REPORTE N° 5

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

Autor

Mauricio Braun Alegría
Colaborador: Horacio Diez

• Marzo 2015 •

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

Reporte N° 5

RESUMEN EJECUTIVO

Metodológicamente, se realizó el muestreo bio-oceanográfico desde el 16 al 20 de febrero de 2015 a bordo de la pangas de servicio de Corpesca S.A. “Pamela” y Santa María” 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 febrero de 2015 en la zona norte del país.

Los principales resultados del muestreo bio-oceanográfico de febrero de 2015 en la zona norte, son los siguientes:

El procesamiento y análisis de las 17 muestras zooplanctónicas recolectadas entre el 16 y el 20 de febrero de 2015, frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones, permitió determinar la presencia de 10.265 huevos y 3.380 larvas, de los cuales 8.657 huevos (84,3%) y 3210 larvas (94,9%) fueron identificados a nivel específico. De estos, 8.213 huevos y 3.210 larvas correspondieron al recurso Anchoveta, señalando una situación característica de una moderada actividad reproductiva a lo largo de la extensión latitudinal comprendida entre Arica y el puerto de Mejillones; reconociéndose 15 estaciones positivas para huevos y 9 para larvas, lo que representó una frecuencia de 88,24% y 52,94% y una dominancia numérica igual a 80,01% y 94,97% para cada estadio de desarrollo, respectivamente.

Las zonas de mayor abundancia (> 1.000 huevos/10m^2) se localizaron frente al puerto de Mejillones, encontrándose configuradas por 3 registros positivos de un total de 17 (17,6%), los que en conjunto albergan al 48,2% 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 99 a

755 huevos/10m^2. Las estaciones positivas mas relevantes en términos de su abundancia para la zona de estudio, se localizaron a 1, 3 y 5mn frente al puerto de Mejillones (Est N°s 14, 16 y 17) con 1.144, 1.775 y 1.041 huevos/10m^2 , respectivamente**.**

Las zonas de mayor abundancia (> 300 larvas/10m^2) se localizaron al igual que el estadio de huevos al oeste de Mejillones, contribuyendo estos cuatro registros positivos con el 83,2% al total de larvas de anchoveta cuantificadas. La estación más relevante en términos cuantitativos correspondió a la número 15, la que se localizo a una distancia de 5 mn de la costa, con una abundancia igual a 1.155 larvas/10m^2 **.**

La fase de huevos, exhibe con respecto al mes de enero de 2015, la misma tendencia decreciente en sus densidades lo que se traduce en un porcentaje de cambio de -41%. Por su parte las larvas incrementan sus densidades en un 200%, siendo este el segundo registro mas relevante después del obtenido en octubre de 2014 .

Las densidades promedio por estaciones positivas, utilizadas como un índice de la intensidad y/o concentración del desove, muestran con respecto a enero de 2015 porcentajes de cambio iguales a -33% para el estadio de huevos y de 200% para las fases larvarias.

En febrero de 2015 y al igual que el mes precedente, la mas baja abundancia de huevos de la especie objetivo se registra (1.361) frente al puerto de Iquique con respecto a Arica (1.539) y al puerto de Mejillones (5.313). Para los puertos de Arica y Mejillones, las abundancias más significativas se localizaron a 5 y a 1, 3 y 5 mn, respectivamente, mientras que las fases larvarias se consignan a 3 mn frente a Iquique y a 3 y 5 frente a Mejillones.

La biomasa zooplanctónica como medida estimativa de la productividad secundaria de la zona de estudio, presentó en febrero de 2015, valores extremos comprendidos entre 154 (Arica Est N°4) y 816 (Mejillones Est N°13) ml de zooplancton/1.000 m^3 , con un promedio general para la zona igual a 375 (DS = 226,57), predominando los valores comprendidos en los rangos de densidad categorizados entre 101-300 y 301-900 los que representaron el 47**%** y 52,9**%**, respectivamente.

En febrero de 2015, las mas bajas biomasas se registraron frente al puerto de Iquique (biomasa promedio =260), mientras que las máximas se verifican frente a

los puertos de Arica y Mejillones, con biomasa promedio de 407 y 473 ml de zooplancton/1.000 m^3 .

En términos comparativos, las biomasas registradas frente a los puertos de Iquique y Mejillones, muestran un importante incremento con respecto al mes de febrero de 2009, exhibiendo una diferencia porcentual de 248,2% y 871,4%, respectivamente, constituyéndose en el segundo y primer registro mas relevante de la serie febrero 2002-2015, respectivamente. Esta situación se revierte frente al puerto de Arica, el cual exhibe una disminución de -11,5%, no obstante esto, se ubica en el quinto registro mas importante de la serie correspondiente al mes de febrero.

A partir de noviembre de 2014, la presencia de huevos y larvas de anchoveta en la zona norte disminuyó de acuerdo a la condición normal del proceso reproductivo. De acuerdo a los valores del índice gonadosomático (IGS), la anchoveta de la zona norte a principios de octubre, se mantenía aún con actividad de maduración gonadal, sin embargo a partir de la semana 42 (13 al 19 de octubre), se observó un IGS bajo el umbral 6%, lo que señalo el descenso de su actividad ovárica, dando paso al proceso de reclutamiento el que se inicia al momento mismo del desove y culmina cuando los peces alcanzan la talla juvenil que los incorpora a la pesquería, de allí su alta dependencia de factores como el éxito del desove y la viabilidad de sobrevivencia de las larvas, dependiente a su vez de la disponibilidad de alimento y de las condiciones oceanográficas físicas, que pueden alterar la estabilidad de las masas de agua. La baja turbulencia, débil transporte de Ekman y características topográficas de la plataforma de la zona norte de Chile, permiten calificarla como adecuada para el desove de anchoveta y sardina (Parrish et al., 1983).

Biológicamente la anchoveta presente en la costa del pacífico sur se caracteriza por su corta vida (alrededor de 5 años), con un importante potencial reproductivo, presentando desoves fraccionados durante todo el año, de ahí, la presencia de huevos y larvas durante los primeros meses de 2015.

En el caso de la zona norte de Chile, el desove se centra principalmente entre julio y septiembre, reclutándose a la pesquería en las estaciones cálidas, entre noviembre y marzo, existiendo una estratificación temporal y geográfica en el sentido latitudinal del proceso de reclutamiento, iniciándose frente al puerto de Arica para finalizar hacia fines de febreo en Mejillones.

INTRODUCCIÓN

El presente reporte contiene los resultados obtenidos mediante la realización del quinto seguimiento mensual de la condición del recurso Anchoveta con énfasis en la abundancia y distribución de huevos y larvas, realizado entre el 16 y el 20 de febrero de 2015 frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones.

OBJETIVO GENERAL

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

METODOLOGÍA

Zona de estudio

El monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas correspondiente al mes de febrero de 2015, abarcó la zona marítima de la Décimo Quinta, Primera y Segunda regiones, comprendida entre Arica (18°25'S) y Mejillones (23°04'S), donde se establecieron para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones, dos transectas perpendiculares a la costa equidistantes cada 2 mn con estaciones programadas a 1, 3 y 5 mn (**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. “Pamela” y “Santa María” en los puertos de Arica y Mejillones, respectivamente, realizándose ésta actividad entre el 16 y el 20 de febrero de 2015. En el **Cuadro 1**, se consigna el número total de transectas y estaciones realizadas, el rango latitudinal y las fechas de inicio y término de ésta actividad.

Cuadro 1

Programación de estaciones ***in situ*** realizadas durante Febrero de 2015.

