COD: 16.IN-08.13.13

REPORTE N° 16

SEGUIMIENTO MENSUAL DE LA CONDICIÓN DEL RECURSO ANCHOVETA (*Engraulis ringens*) CON ENFASIS EN LA ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE HUEVOS Y LARVAS

FEBRERO – 2016

REPORTE N° 16

Seguimiento Mensual de la Condición del Recurso Anchoveta (*Engraulis ringens*) con Enfasis en la Abundancia y Distribución de Huevos y Larvas

Centro de Investigación Aplicada del Mar S.A., CIAM

Director Ejecutivo: Carlos Merino Pinochet
Director Científico: Jorge Oliva López

Autores: Mauricio Braun Alegría
Liliana Herrera Campos
Carolina Chacón Valdivia

• Febrero 2016 •

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

Reporte N° 16

RESUMEN EJECUTIVO

Metodológicamente, se realizó el muestreo bio-oceanográfico entre el 11 y el 15 de enero de 2016 a bordo de la lancha de servicio de Corpesca S.A. "Pamela" para el puerto de Arica y la lancha de investigación "Antares" de la Universidad Arturo Prat en Iquique. Debido a condiciones meteorológicas imperantes en la zona, Mejillones no pudo ser muestreado por marejadas y cierre de puerto. Las estaciones costeras de frecuencia de observación mensual, se localizaron a 1, 3 y 5 mn de la costa frente a Iquique y Arica, con el fin de recabar los datos oceanográficos físicos y biológico-pesqueros; y posteriormente, procesar y analizar la información para determinar y evaluar las condiciones bio-oceanográficas correspondientes al mes de enero de 2016 en la zona norte del país.

Los principales resultados del muestreo bio-oceanográfico realizado en enero de 2016 en la zona norte, son los siguientes:

Durante enero de 2016, las variables oceanográficas revelaron el dominio del **ASS** tanto en Arica como en Iquique, la cual ingresó desde la región oceánica hasta las 3 mn de la costa, y se extendió hasta los 50 m de profundidad en la componente vertical. No obstante, el Transporte de Ekman (TEk) en el periodo entre el 8 y 15 de enero, indicó la ocurrencia de surgencia en Arica e Iquique, con valores que revelan procesos de alta intensidad (>1.000 m^3/s/km). La influencia de dichos eventos, dados los valores de densidad, salinidad y oxígeno, fue más evidente en Iquique, aunque muy restringida a 1 mn de la costa.

Esta condición pudo ser la responsable de los valores de biomasa fitoplanctónica registrados, los cuales fueron menores que en Arica, donde probablemente una condición de mayor estabilidad resultó en un mayor crecimiento y proliferación de este grupo. Sin embargo, dada la magnitud de la máxima concentración (>100 µg Cl-a/L), probablemente se trató de una discoloración o marea roja generada por dinoflagelados, los cuales se ven favorecidos en un escenario cálido, de baja turbulencia y baja concentración de nutrientes.

En términos comparativos, las biomasas zooplanctónicas estimadas frente a los puertos de Arica e Iquique, muestran una situación diferente. Es así, como Arica exhibe con respecto

a enero de 2015, un incremento de 15,4%, situándose como el cuarto registro más importante de la serie enero 2002-2016. Por su parte, Iquique presenta un decremento de 32,5%, siendo este el tercer registro más relevante de la serie analizada. Esta información de la estimación de la producción secundaria, señala que durante la semana de muestreo la condición de alimento en el plancton no resulta ser una limitante para la anchoveta, y concuerda con las condiciones ambientales imperantes durante el mes.

En enero de 2016, la distribución geográfica de los huevos de anchoveta en el área de estudio, señala que estos se localizaron en todas realizadas y longitudinalmente exhibieron una cobertura máxima (5 mn). No obstante, la amplia cobertura espacial del desove, éstos se concentraron en la línea de estaciones de 1 mn (74,4%), presentando las abundancias una clara tendencia incremental hacia el sur de la zona prospectada.

Se verificó la presencia de 29.927 huevos y 1.011 larvas, señalando una situación característica de actividad reproductiva a lo largo de la extensión latitudinal comprendida entre Arica e Iquique (20°12´S).

La abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta obtenida en enero de 2016, respecto a la reportada en diciembre de 2015, muestra que la 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 anterior, un porcentaje de cambio de 180%, siendo éste, el quinto registro cuantitativamente más importante de la serie analizada. Por su parte el estadio de larva muestra un porcentaje de cambio de -50% con respecto al mes de diciembre de 2015, constituyéndose en el quinto registro mas bajo de la serie octubre 2014 - enero 2016.

Las densidades promedio por estaciones positivas, utilizadas como un índice de la intensidad y/o concentración del desove, muestran con respecto al mes de diciembre de 2015, un incremento importante en el estadio de huevos de 147,4%, presentando las larvas una disminución de 54,7%.

Los resultados expresados en la serie octubre 2014 - enero 2016, reflejan que el periodo de desove ha sido permanente durante el año 2015 e inicios del 2016, con una menor intensidad en el mes de abril, para incrementarse progresivamente desde agosto hasta diciembre del presente año.

INTRODUCCIÓN

El presente reporte contiene los resultados obtenidos mediante la realización del monitoreo mensual de la condición del recurso Anchoveta con énfasis en la abundancia y distribución de huevos y larvas, realizado entre el 11 y el 15 de enero de 2016 frente a los puertos de Arica e Iquique.

OBJETIVO GENERAL

Conocer 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 enero de 2016, 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 (**Figuras 1, 2 y 3**).

Plataforma de trabajo y programación de estaciones in situ

Para el desarrollo de esta actividad, se utilizó como plataforma de trabajo la lancha de servicio de Corpesca S.A. "Pamela" en el puerto de Arica y la lancha de investigación "Antares" de la Universidad Arturo Prat, en Iquique. 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 Diciembre de 2015.

Número de Transectas	N° Estaciones	Duración en días	Rango latitudinal	Fecha Inicio y Término
6	12	5	18°25' – 23°04' LS	11 al 15 Enero 2016

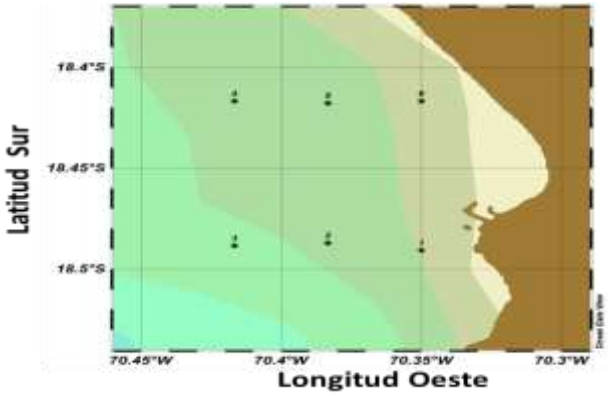


Figura 1. Área de estudio y localización de las estaciones de muestreo en Arica.

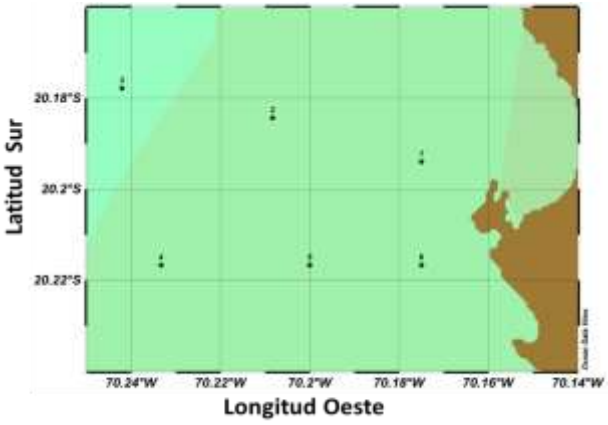


Figura 2. Área de estudio y localización de las estaciones de muestreo en Iquique.

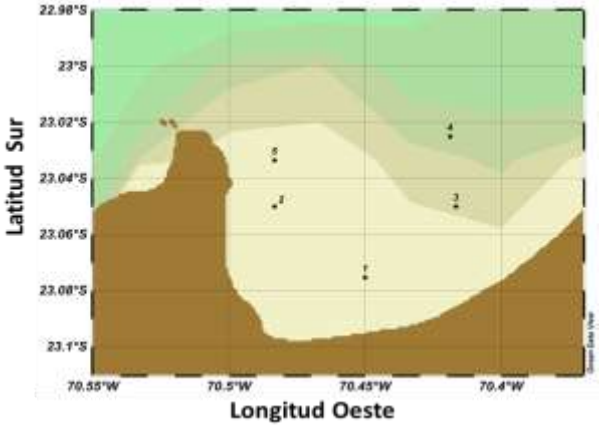


Figura 3. Área de estudio y localización de las estaciones de muestreo en Mejillones.

Recolección de muestras y registro de datos

En cada estación y para las localidades de Arica e Iquique, (**Figuras 1 y 2**) se realizaron registros verticales continuos de temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto utilizando un CTDO SeaBird 19, y mediante botellas oceanográficas Niskin de 1,2 L, se obtuvieron muestras de agua desde 0, 5, 10, 25 y 50 m de profundidad, las que fueron destinadas a la determinación de la biomasa fitoplanctónica.

En Mejillones (**Figura 3)** dadas las fuertes marejadas y cierre de puerto, no se pudo trabajar en la obtención de muestras de agua desde 0, 5, 10, 25 y 50 m de profundidad para la estimación de la biomasa fitoplanctónica.

La concentración de oxígeno disuelto se determinó de acuerdo al método Winkler modificado por Carritt y Carpenter (1966) (Parsons et al., 1984), y la biomasa fitoplanctónica, expresada como la concentración de clorofila-a, se estimó siguiendo la metodología fluorométrica de Yentsch y Menzel (1963) descrita por Parsons et al. (1984).

Las muestras de zooplancton fueron obtenidas mediante la utilización de 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, complementando 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 arrastres verticales desde profundidades medias de 48 m (mínima: 14 m; máxima 75 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 máxima profundidad. En enero de 2016, el ángulo fluctuó entre 1 y 25° con una media igual a 9°.

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 N° 1
Bitácora de estaciones bio-oceanográficas - Enero 2016 -Verano

N°	FECHA			HORA		LAT		LONG		CALADO	VIRAD			CABLE		TSK	FACTO	N° HUEVOS	N° LARVAS	BIOMASA
EST	AA	MM	DD	HH	MIN	GR	MIN	GR	MIN	MIN	SEG	MIN	SEG	ARR.	ÁNG.	N° Rev.	ESTAN.	(No Estand.)	(No Estand.)	Zooplan.
1	2016	1	13	10	0	18	29	70	21	0	27	0	45	15	10	210	35,51	130	1	301
2	2016	1	13	10	35	18	29	70	23	0	52	1	6	40	15	340	57,46	44	0	164
3	2016	1	13	10	55	18	29	70	25	0	43	0	38	40	6	380	53,32	34	0	121
4	2016	1	13	11	41	18	24	70	25	0	55	0	49	40	12	394	50,48	32	1	142
5	2016	1	13	12	0	18	24	70	23	0	55	0	50	40	12	360	55,19	9	0	120
6	2016	1	13	12	45	18	24	70	21	0	19	0	16	15	25	140	49,40	25	1	436
7	2016	1	11	10	35	20	11	70	10	1	5	1	9	40	5	360	55,98	238	6	183
8	2016	1	11	11	0	20	11	70	12	1	47	1	49	75	3	640	59,28	6	3	162
9	2016	1	11	12	17	20	11	70	14	1	47	1	50	75	1	650	58,45	3	1	168
10	2016	1	11	12	45	20	13	70	14	1	57	1	59	75	3	635	59,83	4	0	128
11	2016	1	11	13	40	20	13	70	12	1	46	1	48	75	15	600	61,12	7	0	122
12	2016	1	11	13	58	20	13	70	10	1	29	1	26	50	3	415	60,78	51	5	213

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 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, 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.

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

CONDICIÓN OCEANOGRÁFICA FRENTE A LA COSTA NORTE DE CHILE

1. Información Satelital

Los primeros días de enero de 2016, el rango de temperatura superficial fluctuo entre los 18,2°C y los 23,1°C, encontrándose los valores mínimos asociados a una surgencia en la zona de Mejillones del Sur. Un núcleo de aguas cálidas > a 22,5°C se ha posicionado frente a Pisagua entre las 20 y 40 millas de la costa. Una semana más tarde se observa un incremento en las temperaturas mínimas (18,7°C) y el núcleo cálido alcanza ahora un máximo de 24,3°C, situándose más alejado de la costa entre los 72° y 73°O frente a Arica.

La condición a mediados de enero no es muy diferente respecto del núcleo cálido, el cual se expande hacia el sur, pero la temperatura mínima observada en esta región es ahora de 19,3°C, lo que estaría indicando una activación del efecto derivado de la condición de "El Niño".

A fines de enero, las **TSM** alcanzan valores superiores a los 25°C muy cerca de la costa frente a Arica, lo que va a generar una concentración de cardúmenes de anchoveta en la zona costera del sur de Perú y frente a Arica durante febrero de 2016.

