REPORTE N° 3

Seguimiento Mensual de la Condición del Recurso Anchoveta con Enfasis en la Abundancia y Distribución de Huevos y Larvas

REQUIRENTE

Centro de Investigación Aplicada del Mar S.A., CIAM
Director Ejecutivo
Carlos Merino Pinochet

EJECUTOR

Mauricio Braun Alegría
Colaborardor: Horacio Diez

• Enero 2015 •

SEGUIMIENTO MENSUAL DE LA CONDICIÓN DEL RECURSO ANCHOVETA CON ÉNFASIS EN LA ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE HUEVOS Y LARVAS

Reporte N° 3

RESUMEN EJECUTIVO

Metodológicamente, se realizó el muestreo bio-oceanográfico desde el 16 al 18 de diciembre de 2014 a bordo de la pangas de servicio de Corpesca S.A. “Sandra IV” y Tucan II” para los puertos de Arica y Mejillones, respectivamente y la lancha de investigación “Antares” de la Universidad Arturo Prat para el puerto de Iquique. Las estaciones costeras de frecuencia de observación mensual se localizaron a 1, 3 y 5 mn de la costa frente a Mejillones, Iquique y Arica, con el fin de recabar los datos biológicos y oceanográficos; y posteriormente, procesar y analizar la información con el fin de determinar y evaluar las condiciones bio-oceanográficos correspondientes al mes de noviembre en la zona norte del país.

Los principales resultados del muestreo bio-oceanográfico de diciembre de 2014 en la zona norte, son los siguientes:

El procesamiento y análisis de las 17 muestras zooplanctónicas recolectadas entre el 16 y el 18 de diciembre de 2014, frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones, permitió determinar la presencia de 183.731 huevos y 2.816 larvas, de los cuales 182.479 huevos (99,3%) y 2.458 larvas (87,3%) fueron identificados a nivel específico, no detectándose la presencia de estadios tempranos de caballa y sardina.

Las abundancias de huevos y larvas de anchoveta registradas en diciembre de 2014, con respecto al mes precedente, serían indicativas hasta la semana semana 51, de que la anchoveta se mantiene sexualmente activa y con desove, pero de menor intensidad respecto a lo observado entre fines de julio y mediados de octubre, con un **IGS** igual a 5,7%, con tendencia gradual al descenso desde fines de octubre. Por otra parte, el índice de actividad de desove (**IAD**) en la semana 51 fue **24%**, con 1,0% de atresia ovocitaria.

Según el índice gonadosomático (**IGS**), la anchoveta de la Zona Norte, se mantiene con actividad de maduración gonadal, sin embargo a partir de la semana 42, se observa un **IGS** bajo el umbral 6%, señalando el descenso de la actividad ovárica.

La abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta obtenida en diciembre de 2014, exhiben con respecto al mes de noviembre un significativo incremento en sus densidades lo que se traduce en porcentajes de cambio iguales a 454,7% y 281,6%, respectivamente.

Las densidades promedio por estaciones positivas, utilizadas como un índice de la intensidad y/o concentración del desove, muestran con respecto a noviembre de 2014 porcentajes de cambio iguales a 454,7% y 51,9%.

La prospección de diciembre de 2014 presentó con respecto a diciembre de 2009, para las localidades de Iquique y Mejillones un porcentaje de cambio igual a 11210,6% y 2011,7%, respectivamente, exhibiendo el puerto de Arica una tasa de cambio de -73,6%, constituyéndose “Diciembre de 2014” para las localidades de Iquique y Mejillones, en el primer y segundo registro más importante en cuanto al número de huevos cuantificados de la serie diciembre 1997 – 2014 y el segundo mas bajo para el puerto de Arica.

Las abundancias de larvas de anchoveta obtenidas en diciembre de 2014, respecto a las reportadas en el mismo mes de años precedentes, muestra una diferencia porcentual de 289,2% para el puerto de Iquique, correspondiendo al tercer registro mas relevante en términos del número de larvas de la serie diciembre 1997-2014. Para las localidades de Arica y Mejillones, comparativamente se verifica ausencia de este estadio de desarrollo.

En términos generales y al igual que lo observado en noviembre de 2014, los valores de biomasa muestran una tendencia creciente hacia el sur de la zona de estudio.

En términos comparativos, las biomasas registradas frente a los puertos de Iquique y Mejillones, muestran un importante incremento con respecto al mes de diciembre de 2008, exhibiendo una diferencia porcentual de 206,4% y 386,1%, respectivamente. Esta situación se revierte frente al puerto de Arica, el cual exhibe una disminución de -46,9%.

OBJETIVO

Determinar las variaciones mensuales en la zona costera de la abundancia y distribución espacial de los estadios tempranos de peces.

ANTECEDENTES GENERALES

La condición de Chile de ser un país pesquero está asociada al Sistema de Corriente de Humboldt (**SCH**), siendo nuestro país, uno de los cuatro sistemas de borde

oriental, en los cuales el afloramiento de aguas subsuperficiales ricas en nutrientes, promueve una alta productividad biológica (Alheit y Bernal, 1993, Blanco ***et al.***, 2001).

La zona norte de Chile se caracteriza al igual que otras áreas de borde oriental, por su baja diversidad de especies pelágicas, tales como anchoveta, sardina española, jurel y caballa, las que se presentan en grandes abundancias, generando beneficios socio-económicos para el país a través del desarrollo de sus pesquerías.

En la zona norte de Chile, la pesquería de peces pelágicos comenzó su desarrollo a finales de los años sesenta, llegando a ser en conjunto con Perú, una de las más importantes del mundo por los volúmenes de pesca desembarcados. Esta pesquería se basó casi exclusivamente en la captura de anchoveta (***Engraulis ringens***) y mostró tres períodos principales: el primero (1973-1986) con un crecimiento sostenido, alcanzando hasta 3,4 millones de toneladas a mediados de los ochenta; en este período se produjo el colapso en las capturas de anchoveta y, paralelamente los desembarques de sardina española (***Sardinops sagax***) aumentaron significativamente hasta 1985, constituyéndose en el principal recurso explotado en dicha región. La segunda fase (1986-1996) fue un período de ajuste, producto de la baja experimentada en las capturas, hasta llegar en 1996 a 1,4 millones de toneladas; produciéndose el colapso de la pesquería 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), presentó una tendencia a la estabilización de las capturas a niveles del orden de 1,3 millones de toneladas por año.

La importante actividad productiva generada en la XV, I y II Región mostró síntomas e indicadores de inestabilidad hace quince años, que se manifestaron en bajos niveles de desembarques en 1990, para estabilizarse en el período 1990-1995 en 2 millones de t y, transitoriamente, disminuir a la cifra histórica más baja de la pesquería con 240 mil t en 1998 (“El Niño” 1997-98). La producción pesquera se recuperó rápidamente, alcanzando en el período 1999-2006, 1,0 millon de t.

Dos de los factores reconocidos que permiten en la zona norte mantener la elevada biomasa fitoplanctónica que sostiene los niveles tróficos superiores, entre ellos a los peces de importancia comercial son: las aguas subsuperficiales de origen ecuatorial (**AESS**), que poseen un alto contenido de nutrientes; y los procesos de surgencia que se observan prácticamente durante todo el año, el cual lleva esta agua hacia la superficie en la costa, dejando los nutrientes disponibles para los organismos autotróficos. No obstante que se ha identificado la fuerte importancia de los procesos de surgencia en el aporte de nutrientes a la capa fótica, existen además otros procesos físicos, como las ondas atrapadas a la costa, remolinos de mesoescala y meandros, que también son responsables de lo indicado (Cipollini ***et al.***, 2001; McGillicuddy ***et al.***, 1998; Uz ***et al.***, 2001; Chavez ***et al.***, 1998). En el caso de Chile, frente a la costa central, se han observado

remolinos de mesoescala como procesos que aportan nutrientes a la capa fótica (Hormazabal ***et al.***, 2004 a,b).

Para el norte de Chile, y en base a imágenes de color obtenidas con satélite, se ha determinado que los mínimos de clorofila ocurren en invierno y los máximos durante el verano, esto último asociado al máximo del estrés del viento favorable a la surgencia. Sin embargo, en el sector oceánico los máximos de clorofila se presentan en invierno (Yañez ***et al.***, 2005), condición que no estaría relacionada ni con el estrés ni con el curl del viento (Yuras ***et al.***, 2005). De acuerdo a lo precitado, en la zona oceánica los máximos de clorofila estarían relacionados con la ocurrencia de procesos de mesoescala como remolinos y meandros.

Por otra parte, los sectores de mayores densidades y agregación de recursos pesqueros en esta zona del país, están localizados mayoritariamente en las primeras 20 mn de la costa, y que debido a los procesos de surgencia, presentan fuertes gradientes térmicos y salinos durante gran parte del año, a excepción del período de invierno. En este sentido, hay una fuerte correlación espacial entre la intensidad de los gradientes térmicos y la presencia de altas concentraciones de fitoplancton (Strub ***et al.***, 1991), lo que induciría a un comportamiento más costero de la anchoveta.

El **SCH** se diferencia de los otros tres sistemas de borde oriental por presentar en la capa fótica, la entrada de una capa de mínimo contenido de oxígeno disuelto. Así, debido a los procesos de surgencia y las características de la AESS, valores de concentración menores a 1 mL/L se localizan muy próximos al nivel de superficie (Morales ***et al.***, 1999, Ulloa ***et al.***, 2001). Se ha observado en la zona norte que las bajas concentraciones de oxígeno disuelto afectan la distribución de larvas de anchoveta en la vertical (Morales ***et al.***, 1996).

Una característica importante de la zona de estudio, es que se ve afectada a intervalos irregulares, en promedio de 3 a 4 años, por eventos “El Niño”, que provocan entre otros, un calentamiento anómalo del agua superficial, profundización de la termoclina, menor participación de **AESS** en la surgencia y profundización de la capa de mezcla (Blanco ***et al.***, 2001; Blanco ***et al.***, 2002; Reyes, 2004; Yañez ***et al.***, 2001).

Tales condiciones traerían también una repercusión biológica, especialmente una disminución de la biomasa fitoplanctónica (Barber y Chavez, 1983) y una disminución de anchoveta en sus diferentes estadios (Yañez ***et al.***, 2005). En el aspecto pesquero no sólo se ve reducida la biomasa de reclutas de anchoveta, sino también su disponibilidad a la captura de los individuos adultos (Yañez ***et al.***, ***op cit***). Durante el evento “El Niño” 1997-98, la anchoveta experimentó cambios en su distribución longitudinal y vertical, ubicándose principalmente en el sector costero y ampliando su rango de profundidad de 5 a 35 m a un rango de 5 a 130 m, formando cardúmenes y estratos de altas densidades, disminuyendo así su

vulnerabilidad al cerco (Braun ***et al.***, 1998; Braun ***et al.***, 1999; Jacob, 2002 y Yañez ***et al.***, 2005).

Sumado a los cambios ambientales interanuales, se ha documentado también para la zona cambios que corresponden a ciclos cálidos y fríos en la frecuencia interdecadal (Cañon, 1986; Yañez, 1998, Yañez ***et al.***, 2005), en los cuales se ha observado una alternancia entre la sardina y anchoveta como especie dominante. Durante un régimen más cálido, la especie dominante en el sistema pelágico fue la sardina española, tal como ocurrió entre los años 1976 a 1985 y durante los ciclos fríos lo fue la anchoveta (Yañez ***et al.*** 2003).

En la actualidad, el análisis de la pesquería de la zona toma en cuenta la evolución del esfuerzo de pesca y la variabilidad del medio ambiente y su efecto sobre los recursos. De esta forma se busca comprender los cambios de la abundancia de las especies explotadas comercialmente en el largo, mediano y corto plazo.

En la última década, la zona norte de Chile ha sido objeto de diversos estudios oceanográficos y pesqueros, dentro de los cuales los monitoreos bio-oceanográficos, han sido una herramienta fundamental para la vigilancia de las condiciones ambientales en la que viven los recursos de interés, permitiendo analizar el comportamiento del recurso y de sus fases larvarias en períodos normales y durante la ocurrencia de eventos de “El Niño”, observándose que las mermas más importantes de la especie estuvieron asociadas a dichos eventos, particularmente en los años 1991 y 1997-98.

En el contexto precitado y considerando la importancia de este tipo de estudios para incrementar la comprensión de la influencia de los parámetros oceanográficos en la distribución y abundancia de los recursos pelágicos, el Centro de Investigación Aplicada del Mar - **CIAM** - decidió iniciar un sistema regular, oportuno y periódico de observación de las condiciones bio-oceanográficas de la zona, con énfasis en la abundancia y distribución de huevos y larvas de anchoveta, en pos de la sustentabilidad de los recursos hidrobiológicos.