Número de Transectas	N° Estaciones	Duración en días	Rango latitudinal	Fecha Inicio y Término
6	17	5	18°25’ – 23°04’ LS	16/ 20 Febrero 2015

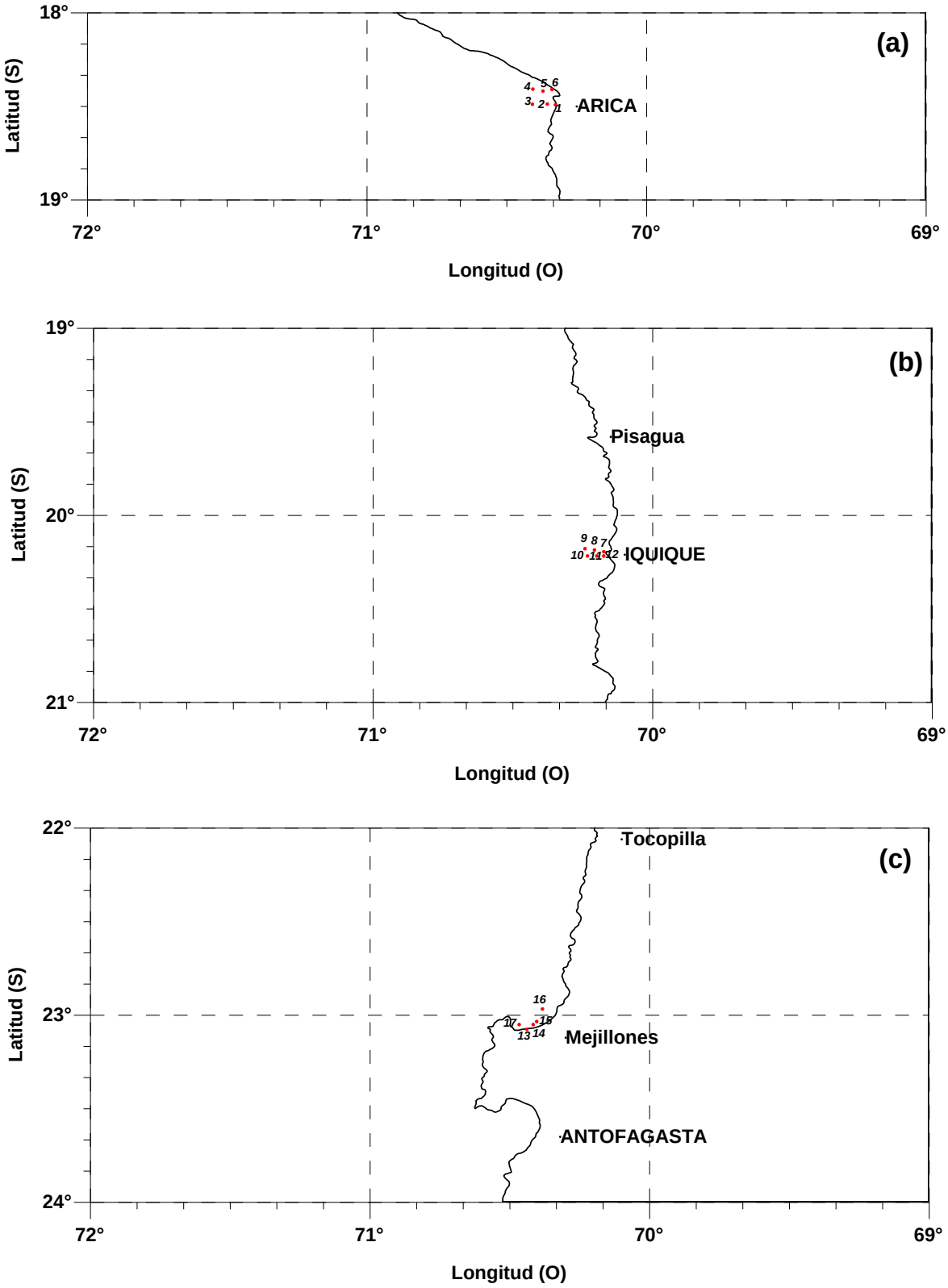


Figura 1. **Área de estudio y posición geográfica de las estaciones bio-oceanográficas frente a los puertos de (a) Arica, (b) Iquique y (c) Mejillones. Febrero 2015.**

Recolección de muestras y registro de datos

La toma de muestras se realizó entre el 16 y 20 de febrero de 2015, no obteniéndose información oceanográfica.

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 (0,1257 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 42 m (mínima: 15m ; máxima 75m), 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 febrero de 2015, el ángulo fluctuó entre 3° y 27° con una media igual a 17°.

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 1**).

TABLA 1
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 m^2.

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:

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

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:

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

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 20 de febrero de 2015, frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones, permitió determinar la presencia de 10.265 huevos y 3.380 larvas, de los cuales 8.657 huevos (84,3%) y 3210 larvas (94,9%) 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 2,** no detectándose la presencia de estadios tempranos de jurel, caballa y sardina.

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

Para esta especie se reconocieron 15 estaciones positivas para huevos y 9 para larvas, lo que representó una frecuencia de 88,24% y 52,94% y una dominancia numérica igual a 80,01% y 94,97% para cada estadio de desarrollo, respectivamente (**Tabla 2**).

El análisis de las muestras recolectadas, permitio verificar la presencia de 8.213 huevos y 3.210 larvas, señalando una situación característica de una moderada actividad reproductiva a lo largo de la extensión latitudinal comprendida entre Arica y el puerto de Mejillones (23°03´S).

El estadio de huevos exhibió abundancias que fluctuaron entre 99 y 1.775 huevos/10m^2. La media de huevos por estación positiva alcanzó a 548 (DS= 459,44), ocupando prácticamente todo el rango latitudinal y longitudinal prospectado (**Tabla 2**). Las zonas de mayor abundancia (> 1.000 huevos/10m^2) se localizaron frente al puerto de Mejillones, encontrándose configuradas por 3 registros positivos de un total de 17 (17,6%), los que en conjunto albergan al 48,2% 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 99 a 755 huevos/10m^2. Las estaciones positivas mas relevantes en términos de su abundancia para la zona de estudio, se localizaron a 1, 3 y 5mn frente al puerto de Mejillones (Est N°s 14, 16 y 17) con 1.144, 1.775 y 1.041 huevos/10m^2 , respectivamente (**Figura 2).**

Las fases larvarias se presentaron en 9 registros positivos de un total de 17, fluctuando sus abundancias entre 54 y 1155 larvas/10m^2, con una densidad promedio igual a 189 larvas por estaciones totales. La media de larvas por estación positiva fue igual a 357 (DS= 350,95). En este contexto, el 56% de las estaciones positivas se registraron frente al puerto de Mejillones. El 33,3% y 11,1% restante se presentaron frente a Iquique y Arica, respectivamente. Las zonas de mayor abundancia (> 300 larvas/10m^2) se localizaron al igual que el estadio de huevos al oeste de Mejillones, contribuyendo estos cuatro registros positivos con el 83,2% al total de larvas de anchoveta cuantificadas. La estación más relevante en términos cuantitativos correspondió a la número 15, la que se localizo a una distancia de 5 mn de la costa, con una abundancia igual a 1.155 larvas/10m^2 **(Figura 3; Tabla 6).**

Con respecto a la fase de huevos y como habitualmente acontece, las larvas de anchoveta exhiben en esta oportunidad una diferencia porcentual de -40% en la frecuencia de registros positivas y de -61% y -35% en la densidad promedio por estaciones totales y positivas, respectivamente **(Tabla 2)**.