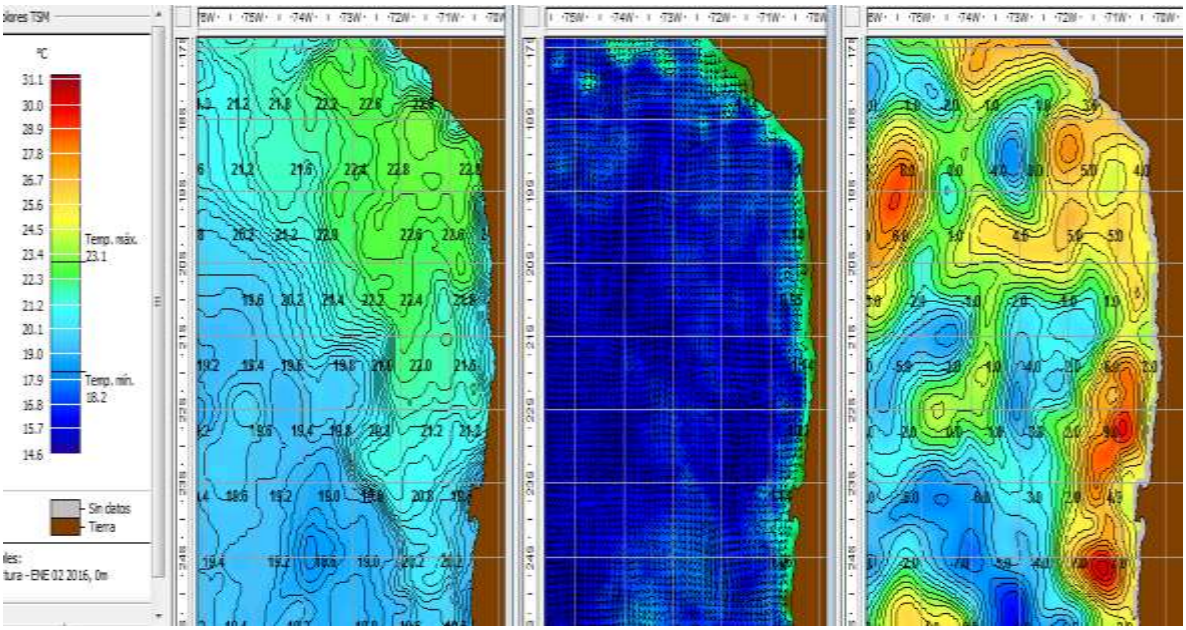


Figura 4. Temperatura superficial del mar, altura dinámica y clorofila a para el día 02 de enero de 2016.

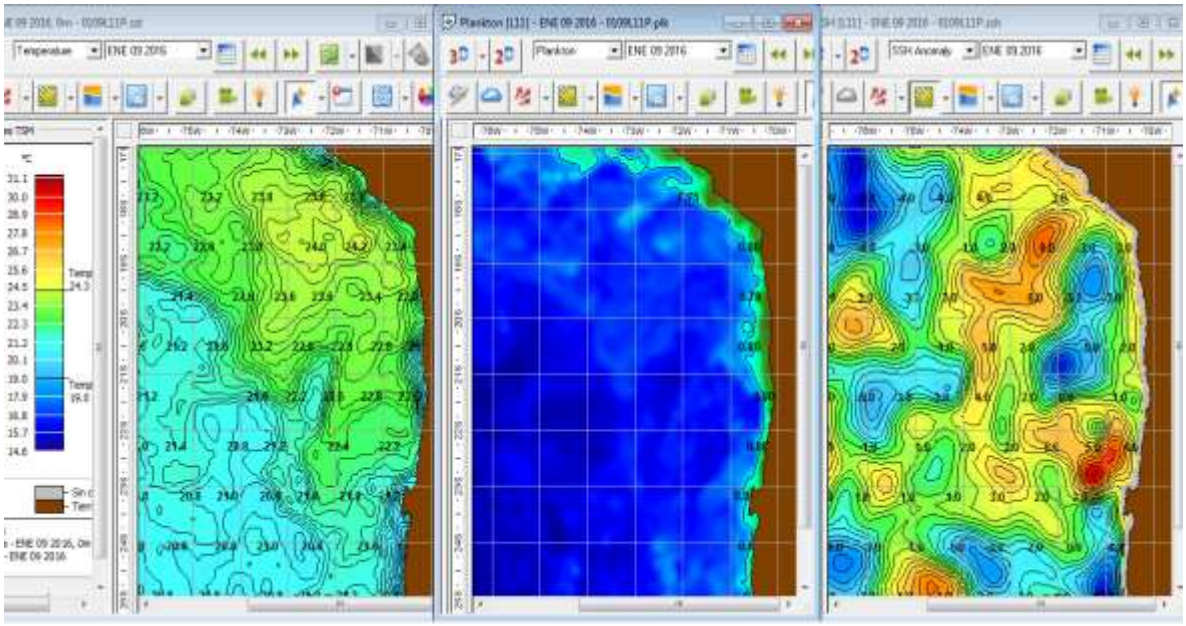


Figura 5. Temperatura superficial del mar, altura dinámica y clorofila a para el día 09 de enero de 2016.

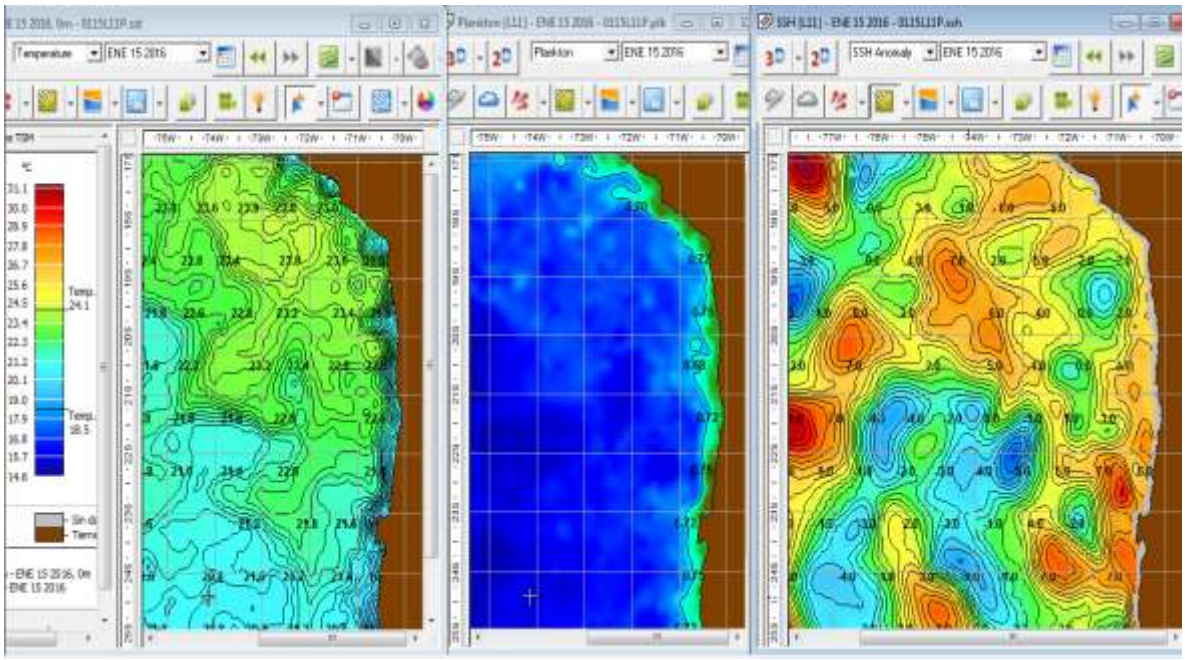


Figura 6. Temperatura superficial del mar, altura dinámica y clorofila a para el día 15 de enero de 2016.

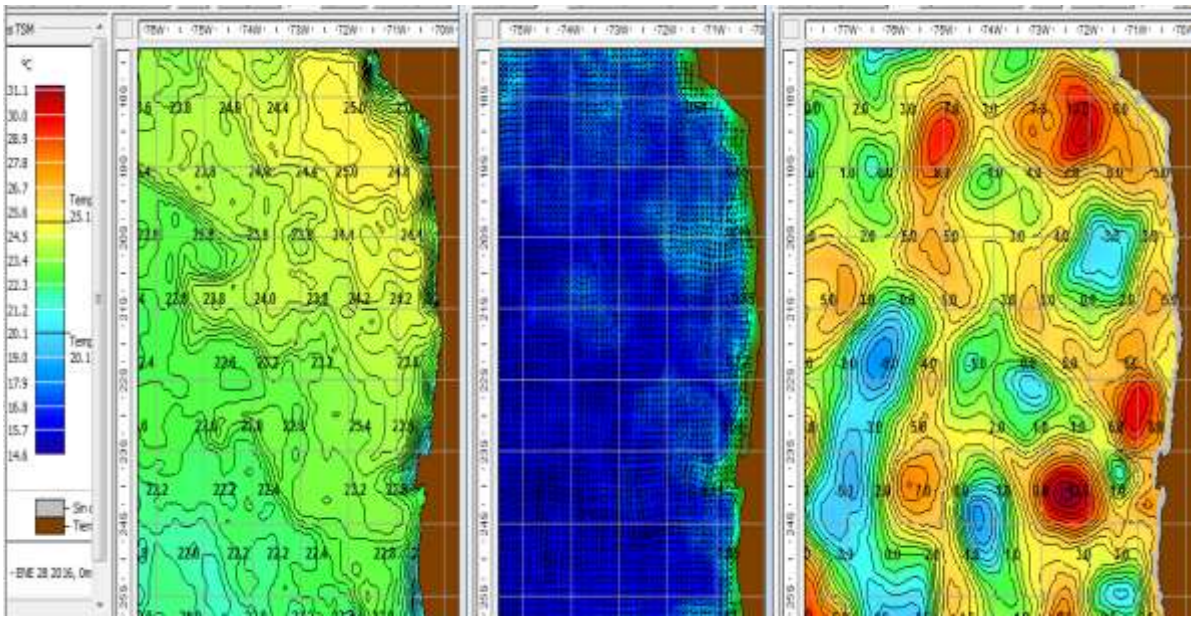
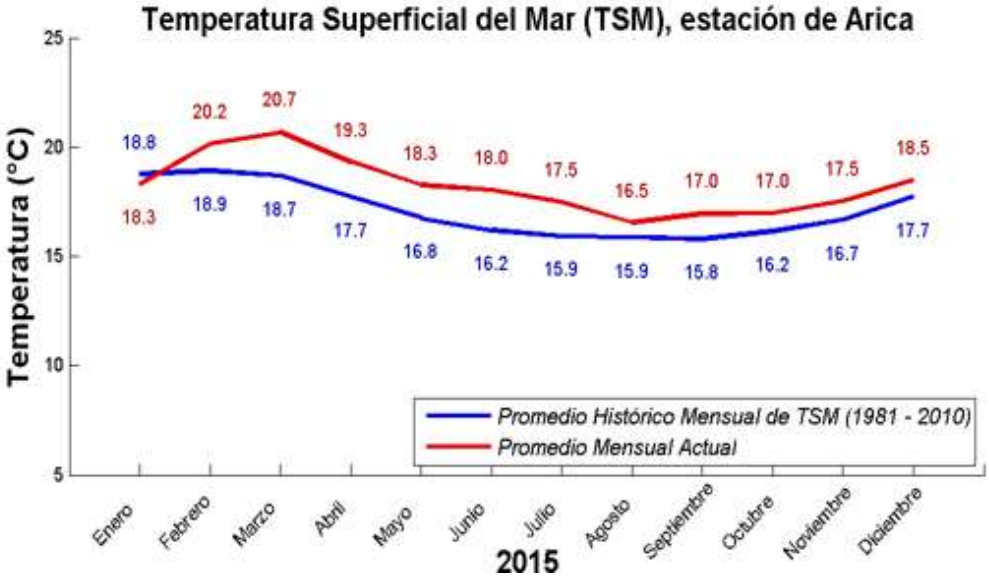


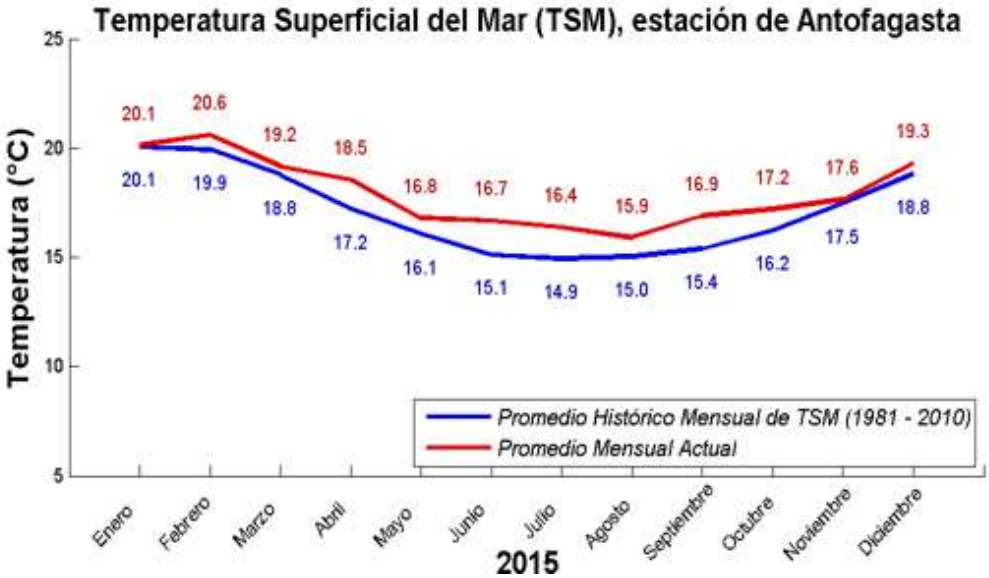
Figura 7. Temperatura superficial del mar, altura dinámica y clorofila a para el día 28 de enero de 2016.

Los primeros días de enero la clorofila, presenta valores bajos en una franja cercana a la costa observándose solo un foco de importancia frente a Iquique. Una semana más tarde se observa un incremento en los valores en dicha franja costera con valores superiores a 0,80, lo que se mantiene hasta la última semana de enero, donde la clorofila en la zona costera disminuye sus valores, observándose menor productividad.

La altura dinámica del mar, muestra variabilidad durante el mes de enero. Mientras que en la primera semana predominan en la zona costera anomalías positivas de hasta +10 cm, ya durante la segunda y tercera semana se observó una disminución caracterizada por anomalías positivas menores a +5 cm para finalizar el mes, con focos de anomalías positivas altas en la región sur frente a Mejillones del sur y Punta Angamos de hasta 11 cm.

En síntesis, la condición ambiental en la zona norte de Chile muestra una tendencia similar a la serie histórica con un efecto moderado del evento “El Niño”. Como se observa en las figuras de **TSM** costeras obtenidas en las capitanías de puerto de Arica y Antofagasta, que los registros mensuales durante el año 2015, estarían sobre el promedio histórico.