METODOLOGÍA

Zona de estudio

El monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas correspondiente al mes de diciembre de 2014, abarcó la zona marítima de la Décimo Quinta y Segunda regiones, comprendida entre Arica (18°25'S) y Mejillones (23°04'S), desde la costa hasta una distancia de 5 millas náuticas (**Figura 1**).

Plataforma de trabajo y programación de estaciones in situ

Para el desarrollo de este seguimiento, se utilizó como plataforma de trabajo en el puerto de Iquique, la lancha de investigación “Antares” de la Universidad Arturo Prat y las pangas de servicio de Corpesca S.A. “Sandra IV” y “Tucan II” en los puertos de Arica y Mejillones, respectivamente, realizándose ésta actividad entre el 16 y el 18 de diciembre de 2014. En la **Tabla 1**, se consigna el número total de transectas y estaciones realizadas, el rango latitudinal y las fechas de inicio y término de ésta actividad.

Tabla 1

Programación de estaciones ***in situ*** realizadas durante Noviembre de 2014.

Número de Transectas	N° Estaciones	Duración en días	Rango latitudinal	Fecha Inicio y Término
6	17	3	18°25’ – 23°04’ LS	16 al 18/12/ 2014

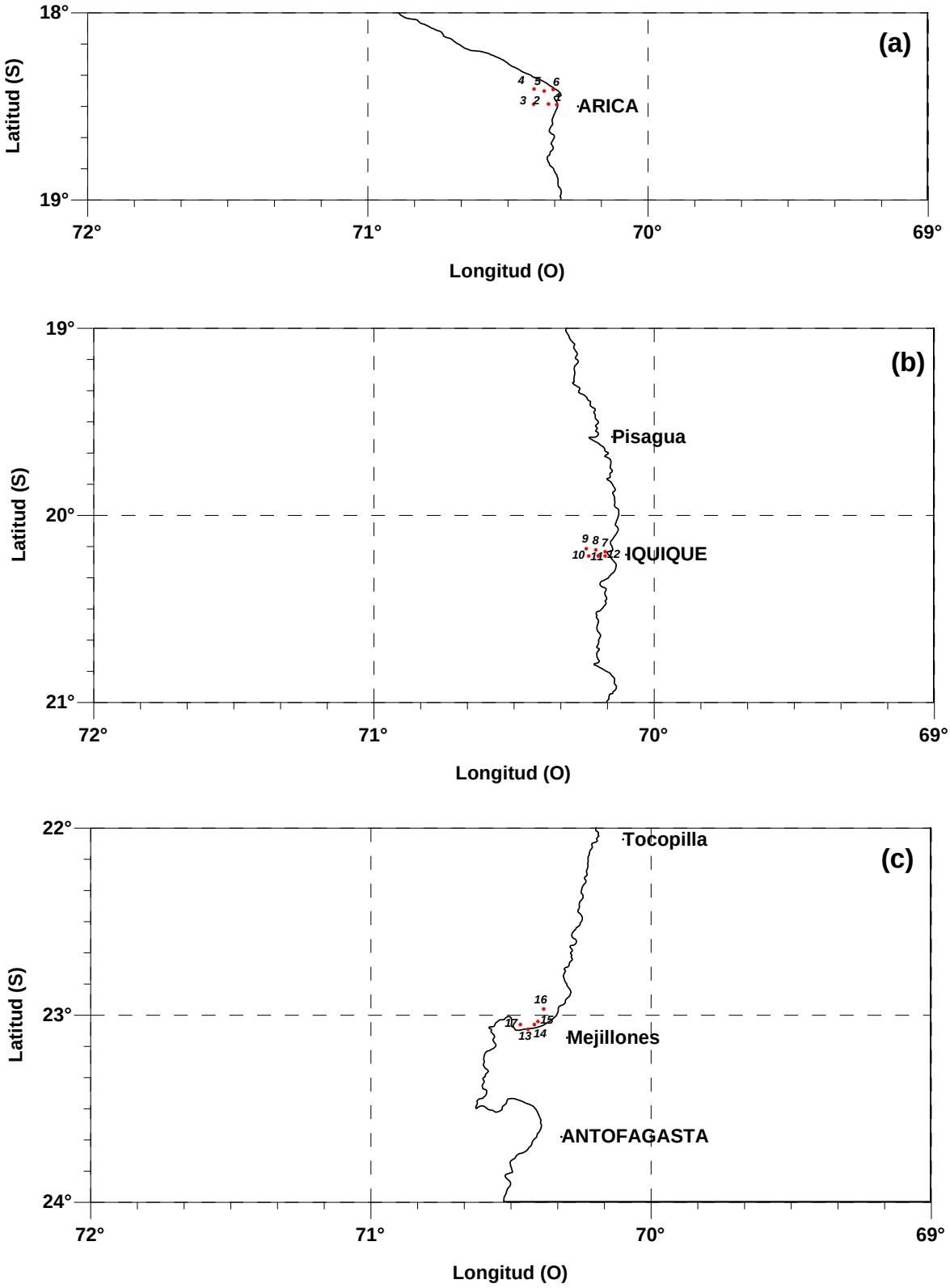


Figura 1. Posición geográfica de las estaciones bio-oceanográficas frente a los puertos de (a) Arica, (b) Iquique y (c) Mejillones. Diciembre 2014.

Recolección de muestras y registro de datos

La toma de muestras se realizó entre el 16 y 18 de diciembre de 2014 y no se obtuvo información oceanográfica en los puertos de Arica y Mejillones.

Las muestras de zooplancton fueron recolectadas mediante arrastres verticales desde 40 m a superficie, utilizando una red WP-2 de 300µm de abertura de malla complementada su boca con un medidor de flujo TSK calibrado el cual permitio cuantificar el volumen de agua filtrado en cada lance.

Las muestras se recolectaron mediante una red cilindro-cónica modelo WP-2 (Sameoto ***et al.***, 2000) modificada, la cual tiene una abertura de 40 cm (0,12 m^2 de área de boca) y un largo total de 161 cm, confeccionada con malla sintética monofilamento de 300 µm de abertura.

Las muestras se obtuvieron mediante arrastres verticales desde profundidades medias de 40 m, hasta la superficie, o desde 5 m sobre el fondo, en el caso de registros batimétricos menores a la profundidad límite de muestreo, con velocidades de calado e izado de la red iguales a 0,8 m/s y a 0,6 m/s, respectivamente.

La verticalidad del cable se trató de mantener mediante un lastre depresor de aproximadamente 10 kilógramos. El ángulo del cable con respecto a la vertical, se controló mediante un clinómetro manual, inmediantamente antes del izado de la red, después de un período de estabilización de 1 minuto a maxima profundidad. Durante diciembre de 2014, el ángulo fluctuó entre 5° y 39° con una media igual a 20°.

La cuantificación del volumen de agua filtrada durante cada pesca se efectuó utilizando los registros de un medidor de flujo marca TSK, instalado en la boca de la red.

Durante la realización de cada uno de los lances zooplanctónicos, se registró en planillas especialmente diseñadas los siguientes datos de carácter básico: código de puerto, número de estación, duración del lance, posición geográfica, tipo de red y de pesca, número de revoluciones del flujómetro, lecturas del clinómetro y cable arriado (**Tabla 2**).

TABLA 2
Imprimirla e incorporarla aqui

Tratamiento de las muestras a bordo

Las muestras obtenidas fueron preservadas con una solución de formalina en agua de mar al 5%, tamponada con tetraborato de sodio, almacenándose éstas en frascos plásticos de 250 cc, de alta densidad debidamente rotulados. El proceso de fijación se realizó tan pronto como éstas fueron extraídas del copo recolector, evitando de esta manera un posible deterioro de los ejemplares provocado por autolisis.

Separación e identificación de huevos y larvas de peces

El procesamiento de las muestras en laboratorio en tierra, contempló la extracción de la totalidad de los huevos y larvas de peces, de cada una de las muestras recolectadas; la identificación taxonómica de huevos y larvas de anchoveta; la cuantificación de huevos y larvas de la especie objetivo y la enumeración y agrupación del resto del ictioplancton, bajo la denominación de "otras especies".

Para el procesamiento de las muestras consideradas se emplearon microscopios estereoscópicos marca Zeiss con aumento de 8 a 40 veces examinando la totalidad de la muestra.

La determinación taxonómica de las especies objetivo, se realizó mediante la ayuda de descripciones de desarrollo embrionario y otros estudios publicados por diversos investigadores, utilizando de preferencia las de: Fischer, (1958); Einarsson y Rojas, (1963); Greenwodd ***et al.***, (1966); Moser y Ahlstrom, (1970); Santander y Castillo, (1972);Chiechomski, (1971); Balbontín y Garretón, (1977); Pérez, (1978); Aron, (1980); Balbontín y Pérez, (1980); Boltovskoy,(1981);Rojas y Mujica, (1981); Rojas ***et al.***, (1983); Fahay, (1983); Orellana y Balbontín, (1983); Santander ***et al.***, (1984); Sinclair y Tremblay, (1984); Sinclair ***et al.***, (1985); Matarese ***et al.***, (1989) y Olivar y Fortuño, (1991).

Estandarización de la estimación de la abundancia de huevos y larvas de peces

Con el propósito de hacer comparable el número de huevos y larvas obtenido del muestreo cuantitativo, se estandarizó toda la colección a una base común, en términos de número de huevos o larvas existentes en una unidad de área estándar de 10 m².

La estimación del número de huevos y larvas bajo una unidad de área de mar, se obtuvo mediante la siguiente expresión:

$$C = 10 \frac{d}{w} c$$

Donde:

C : Número de huevos o larvas en una unidad de área de mar (10 m^2)
d : Profundidad máxima del lance (m).
w : Volumen de agua filtrado (m^3).
c : Número de huevos o larvas en la muestra**.**

El valor " *d* " se obtiene de los datos del lance por medio de la ecuación:

$$d = L_o \cos \theta$$

Donde:

L_o : Cantidad de cable arriado (m).
$\cos \theta$: Coseno del ángulo registrado antes del virado de la red.

El volumen de agua filtrada "*W*" se calculó por la ecuación:

$$W = Q \cdot t$$

Donde:

Q : Volumen de agua filtrado por unidad de tiempo (m^3/seg).
t : Tiempo empleado en el arrastre (seg).

El valor de " *Q* " se calcula de la ecuación:

$$Q = V \cdot A$$

Donde:

V : Velocidad de arrastre de la red expresada en m/seg.
A : Área de la boca de la red (m^2).

La velocidad se obtiene a partir de un ajuste de la curva de calibración del medidor de flujo:

$$V = a \cdot N + b$$

Donde:

N : Número de revoluciones por segundo.
a y b : Constantes

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

La constancia se calculó estableciendo la relación porcentual, existente entre el número de muestras en que se encuentren huevos o larvas de la especie y el total de muestras colectadas. La dominancia numérica se determinó de la relación porcentual entre el número de huevos y/o larvas de la especie, respecto al total de especímenes recolectados.

Para la confección de mapas de distribución, abundancia y asignación de categorías de densidad para huevos y larvas de anchoveta y otras especies, se utilizó la escala geométrica de Frontier (1966) modificada y un software **ad hoc** SURFER 8.0.

El error del estimado de la abundancia del ictioplancton de las especies objetivo del muestreo fue alculado de acuerdo a las siguientes relaciones.

Estimación de la densidad de huevos y/o larvas por estaciones positivas

$$\bar{y} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i$$

n = es el número de estaciones positivas
y_i = el número de huevos y/o larvas en la estación positiva *i*;
y = 1, 2, .. n

Estimación de la varianza del estimador $\bar{y}$

Se calculó por:

$$\hat{V}[\bar{y}] = \left[\frac{1}{n}\right]\frac{1}{n-1}\left\{\sum y_i^2 - n\bar{y}^2\right\}$$

$$\hat{\sigma}_{\bar{Y}} = \sqrt{\hat{V}[\bar{y}]}$$

Una medida de la eficiencia de la estimación, fue dada en términos del coeficiente de variación, entregado por:

$$CV[\bar{y}] = \frac{\hat{\sigma}}{\bar{y}}$$

Para efectos comparativos y además de la estimación clásica de la densidad promedio de huevos y larvas, se realizó la estimación mediante la distribución Log-normal, conocida como distribución delta (**Pennington, 1986**), de acuerdo a:

Un estimador desarrollado para estimar la media de una variable, en la cual una

fracción de las observaciones es igual a cero y las restantes tienen distribución lognormal, se puede plantear de la forma (**Stefansson, 1996**):

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

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, y

$G_m(r)$ = es una función de la varianza de la variable transformada a logaritmo de la *forma:*

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

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:

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

Estimación de la abundancia y distribución de la biomasa zooplanctónica en el la zona de estudio

La determinación del volumen del zooplancton se realizó con posterioridad a la extracción de los estadíos tempranos de peces, a objeto de evitar posibles daños a los huevos y larvas, que pudieran dificultar su identificación y/o clasificación. Para la medición de los biovolúmenes se utilizó el método volumétrico de desplazamiento de volúmenes húmedos (Postel ***et al***., 2000). El volumen se determinó dos veces

para cada muestra y el resultado corresponde al promedio de ambas mediciones. Se excluyeron de la medición solamente los organismos cuyo volumen individual excedía los 5 ml.

