.830	0.02
70	17	729	272	10.50	10.424	0.08	34.777	34.718	0.06
100	17	730	0	15.95	15.946	0.00	34.969	34.962	0.01
100	17	730	4	nc	15.943		34.970	34.960	0.01
100	17	730	265	10.90	10.897	0.00	34.788	34.771	0.02
100	17	730	441	8.25	8.299	-0.05	34.608	34.594	0.01
100	17	730	618	6.45	6.424	0.03	34.522	34.488	0.03
70	25	739	0	15.15	15.133	0.02	34.699	34.709	-0.01
70	25	739	4	15.15	15.133	0.02	34.701	34.709	-0.01
70	25	739	180	11.75	11.736	0.01	34.733	34.791	-0.06
70	25	739	270	10.50	10.486	0.01	34.742	34.731	0.01
100	25	740	0	15.81	15.801	0.01	34.838	34.829	0.01
100	25	740	5	15.81	15.803	0.01	34.838	34.829	0.01
100	25	740	290	10.05	10.041	0.01	34.702	34.682	0.02
100	25	740	483	7.33	7.294	0.04	34.566	34.514	0.05
100	25	740	676	5.82	5.795	0.02	34.499	34.463	0.04
70	33	753	0	15.57	15.555	0.01	34.477	34.492	-0.02
70	33	753	5	15.58	15.549	0.03	34.475	34.492	-0.02
70	33	753	199	11.40	11.411	-0.01	34.728	34.759	-0.03
70	33	753	298	9.38	9.424	-0.04	34.554	34.593	-0.04
100	33	754	0	15.95	15.960	-0.01	34.588	34.603	-0.01
100	33	754	5	15.95	15.955	-0.01	34.589	34.603	-0.01
100	33	754	287	10.25	10.216	0.03	sm	34.662	
100	33	754	478	7.05	6.998	0.05	34.475	34.462	0.01
100	33	754	669	5.65	5.607	0.04	34.459	34.445	0.01
40	41	760	0	15.56	15.531	0.03	34.576	34.583	-0.01
70	41	760	5	15.55	15.531	0.02	34.574	34.583	-0.01
70	41	760	181	10.70	10.653	0.05	34.701	34.677	0.02
70	41	760	272	9.51	9.475	0.04	34.725	34.641	0.08
100	41	761	0	15.30	15.294	0.01	34.515	34.534	-0.02
100	41	761	4	15.32	15.294	0.03	34.511	34.534	-0.02
100	41	761	168	11.50	11.518	-0.02	34.701	34.668	0.03
100	41	761	252	nc	10.162		34.688	34.674	0.01
100	0	762	0	14.95	14.916	0.03	34.426	34.439	-0.01
100	0	762	191	12.00	11.962	0.04	34.785	34.771	0.01
100	0	762	287	10.65	10.572	0.08	34.710	34.692	0.02
70	0	763	0	14.45	14.427	0.02	sm	34.457	
70	0	763	5	14.33	14.350	-0.02	34.436	34.457	-0.02
70	0	763	196	11.20	11.204	0.00	34.780	34.761	0.02
70	0	763	293	9.90	9.834	0.07	34.675	34.662	0.01
40	0	764	1	14.85	14.836	0.01	34.589	34.602	-0.01
40	0	764	5	14.82	14.828	-0.01	34.580	34.602	-0.02
40	0	764	191	10.78	10.765	0.02	34.702	34.672	0.03
40	0	764	287	9.58	9.522	0.06	34.688	34.633	0.06



Adicionalmente, se realizó una prueba estadística para evaluar si las diferencias entre las mediciones entre el CTD y los equipos de control son significativas.

### Prueba de normalidad

Los resultados indican que no existe evidencia muestral para rechazar la hipótesis distribucional normal (**Tabla 2**), sin embargo en temperatura esta se encuentra al límite del rechazo. No obstante lo anterior se utilizará la prueba no-paramétrica para evaluar si las diferencias entre instrumentos son significativas.

**Tabla 2.** Resumen de prueba de kolmogorov-Smirnov para contraste distribucional normal, en muestras con instrumento control y CTD.

#### Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Salinidad		Temperatura	
		Control	CTD	Control	CTD
N		62	62	62	62
Parámetros normales <sup>(a,b)</sup>	Media	34,72	34,71	12,32	12,31
	Desviación típica	0,188	0,181	3,278	3,286
Diferencias más extremas	Absoluta	0,089	0,087	0,164	0,166
	Positiva	0,089	0,087	0,101	0,102
	Negativa	-0,075	-0,077	-0,164	-0,166
Z de Kolmogorov-Smirnov		0,702	0,685	1,293	1,304
Sig. asintót. (bilateral)		0,709	0,736	0,071	0,067

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

### Contraste respecto a diferencia de muestras superior al 0,05

De acuerdo a los resultados respecto a la distribución probabilística de las muestras, se utilizó la prueba paramétrica t para contrastar si las diferencias de medias no superan en promedio el valor 0,05 en las unidades de cada variable. Los resultados



indican que el supuesto de igualdad de varianzas de las muestras se cumple (**Tabla 3**) y el contraste respecto a que las diferencias de medias superen en promedio al 0,05 es rechazado, con valores p menores al 1 % (**Tabla 4**).

**Tabla 3.** Prueba de igualdad de varianzas, para las muestras provenientes desde el CTD y los instrumentos de control en mediciones de temperatura y salinidad.

<b>Test F de igualdad de varianzas</b>				
	Hipótesis	F	GL	Valor P
Temperatura	$\sigma_c^2 \neq \sigma_{ctd}^2$	1,0052	61	0,984
Salinidad		0,9253	61	0,763

**Tabla 4.** Prueba de diferencia de medias, para las muestras provenientes desde el CTD y los instrumentos de control en mediciones de temperatura y salinidad.

<b>Test para diferencia de medias</b>					
	Hipótesis	$\mu_c - \mu_{ctd}$	t	GL	Valor P
Temperatura	$\mu_c - \mu_{ctd} < 0,05$	0,0155	-9,832	61	< 0,001
Salinidad		0,0107	-11,15	61	< 0,001

# **A N E X O 4**

---

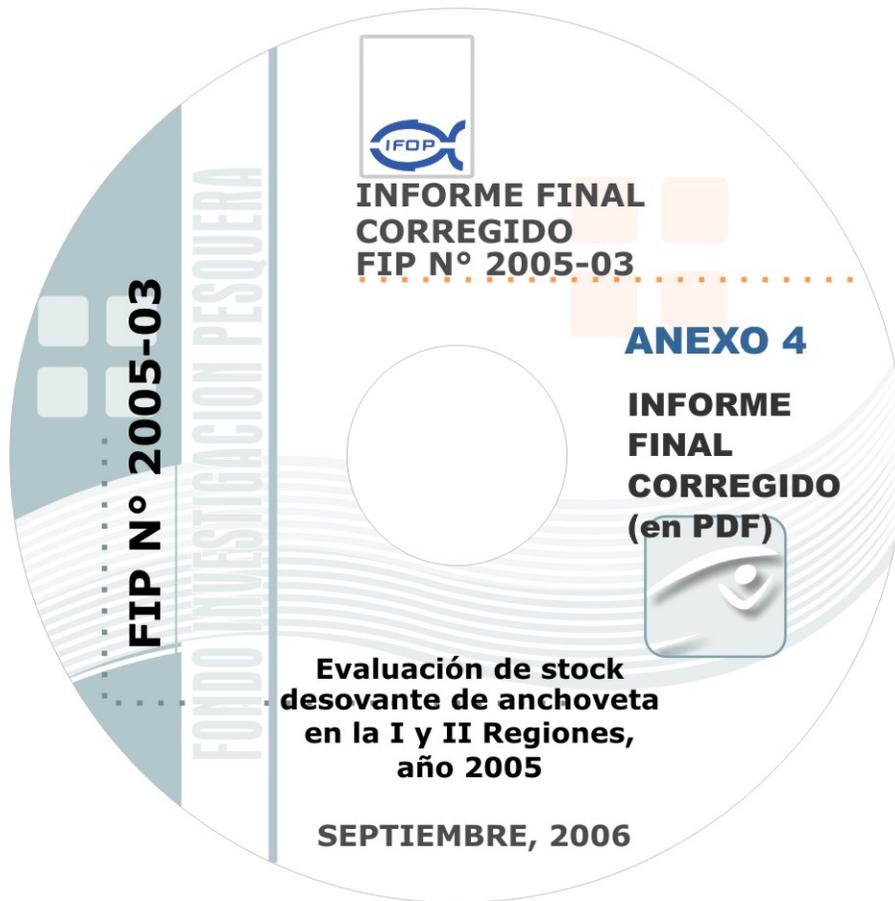
**CD con  
Informe final corregido  
FIP N° 2005-03  
en PDF**

---



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

---





---

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO  
Blanco 839, Fono 56-32-2322000  
Valparaíso, Chile  
[www.ifop.cl](http://www.ifop.cl)

---