Tabla 2. Densidad promedio, constancia, dominancia numérica y rangos de huevos y larvas de peces. Febrero 2015 puertos Arica, Iquique y Mejillones.

Huevos	Anchoveta	Vinciguerria	Otros Huevos	Total Huevos
N°Total Estaciones	17	17	17	17
N° Estaciones positivas	15	3	11	17
Abundancia (H/10m^2)	8213	444	1608	10265
Mínimo Est (+)	99	96	49	50
Máximo Est (+)	1775	199	347	2036
Std.Dev Est (+)	459,44	51,53	100,51	505,58
Media Est. Positivas	548	148	146	604
Media Est. Totales	483	26	95	604
Constancia	88,24	17,65	64,71	100,00
Dominancia numérica	80,01	4,33	15,66	100,00
CV(%)	0,84	0,35	0,69	0,84

Larvas	Anchoveta	Vinciguerria	Otros Larvas	Total Larvas
N°Total Estaciones	17	17	17	17
N° Estaciones positivas	9		2	9
Abundancia (L/10m^2)	3210		169	3380
Mínimo Est (+)	54		54	100
Máximo Est (+)	1155		115	1155
Std.Dev Est (+)	350,95		53,69	342,80
Media Est. Positivas	357		85	376
Media Est. Totales	189		10	199
Constancia	52,94		11,76	52,94
Dominancia numérica	94,97		5,00	100,00
CV(%)	0,98		0,64	0,91

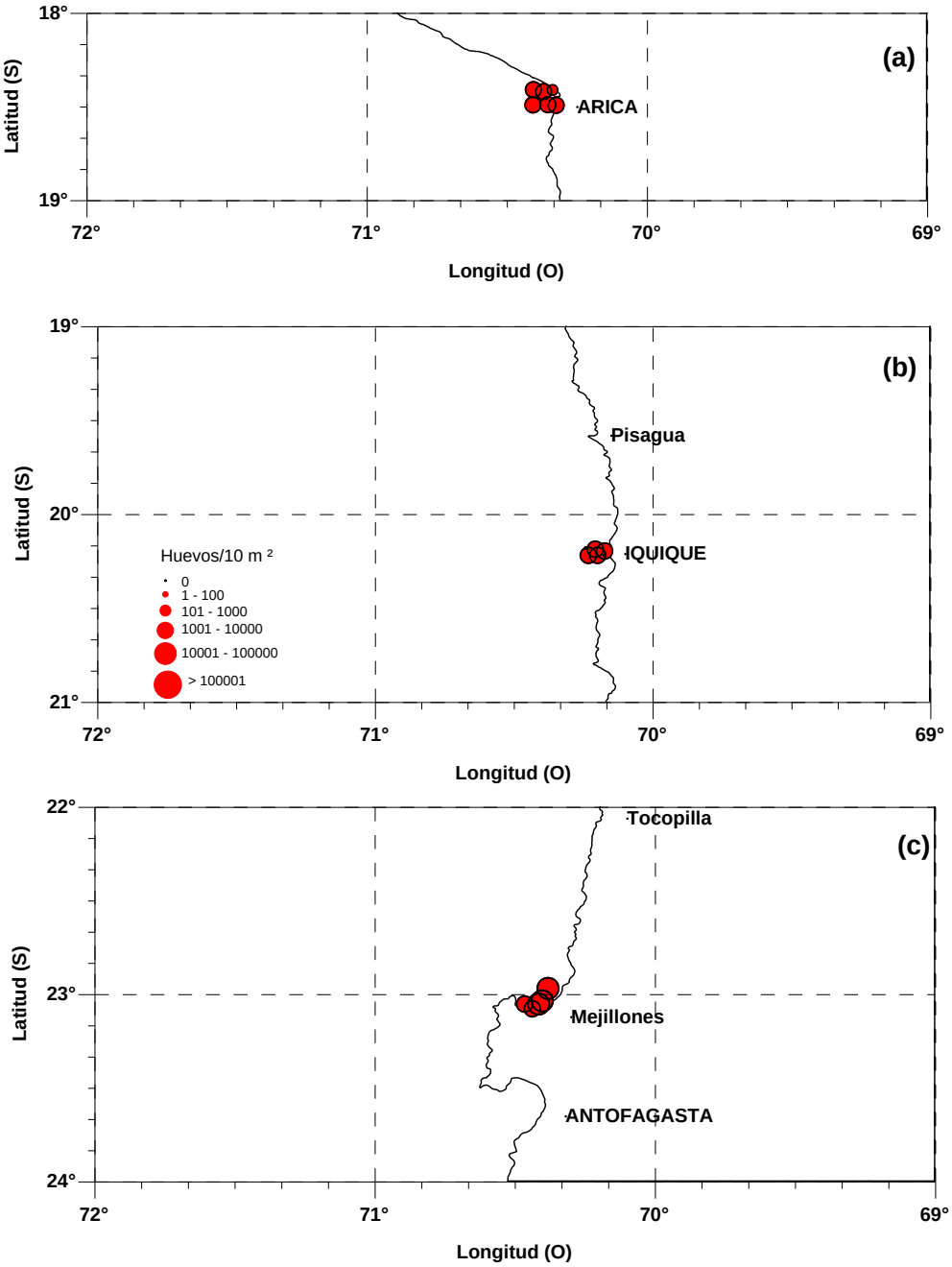


Figura 2. Distribución y abundancia de huevos de anchoveta, Engraulis ringens, frente a los puertos de (a) Arica, (b) Iquique y (c) Mejillones. Febrero 2015.