La abundancia relativa de la biomasa zooplanctónica se calculó mediante la ecuación:

$$Y = 1.000 \left(\frac{X}{W}\right)$$

donde:

Y = ml de zooplancton en 1.000 m^3
X = ml de zooplancton
W = volumen de agua filtrada por la red (m^3)

El resultado se expresa en mililitros de plancton húmedo en 1000m^3 de agua de mar filtrada (ml/1000m^3).

RESULTADOS

Distribución y abundancia de huevos y larvas de peces

El procesamiento y análisis de las 17 muestras zooplanctónicas recolectadas entre el 16 y el 18 de diciembre de 2014, frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones, permitió determinar la presencia de 183.731 huevos y 2.816 larvas, de los cuales 182.479 huevos (99,3%) y 2.458 larvas (87,3%) fueron identificados a nivel específico.

El detalle del número de huevos y larvas por especie, correspondientes a las muestras analizadas se entrega en la **Tabla 3,** no detectándose la presencia de estadios tempranos de caballa y sardina.

Las abundancias de huevos y larvas de anchoveta registradas en diciembre de 2014, con respecto al mes precedente, serían indicativas hasta la semana semana 51, de que la anchoveta se mantiene sexualmente activa y con desove, pero de menor intensidad respecto a lo observado entre fines de julio y mediados de octubre, con un **IGS** igual a 5,7%, con tendencia gradual al descenso desde fines de octubre. Por otra parte, el índice de actividad de desove (**IAD**) en la semana 51 fue **24%**, con 1,0% de atresia ovocitaria.

Según el índice gonadosomático (**IGS**), la anchoveta de la Zona Norte, se mantiene con actividad de maduración gonadal, sin embargo a partir de la semana 42, se observa un **IGS** bajo el umbral 6%, señalando el descenso de la actividad ovárica.

Anchoveta**,** ***Engraulis ringens***

Para esta especie se identificaron 17 estaciones positivas para huevos y 8 para larvas, lo que representó una frecuencia de 100% y 47,06% y una dominancia numérica igual a 99,23% y 87,29% para cada estadio de desarrollo, respectivamente (**Tabla 3**).

El análisis de las muestras recolectadas en las 16 estaciones zooplanctónicas permitio verificar la presencia de 182.314 huevos y 2.458 larvas, señalando una situación característica de una alta actividad reproductiva a lo largo de la extensión latitudinal comprendida entre Arica y el puerto de Mejillones (23°03´S).

La fase de huevos exhibió abundancias que fluctuaron entre 79 y 53.507 huevos/10m^2. La media de huevos por estación positiva alcanzó a 10.724 (DS= 14774,01), ocupando todo el rango latitudinal y longitudinal prospectado (**Tabla 3**). Las zonas de mayor abundancia (> 25.000 huevos/10m^2) se localizaron al igual que el mes precedente, frente a Iquique y Mejillones, encontrándose

configuradas por 4 registros positivos de un total de 17 (23,5%), los que en conjunto albergan al 76,9% del total de huevos de anchoveta cuantificados. El resto de las estaciones positivas, no incluídas las ya mencionadas, exhiben niveles de abundancia comprendidos dentro del rango 79 a 11.093 huevos/10m^2 . Las estaciones positivas mas relevantes en términos de su abundancia para la zona de estudio, se localizaron a 1 y 3 mn frente al puerto de Iquique (Est N°7 y 11) y a 3 y 1 mn al oeste de Mejillones (Est N° 14 y 17), con 32.914, 28.675, 53.507 y 25.205 huevos/10m^2 , respectivamente (**Figura 2).**

Las fases larvarias se presentaron en 8 registros positivos de un total de 17, fluctuando sus abundancias entre 40 y 765 larvas/10m^2, con una densidad promedio igual a 145 larvas por estaciones totales. La media de larvas por estación positiva fue igual a 307 (DS= 248,71). En este contexto, el 25% de las estaciones positivas se registraron a 1mn frente al puerto de Arica, un 62,5% frente a Iquique y el 12,5% restante a 5 mn frente a Mejillones. Las zonas de mayor abundancia (> 400 larvas/10m^2) se localizaron frente Iquique, contribuyendo estos tres registros positivos con el 70% al total de larvas de anchoveta cuantificadas. La estación más relevante en términos cuantitativos correspondió a la número 11 localizada a 3 mn con una abundancia igual a 765 larvas/10m^2 **(Figura 3).**

Con respecto a la fase de huevos y como habitualmente acontece, las larvas de anchoveta exhiben en esta oportunidad una diferencia porcentual de -52,9% en la frecuencia de estaciones positivas y de -98,6% y -97,1% en la densidad promedio por estaciones totales y positivas, respectivamente **(Tabla 3)**.

Tabla 3. Densidad promedio, constancia, dominancia numérica y rangos de huevos y larvas de peces. Diciembre 2014 puertos Arica, Iquique y Mejillones.

Huevos	Anchoveta	Jurel	Otros Huevos	Total Huevos
N°Total Estaciones	17	17	17	17
N° Estaciones positivas	17	2	6	17
Abundancia (H/10m^2)	182314	165	1252	183731
Mínimo Est (+)	79	53	56	79
Máximo Est (+)	53507	111	558	53507
Std.Dev Est (+)	14774,01	41,12	188,49	14788,24
Media Est. Positivas	10724	83	209	10808
Media Est. Totales	10724	10	74	10808
Constancia	100,00	11,76	35,29	100,00
Dominancia numérica	99,23	0,09	0,68	100,00
CV(%)	1,38	0,50	0,90	1,37

Larvas	Anchoveta	Jurel	Otras Larvas	Total Larvas
N°Total Estaciones	17		17	17
N° Estaciones positivas	8		6	11
Abundancia (L/10m^2)	2458		358	2816
Mínimo Est (+)	40		40	44
Máximo Est (+)	765		112	819
Std.Dev Est (+)	248,71		33,10	237,49
Media Est. Positivas	307		60	256
Media Est. Totales	145		21	166
Constancia	47,06		35,29	64,71
Dominancia numérica	87,29		12,71	100,00
CV(%)	0,81		0,55	0,93

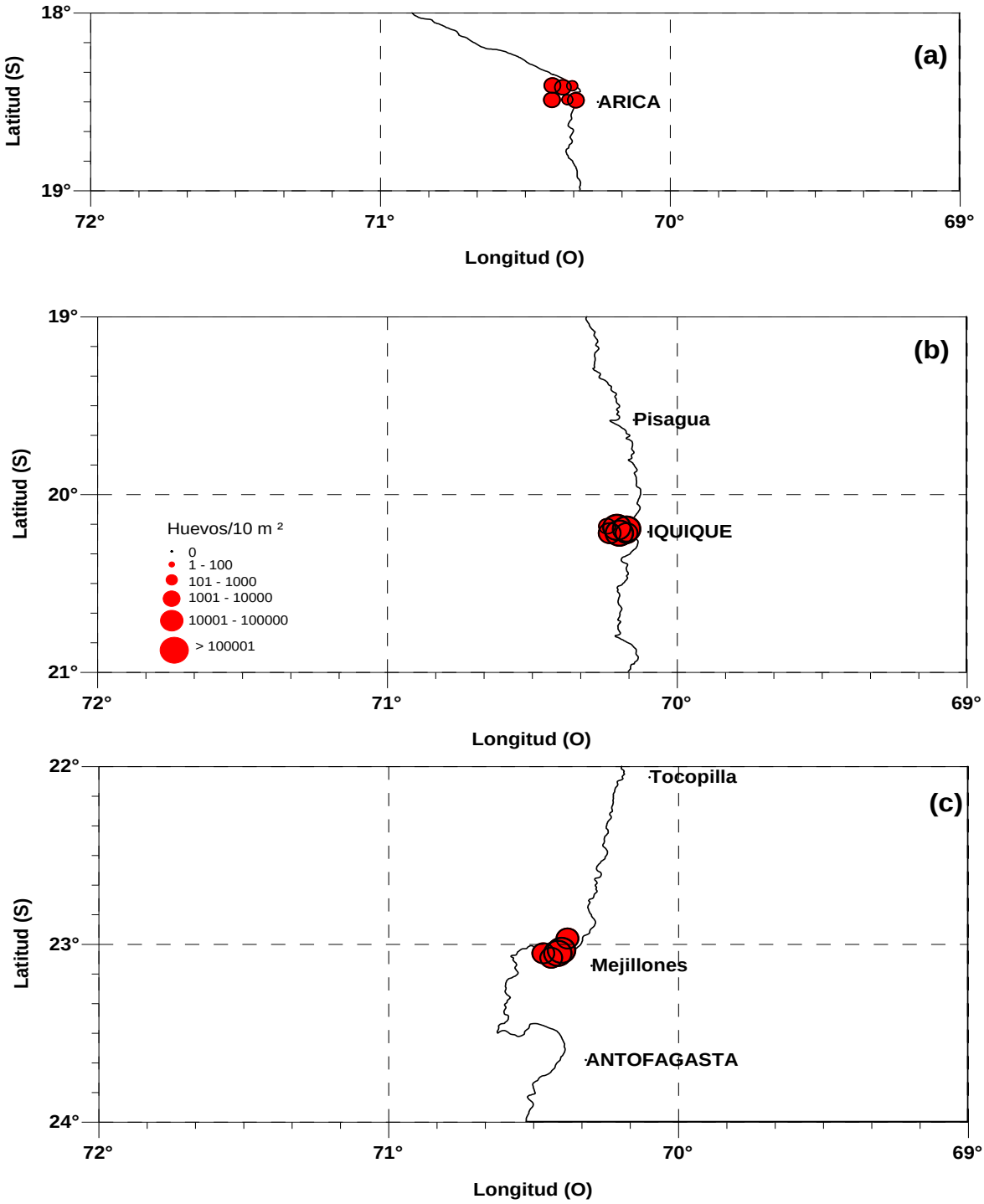


Figura 2. Distribución y abundancia de huevos de anchoveta, Engraulis ringens, frente a los puertos de (a) Arica, (b) Iquique y (c) Mejillones. Diciembre 2014.

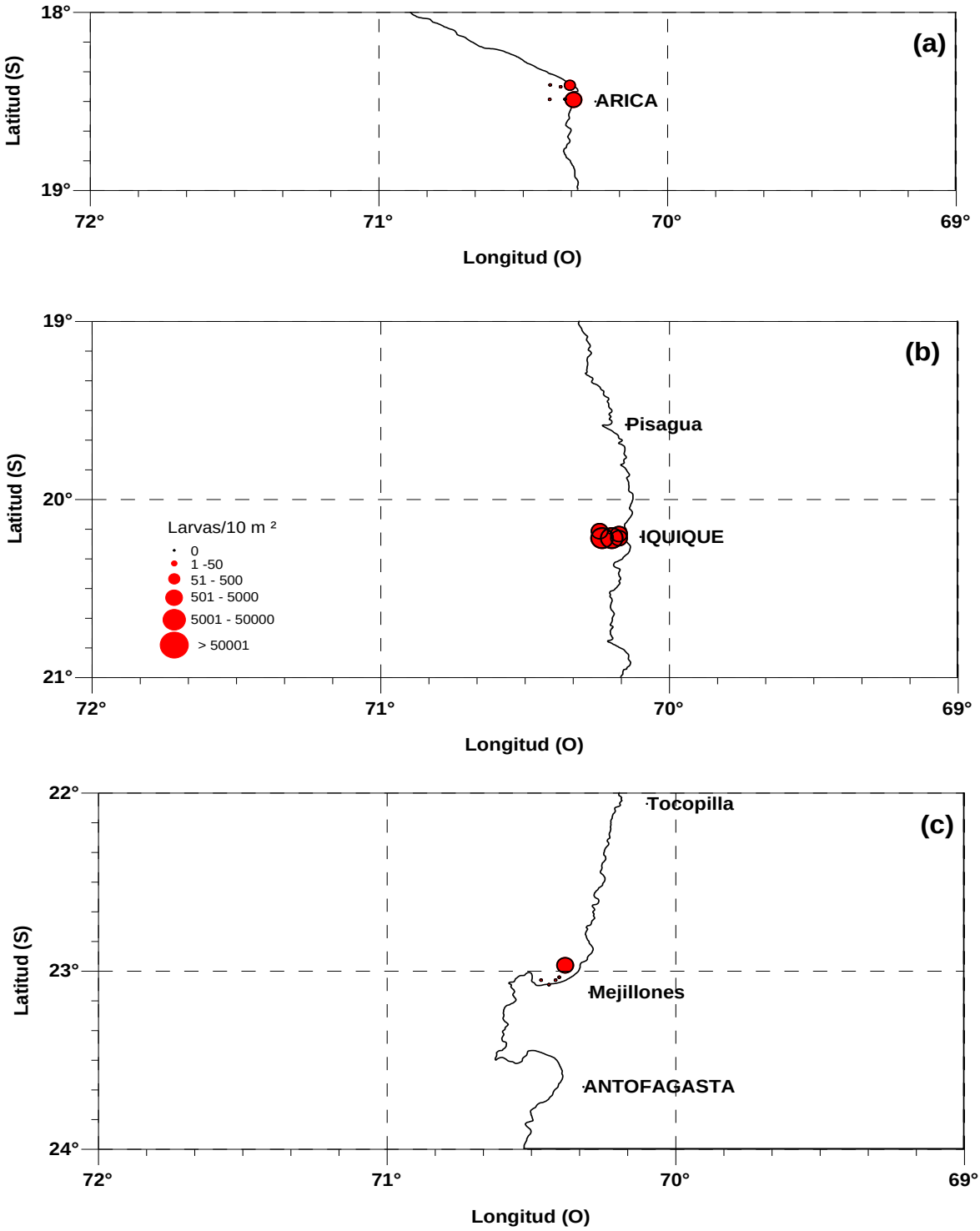


Figura 3. Distribución y abundancia de larvas de anchoveta, Engraulis ringens, frente a los puertos de (a) Arica, (b) Iquique y (c) Mejillones. Diciembre 2014.