Temperatura Superficial del Mar (TSM), estación de Arica
Temperatura (°C)
25
20
15
10
5
18.8
20.2
20.7
19.3
18.3
18.0
17.5
16.5
17.0
17.0
17.5
18.5
18.3
18.9
18.7
17.7
16.8
16.2
15.9
15.9
15.8
16.2
16.7
17.7
Promedio Histórico Mensual de TSM (1981 - 2010)
Promedio Mensual Actual
Enero
Febrero
Marzo
Abril
Mayo
Junio
Julio
Agosto
Septiembre
Octubre
Noviembre
Diciembre
2015


Temperatura Superficial del Mar (TSM), estación de Antofagasta
Temperatura (°C)
25
20
15
10
5
20.1
20.6
19.2
18.5
16.8
16.7
16.4
15.9
16.9
17.2
17.6
19.3
20.1
19.9
18.8
17.2
16.1
15.1
14.9
15.0
15.4
16.2
17.5
18.8
Promedio Histórico Mensual de TSM (1981 - 2010)
Promedio Mensual Actual
Enero
Febrero
Marzo
Abril
Mayo
Junio
Julio
Agosto
Septiembre
Octubre
Noviembre
Diciembre
2015

2. Condiciones oceanográficas físicas, distribución de la concentración de oxígeno disuelto y biomasa fitoplanctónica

2.1 Arica

La temperatura fluctuó entre 20,4°C y 15,7°C (**Tabla 2**). A nivel superficial se registró el máximo valor (20,4°C) a 1 mn en el sector norte del área, descendiendo levemente hacia las estaciones más alejadas de la costa. En el sector sur las temperaturas se mantuvieron cercanas a 19°C a lo largo de toda la transecta (**Figura 8A**). En la componente vertical, la sección norte mostró temperaturas superiores a 18°C entre la superficie y los 10 m de profundidad. Hacia los estratos más profundos, si bien los valores disminuyeron éstos no bajaron de los 16°C, sin registrarse la isoterma de 15°C. En la sección del sur la distribución vertical de la temperatura fue similar, aunque se observó un leve ascenso de las isotermas a 3 mn de la costa, que generó la restricción del estrato más cálido (>18°C) a los primeros 5 m de profundidad (**Figura 9**).

La salinidad presentó valores extremos de 34,51 ups y 35,16 ups. En superficie se detectó el valor mínimo asociado a un foco localizado a 1 mn en el sector sur del área. Hacia las estaciones más alejadas de la costa, y hacia el norte, las salinidades aumentaron, observándose a 5 mn valores superiores a 35 ups (**Figura 8B**). Las secciones verticales mostraron una columna de agua dominada por salinidades superiores a 35 ups, asociadas a la presencia del Agua Subtropical Superficial (**ASS**), sin embargo, en ambas se registró la presencia del Agua Subantártica (**ASAA**) y la intrusión del Agua Ecuatorial Subsuperificial (**AESS**), evidenciadas por los valores inferiores a 34,9 ups, los que ocuparon el estrato entre la superficie y los 5 m de profundidad, entre 1 mn y 3 mn de la costa (**Figura 9**).

La densidad (σ-t) fluctuó entre 25,86 y 24,61 (**Tabla 2**). A nivel superficial se registró el valor mínimo (24,61) a 1 mn, incrementándose levemente hacia las estaciones más alejadas de la costa (**Figura 8C**). Si bien estas densidades pueden responder a la presencia del **ASS**, el comportamiento es anómalo al compararlo con la distribución de la temperatura y la salinidad, ya que debería esperarse un gradiente invertido, es decir, una disminución de los valores con el aumento de la distancia de la costa. En la componente vertical se observó un patrón más normal, detectándose el incremento de la densidad hacia los estratos más profundos, con valores entre 25,5 y 25,7 que revelan el dominio del **ASS** (**Figura 9**).

El oxígeno disuelto mostró valores entre 1,05 y 8,01 mL/L. La distribución en superficie mostró la presencia de un foco de bajos valores (4,04 mL O_2/L) a 1 mn en el sector sur, coincidente con la menor temperatura y salinidad, lo cual sugiere ascenso de aguas subsuperficiales caracterizadas por una mezcla del **ASAA** y **AESS**. Hacia las estaciones más alejadas de la costa los valores se incrementaron, y en el sector norte, donde predominó

el **ASS**, se registraron concentraciones superiores a 7,0 mL O_2/L, con el máximo de 8,01 mL O_2/L localizado a 5 mn (**Figura 8D**). La distribución vertical en la transecta del norte mostró un leve ascenso de las oxilíneas en la costa, generando una profundización de la capa bien oxigenada (>4,0 mL O_2/L) hasta los 15 m de profundidad en la estación localizada a 5 mn. Hacia los estratos más profundos predominaron concentraciones inferiores a 3,0 mL O_2/L, sin registrare el límite superior de la **ZMO** (oxilínea de 1,0 mL O_2/L). En la sección del sur, siguiendo el patrón de la temperatura, se registró una disminución del estrato oxigenado (>4,0 mL O_2/L) a nivel de las 3 mn, generado por un ascenso de las isolíneas, y tampoco se observó el límite superior de la **ZMO** (**Figura 9**).

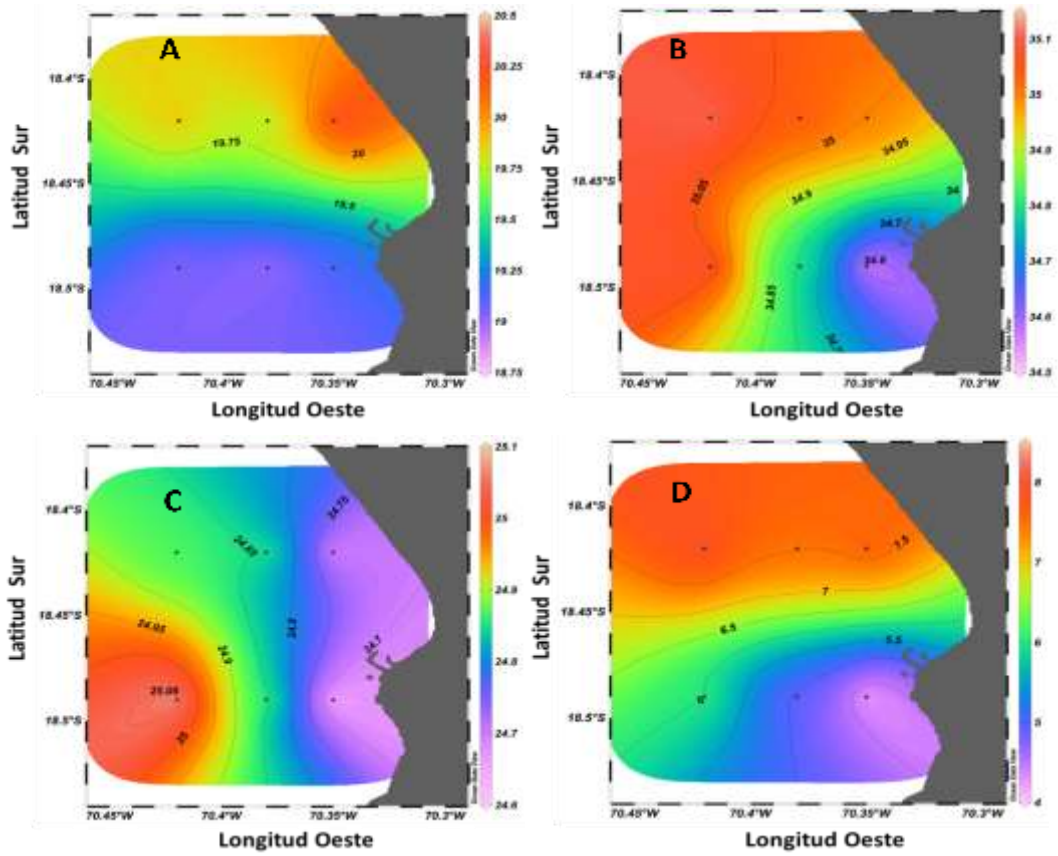


Figura 8. Distribución superficial de A: temperatura (°C), B: salinidad (ups), C: densidad (σ-t) y D: oxígeno disuelto (mL/L) en Arica durante enero de 2016.

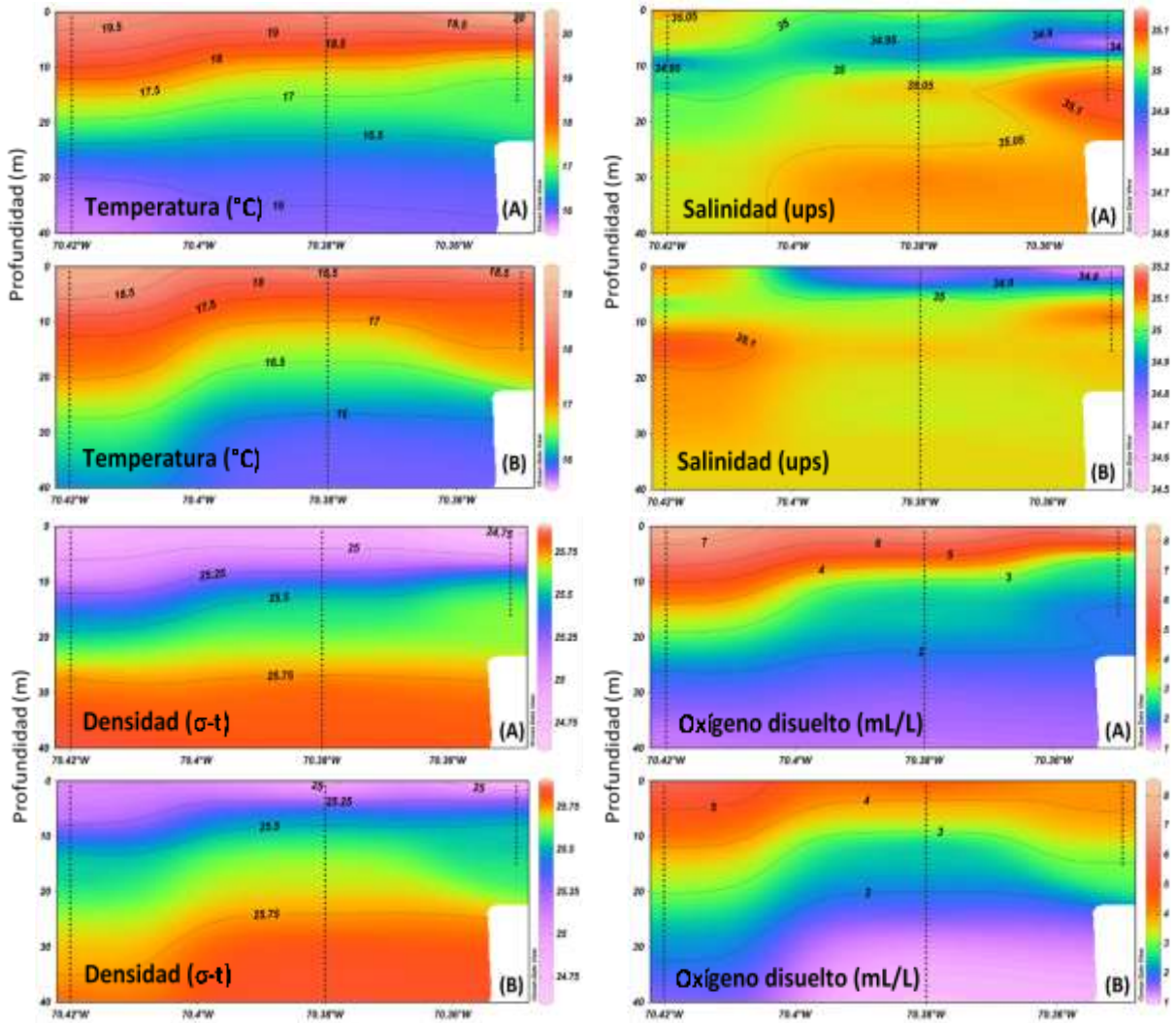


Figura 9. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (ups), densidad (σ-t) y oxígeno disuelto (mL/L) en Arica durante enero de 2016. A: transecta norte, B: transecta sur.

Tabla 2. Estadisticos básicos de la temperatura (°C), salinidad (ups), Sigma-***t*** y contenido de oxígeno disuelto (**mL/L**) superficial **(A)** y de toda la columna de agua **(B)** frente a los puertos de Arica e Iquique durante Enero de 2016.

(A)

Global (0 m)	Temperatura [°C]	Salinidad [ups]	Sigma-t	OD [mL/L]
Mínimo	18,134	34,513	24,600	3,209
Máximo	20,633	35,115	25,309	8,010
Promedio	19,633	34,978	24,839	5,663
Desvest	0,757	0,177	0,205	1,567
Arica	**Temperatura [°C]**	**Salinidad [ups]**	**Sigma-t**	**OD [mL/L]**
Mínimo	18,959	34,513	24,612	4,042
Máximo	20,350	35,115	25,099	8,010
Promedio	19,514	34,931	24,835	6,384
Desvest	0,558	0,235	0,175	1,646
Iquique	**Temperatura [°C]**	**Salinidad [ups]**	**Sigma-t**	**OD [mL/L]**
Mínimo	18,134	34,867	24,600	3,209
Máximo	20,633	35,113	25,309	6,045
Promedio	19,753	35,026	24,843	4,942
Desvest	0,957	0,091	0,248	1,202

(B)

Global	Temperatura [°C]	Salinidad [ups]	Sigma-t	OD [mL/L]
Mínimo	14,105	34,513	24,583	0,072
Máximo	20,633	35,200	26,130	8,010
Promedio	16,285	35,006	25,676	1,964
Desvest	1,623	0,102	0,352	1,645
Arica	**Temperatura [°C]**	**Salinidad [ups]**	**Sigma-t**	**OD [mL/L]**
Mínimo	15,681	34,513	24,612	1,052
Máximo	20,350	35,163	25,860	8,010
Promedio	17,092	35,032	25,512	2,964
Desvest	1,113	0,083	0,301	1,575
Iquique	**Temperatura [°C]**	**Salinidad [ups]**	**Sigma-t**	**OD [mL/L]**
Mínimo	14,105	34,570	24,583	0,072
Máximo	20,633	35,200	26,130	6,080
Promedio	16,021	34,998	25,730	1,636
Desvest	1,676	0,106	0,352	1,532

La biomasa fitoplanctónica fluctuó entre 0,4 y 117,6 µg Cl-a/L, con un promedio de 26,8±32,1 µg Cl-a/L (**Tablas 3 y 4**). En superficie se registró un foco con el máximo valor (117,6 µg Cl-a/L) a 1 mn de la costa en el sector norte del área, y si bien hacia las 5 mn los valores disminuyeron, éstos se mantuvieron por sobre los 40 µg Cl-a/L. En la transecta del sur, el menor valor superficial (40,8 µg Cl-a/L) se registró en la costa asociado al foco de agua de menor temperatura y salinidad (**Figura 10**). En la componente vertical, la sección norte mostró biomasas superiores a 40 µg Cl-a/L en los primeros 10 m de profundidad, con un máximo secundario de 78,9 µg Cl-a/L localizado a 5 m y a 3 mn de la costa. Bajo los 10 m los valores fueron inferiores a 10 µg Cl-a/L (**Figura 11-panel superior**). En la sección del sur, valores superiores a 40 µg Cl-a/L se encontraron restringidos a los primeros 5 m de profundidad, predominando bajo los 10 m biomasas inferiores a 5,0 µg Cl-a/L (**Figura 11-panel inferior**).