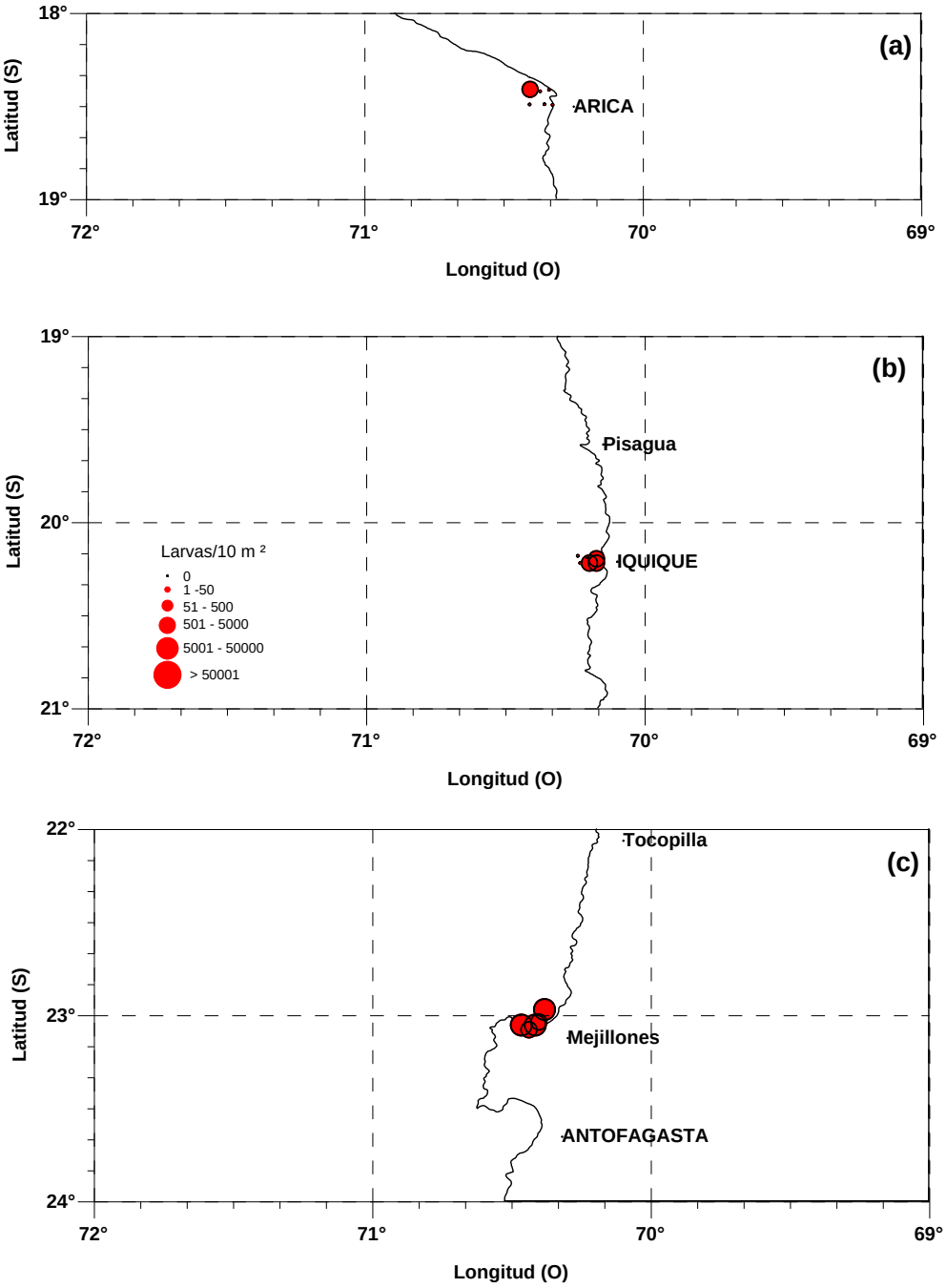


Figura 3. Distribución y abundancia de larvas de anchoveta, Engraulis ringens, frente a los puertos de (a) Arica, (b) Iquique y (c) Mejillones. Febrero 2015.

Tabla 3. Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos y larvas de Engraulis ringens, Serie Octubre 2014 - Febrero 2015.

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
Enero 2015	17	13.887	817	817	100,0	87,2
Febrero 2015	15	8.213	483	548	88,24	80,01
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
Enero 2015	9	1.067	63	119	52,9	67,5
Febrero 2015	9	3.210	189	357	52,94	94,97

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 el verano de los años 2000, 2003 y 2006. 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 y 1987, y durante los veranos de los años 1993, 1995 y 1998.

Las estimaciones de la abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta,

sardina, jurel y caballa realizadas en el transcurso de los años 1982-2006, para la estación de verano, indican que desde el año 1990 persiste el predominio de anchoveta respecto de las otras especies, situación que se ha mantenido sin alteraciones hasta esta fecha (**Figuras 4 y 5**).

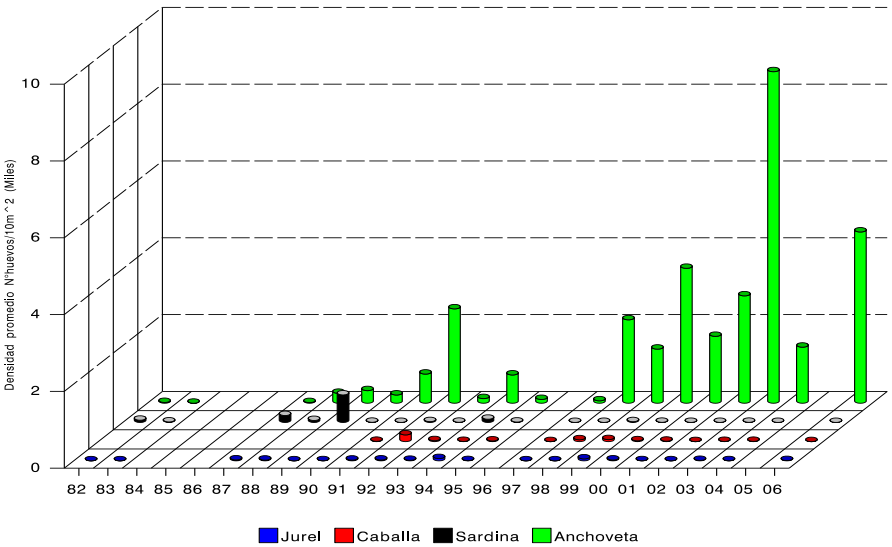


Figura 4. Abundancia promedio de huevos de anchoveta, sardina, jurel y caballa para la zona Antofagasta - Arica en verano de los años 1982/2006.

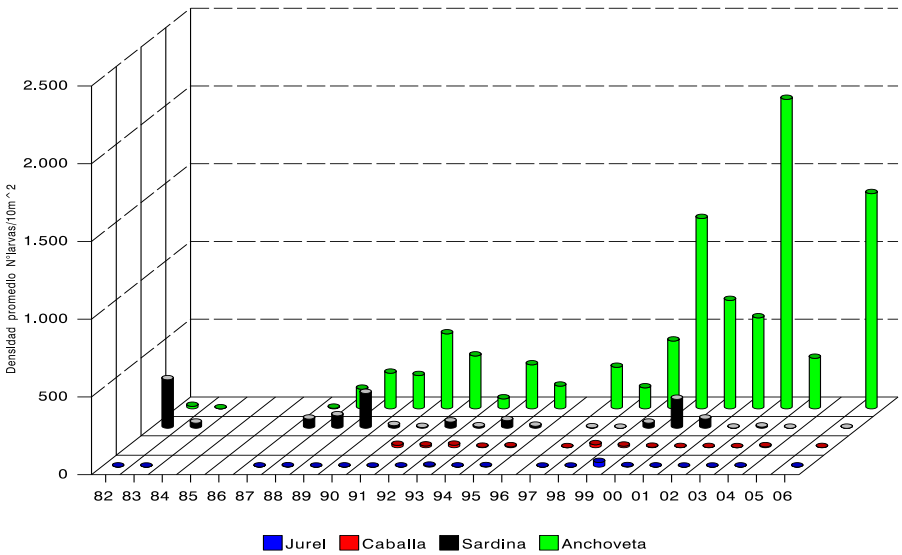
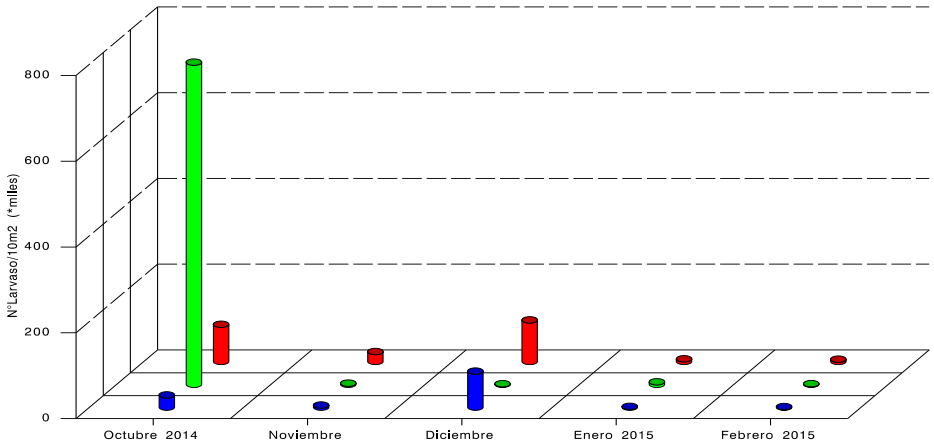


Figura 5. Abundancia promedio de larvas de anchoveta, sardina, jurel y caballa para la zona Antofagasta - Arica en verano de los años 1982/2006.

La abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta obtenida en febrero de 2015, respecto a la reportada en enero del presente año, muestra que los niveles de abundancia de esta especie analizada en términos de la densidad promedio por

estaciones totales, presenta una situación distinta para ambas fases de desarrollo. Es así, como la fase de huevos, exhibe con respecto al mes de enero de 2015, la misma tendencia decreciente en sus densidades lo que se traduce en un porcentaje de cambio de -41%. Por su parte las larvas incrementan sus densidades en un 200%, siendo éste, el segundo registro mas relevante después del obtenido en octubre de 2014 (**Tabla 3; Figura 6**). Las densidades promedio por estaciones positivas, utilizadas como un índice de la intensidad y/o concentración del desove, muestran con respecto a enero de 2015 porcentajes de cambio iguales a -33% para el estadio de huevos y de 200% para las fases larvarias.

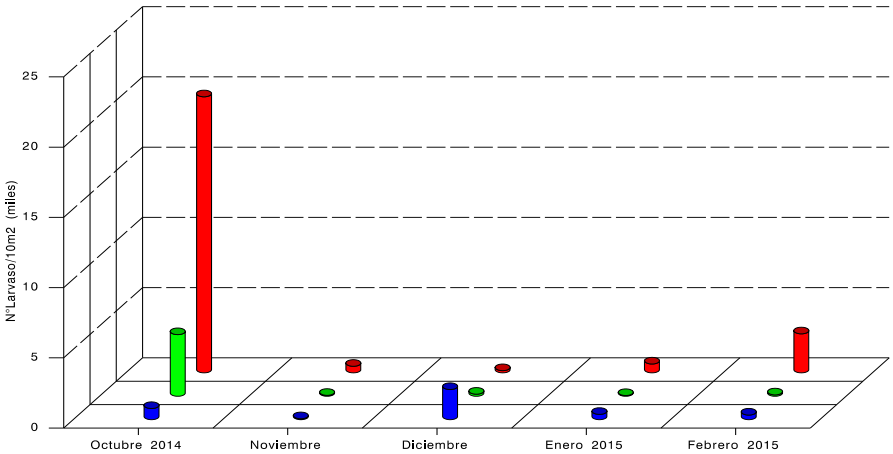
Los resultados correspondientes a la estimación de la densidad media, varianza y coeficiente de variación de la abundancia de huevos y larvas de anchoveta para el trimestre octubre/diciembre de 2014 y enero - febrero de 2015 se presentan en la **Tabla 4**. En ella se aprecia que durante estos meses los 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, siendo prácticamente iguales en febrero de 2015.



Mejillones	86,65	23,184	96,895	6,174	5,313
Arica	751,133	2,757	1,371	5,836	1,539
Iquique	28,525	4,978	84,046	1,878	1,361

Iquique Arica Mejillones

Abundancia de Huevos de Anchoveta frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones para la serie Octubre 2014 - Febrero 2015.



Mejillones	19,652	0,47	0,16	0,633	2,78
Arica	4,39	0,069	0,151	0,054	0,1
Iquique	0,798	0,067	2,147	0,379	0,332

Iquique Arica Mejillones

Abundancia de larvas de Anchoveta frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones para la serie Octubre 2014 - Febrero 2015.

Figura 6. Abundancia de huevos y larvas de Anchoveta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones, Octubre 2014 – Febrero 2015.

Tabla 4. Estimaciones de la densidad media, varianza y coeficiente de variación de la abundancia de huevos y larvas de anchoveta Serie Octubre 2014 – Febrero 2015.

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
Enero 2015	817	52156,516	28,0	771,116	40262,2457	26,0
Febrero 2015	483	12957,278	24,0	482,778	13688,308	24,2
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
Enero 2015	63	408,348	32,0	62,239	397,1185	32,0
Febrero 2015	189	5890,547	41,0	187,033	6114,9886	41,8

Tabla 5. Abundancia de huevos y larvas de anchoveta con respecto a la distancia de la costa para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones; en Febrero de 2015.

Huevos de Anchoveta(N°/10m^2)				Larvas de Anchoveta (N°/10m^2)		
DC (mn)	**1**	**3**	**5**	**1**	**3**	**5**
Arica						
18°29´S	199	154	289	-	-	-
18°24´S	99	350	448	-	-	100
SubTotal	298	504	737	-	100	-
%	19,36	32,75	47,89	-	100	-
TOTAL		**1.539 Huevos**			**100 Larvas**	
Iquique						
20°11´S	173	518	-	115	-	-
20°13´S	-	433	237	54	163	-
	173	951	237	169	163	-
%	12,71	69,87	17,41	50,90	49,09	-
TOTAL		**1.361 Huevos**			**332 Larvas**	
Mejillones						
23°03´S	598	1144	755	109	647	1155
22°58´S	1041	-	1775	347		522
SubTotal	1639	1144	2530	456	647	1677
%	30,84	21,53	47,62	16,40	23,27	60.32
TOTAL		**5.313 Huevos**			**2780 Larvas**	

En febrero de 2015 y al igual que el mes precedente, la mas baja abundancia de huevos de la especie objetivo se registra (1.361) frente al puerto de Iquique con respecto a Arica (1.539) y al puerto de Mejillones (5.313) (**Tabla 5**). Para los puertos de Arica y Mejillones, las abundancias más significativas se localizaron a 5 y a 1, 3 y 5 mn, respectivamente, mientras que las fases larvarias se consignan a 3 mn frente a Iquique y a 3 y 5 frente a Mejillones (**Figura 7**).