Tabla 4. Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos y larvas de Engraulis ringens, para el trimestre Octubre-Diciembre de 2014.

Huevos	Número Estaciones Positivas	Número de Huevos / Larvas	Densidad Promedio Estaciones Totales	Densidad Promedio Estaciones Positivas	Constancia o Frecuencia (%)	Dominancia Numérica (%)
Octubre 2014	17	866.309	50.959	50.959	100,0	99,0
Noviembre 2014	16	30.920	1.933	1.933	100,0	94,7
Diciembre 2014	17	182.314	10.724	10.724	100,0	99,2
Larvas						
Octubre 2014	14	28.481	1.461	1.774	82,4	97,8
Noviembre 2014	3	605	38	202	18,8	91,3
Diciembre 2014	8	2.458	145	307	47,1	87,3

El parámetro poblacional densidad promedio por estaciones totales, ha reflejado con bastante fidelidad los cambios que ha experimentado a nivel de ictioplancton, la composición específica de la comunidad pelágica de la zona norte del país, los que se han caracterizado por un período comprendido entre 1964 y 1973 con un claro y absoluto predominio de anchoveta en el ecosistema y un cambio de dicha situación con posterioridad a 1973 hasta 1985, por la dominancia de sardina.

La situación observada a partir de 1985 señala que nuevamente estábamos frente a un proceso de cambio, con una categórica predominancia en la abundancia de anchoveta respecto de sardina, jurel y caballa, con densidades sin precedentes y que han sido registradas para ambos estadios de desarrollo durante las primaveras de los años 1996, 1998, 1999, 2000, 2005, 2006 y 2008. De la misma manera, las disminuciones más drásticas han estado asociadas a perturbaciones ambientales, como lo ha sido la presencia del evento “El Niño” en la zona de estudio durante los años 1982-1983, 1986-1987 y 1991-1992. Las estimaciones de la abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta, sardina, jurel y caballa realizadas en el transcurso de los años 1981-2008, para la estación de primavera, indican que desde el año 1992 persiste el predominio de anchoveta respecto de las otras especies, situación que se ha mantenido hasta hoy sin alteraciones (**Figuras 4 y 5**).

La abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta obtenida en diciembre de 2014, respecto a la reportada en el mes precedente, muestra que los niveles de abundancia de esta especie analizada en términos de la densidad promedio por estaciones totales, presenta la misma situación para las distintas fases de

desarrollo. Es así, como los estadios de huevos y larvas, exhiben con respecto al mes de noviembre un significativo incremento en sus densidades lo que se traduce en porcentajes de cambio iguales a 454,7% y 281,6%, respectivamente (**Tabla 4**). Las densidades promedio por estaciones positivas, utilizadas como un índice de la intensidad y/o concentración del desove, muestran con respecto a noviembre de 2014 porcentajes de cambio iguales a 454,7% y 51,9%.

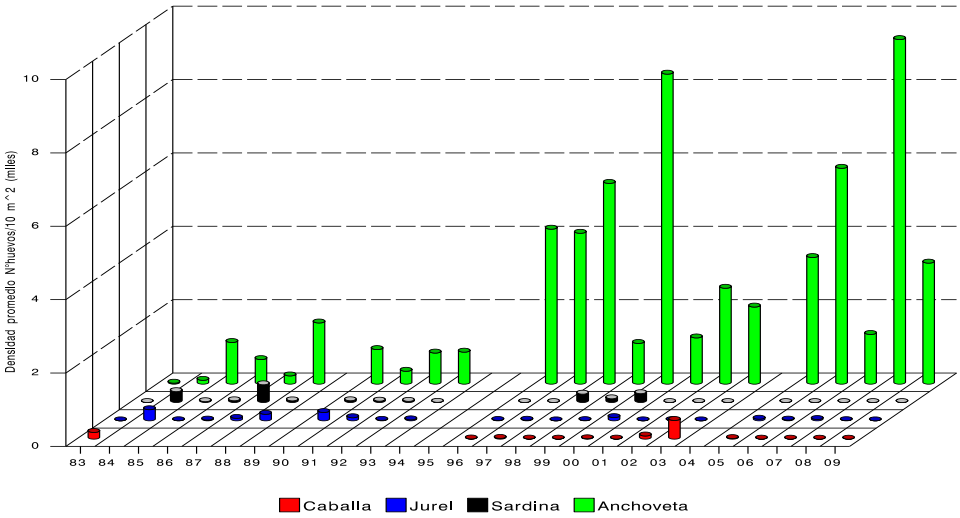


Figura 4. Abundancia promedio de huevos de anchoveta, sardina, jurel y caballa para la zona Antofagasta - Arica en primavera de los años 1983/2009.

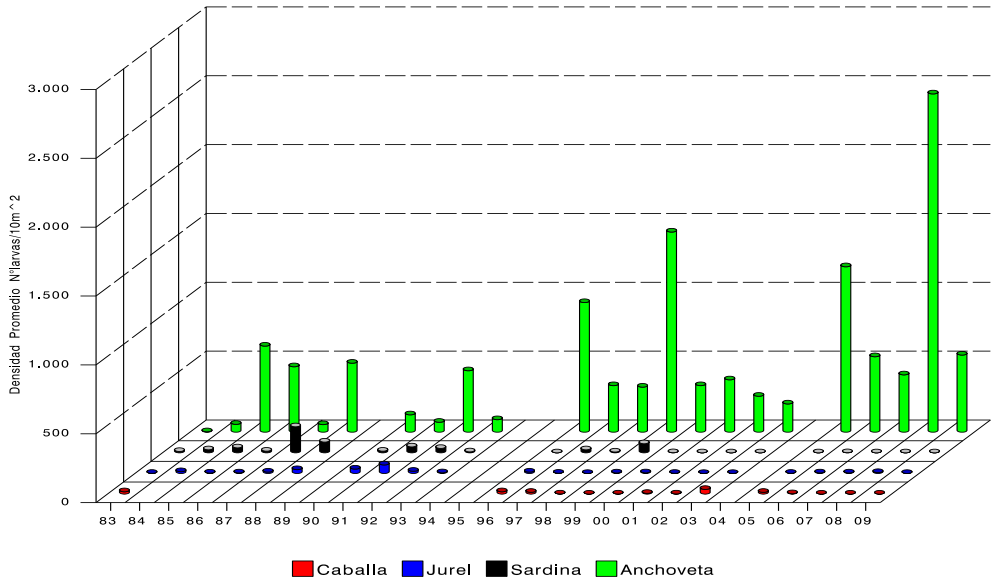


Figura 5. Abundancia promedio de larvas de anchoveta, sardina, jurel y caballa para la zona Antofagasta - Arica en primavera de los años 1983/2009.

Los resultados correspondientes a la estimación de la densidad media, varianza y coeficiente de variación de la abundancia de huevos y larvas de anchoveta para el trimestre octubre/diciembre de 2014 se presentan en la **Tabla 5**. En ella se

aprecia que durante estos meses los coeficientes de variación más bajos fueron obtenidos mediante la distribución Log-normal o distribución delta en el caso de los huevos, alternándose para las fases larvarias.

Tabla 5. Estimaciones de la densidad media, varianza y coeficiente de variación de la abundancia de huevos y larvas de anchoveta para el trimestre octubre-diciembre de 2014.

Huevos	**Media Est. Totales**	**V(media Est. Totales)**	**CV (%)**	**Media D. Delta**	**V(media D. Delta)**	**CV (%)**
Octubre 2014	50.959	796057984,668	55,0	491,383	57561,395	48,8
Noviembre 2014	1.932	655713,171	42,0	1692,536	424328,061	38,4
Diciembre 2014	10.724	13897496,565	35,0	18093,115	132735215,3	63,6
Larvas						
Octubre 2014	1.461	497787,622	48,0	1312,032	448794,44	51,1
Noviembre 2014	38	861,558	78,0	35,426	644,14	71,6
Diciembre 2014	145	3059,316	38,0	150,729	4107,345	42,5

Tabla 6. Abundancia de huevos y larvas de anchoveta con respecto a la distancia de la costa para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones; en Diciembre de 2014.

Huevos de Anchoveta(N°/10m^2)				Larvas de Anchoveta (N°/10m^2)		
DC (mn)	**1**	**3**	**5**	**1**	**3**	**5**
Arica						
18°29´S	278	98	541	111	-	-
18°24´S	79	178	197	40	-	-
SubTotal	357	276	738	151		
%	26,0	20,1	53,8	100		
TOTAL		**1.371 Huevos**			**151 Larvas**	
Iquique						
20°11´S	32.914	11.093	529	263	-	163
20°13´S	8.453	28.675	2.382	406	765	550
SubTotal	41.367	39.768	2.911	669	765	713
%	49,2	47,3	3,5	31,2	35,6	33,2
TOTAL		**84.046 Huevos**			**2.147 Larvas**	
Mejillones						
23°03´S	8.489	53.507	2.454	-	-	-
22°58´S	25.205		7.240	-		160
SubTotal	33.694	53.507	9.694			160
%	34,8	55,2	10,0			100
TOTAL		**96.895 Huevos**			**160 Larvas**	

En Arica, se registran las mas bajas abundancias de huevos (1.371), con respecto a Iquique (84.046) y al puerto de Mejillones (96.895) (**Tabla 6**). Para el puerto de Arica, las abundancias más significativas se localizaron a 5 mn, mientras que en Iquique y Mejillones a 1 y 3 mn, respectivamente (**Figuras 6**).

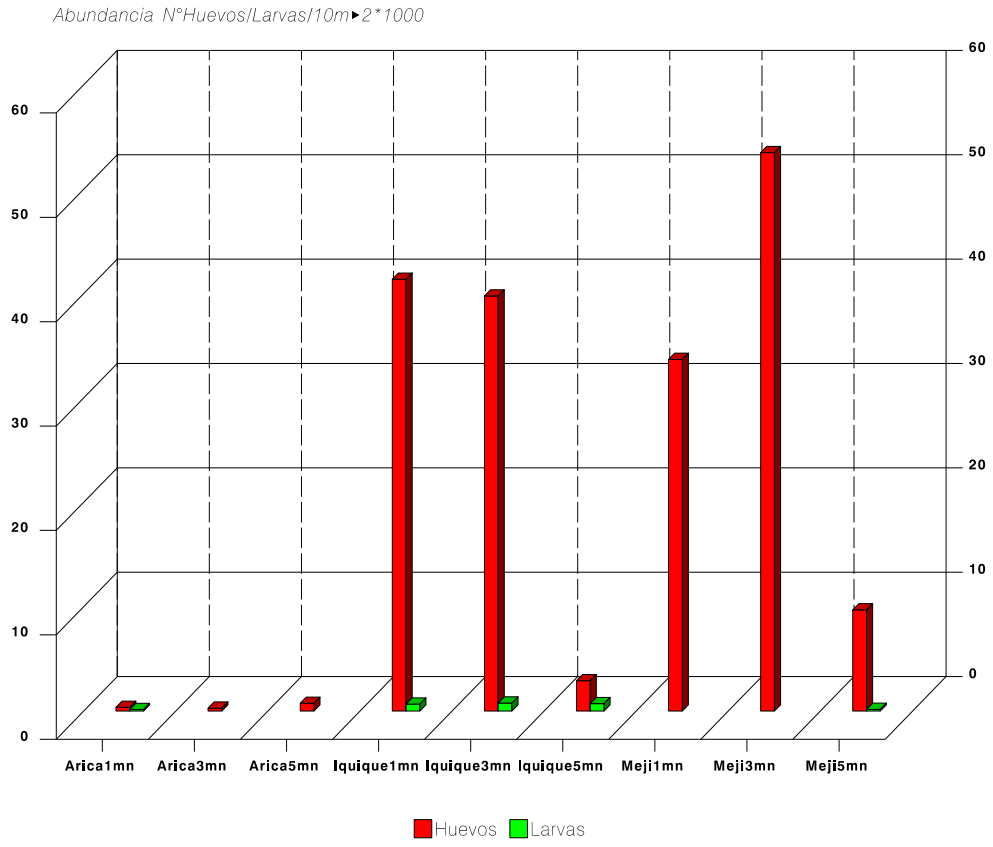


Figura 6. Abundancia de huevos y larvas de anchoveta con respecto a la distancia de la costa para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones en Diciembre de 2014.