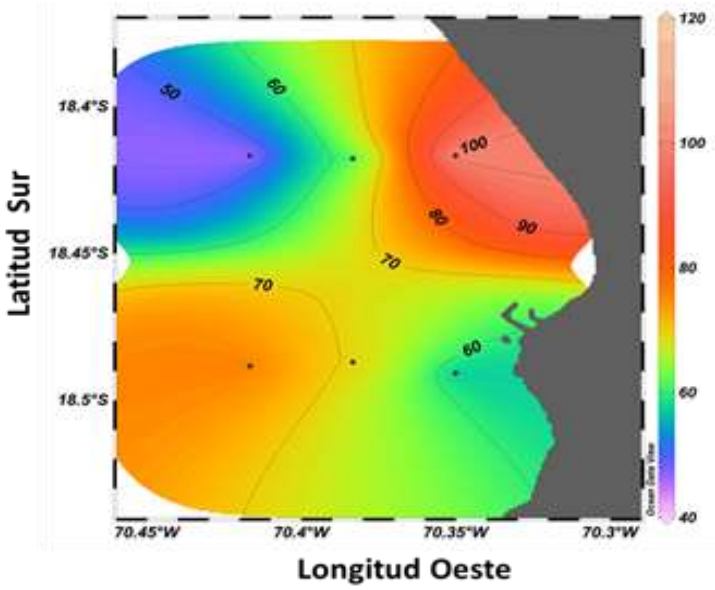


Figura 10. Distribución superficial de la biomasa fitoplanctónica (µg Cl-a/L) en Arica durante enero de 2016.

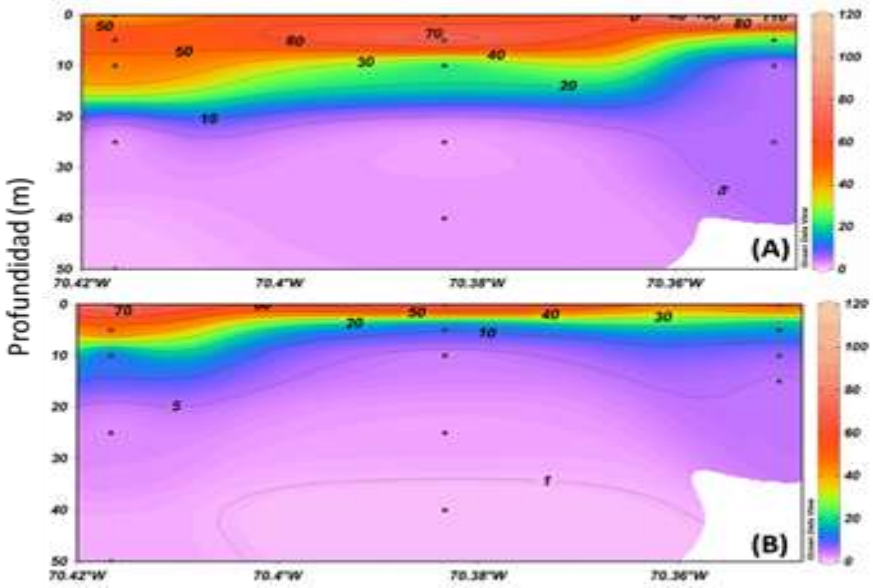


Figura 11. Secciones verticales de la biomasa fitoplanctónica (µg Cl-a/L) en Arica durante enero de 2016. A: transecta norte, B: transecta sur.

Tabla 3. Estadisticos básicos de clorofila-***α*** (**µg/L**) y feopigmentos (**µg/L**)) frente a los puertos de Arica e Iquique durante Enero de 2016.

Global	Cloa (µg/L)	Feop (µg/L)
Mínimo	0,40	0,00
Máximo	117,62	19,19
Promedio	17,33	4,79
Desvest	24,55	3,91
Arica	Cloa (µg/L)	Feop (µg/L)
Mínimo	0,40	0,00
Máximo	117,62	19,19
Promedio	26,77	5,13
Desvest	32,09	5,04
Iquique	Cloa (µg/L)	Feop (µg/L)
Mínimo	0,53	1,24
Máximo	25,87	10,89
Promedio	8,51	4,47
Desvest	7,70	2,50
Mejillones	Cloa (µg/L)	Feop (µg/L)
Mínimo		
Máximo		
Promedio		
Desvest		

Tabla 4. Valores de clorofila-***a*** (**µg/L**) y feopigmentos (**µg/L**) por transecta para los puertos de Arica e Iquique durante Enero de 2016.

		ARICA					IQUIQUE					MEJILLONES		
N° Transecta	N° Estación	Z(m)	Cloa (µg/L)	Feop (µg/L)	N° Transecta	N° Estación	Z(m)	Cloa (µg/L)	Feop (µg/L)	N° Transecta	N° Estación	Z(m)	Cloa (µg/L)	Feop (µg/L)
Tr Sur 1mn	1	0	52,85	10,82	Tr Norte 1mn	1	0	5,69	3,26	Tr Sur 1mn	1	0		
		5	14,59	0			5	4,71	3,15			5		
		10	5,38	3,16			10	3,63	3,19			10		
		15	4,41	3,07			25	1,26	2,23			25		
Tr Sur 3mn	2	0	71,32	19,19			50	1,15	2,8	Tr Sur 3mn	2	0		
		5	7,93	3,66	Tr Norte 3mn	2	0	18,23	6,18			5		
		10	2,97	2,78			5	13,92	5,13			10		
		25	1,93	1,89			10	10,81	4,01			25		
		40	0,4	1,09			25	1,93	2,67			50		
Tr Sur 5mn	3	0	78,5	1,24			50	0,62	1,24	Tr Sur 5mn	3	0		
		5	51,28	11,73	Tr Norte 5mn	3	0	13,43	6,75			5		
		10	7,02	4,98			5	24,39	9,28			10		
		25	2,87	1,69			10	16,45	8,11			25		
		50	1,44	1,64			25	2,25	4,89			50		
Tr Norte 5mn	4	0	40,84	12,95			50	1,12	1,43	Tr Norte 5mn	4	0		
		5	60,01	13,37	Tr Sur 5mn	4	0	16,9	7,7			5		
		10	43,26	9,65			5	25,87	10,89			10		
		25	1,88	2,52			10	10,56	4,96			25		
		50	1,06	1,85			25	2,47	2,12			50		
Tr Norte 3mn	5	0	53,11	12,78			50	12,31	5,15	Tr Norte 3mn	5	0		
		5	78,92	1,37	Tr Sur 3mn	5	0	15,62	7,12			5		
		10	15,8	6,43			5	22,27	8,04			10		
		25	1,73	2,48			10	2,35	3,27			25		
		40	2,28	1,93			25	4,8	3,37					
Tr Norte 1mn	6	0	117,62	0			50	0,53	1,38					
		5	21,89	6,64	Tr Sur 1mn	6	0	6,39	2,6					
		10	2,9	2,26			5	6,81	3,22					
		25	5,38	2,43			10	6,07	3,26					
							25	1,7	2,67					
							50	1,11	3,99					

2.2 Iquique

La temperatura fluctuó entre 14,1°C y 20,6°C (**Tabla 2**). La distribución superficial mostró un foco de 18,2°C a 1 mn en el sector norte, generándose un gradiente costa afuera caracterizado por el incremento de los valores que alcanzaron el máximo de 20,6°C a 5 mn (**Figura 12A**). En las secciones verticales, se observaron las altas temperaturas (>19°C) muy restringidas al estrato superficial (0-5 m) y entre las 3 mn y las 5 mn, mientras que en la costa predominaron en toda la columna de agua valores inferiores a 18°C. Si bien las isotermas evidenciaron un ascenso hacia la superficie en la costa, éste fue muy leve, registrándose la isoterma de 15°C bajo los 50 m de profundidad (**Figura 13**).

La salinidad presentó valores extremos de 34,57 y 35,20 ups. A nivel superficial la distribución mostró valores homogéneos con una predominancia de salinidades superiores a 35 ups, excepto por un foco de bajos valores (34,87 ups) que se registró a 1 mn en la transecta del sur, asociado al ascenso de aguas subsuperficiales (**Figura 12B**). De igual manera, las secciones verticales mostraron el estrato entre la superficie y los 50 m de profundidad, dominado por salinidades asociadas al **ASS** (>35 ups), y hacia los estratos más profundos los valores sugieren la presencia del **ASAA** y **AESS**, especialmente en la transecta del sur, donde se registró la intrusión de un agua con salinidades cercanas a 34,8 bajo los 100 m de profundidad y a 5 mn de la costa (**Figura 13**).

La densidad fluctuó entre 24,58 y 26,13. La distribución superficial fue coincidente con la temperatura y la salinidad, mostrando las mayores densidades a 1 mn y un descenso hacia las estaciones más alejadas de la costa. No obstante, todos los valores (≤ 25,7) revelaron la presencia del **ASS** en toda la zona (**Figura 12C**). Las secciones verticales corroboran la presencia del **ASS** en los primeros 50 m de profundidad, mezclándose con el **ASAA** y el **AESS** en los estratos más profundos, donde se registraron densidades iguales o superiores a 26 (**Figura 13**).

El oxígeno disuelto presentó un mínimo de 0,1 mL/L y un máximo de 6,1 mL/L. En superficie un mínimo de 3,2 mL O_2/L se registró a 1 mn asociado al foco de baja temperatura, incrementándose costa afuera hasta alcanzar un máximo superficial de 6,0 mL O_2/L a 5 mn (**Figura 12D**). En la componente vertical, las secciones mostraron un estrato bien oxigenado (> 4,0 mL O_2/L) restringido a los primeros 5 m de profundidad y entre las 3 mn y 5 mn, mientras que en la costa predominaron concentraciones cercanas a 3,0 mL O_2/L, sugiriendo el ascenso del **AESS**. Bajo los 20 m de profundidad los valores descendieron de 2,0 mL O_2/L, observándose el límite superior de la ZMO bajo los 50 m (**Figura 13**).

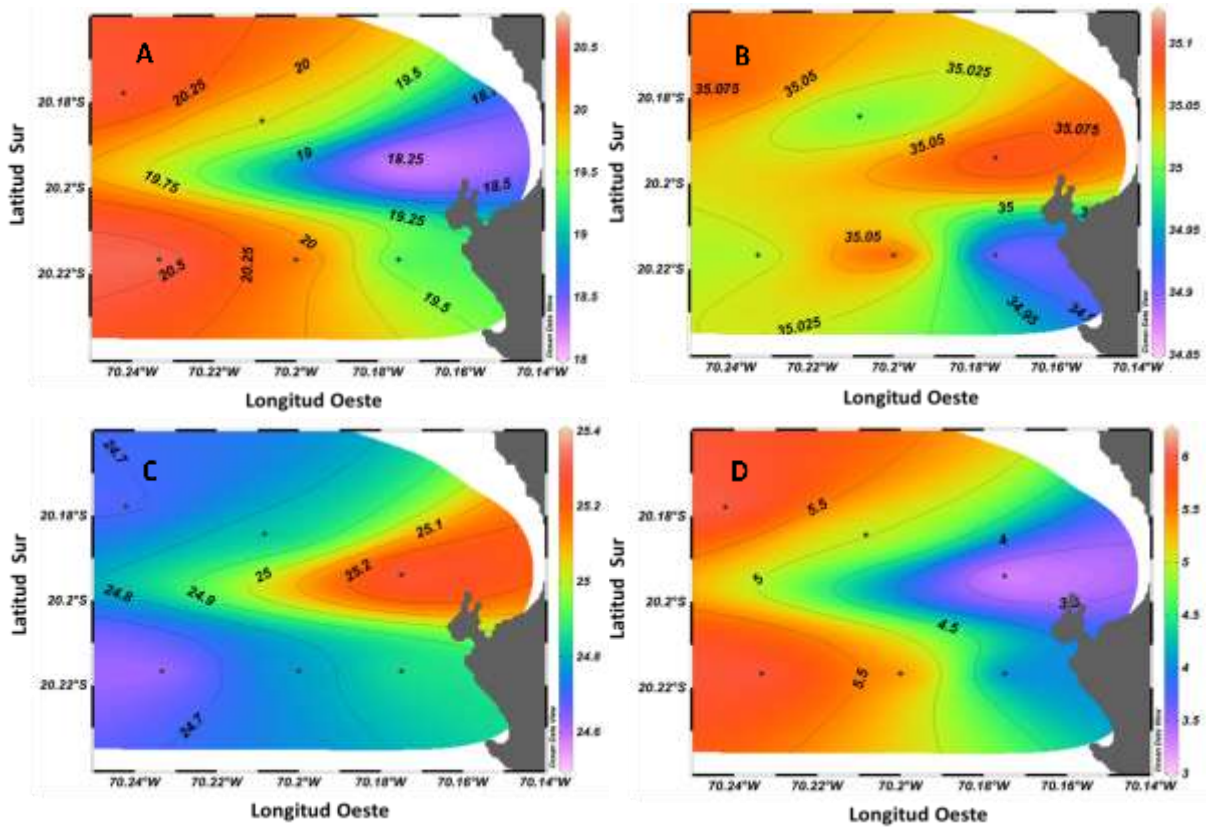


Figura 12. Distribución superficial de A: temperatura (°C), B: salinidad (ups), C: densidad (σ-t) y D: oxígeno disuelto (mL/L) en Iquique durante enero de 2016.