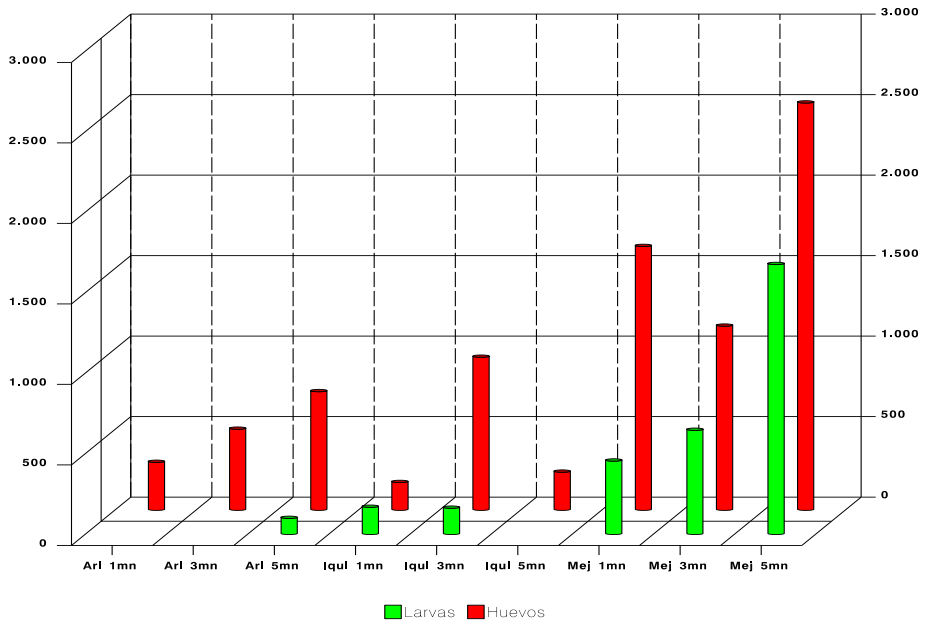
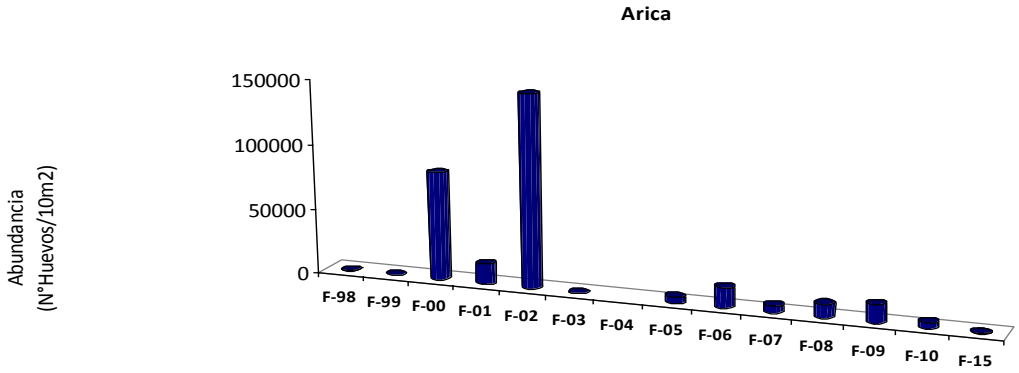


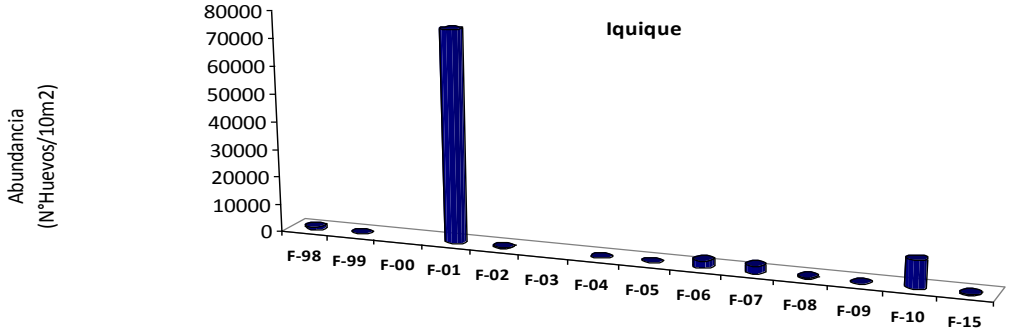
Figura 7. Abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta con respecto a la distancia de la costa para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones en Febrero de 2015.

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, el seguimiento de febrero de 2015 muestra con respecto a febrero de 2010, para las tres localidades decrementos importantes lo que se traduce en tasas de cambio negativas de 89,7%, 98,3% y 95,5%, respectivamente; constituyéndose "Febrero de 2015" para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones, en el décimo, noveno y décimo registro más importante en cuanto al número de huevos cuantificados de la serie febrero 1998 - 2015, respectivamente (**Figura 8**).

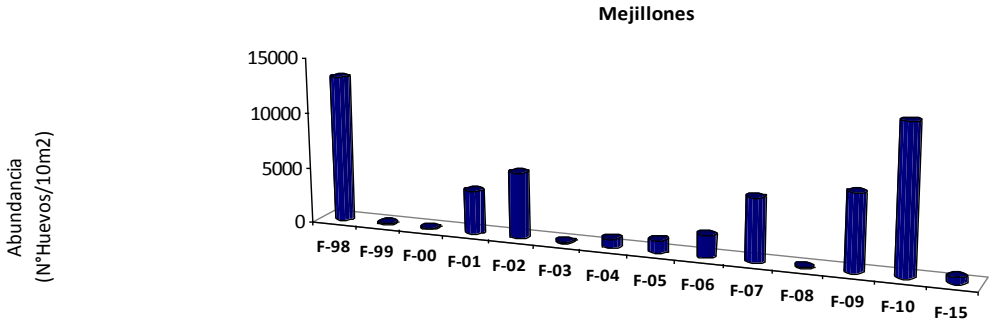
Las abundancias de larvas de anchoveta obtenidas en febrero de 2015, respecto a las reportadas en el mismo mes de años precedentes, muestra una diferencia porcentual de 47,4% para el puerto de Iquique, correspondiendo al segundo registro mas bajo de la serie febrero 1998-2015. Las localidades de Arica y Mejillones, comparativamente exhiben con respeto a febrero de 2010, diferencias porcentuales de -81,7% y -27,8%, constituyendose en el segundo y tercer registro mas bajo de la serie febrero 1998-2015 (**Figura 9**).



	F-98	F-99	F-00	F-01	F-02	F-03	F-04	F-05	F-06	F-07	F-08	F-09	F-10	F-15
Huevos Anchoveta	315	195	83311	15864	147991	142		4838	15435	5509	10423	14066	4338	448

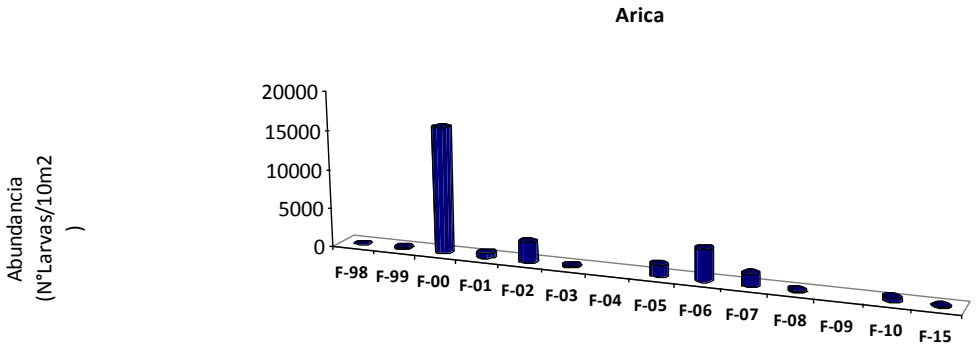


	F-98	F-99	F-00	F-01	F-02	F-03	F-04	F-05	F-06	F-07	F-08	F-09	F-10	F-15
Huevos Anchoveta	1013	308		76146	202		29	103	2534	2615	314	96	10048	173

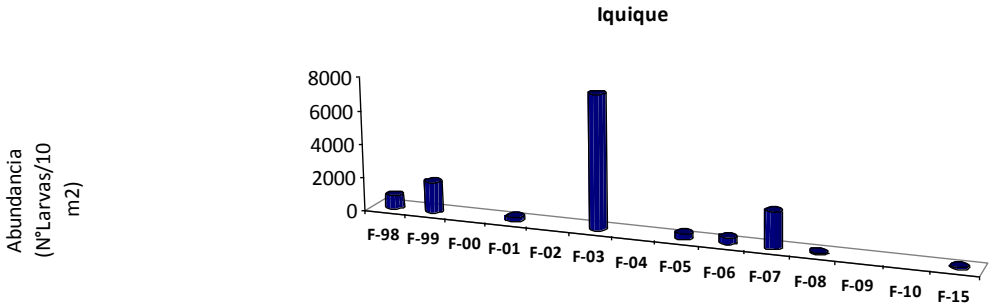


	F-98	F-99	F-00	F-01	F-02	F-03	F-04	F-05	F-06	F-07	F-08	F-09	F-10	F-15
Huevos Anchoveta	13237	131	92	3901	5952	117	829	1138	2004	5726	82	6961	13327	598