Para efectos comparativos se seleccionaron en los puertos de Arica, Iquique y Mejillones las estaciones asignadas con los números 4, 7 y 13, respectivamente. De acuerdo al número de huevos y para la zona de estudio, la prospección de diciembre de 2014 presentó con respecto a diciembre de 2009, para las localidades de Iquique y Mejillones un porcentaje de cambio igual a 11210,6% y 2011,7%, respectivamente, exhibiendo el puerto de Arica una tasa de cambio de -73,6%, constituyéndose “Diciembre de 2014” para las localidades de Iquique y Mejillones, en el primer y segundo registro más importante en cuanto al número de huevos cuantificados de la serie diciembre 1997 – 2014 y el segundo mas bajo para el puerto de Arica (**Figura 7**).

Las abundancias de larvas de anchoveta obtenidas en diciembre de 2014, respecto a las reportadas en el mismo mes de años precedentes, muestra una diferencia porcentual de 289,2% para el puerto de Iquique, correspondiendo al tercer registro mas relevante en términos del número de larvas de la serie

diciembre 1997-2014. Para las localidades de Arica y Mejillones, comparativamente se verifica ausencia de este estadio de desarrollo (**Figura 8**).

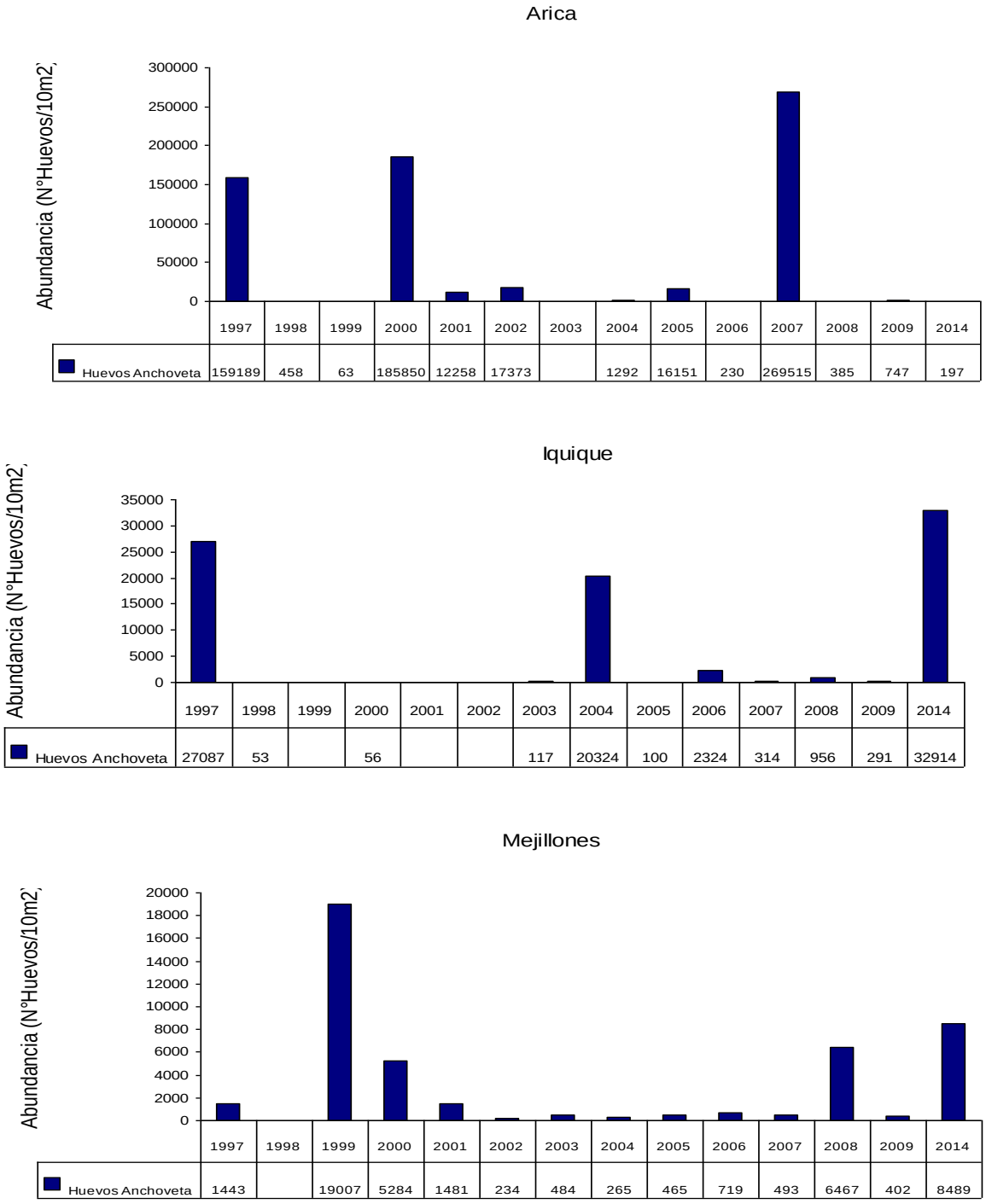
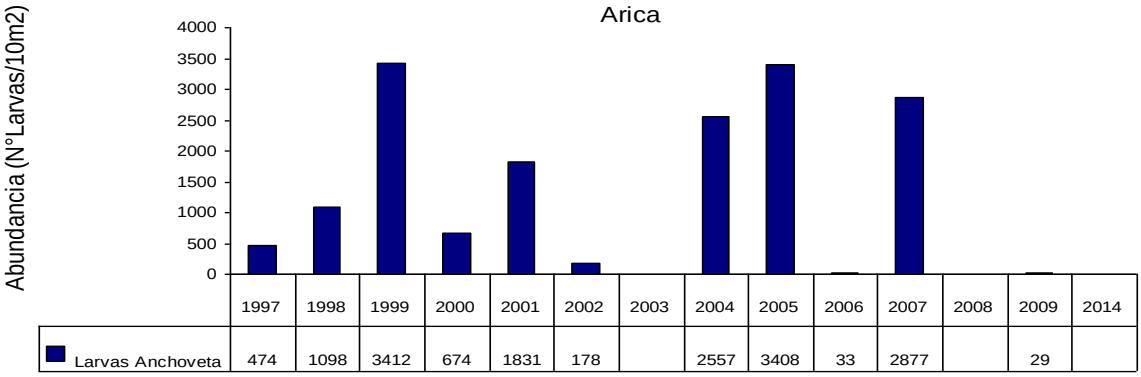
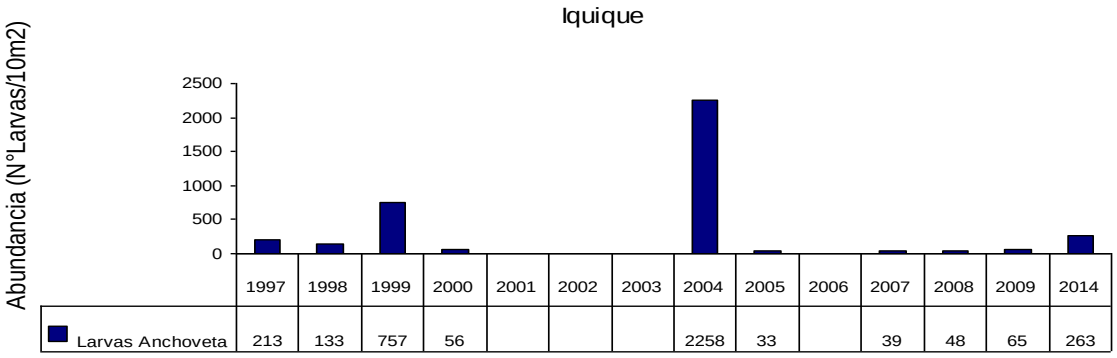


Figura 7. Abundancia de huevos de anchoveta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Serie Diciembre 1997 - 2014





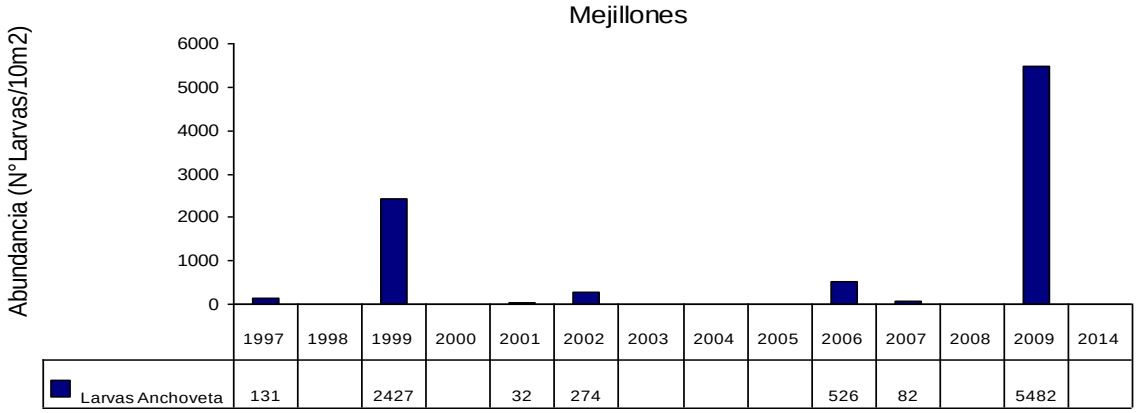


Figura 8. Abundancia de larvas de anchoveta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Serie Diciembre 1997 – 2014.

Jurel, **Trachurus Murphyi**

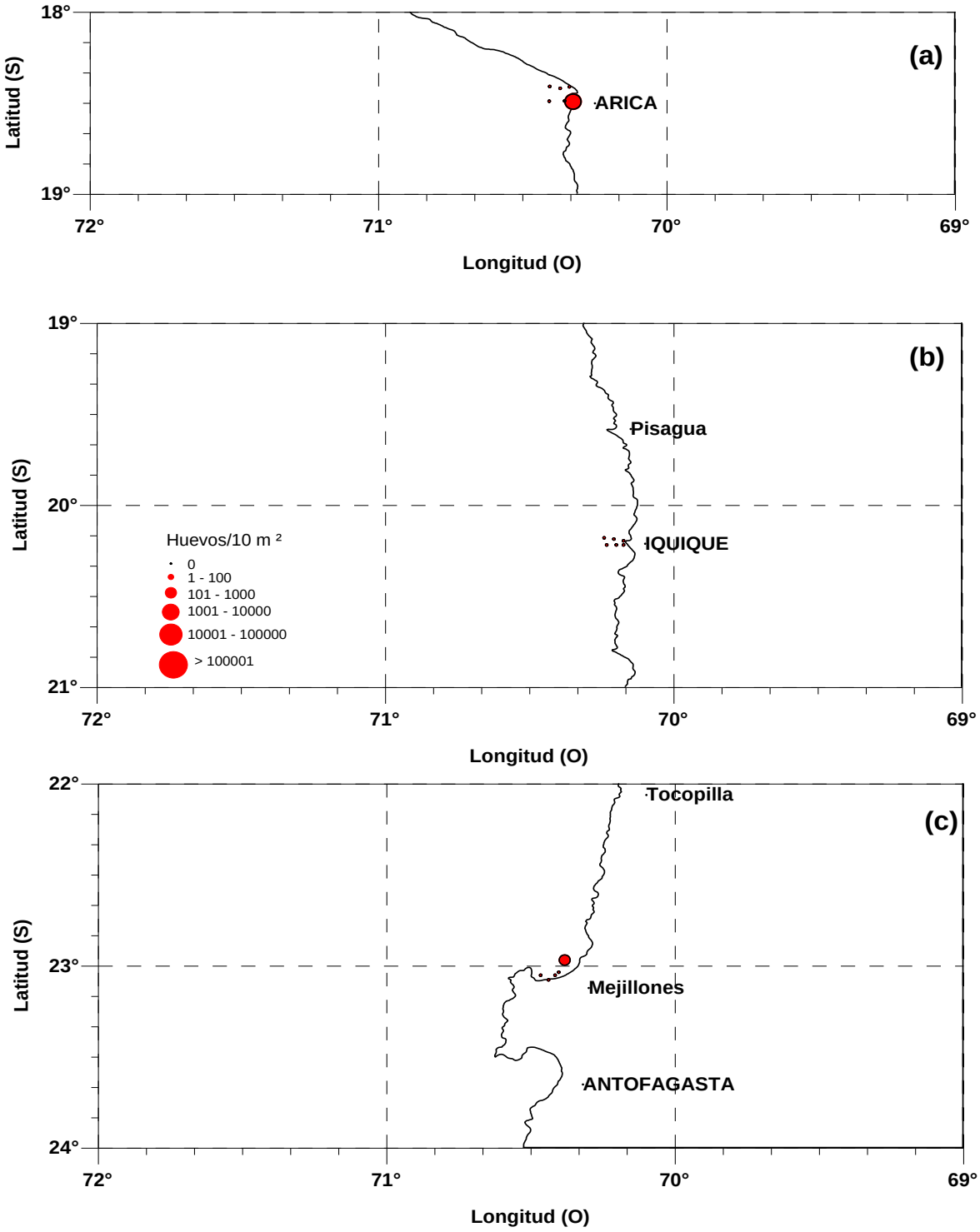


Figura 9. Distribución y abundancia de huevos de jurel, Trachurus murphyi , frente a los puertos de (a) Arica, (b) Iquique y (c) Mejillones. Diciembre 2014.