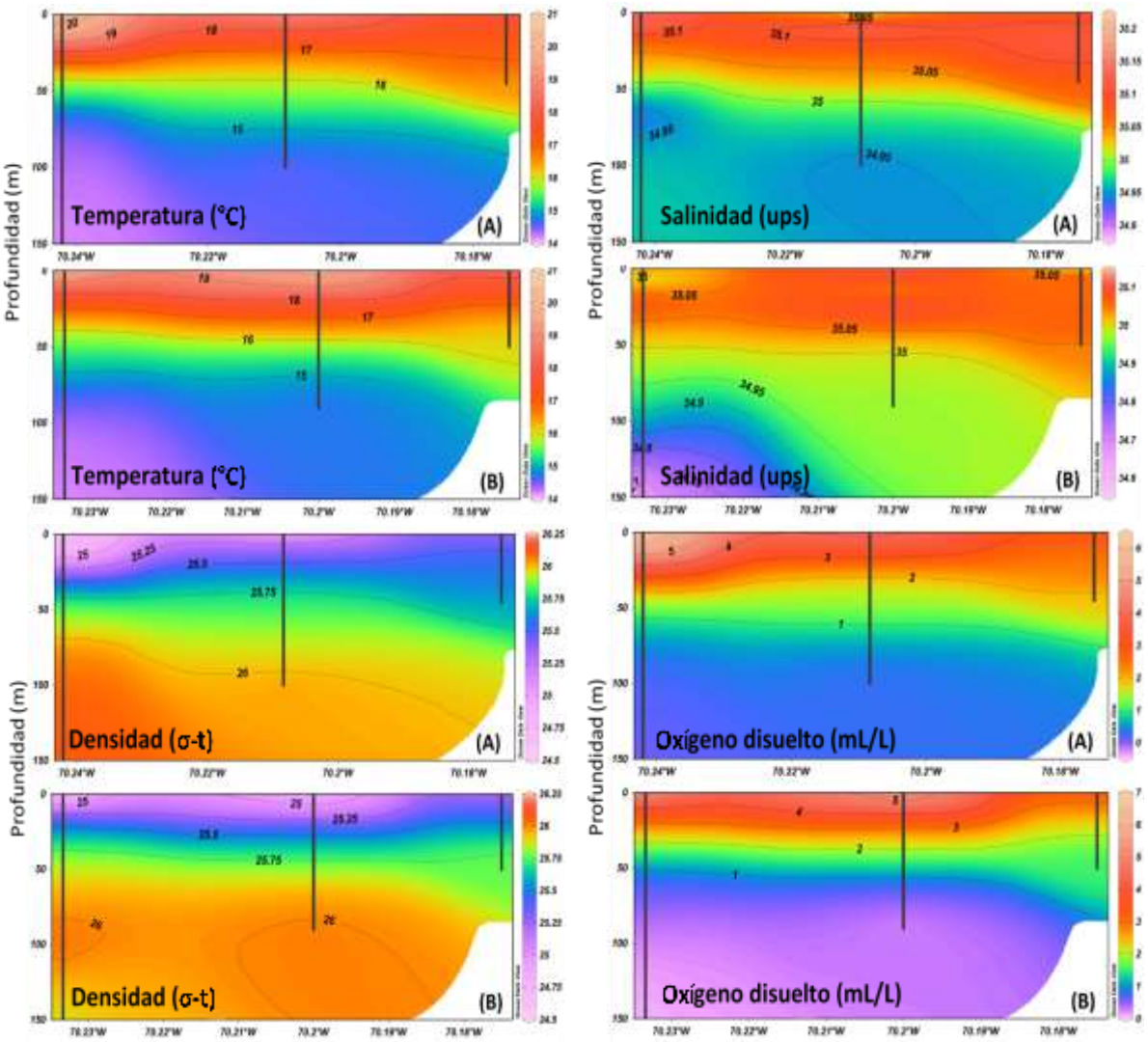


Figura 13. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (ups), densidad (σ-t) y oxígeno disuelto (mL/L) en Iquique durante enero de 2016. A: transecta norte, B: transecta sur.

La biomasa fitoplanctónica fluctuó entre 0,5 y 25,9 µg Cl-a/L, con un promedio para el área de 8,5±7,7 µg Cl-a/L (**Tabla 3 y 4**). La distribución superficial mostró bajas biomasas (< 10,0 µg Cl-a/L) en la zona costera, coincidente con el ascenso de agua subsuperficial, registrándose a 1 mn un valor mínimo de 5,7 µg Cl-a/L. Desde las 3 mn de la costa las concentraciones fueron superiores a 10,0 µg Cl-a/L, alcanzando un máximo de 18,2 µg Cl-a/L en el sector norte (**Figura 14**). Las secciones verticales mostraron la presencia de biomasas mayores a 10,0 µg Cl-a/L hasta los 15 m de profundidad, y entre 3 mn y 5 mn, mientras que en la costa predominaron valores cercanos a 5,0 µg Cl-a/L asociados a un ascenso de las isolíneas. El valor máximo (25,9 µg Cl-a/L) se registró a 5 m de profundidad en la transecta sur y a 5 mn de la costa, manteniéndose en el norte donde alcanzó un valor de 24,4 µg Cl-a/L. Desde los 20 m y hacia los estratos más profundos, predominaron concentraciones iguales o inferiores a 5,0 µg Cl-a/L (**Figura 15**).

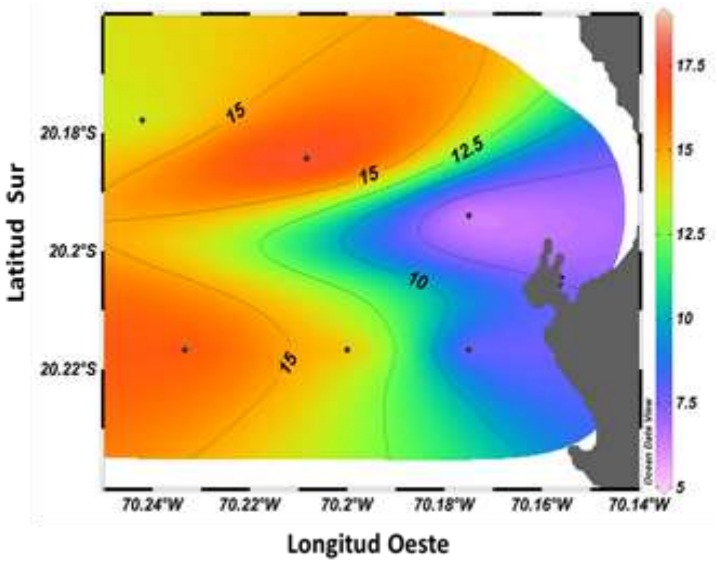


Figura 14. Distribución superficial de la biomasa fitoplanctónica (µg Cl-a/L) en Iquique durante enero de 2016.

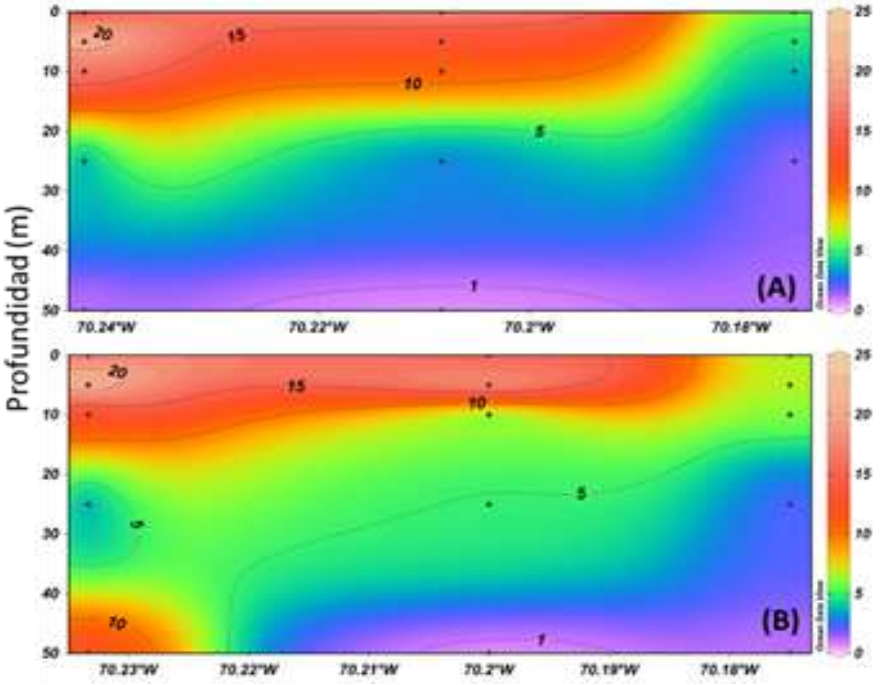


Figura 15. Secciones verticales de la biomasa fitoplanctónica (µg Cl-a/L) en Iquique durante enero de 2016. A: transecta norte, B: transecta sur.

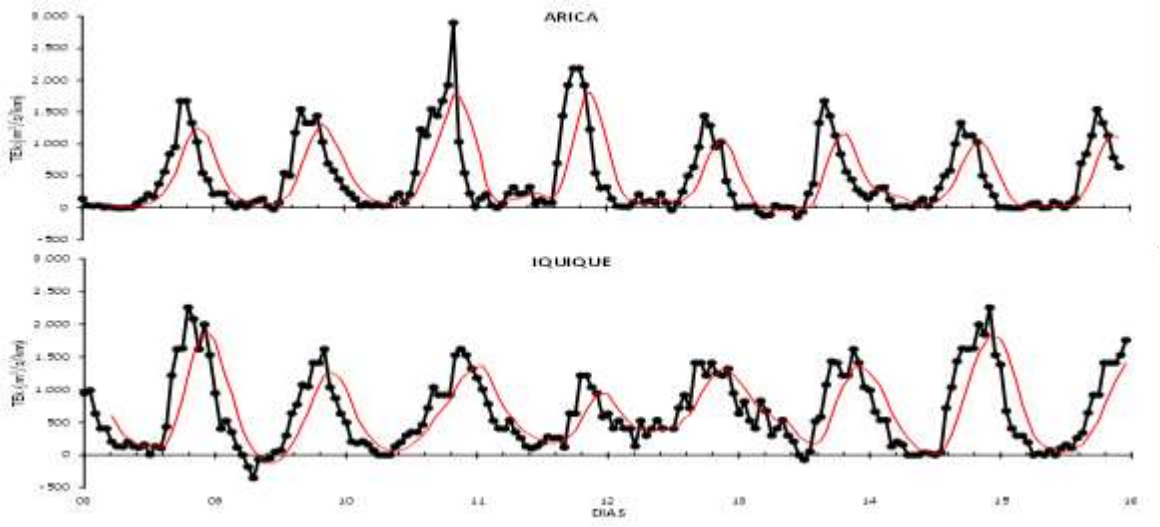


Figura 16. Valores horarios del Transporte de Ekman ($m^3/s/km$) en Arica, Iquique y Antofagasta, entre los días 8 y 15 de enero de 2016 (información de vientos proporcionada por la Dirección Meteorológica de Chile).

Durante el periodo de muestreo, las variables oceanográficas revelaron el dominio del **ASS** en ambas localidades, la cual penetró desde la región oceánica al menos hasta las 3 mn de la costa, y se extendió hasta los 50 m de profundidad en la componente vertical. No obstante, el Transporte de Ekman (TEk) en el periodo entre el 8 y 15 de enero, indicó la ocurrencia de surgencia en Arica e Iquique, con valores que revelan procesos de alta intensidad (>1.000 m^3/s/km) (**Figura 16**). La influencia de dichos eventos, dados los valores de densidad, salinidad y oxígeno, fue más evidente en Iquique, aunque muy restringida a 1 mn de la costa. Esta condición pudo ser la responsable de los valores de biomasa fitoplanctónica registrados, los cuales fueron menores que en Arica, donde probablemente una condición de mayor estabilidad resultó en un mayor crecimiento y proliferación de este grupo. Sin embargo, dada la magnitud de la máxima concentración (>100 µg Cl-a/L), probablemente se trató de una discoloración o marea roja generada por dinoflagelados, los cuales se ven favorecidos en un escenario cálido, de baja turbulencia y baja concentración de nutrientes.

3. Distribución y abundancia de huevos y larvas de peces

El procesamiento y análisis de las 12 muestras zooplanctónicas recolectadas en enero de 2016, frente a los puertos de Arica e Iquique, permitió determinar la presencia de 31.100 huevos y 1.123 larvas, de los cuales 29.927 huevos (96,23%) y 1.011 larvas (90%) fueron identificados a nivel especifico.

El detalle del número de huevos y larvas por especie, correspondientes a las muestras analizadas se entrega en la **Tabla 5**, no detectándose en esta oportunidad ictioplancton de otras especies.

3.1 Anchoveta, ***Engraulis ringens***

En enero de 2016, se verificó la presencia de 29.927 huevos y 1.011 larvas, señalando una situación característica de actividad reproductiva a lo largo de la extensión latitudinal comprendida entre Arica e Iquique (20°12´S).

Para esta especie se identificaron 12 estaciones positivas para huevos y 7 para larvas, lo que representó una frecuencia de 100% y 58,3% y una dominancia numérica de 96,2% y 90,0% para cada estadio de desarrollo, respectivamente (**Tabla 5**).

La fase de huevos exhibió abundancias que fluctuaron entre 175 y 13.323 huevos/10m^2. La media de huevos por estación positiva alcanzó a 2.494 (DS = 3671,29) cifra 205% y 147,4% mayor respecto a la obtenida en enero y diciembre de 2015, respectivamente (**Tabla 5 y 7**).