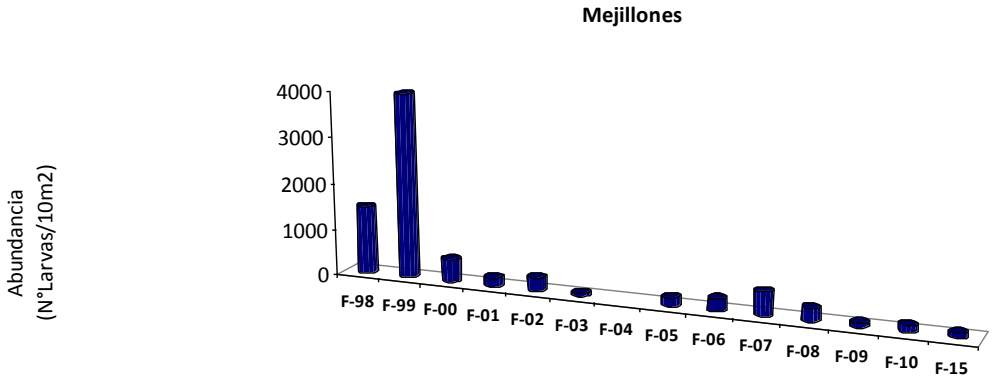
Figura 8. Abundancia de huevos de anchoveta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Serie Febrero 1998 – 2015.



	F-98	F-99	F-00	F-01	F-02	F-03	F-04	F-05	F-06	F-07	F-08	F-09	F-10	F-15
Larvas Anchoveta	31	195	16185	629	2623	178		1484	4082	1574	112		546	100



	F-98	F-99	F-00	F-01	F-02	F-03	F-04	F-05	F-06	F-07	F-08	F-09	F-10	F-15
Larvas Anchoveta	817	1848		260		7939		342	383	2150	78			115



	F-98	F-99	F-00	F-01	F-02	F-03	F-04	F-05	F-06	F-07	F-08	F-09	F-10	F-15
Larvas Anchoveta	1474	3991	504	200	303	78		190	275	526	287	90	151	109

Figura 9. Abundancia de larvas de anchoveta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Serie Febrero 1998 – 2015.

Estimación de la biomasa zooplanctónica

La biomasa zooplanctónica como medida estimativa de la productividad secundaria de la zona de estudio, presentó en febrero de 2015, valores extremos comprendidos entre 154 (Arica Est N°4) y 816 (Mejillones Est N°13) ml de zooplancton/1.000 m^3 , con un promedio general para la zona igual a 375 (DS = 226,57), predominando los valores comprendidos en los rangos de densidad categorizados entre 101-300 y 301-900 los que representaron el 47**%** y 52,9**%**, respectivamente. (**Figura 10)**.

En febrero de 2015, las mas bajas biomasas se registraron frente al puerto de Iquique (biomasa promedio =260), mientras que las máximas se verifican frente a los puertos de Arica y Mejillones, con biomasa promedio de 407 y 473 ml de zooplancton/1.000 m^3 (**Tabla 6**).

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

Con respecto a la composición específica de las muestras, estas estuvieron constituídas principalmente por copépodos, quetognatos, decapodos y ctenoforos, siendo importante destacar frente al puerto de Iquique la presencia de langostinos, situación que también se observó en diciembre de 2014 y enero del presente año.

En términos comparativos, las biomasas registradas frente a los puertos de Iquique y Mejillones, muestran un importante incremento con respecto al mes de febrero de 2009, exhibiendo una diferencia porcentual de 248,2% y 871,4%, respectivamente, constituyéndose en el segundo y primer registro mas relevante de la serie febrero 2002-2015, respectivamente. Esta situación se revierte frente al puerto de Arica, el cual exhibe una disminución de -11,5%, no obstante esto, se ubica en el quinto registro mas importante de la serie correspondiente al mes de febrero (**Tabla 7; Figura 12**).

Cabe mencionar la presencia de salpas grandes, reclutas de anchoveta y lobos frente al puerto de Arica y ballenas y delfines en Iquique y Mejillones, respectivamente.

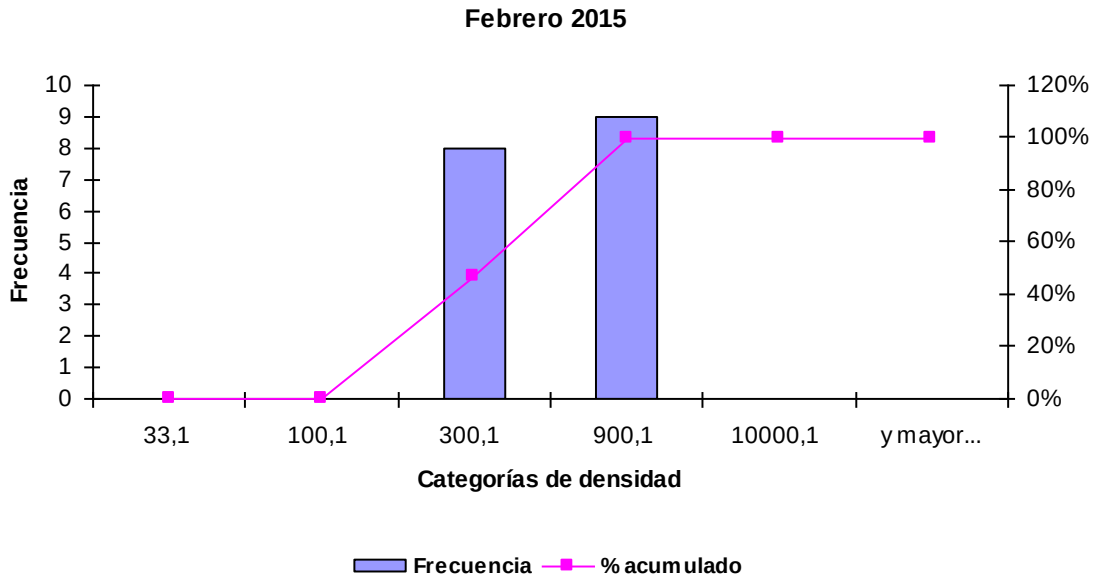


Figura 10. **Categorías de densidad de la estimación de la biomasa zooplanctónica para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones – Febrero 2015.**