Para esta especie se reconocieron 2 registros positivos a huevos y ausencia de larvas. Las estaciones positivas exhibieron bajas abundancias 111 y 53 larvas/10m^2 y se localizaron a 1 mn frente al puerto de Arica y a 5 mn al oeste de Mejillones (**Figura 9**).

Estimación de la biomasa zooplanctónica

La biomasa zooplanctónica como medida estimativa de la productividad secundaria de la zona de estudio, presentó en diciembre de 2014, valores extremos comprendidos entre 118 (Arica Est N°3) y 989 (Mejillones Est N°17) ml de zooplancton/1.000 m^3 , con un promedio general para la zona igual a 318 (DS = 212,46), predominando los valores comprendidos en los rangos de densidad categorizados entre 101-300 y 301-900 los que representaron el 64,7% y 29,4%, respectivamente. El 5,8% restante se categorizó dentro del rango 901-10.000 (**Figura 10)**.

En general y para el último trimestre del año 2014, las mas bajas biomasas se registraron frente al puerto de Iquique, mientras que las máximas se verifican frente a Mejillones, exhibiendo el puerto de Arica una situación intermedia (**Tabla 7**).

	N	Mínimo	Máximo	Promedio	DS	CV(%)
Octubre 2014						
Arica	6	231	1532	637	492,93	77
Iquique	6	101	487	288	162,77	56
Mejillones	5	392	2245	950	749,29	79
Noviembre 2014						
Arica	5	208	735	339	224,36	66
Iquique	6	160	406	287	87,07	30
Mejillones	5	257	1641	794	558,23	70
Diciembre 2014						
Arica	6	118	370	219	89,06	41
Iquique	6	186	383	253	74,83	30
Mejillones	5	290	989	514	299,50	58

Tabla 7. Biomasa promedio y rangos del zooplancton por puerto para el trimestre octubre-diciembre de 2014.

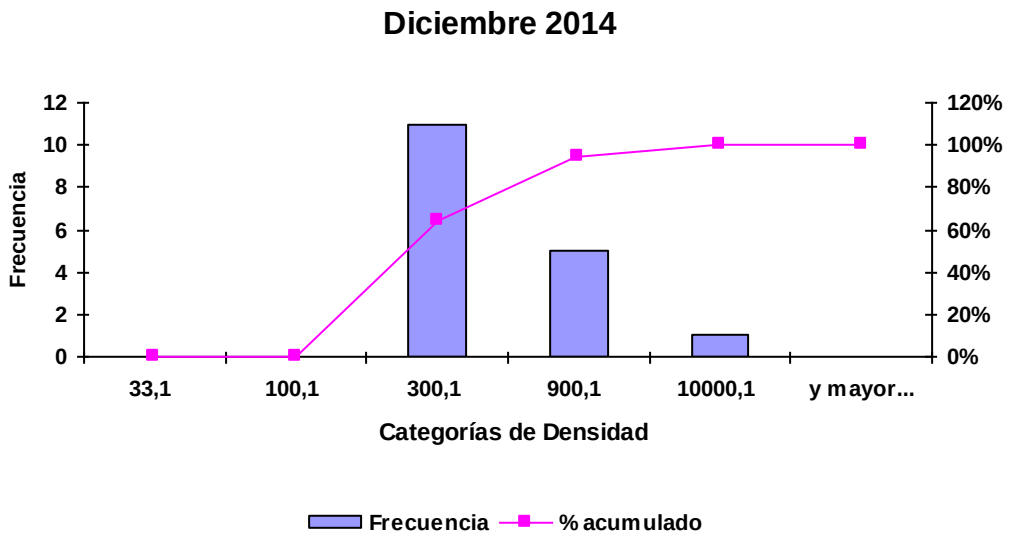


Figura 10. Categorías de densidad de la estimación de la biomasa zooplanctónica para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones – Diciembre 2014.

En términos generales, los valores de biomasa muestran al igual que en noviembre de 2014, una tendencia creciente hacia el sur de la zona de estudio (**Figura 11**).

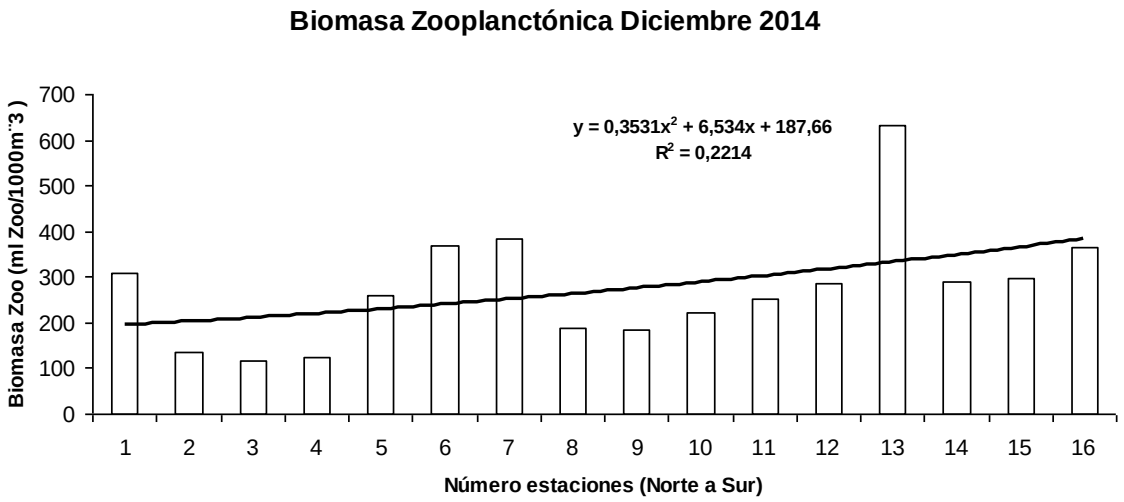


Figura 11. Abundancia y distribución de la biomasa zooplanctónica Zona Norte Diciembre 2014.

Con respecto a la composición específica de las muestras, estas estuvieron constituídas principalmente por copépodos, quetognatos, apendicularias y en menor medida por medusas frente a los puertos de Arica y Mejillones. Cabe mencionar la presencia de langostinos frente al puerto de Iquique.
En términos comparativos, las biomasas registradas frente a los puertos de Iquique y Mejillones, muestran un importante incremento con respecto al mes de diciembre de 2008, exhibiendo una diferencia porcentual de 206,4% y 386,1%, respectivamente. Esta situación se revierte frente al puerto de Arica, el cual exhibe una disminución de -46,9% (**Tabla 8**).

Biomasa	Arica	Iquique	Mejillones	Promedio
Dic 2001	159	105	780	348
Dic 2002	115	391	202	236
Dic 2003	282	67	174	174
Dic 2004	123	518	35	225
Dic 2005	679	-	25	352
Dic 2006	26	64	418	169
Dic 2007	387	33	137	186
Dic 2008	232	125	130	162
Dic 2014	123	383	632	379

Tabla 8. Abundancia de la biomasa zooplanctónica en los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Serie Diciembre 2001 – 2014.

CONCLUSIONES

- La abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta obtenida en diciembre de 2014, exhiben con respecto al mes de noviembre un significativo incremento en sus densidades lo que se traduce en porcentajes de cambio iguales a 454,7% y 281,6%, respectivamente.

- Las densidades promedio por estaciones positivas, utilizadas como un índice de la intensidad y/o concentración del desove, muestran con respecto a noviembre de 2014 porcentajes de cambio iguales a 454,7% y 51,9%.

- La prospección de diciembre de 2014 presentó con respecto a diciembre de 2009, para las localidades de Iquique y Mejillones un porcentaje de cambio igual a 11210,6% y 2011,7%, respectivamente, exhibiendo el puerto de Arica una tasa de cambio de -73,6%, constituyéndose “Diciembre de 2014” para las localidades de Iquique y Mejillones, en el primer y segundo registro más importante en cuanto al número de huevos cuantificados de la serie diciembre 1997 – 2014 y el segundo mas bajo para el puerto de Arica.

- Las abundancias de larvas de anchoveta obtenidas en diciembre de 2014, respecto a las reportadas en el mismo mes de años precedentes, muestra una diferencia porcentual de 289,2% para el puerto de Iquique, correspondiendo al tercer registro mas relevante en términos del número de larvas de la serie diciembre 1997-2014. Para las localidades de Arica y Mejillones, comparativamente se verifica ausencia de este estadio de desarrollo.

- En términos generales y al igual que lo observado en noviembre de 2014, los valores de biomasa muestran una tendencia creciente hacia el sur de la zona de estudio.

- En términos comparativos, las biomasas registradas frente a los puertos de Iquique y Mejillones, muestran un importante incremento con respecto al mes de diciembre de 2008, exhibiendo una diferencia porcentual de 206,4% y 386,1%, respectivamente. Esta situación se revierte frente al puerto de Arica, el cual exhibe una disminución de -46,9%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alheit, J. & P. Bernal. 1993. Effects of physical and biological changes on the biomass yield of the Humboldt Currents Ecosystem, IN: Large marine ecosystem. V: Stress, migration and sustainability, K. Sherman, L. M. Alexander and B. D. Gold, editors, American Association for the Advancement of Science, Washington D.C., pp 53-68.

Aron, A.1980. Taxonomía, Distribución y Abundancia de las larvas de Peces en la bahía de Concepción (36°04'S,73°02'W),Chile. Tesis para optar al título de Biólogo Marino. Universidad de Concepción.68 p.

Balbontín, F. y M. Garretón.1977. Desove y primeras fases de desarrollo de la Sardina Española, ***Sardinops sagax***, en Valparaíso. Rev. Biol. Mar, 16(2): 171-181.

Balbontín, F. y R. Pérez.1980. Descripción de los estados larvales de ***Normanichthys crockeri*** Clark (Perciformes: Normanichthydae) del área de Valparaíso.Rev. Biol. Mar.Valparaíso, 17:81-95.

Barber R.T. y E. P. Chavez. 1983. Biological consequences of El Niño. Science 22: 1203-1210.

Boltovskoy, 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del INIDEP.Mar del Plata, Argentina.

Blanco, J. L. A. C. Thomas, M. E. Carr y P. T Strub. 2001. Seasonal climatology of hidrographics conditions in the upweling region off northern Chile. Journal Geophysical Research, 106, C6, 11451-11467.

Blanco J. L., M. Carr, A. Thomas and P. Strub, 2002. Hidrographic conditions off
northern Chile during the 1996-1998 La Niña and El Niño events. Journal Geophysical Research , 107, C3.

Braun, M., J. L. Blanco, J. Osses y J. Castillo. 1998. Monitoreo mensual de las condiciones bioceanográficas en la I y II Regiones. Informe Final FIP N°96-07. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 128 pp + Tablas y Figuras. (monitoreo mayo 97 a dic 97)

Braun, M., J. Blanco, J. Osses, J. Castillo, H. Miles. 1999. Monitoreo acústico estacional de los recursos pelágicos en la I y II regiones. Informe final FIP 97-02. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 145 pp + Tablas y Figuras.

Cañón, J. R. 1986. Variabilidad ambiental en relación con la pesquería pelágica de la zona norte de Chile. In: “La pesca en Chile”, P. Arana (Ed.), Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso:195 – 205.

Chávez, F.P., P.G. Strutton & M.J. McPhaden. 1998. Biological-physical coupling in the central equatorial Pacific during the onset of the 1997-98 El Niño. Geophysical Research Letters 25: 3543-3546.