La distribución geográfica de los huevos de anchoveta en el área de estudio, señala que éstos se localizaron en todas transectas y longitudinalmente exhibieron una cobertura máxima (5 mn) (**Figura 17**). No obstante, la amplia cobertura espacial del desove, estos se concentraron en la línea de estaciones de 1 mn (74%), presentando las abundancias una clara tendencia incremental hacia el sur de la zona prospectada.

Tabla 5. Densidad promedio, constancia, dominancia numérica y rangos de huevos y larvas de peces para los puertos de Arica e Iquique - Enero 2016.

Estadisticos Huevos	Anchoveta	Otros Huevos	Total Huevos
N°Total Estaciones	12	12	12
N° Estaciones positivas	12	6	12
% Est (+)	100,00	50,00	100,00
Abundancia (H/10m^2)	29.927	1.174	31.100
Densidad Mínima Est (+)	175	36	175
Densidad Máxima Est (+)	13.323	504	13.827
Std.Dev Est (+)	3671,29	192,88	3798,61
Media Est. Positivas	2494	196	2592
Media Est. Totales	2494	98	2592
Constancia	100,00	50,00	100,00
Dominancia numérica	96,23	3,77	100,00
CV(%)	1,47	0,99	1,47

Estadisticos Larvas	Anchoveta	Otros Larvas	Total Larvas
N°Total Estaciones	12	12	12
N° Estaciones positivas	7	1	7
% Est (+)	58,33	8,33	58,33
Abundancia (L/10m^2)	1011	112	1123
Densidad Mínima Est (+)	36		36
Densidad Máxima Est (+)	336		448
Std.Dev Est (+)	129,30		160,16
Media Est. Positivas	144	112	160
Media Est. Totales	84	9	94
Constancia	58,33	8,33	58,33
Dominancia numérica	90,03	9,97	100,00
CV(%)	0,90	0,00	1,00

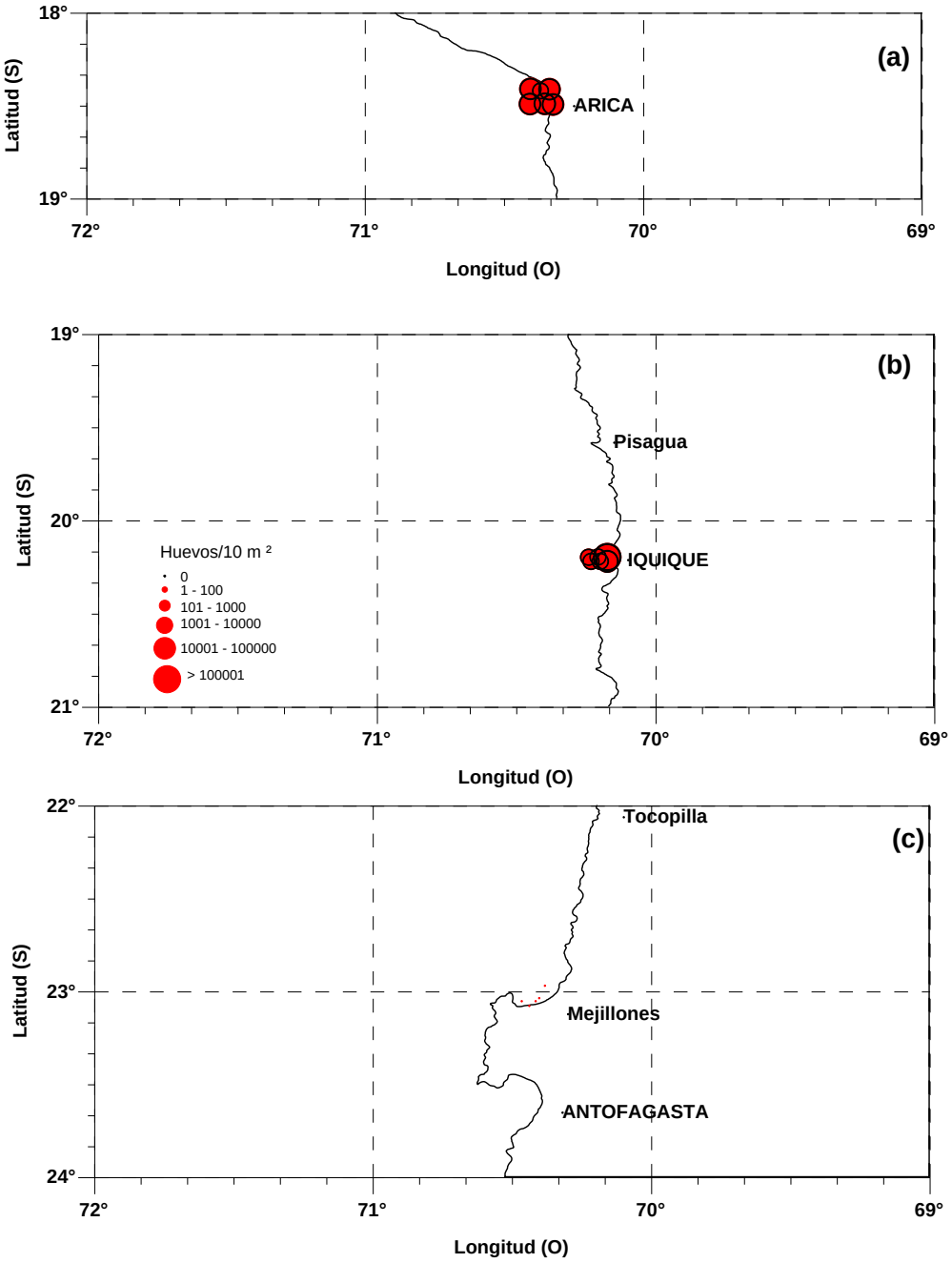


Figura 17. Distribución y abundancia de huevos de anchoveta, ***Engraulis ringens***, frente a los puertos de (a) Arica, (b) Iquique y (c) Mejillones. Enero 2016.

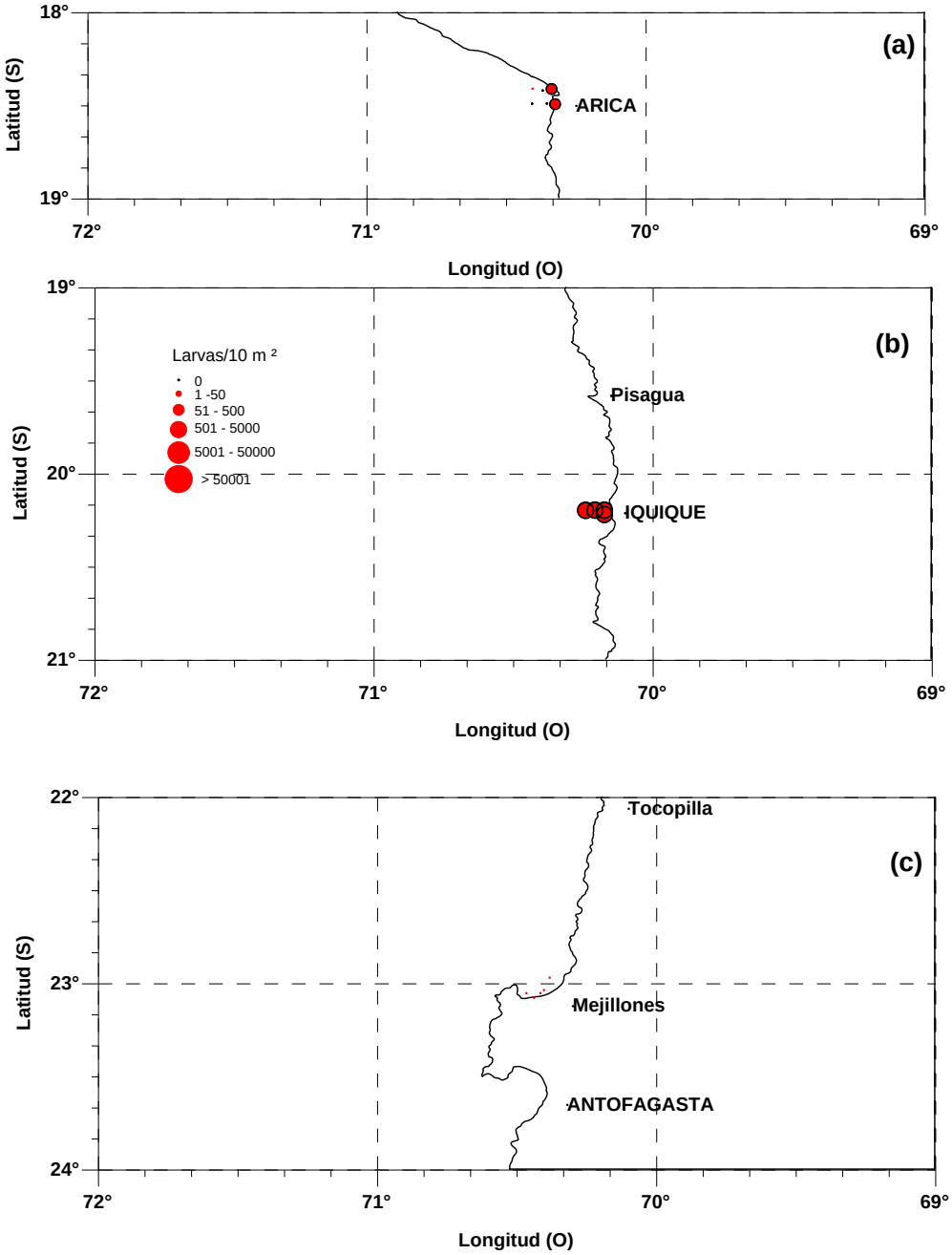


Figura 18. Distribución y abundancia de larvas de anchoveta, ***Engraulis ringens***, frente a los puertos de (a) Arica, (b) Iquique y (c) Mejillones. Enero 2016.

Las áreas de mayor abundancia (> 2.500 huevos/10m^2) se localizaron a 1 y 3 mn frente a la transecta sur realizada frente al puerto de Arica y a 1 mn en la transecta sur y norte de Iquique, respectivamente, encontrándose configuradas por 4 registros positivos de un total de 12 (33,3%), los que en conjunto aportan un 78,8% al total de huevos de anchoveta cuantificados. El resto de las estaciones positivas, no incluidas las áreas anteriormente mencionadas, exhiben abundancias comprendidas dentro del rango 175 a 1.813 huevos/10m^2 . En este contexto, la estacion positiva mas relevante en terminos de su abundancia para la zona de estudio, se localizó a 1 mn de la transecta norte realizada frente al puerto de Iquique, con 13.323 huevos/10m^2 (44,5%).

Con respecto al número de huevos y para la zona de estudio, "Enero de 2016" presentó con respecto a diciembre de 2015 un porcentaje de cambio de 97,9%, constituyéndose en el décimo registro más importante, en cuanto al número de huevos cuantificados de la serie CIAM octubre 2014 – enero 2016 (**Tabla 7**).

Las fases larvarias, se presentaron en 7 registros positivos, con una abundancia igual a 1.011 larvas/10m^2, cifra 5,2% y 64,6% menor respecto a la obtenida en enero y diciembre de 2015. Este estadio de desarrollo se presenta en el área de estudio con abundancias las que fluctuaron entre 36 y 336 larvas/10m^2, con una densidad promedio igual a 84 larvas por estaciones totales. La media de larvas por estación positiva fue igual a 144 (DS= 129,30), cifra 54,7% menor respecto a la obtenida en el mes de diciembre de 2015 (**Tabla 5 y 7**).

La distribución geográfica de las larvas de anchoveta en el área de estudio, señala que estas se localizaron en todas transectas, a excepción de la línea de estaciones de 3 mn frente al puerto de Arica y longitudinalmente exhibieron una cobertura máxima, es decir hasta las 5 mn, verificándose un incremento en la frecuencia de estaciones positivas y en sus abundancias, hacia el sur de la zona prospectada. No obstante lo anterior, estas se concentraron en la línea de estaciones de 1 mn (72%)
(**Figura 18; Tabla 6**).

En relación al número de larvas y para la zona Arica - Mejillones, enero de 2016 exhibe respecto a diciembre de 2015, una disminución de 64,6% en su abundancia, constituyéndose en el tercer registro más bajo, después de los obtenidos en noviembre de 2014 y 2015, respectivamente, en cuanto al número de larvas cuantificadas de la serie octubre 2014 - enero 2016 (**Tabla 7**).

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 Enero de 2016.

Huevos de Anchoveta(N°/10m^2)				Larvas de Anchoveta (N°/10m^2)		
DC (mn)	**1**	**3**	**5**	**1**	**3**	**5**
Arica						
18°29´S	4617	2528	1813	36		
18°24´S	1235	497	1615	49		50
SubTotal	5.852	3.025	3.428	85		50
%	47,6%	24,6%	27,8%	63%		37%
TOTAL		**12.305 Huevos**			**135 Larvas**	
Iquique						
20°11´S	13323	356	175	336	178	58
20°13´S	3100	428	239	304		
SubTotal	16.423	784	414	640	178	58
%	93,2%	4,4%	2,3%	73,0%	20,3%	6,6%
TOTAL		**17.621 Huevos**			**876 Larvas**	
Mejillones						
23°03´S	S/M			S/M		
22°58´S	S/M			S/M		
SubTotal						
%						
TOTAL		**Huevos**			**Larvas**	

S/M: Sin muestras

Tabla 7. Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos y larvas de *Engraulis ringens*, para la zona norte de Chile. Serie CIAM Octubre 2014 - Enero 2016.