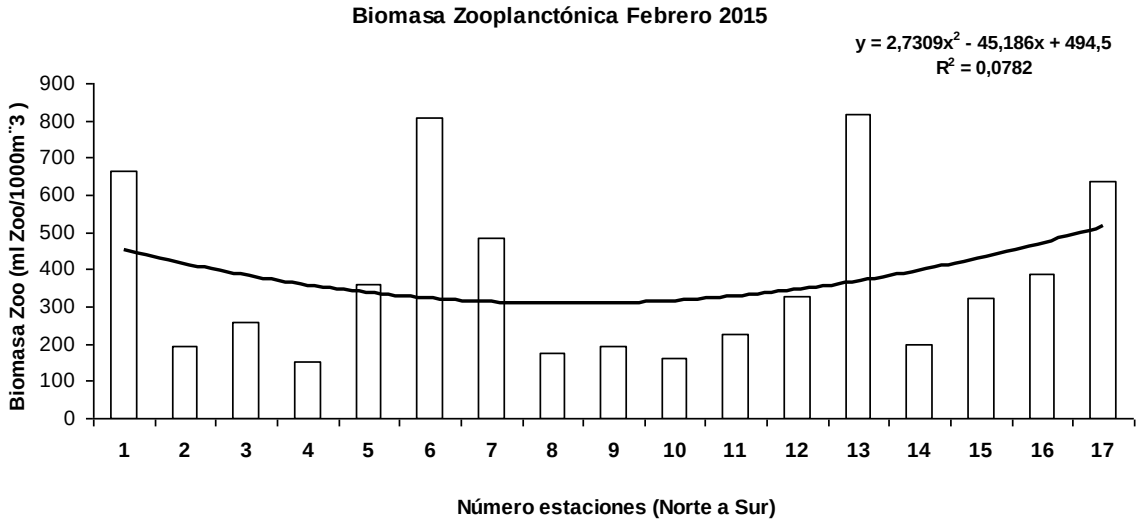


Figura 11. **Abundancia y distribución de la biomasa zooplanctónica Zona Norte Febrero 2015.**

Tabla 6. Biomasa promedio y rangos del zooplancton por puerto para el trimestre octubre - diciembre de 2014 y enero - febrero de 2015.

	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
Enero 2015						
Arica	6	123	463	296	147,91	50
Iquique	6	179	298	227	47,99	21
Mejillones	5	225	860	396	262,19	66
Febrero 2015						
Arica	6	154	806	407	268,75	66
Iquique	6	160	484	260	125,01	48
Mejillones	5	200	816	473	249,22	53

Tabla 7. Abundancia de la biomasa zooplanctónica en los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Serie Febrero 2002 – 2015.

Biomasa Zoo	Arica	Iquique	Mejillones	Promedio
Febrero 2002	187	715	91	331
Febrero 2003	421	350	102	291
Febrero 2004	25	59	42	42
Febrero 2005	75	197	172	148
Febrero 2006	362	150	254	255
Febrero 2007	43	108	29	60
Febrero 2008	80	85	97	87
Febrero 2009	174	139	84	132
Febrero 2015	154	484	816	485

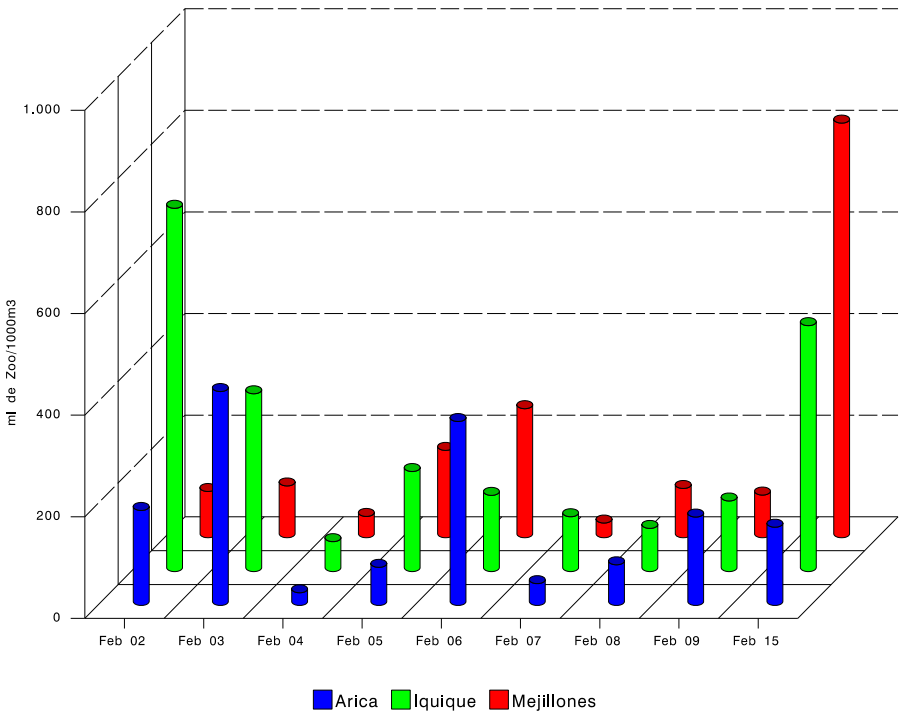


Figura 12. Biomasa zooplanctónica frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones para la serie Febrero 2002-2015.

CONCLUSIONES

El análisis de las muestras recolectadas, permitio verificar la presencia de 8.213 huevos y 3.210 larvas, señalando una situación característica de una moderada actividad reproductiva a lo largo de la extensión latitudinal comprendida entre Arica y el puerto de Mejillones (23°03´S).

Los huevos de anchoveta, exhibieron abundancias que fluctuaron entre 99 y 1.775 huevos/10m^2. La media de huevos por estación positiva alcanzó a 548 (DS= 459,44), ocupando prácticamente todo el rango latitudinal y longitudinal prospectado.

Las zonas de mayor abundancia (> 1.000 huevos/10m^2) se localizaron frente al puerto de Mejillones, albergando al 48,2% del total de huevos de anchoveta cuantificados.

Las fases larvarias se presentaron en 9 registros positivos de un total de 17, fluctuando sus abundancias entre 54 y 1155 larvas/10m^2, con una densidad promedio igual a 189 larvas por estaciones totales. La media de larvas por estación positiva fue igual a 357 (DS= 350,95).

Las zonas de mayor abundancia (> 300 larvas/10m^2) se localizaron al igual que el estadio de huevos al oeste de Mejillones, contribuyendo estos cuatro registros positivos con el 83,2% al total de larvas de anchoveta cuantificadas.

El estadio de huevos, muestra con respecto al mes de enero de 2015, la misma tendencia decreciente en sus densidades lo que se traduce en un porcentaje de cambio de -41%. Por su parte las larvas incrementan sus densidades en un 200%, siendo este el segundo registro más relevante después del obtenido en octubre de 2014.

Las densidades promedio por estaciones positivas, utilizadas como un índice de la intensidad y/o concentración del desove, muestran con respecto a enero de 2015 porcentajes de cambio iguales a -33% para el estadio de huevos y de 200% para las fases larvarias.

En febrero de 2015 y al igual que el mes precedente, la mas baja abundancia de huevos de la especie objetivo se registra (1.361) frente al puerto de Iquique con respecto a Arica (1.539) y al puerto de Mejillones (5.313)

En febrero de 2015, las mas bajas biomasas se registraron frente al puerto de Iquique (biomasa promedio =260), mientras que las máximas se verifican frente a los puertos de Arica y Mejillones, con biomasa promedio de 407 y 473 ml de zooplancton/1.000 m^3 .

En términos comparativos, las biomasas registradas frente a los puertos de Iquique y Mejillones, muestran un importante incremento con respecto al mes de enero de 2009, exhibiendo una diferencia porcentual de 697,1% y 501,3%, respectivamente. Esta situación se revierte frente al puerto de Arica, el cual exhibe una disminución de -22,6%.

Comparativamente, las biomasas registradas frente a los puertos de Iquique y Mejillones, muestran un importante incremento con respecto al mes de febrero de 2009, exhibiendo una diferencia porcentual de 248,2% y 871,4%, respectivamente, constituyéndose en el segundo y primer registro mas relevante de la serie febrero 2002-2015, respectivamente. Esta situación se revierte frente al puerto de Arica, el cual exhibe una disminución de -11,5%, no obstante esto, se ubica en el quinto registro mas importante de la serie correspondiente al mes de febrero

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.