Chiechomski, J.D. de.1971. Distribución regional y cuantitativa de huevos de anchoita (***Engraulis anchoita***), caballa (***Scomber japonicus marplatensis***) y sardina fueguina (***Sprattus fueguensis) e***n el mar Argentino. CARPAS Doc. Ocas.,(5/D.Téc.6):12p.

Cipollini, P., D Cromwell, P.G. Challenor, & S. Raaglio. 2001. Rossby waves detected in global ocean colour data. Geophys. Res. Lett., 28(2), 323-326.

Einarsson, H. y B. Rojas de Mendiola.1963. Descripción de Huevos y larvas de anchoveta peruana (***Engraulis ringens*** J.) Bol.Inst.Rec.Mar., Callao, 1(1):1-23.

Fahay, M.P.1983. Guide to the early stages of marine fishes occurring in the Western North Atlantic Ocean, cape hatteras to the southern scotian shelf J. north west Atl.Fish.Sci.4,423p.

Fischer, W.1958. Huevos, crías y primeras prelarvas de la "anchoveta"(***Engraulis ringens***) Jenyns.Rev.Biol.8(1,2 y 3):111-124.

Frontier, S. 1966. Zooplancton de la región de Nosy-Bé I (Programa des recortes et techniques d’etude. II). Plancton de surface aux stations 5 et 10. Cah Orstom (océanogr.), 4(3):3-37.

Greenwood, P, D.Rosem, S.Weitzman y G.Myers.1966. Phyletic studies of teleosteam fishes, with a provisional classification of linving forms. An.Mus.Nat.Hist., Bull 131(4):341-455.

Hormazábal S., S. Núñez, D. Arcos, F. Gomez y G. Yuras, 2004a. Mesoscale eddies and pelagic fishery off central Chile (33-40°S). Gayana (Concepc.), 2004, vol. 68, N°2, suppl, p.291-296. ISSN 0717-6538.

Hormazabal S., G. Shaffer, O. Pizarro & M. Ramos. 2004b. Interannual modulation of seasonal-scale variability in Alongshore flow off Chile. Draft submitted to Geophysical Research Letter.

Jacob, B. 2002. Variabilidad espacio temporal de las condiciones oceanográficas físicas y biológicas asociadas a la anchoveta (***Engraulis ringens***) en la zona norte de Chile, durante los períodos pre El Niño (1995-96) y El Niño (1997-98). Tesis para optar al título de Ingeniero de Ejecución en Pesca y Acuicultura. Univ. del Mar.

Matarese, A.C., A.W.Kendall, Jr., D.M.Blood and B.M.Vinter.1989. Laboratory guide to early life history stages of northeast pacific fishes.NOAA Technical Report NMFS80.

McGillicuddy, JR., D. J., D. A. Siegel, H. W. Jannasch, R. Johnson, T. D. Dickey, J. McNeil, A. F. Michaels and A. H. Knap. 1998. Influence of mesoscale eddies on new production in the Sargasso Sea. Nature. 394: 263-266.

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 secuence (1990-1995). Invest. Pesq., Valparaíso: 24, 77-96.

Morales, C.E., Hormazabal, S.E., Blanco, J.L., 1999. Interannual variability in the mesoescala distribution of the depth of the upper boundary of the oxygen minimum layer off northern Chile (18-24S): Implications for the pelagic system and biogeochemical cycling. Journal of Marine Research 57, 909-932.

Moser, H.G. and E.H. Ahlstrom.1970. Development of lantern fishes family Myctophidae) in the Carlifornia Current. Part I: Species with Narrow-eyed larvae.Bull.Los Ang.Cty.Mus.Nat. Hist. Sci.7:1-145.

Olivar, M. P. and J.M. Fortuño.1991.Guide to Ichthyoplankton of the southeast Atlantic (Benguela Current Region) SCI. Mar., 55(1):1-383.

Orellana, M.C. y F. Balbontín.1983. Estudio comparativo de las larvas de clupeiformes de la costa de Chile. Rev.Biol.Mar., Valparaíso, 19(1):1-46.

Palma, S. y K. Kaiser. 1993. Plancton marino de aguas chilenas. Ediciones universitarias de Valparaíso. Universidad Católica de Valparaíso, Chile. 151 pp.

Pennington. M. 1986. Efficient estimators of abundance for fish and plankton surveys. Biometrics 39:281-286.

Pérez, R. 1978. Identificación de huevos y larvas planctónicas de peces de la bahía de Valparaíso, Informe de Práctica Profesional para optar al

título de Técnico Marino. Universidad Católica de Chile. Sede regional Talcahuano, 238 pp.

Postel, L., H. Fock and W. Hagen. 2000. Biomass and abundance. In: Zooplankton methodology manual. Ed: R.P Harris, P.H. Wiebe, J.Lenz, H.R. Skjoldal and M. Huntley. ICES.

Reyes, H. 2004. Variación espacio-temporal de las masas de agua Subtropical, Subantártica y Ecuatorial Subsuperficial en la zona norte de Chile (18°15'S-24°00'S) en el período 1980 – 2001. Tesis para optar al título de oceanógrafo. Universidad Católica de Valparaíso, 114 pp.

Rojas, O., y A. Mujica. 1981. Delimitación de las areas de desove, prereclutamiento y estimación de la abundancia relative de huevos y larvas de peces pelágicos de importancia económica. Santiago, Chile, IFOP: 82pp.

Rojas, O., A. Mujica, M. Labra, G. Ledermann y H. Miles.1983. Estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces. AP83/31. Santiago, Chile, IFOP-80p.

Sameoto, D., P. Wiebe, J. Runge, L. Postel, J. Dunn, C. Miller and S. Coombs. 2000. Collecting Zooplankton. En: ICES. Zooplankton Methodology Manual. 55-81 pp.

Santander, H. y O.S. de Castillo.1972. Desarrollo y distribución de huevos y larvas de "jurel" ***Trachurus symmetricus murphyi*** (Nichols) en la costa peruana. Inf.Inst.Man. Perú-Callao (36):1-22.

Santander, H.,J.Alheit y P.E.Smith.1984. Estimación de la biomasa de la población desovante de Anchoveta Peruana ***Engraulis ringens***, 1981 por aplicación del "Método de Producción de Huevos".mimeo.

Sinclair, M. y M.J. Tremblay. 1984. Timing of spawning of Atlanctic herring ***Clupea harengus*** populations and the match-mismatch theory. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 41: 1005-1065.

Sinclair, M., M.J. Tremblay y P. Bernal. 1985. El Niño events and variability in a Pacific mackerel (***Scomber japonicus***) survival index: support for Hjort's second hypothesis. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 42:602-608.

Smith, D.B. y K. Johnson. 1996. A guide to Marine Coastal Plankton and Marine Invertebrate Larvae. Sec. Ed. 221 p.

Smith, P.E. y S.L. Richardson.1979.Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos.FAO.Doc.Téc.Pesca (175):107

p.

Stéfansson, G. **1996**. Analysis of grounfish survey abundance data; combining tha GLM and delta approaches ICES J. Mar. Sci. 53: 577-588

Strub, P., P. Kosro y A. Huyer. 1991. The nature of the filaments in the California Current System. J. Geophys. Res., 96: 14743 – 14768.

Ulloa, O., Escribano, R., Hormazabal, S., Quinonez, R., Gonzalez, R. 2001. Evolution and biological effects of the 1997-98 El Niño in northern Chile. Geophysical Research Letters. 28: 1591-1594.

Yañez, E., M García y M.A. Barbieri. 1998. Pelagic fish stocks and environmental changes in the south-east Pacific. In: Global *versus* Local Changes in Upwelling Systems. M. Durand, P. Cury, R. Mendelssohn, C. Roy, A. Bakun y D. Pauly (Eds.), ORSTOM Editions, Paris, 275-291.

Yáñez, E., M.A. Barbieri, C. Silva, K. Nieto & F. Espíndola. 2001. Climate variability and pelagic fisheries in northern Chile. Progress in Oceanography 49,581-596.

Yáñez, E., M. A. Barbieri & C. Silva. 2003. Fluctuaciones ambientales de baja frecuencia y pesquerías pelágicas chilenas. En: Actividad Pesquera y de Acuicultura en Chile. E. Yáñez (ed.), Escuela de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 109-121.

Yánez, E., C. Silva, A. Órdenes, F. Gómez, A. Valdenegro, N. Silva, S. Hormazábal, A. Montecinos, L. Cubillos, F. Espíndola y O. Pizarro. 2005. Análisis integrado histórico ambiente – recursos, I y II Regiones. Informe Final FIP N° 2003–33. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 164 p + Anexos.

Yuras, G., O. Ulloa & S. Hormazabal. 2005. On the annual cycle of coastal and open ocean satellite chlorophyll off Chile (18º–40ºS). *Geophysical Research Letters.* 32: L23604, doi:10.1029/2005GL023946.

Anexo N° 1

Condiciones oceanográficas

Durante diciembre de 2014, solo se midieron las variables temperatura, salinidad y concentración de oxigeno frente al puerto de Iquique, no se registra información oceanográfica en los puertos de Arica y Mejillones.

La toma de muestras se realizó el 16 de diciembre de 2014, midiéndose las variables temperatura (°C), salinidad (psu) y concentración de oxígeno disuelto (mL/L) utilizando un CTDO SeaBird modelo19 solo para las estaciones realizadas frente a Iquique.

Durante diciembre de 2014, se presentó una condición estratificada normal, en el puerto de Iquique, con temperaturas mínimas y máximas del orden de 12,572°C y 17,903°C con una media igual a 13,760. La mínima de temperaturra se registra en la estación 9 localizada a 5mn mientras que la máxima se presento en la estación 10 localizada también a 5mn asociada a las capas superficiales (**Tabla 1; Figuras 1, 2 y 3**).

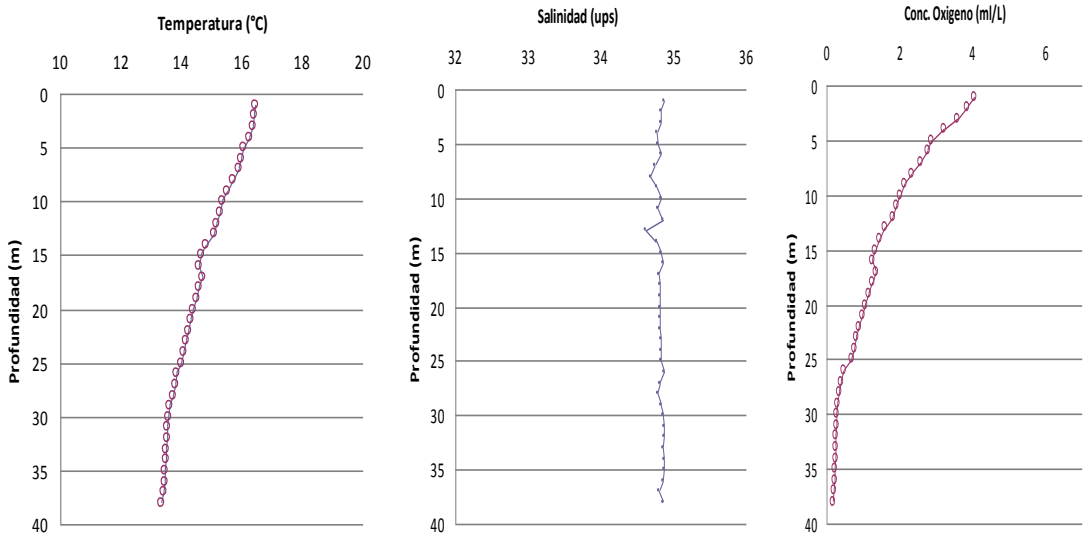
En cuanto a la salinidad esta varió entre 34,201 y 34,936 con una media igual a 34,853 ups asociadas a las capas de fondo (**Tabla 1**).

Con respecto a la concentración de oxígeno disuelto se observaron valores mínimos del orden 0,02 ml/L que representan una condición de anóxia en las capas de fondo bajo los 10 m de profundidad. Se observaron valores máximos en torno a los 5,679 ml/L asociados a las capas superficiales del mar.

Tabla 1. Estadisticos básicos de la temperatura, salinidad y concentración de oxígeno de la columna de agua frente al puerto de Iquique en Diciembre de 2014.