Huevos	**Número Estaciones Positivas**	**Número de Huevos**	**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	16	30.920	1.933	1.933	100,0	94,7
Diciembre	17	182.314	10.724	10.724	100,0	99,2
Enero 2015	17	13.887	817	817	100,0	87,2
Febrero	15	8.213	483	548	88,24	80,01
Marzo	17	22.332	1.314	1.314	100,0	93,54
Abril	1	48	3	48	5,26	2,33
Mayo	10	1.965	116	197	58,8	12,9
Junio	16	32.326	1.902	2.020	94,12	94,75
Julio	17	40.959	2.409	2.409	100,0	65,41
Agosto	17	66.091	3.888	3.888	100,0	87,42
Septiembre	17	228.020	13.413	13.413	100,0	93,71
Octubre	17	132.650	7.803	7.803	100,0	98,36
Noviembre	17	57.337	3.373	3.373	100,0	92,26
Diciembre	15	15.123	890	1.008	88,24	86,93
Enero 2016	**12**	**29.927**	**2.494**	**2.494**	**100,0**	**96,23**
Larvas	**Número Estaciones Positivas**	**Número de Larvas**	**Densidad Promedio Estaciones Totales**	**Densidad Promedio Estaciones Positivas**	**Constancia o Frecuencia (%)**	**Dominancia Numérica (%)**
Octubre 2014	14	28.481	1.461	1.774	82,4	97,8
Noviembre	3	605	38	202	18,8	91,3
Diciembre	8	2.458	145	307	47,1	87,3
Enero 2015	9	1.067	63	119	52,9	67,5
Febrero	9	3.210	189	357	52,94	94,97
Marzo	16	3.404	200	213	94,12	95,43
Abril	15	1.739	92	116	78,95	53,07
Mayo	11	2.776	163	252	64,71	83,59
Junio	14	2.937	173	210	82,35	86,89
Julio	17	5.816	342	342	100,0	78,71
Agosto	10	2.013	118	201	58,8	97,20
Septiembre	13	14.431	849	1.110	76,47	97,39
Octubre	9	1.413	83	157	52,94	100,0
Noviembre	2	668	39	334	11,76	100,0
Diciembre	9	2.864	168	318	52,94	90,86
Enero 2016	**7**	**1.011**	**84**	**144**	**58,33**	**90,03**

3.2 Análisis estacional de huevos y larvas de peces y estimación del índice de abundancia larval

En las **Figuras 19 y 20** se aprecia y confirma una vez más, la persistencia y predominio temporal del ictioplancton de anchoveta sobre sardina, jurel y caballa, especies que han demostrado ser muy vulnerables a perturbaciones ambientales interanuales (El Niño - La Niña). La dominancia en el plancton de huevos y larvas de anchoveta se ha mantenido sin alteraciones desde 1990 a la fecha.

El análisis de la abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta por estaciones totales, señala que durante el verano de 2015, ambas fases de desarrollo experimentan una significativa disminución en la extensión de las áreas de desove, con tasas de cambio negativas iguales a 73,7% y 62,9%, respectivamente.

El seguimiento del parámetro poblacional, densidad promedio por estaciones positivas, utilizado como un índice de la intensidad del desove para la estación de verano de los años 1982-2015, muestra con respecto al verano de 2012, un importante decremento exhibiendo las respectivas fases de desarrollo porcentajes de cambio iguales a -70,4% y -44,5%.

Con respecto al patrón estacional de distribución de huevos de anchoveta, la serie histórica 1982-2015, nos confirma el carácter costero que adopta esta especie en su pico secundario de desove, siendo este de menor intensidad con respecto al desove de invierno, con presencia de huevos hasta las 70 mn frente a punta Lobos, en el verano de 1994 y 2003 **(Figura 21).** Las mayores frecuencias de estaciones positivas (≥20) a esta fase de desarrollo han sido registradas durante los años 1990, 1994, 1995, 2004 y 2006 destacando como áreas de desove estables y persistentes en el tiempo la zona de Arica, punta Lobos y bahía Moreno.

Por su parte las fases larvarias muestran un patrón de distribución latitudinal y longitudinal más amplio respecto del descrito para el estadio de huevos, debido fundamentalmente a los procesos que las afectan, dispersión, transporte, advección, entre otros. En verano de los años 1989, 1990, 1991, 1994, 1995, 1999, 2006 y 2007, se consignaron las mayores frecuencias de registros positivos (>30). Para este estadio de desarrollo, las áreas de desove muestran a través del tiempo la misma tendencia observada para los huevos, en el sentido de distribuirse particularmente frente a Arica, entre punta Lobos y punta Copaca y bahía Moreno (**Figura 22**).

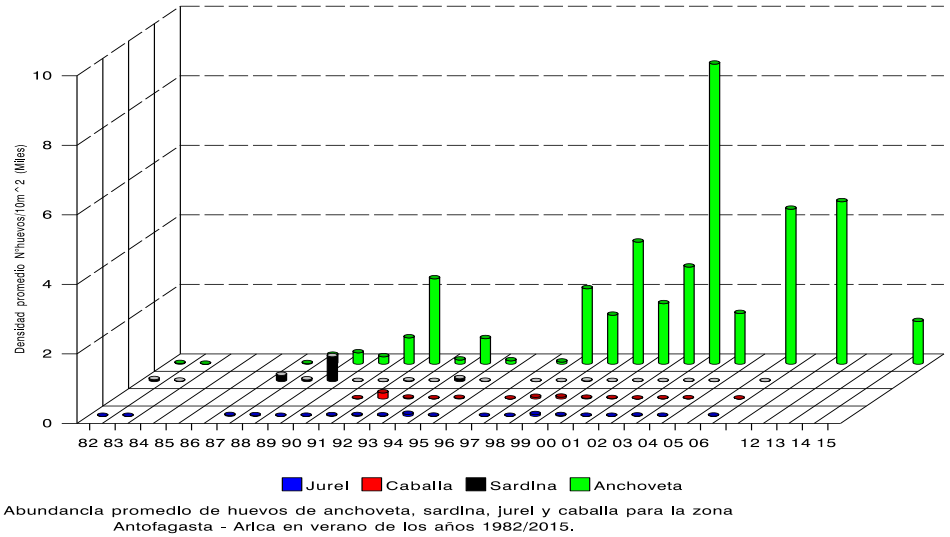


Figura 19. Estimación de la abundancia promedio de huevos de anchoveta, sardina, jurel y caballa para la zona Arica - Antofagasta en verano de los años 1982-2015.

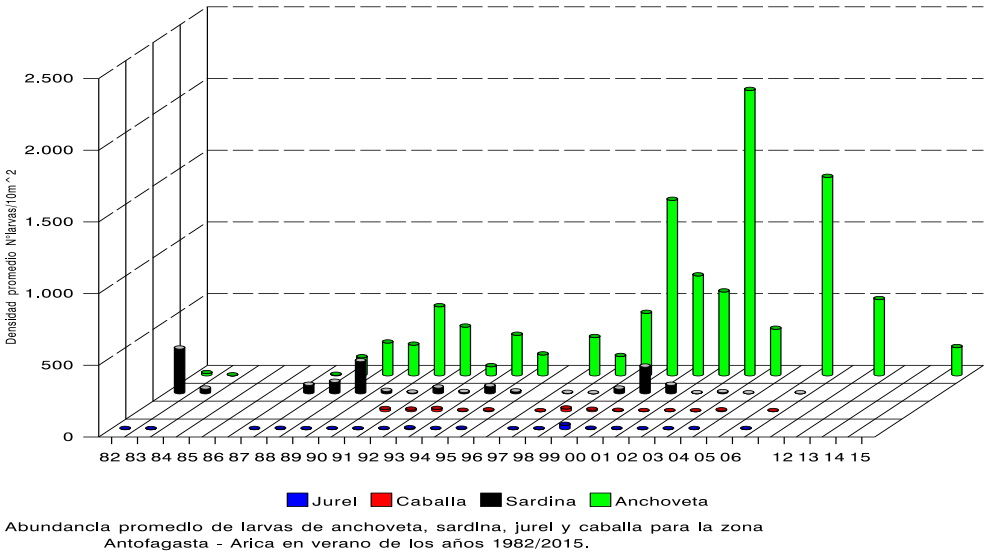


Figura 20. Estimación de la abundancia promedio de larvas de anchoveta, sardina, jurel y caballa para la zona Arica - Antofagasta en verano de los años 1982-2015.

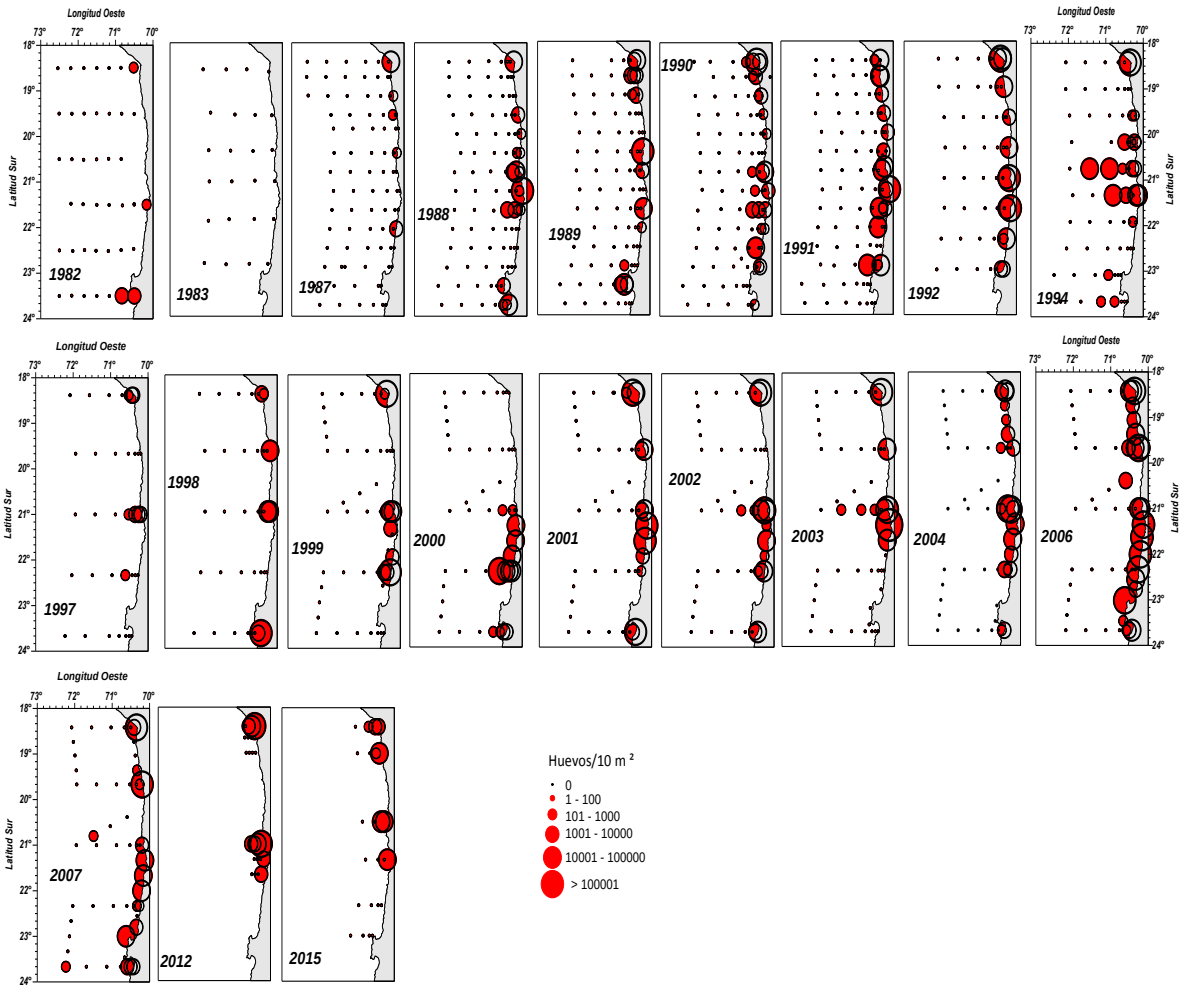


Figura 21. Distribución y abundancia de huevos de anchoveta para la zona Arica - Antofagasta en verano de los años 1982-2015.

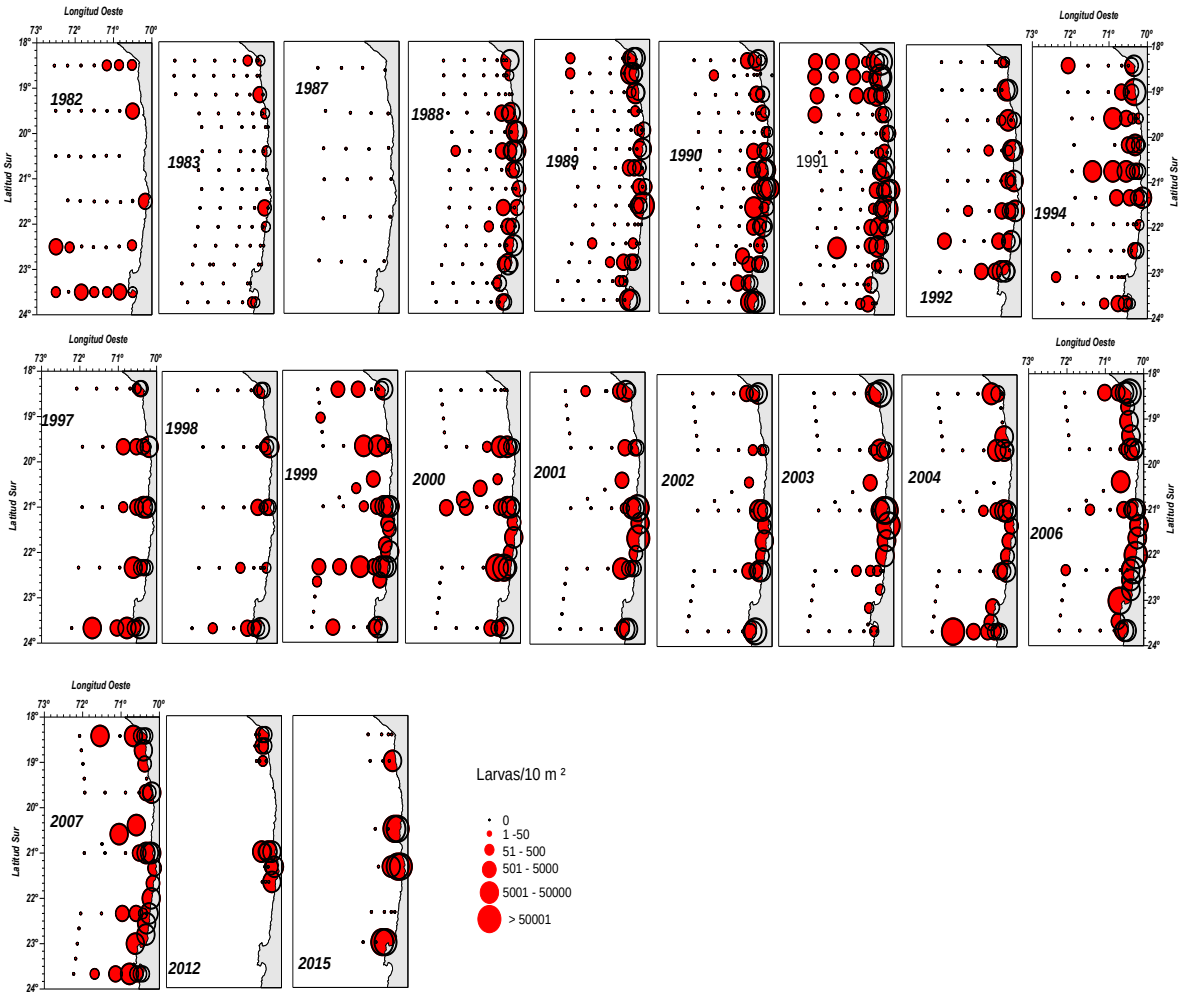


Figura 22. Distribución y abundancia de larvas de anchoveta para la zona Arica - Antofagasta en verano de los años 1982-2015.