Temperatura (°C))	Mínima	Máxima	Promedio
Estación 7	13,229	16,439	14,113
Estación 8	12,792	16,594	13,782
Estación 9	12,572	17,190	13,476
Estación 10	12,810	17,093	13,778
Estación 11	13,092	16,730	13,871
Estación 12	13,426	15,997	14,133
Salinidad (ups)			
Estación 7	34,545	34,903	34,823
Estación 8	34,684	34,895	34,852
Estación 9	34,674	34,910	34,867
Estación 10	34,201	34,896	34,848
Estación 11	34,596	34,936	34,852
Estación 12	34,587	34,898	34,849
Oxígeno (ml/L))			
Estación 7	0,005	4,978	0,959
Estación 8	0,028	5,608	0,556
Estación 9	0,021	4,834	0,492
Estación 10	0,026	5,679	0,670
Estación 11	0,063	4,800	0,714
Estación 12	0,177	3,895	0,849

Estación N° 7 (1mn)



Estación N° 8 (3mn)

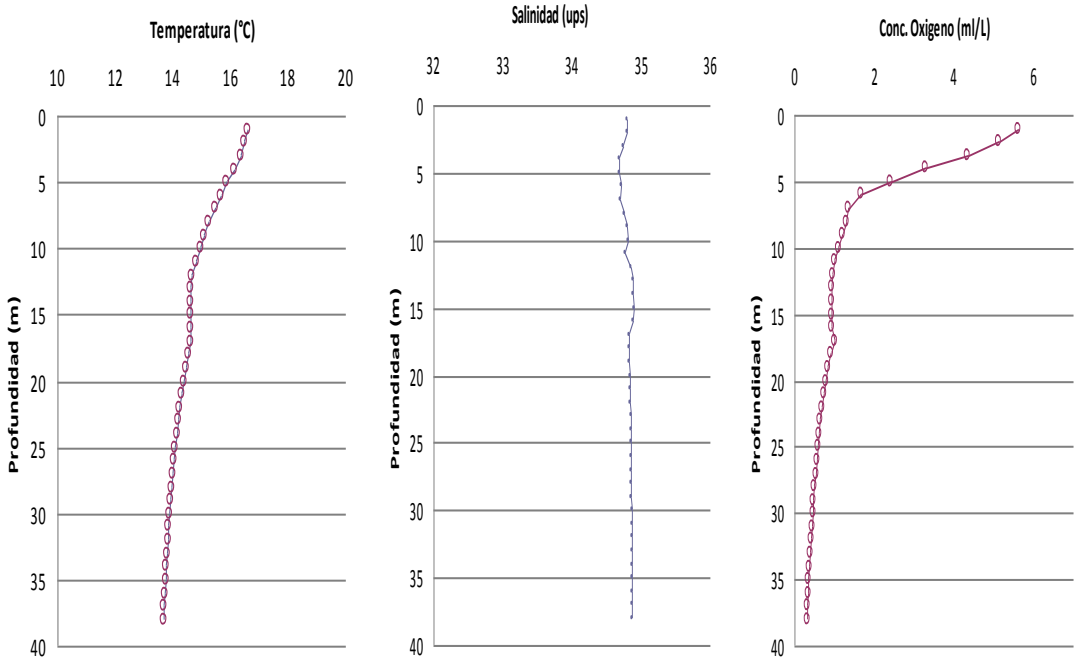
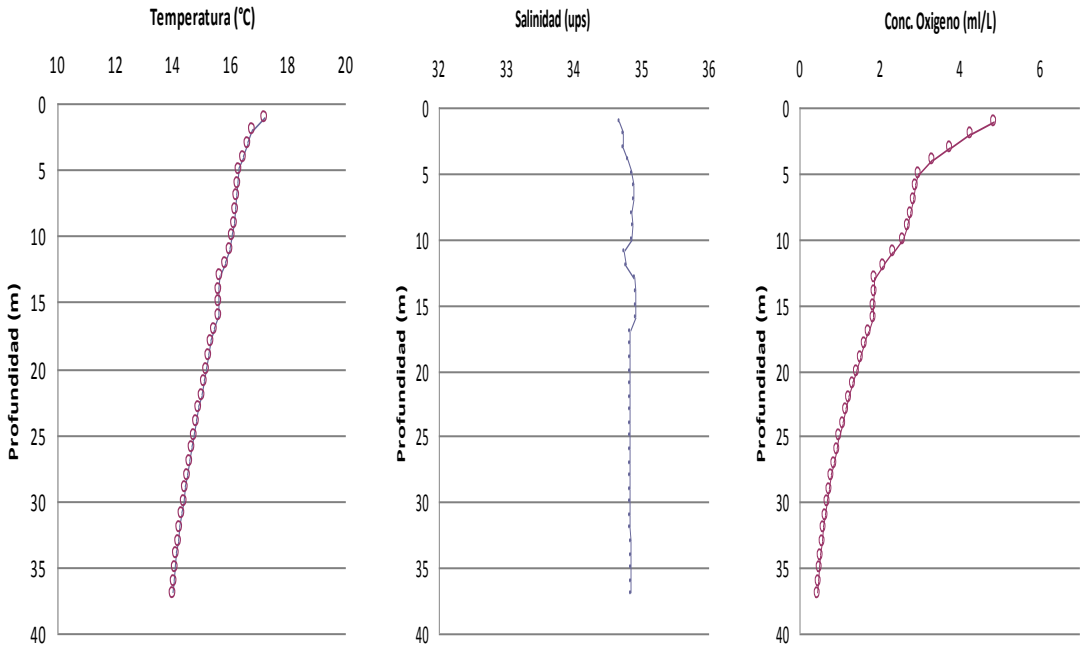


Figura 1. Distribución vertical de Temperatura (°C), b) Salinidad (ups) y Concentración de oxígeno disuelto (ml/L), para las estaciones 7 y 8 localizadas a 1 y 3 mn frente al puerto de Iquique.

Estación N° 9 (5mn)



Estación N° 10 (5mn)

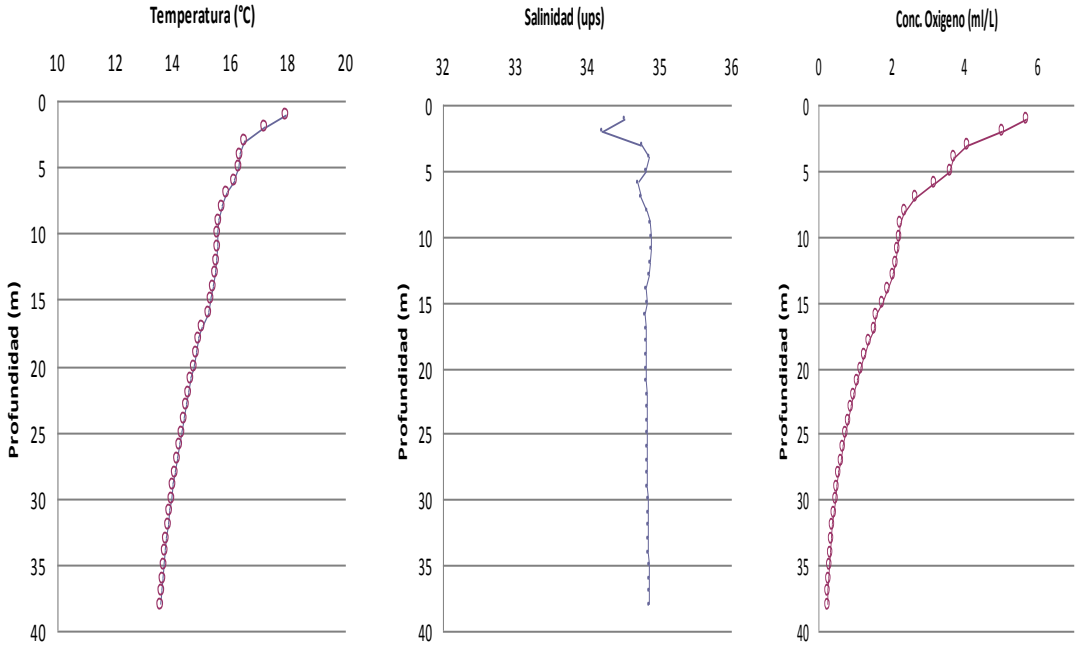
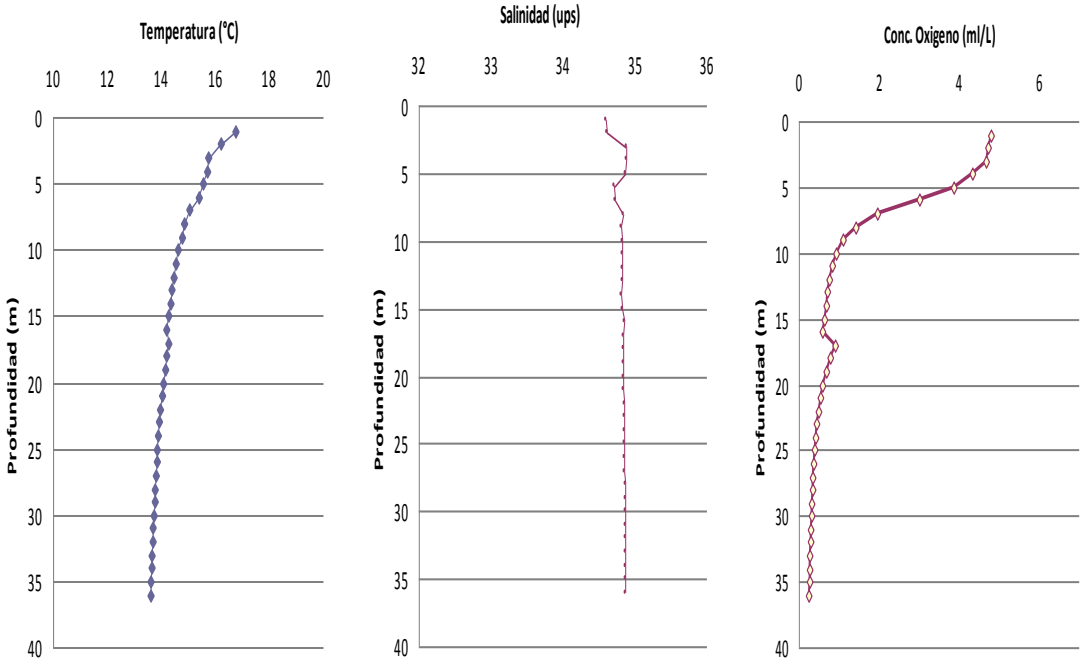


Figura 2. Distribución vertical de Temperatura (°C), b) Salinidad (ups) y Concentración de oxígeno disuelto (ml/L), para las estaciones 9 y 10 localizadas a 5 mn frente al puerto de Iquique.

Estación N° 11 (3mn)



Estación N° 12 (1mn)

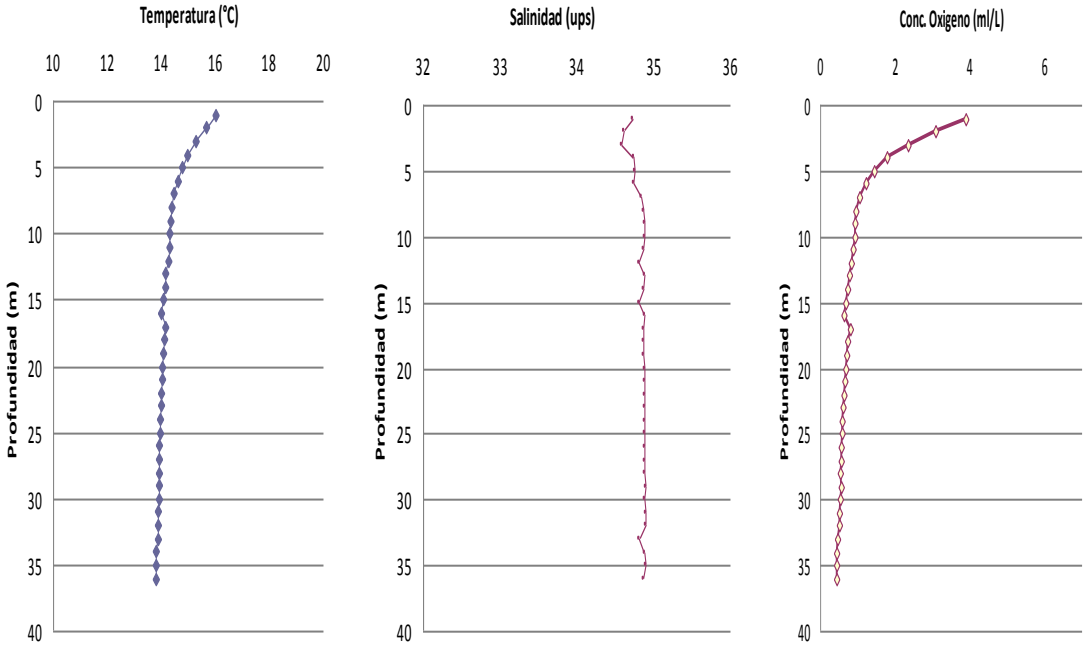


Figura 3. Distribución vertical de Temperatura (°C), b) Salinidad (ups) y Concentración de oxígeno disuelto (ml/L), para las estaciones 11 y 12 localizadas a 3 y 1 mn frente al puerto de Iquique.