Las estimaciones más altas del índice de abundancia larval de anchoveta para la estación de verano se han obtenido durante los años 2000, 2003 y 2006 y las más bajas se han registrado en verano de los años 1987 y 1998. En el verano de 1999, se apreció una tendencia general ascendente en los valores de este índice, situación que se mantuvo hasta el año 2000, disminuyendo significativamente en verano de los años 2001 y 2002, donde los valores del índice fluctuaron entre 2,25 y 1,82, respectivamente, para experimentar en el verano de 2003 un importante incremento, insertándose como el valor más alto de la serie analizada. Con respecto al año 2012, el índice de abundancia larval

obtenido en verano de 2015, exhibe nuevamente una disminución igual a 50,1% (**Tabla 8; Figura 23).**

Tabla 8. Índice de Abundancia Larval para anchoveta en verano de los años 1987 – 2015. Zona Norte.

Año	(L)	(VarL)	(VarlogL)	LI	LS
1987	1,40E+10	2,09E+20	0,7258	4,56E+09	2,25E+10
1988	4,24E+11	1,38E+22	0,0740	1,94E+11	6,54E+11
1989	7,13E+11	6,31E+22	0,1170	2,20E+11	1,21E+12
1990	8,14E+11	4,82E+22	0,0702	3,84E+11	1,24E+12
1991	1,86E+12	5,49E+23	0,1476	5,05E+11	3,41E+12
1992	1,32E+12	1,66E+23	0,0910	5,21E+11	2.12e+12
1993					
1994	9,12E+11	1,56E+23	0,1719	1,37E+11	1,69E+12
1995					
1996					
1997	1,07E+12	6,52E+22	0,0550	5,73E+11	1.57e+12
1998	4,37E+11	4,28E+22	0,2022	3,14E+10	8,42E+11
1999	1,62E+12	1,76E+23	0,0650	7,98E+11	2,44E+12
2000	5,33E+12	7,42E+24	0,2322	-1,05E+10	1,07E+13
2001	2,25E+12	7,28E+23	0,1339	5,82E+11	3,93E+12
2002	1,82E+12	4,08E+23	0,1160	5,69E+11	3,07E+12
2003	6,63E+12	1,15E+25	0,2326	-1,95E+10	1,33E+13
2004	8,56E+11	1,00E+23	0,1279	2,35E+11	1,48E+12
2005					
2006	4,89E+12	2,31E+24	0,0922	1,91E+12	7,87E+12
2007	1,71E+12	1,54E+23	0,0516	9,38E+11	2,47E+12
2008					
2012	1,26E+12	2,10E+23	0,1252	3,56E+11	2,15E+12
2015	6,13E+11	6,51E+22	0,1598	1,13E+11	1,11E+12

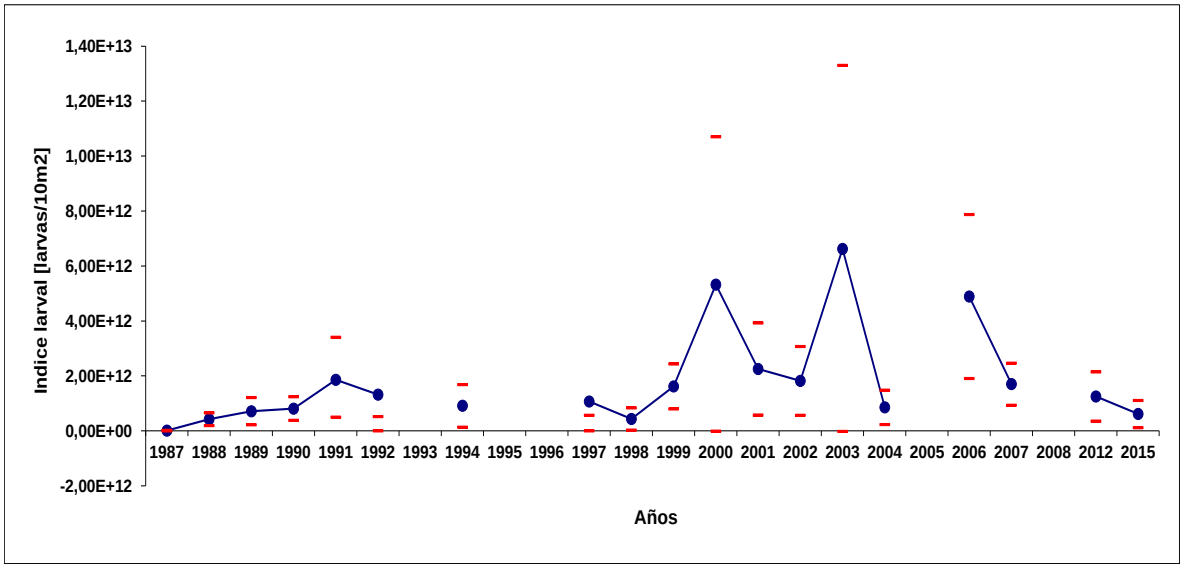


Figura 23. Estimación del índice de abundancia larval para anchoveta en verano de los años 1987 – 2015. Zona Norte.

Intensidad de desove

La variación temporal de la intensidad del desove de anchoveta, estimada a través del seguimiento del parametro poblacional densidad promedio por estaciones positivas, revela que para el período invierno de 1995 – primavera de 2015, los huevos de anchoveta han presentado una tendencia general ascendente, con trece picks de abundancias significativamente importantes (> 18.000 huevos/10m^2), los que se han registrado en la estación de primavera de los años 1996 y 1997, invierno de 1998, primavera de 2000, invierno de 2001 y 2002, verano e invierno de 2003 y 2004, primaveras de 2006 y 2008 e invierno de 2014 y 2015. De la misma manera se han detectado drásticas disminuciones en la intensidad del desove durante los períodos de verano-otoño de 1997, 1999, 2000 y 2004; verano de 2001 y primavera de 2007. Con relación a las fases larvarias, estas muestras una tendencia similar a la exhibida por el estadio de huevos, con abundancias superiores a 4.100 larvas/10m^2, las que han sido reportadas en verano de 1999, 2000 y 2001, otoño de 2002 y verano e invierno de 2003 (**Figuras 24 y 25**).

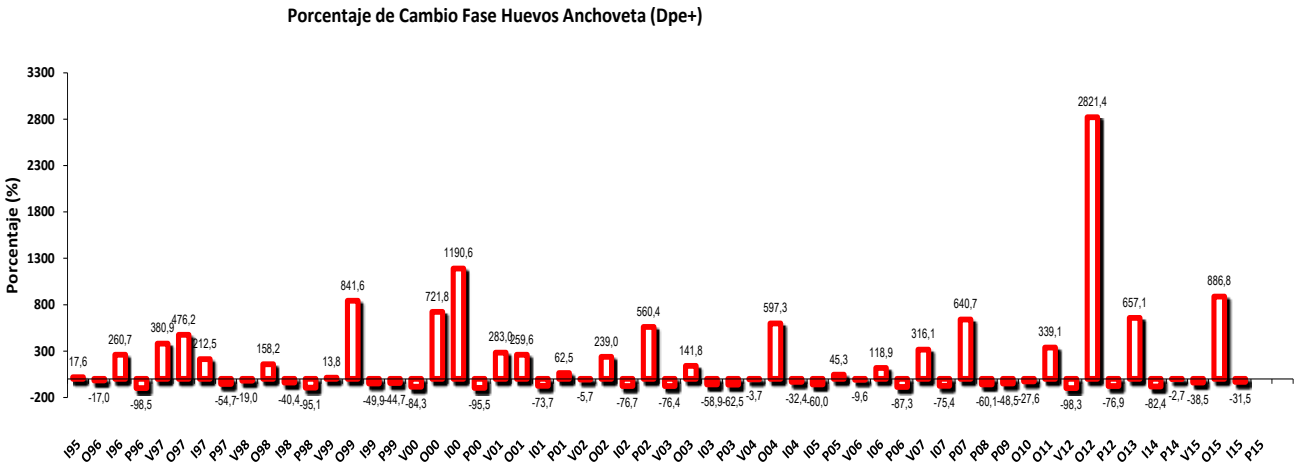


Figura 24. Variación temporal de la intensidad del desove de anchoveta “Fase Huevos” para la zona Arica - Antofagasta en el período invierno 1995 - verano 2016.

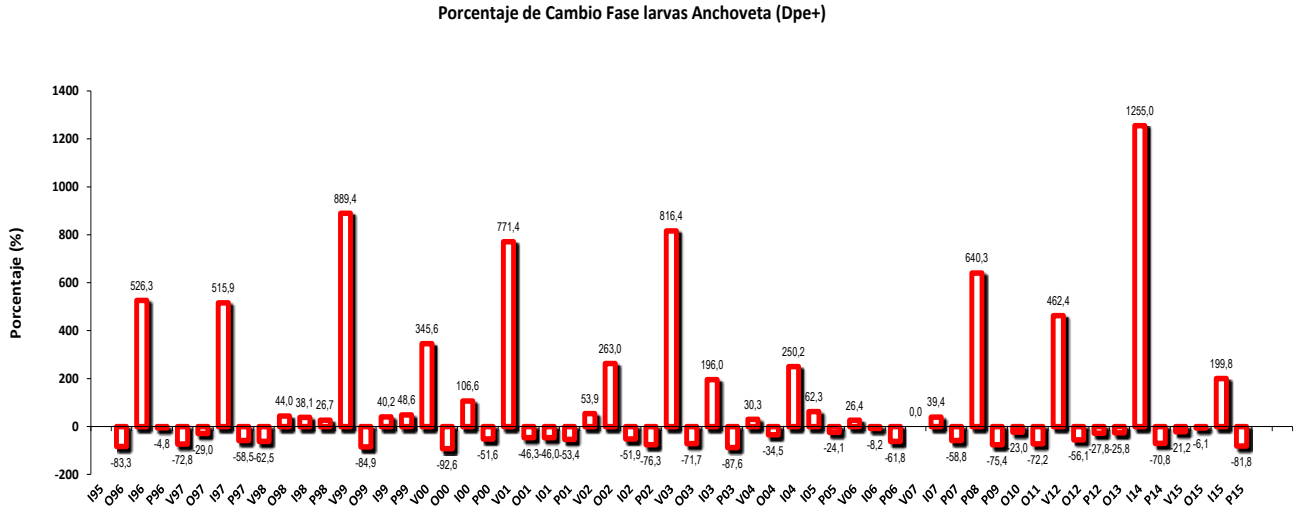
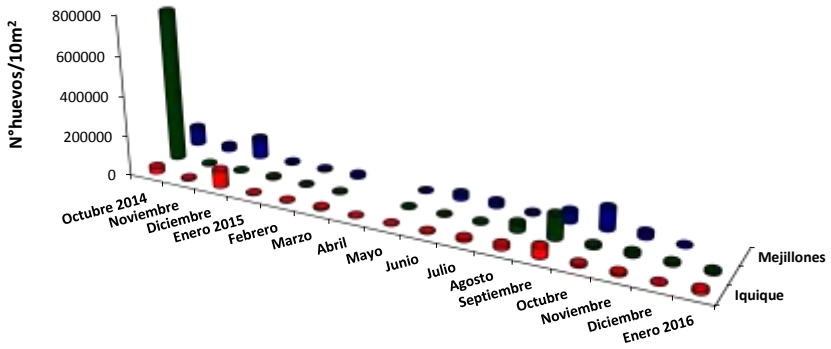


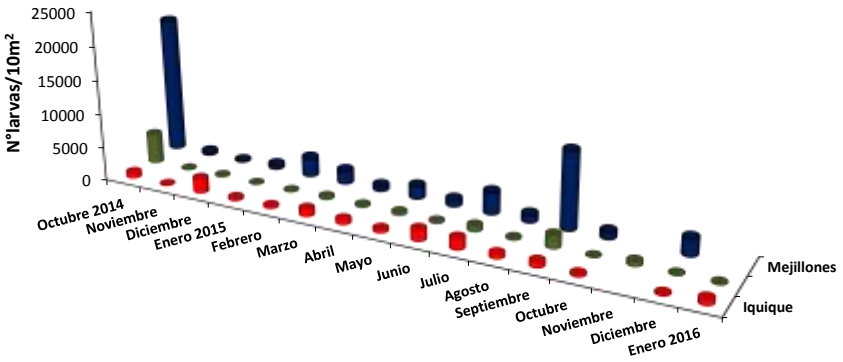
Figura 25. Variación temporal de la intensidad del desove de anchoveta “Fase Larvas” para la zona Arica - Antofagasta en el período invierno 1995 - verano 2016.

La abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta obtenida en enero de 2016, respecto a la reportada en diciembre de 2015, muestra que la 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 anterior, un porcentaje de cambio de 180%, siendo éste, el quinto registro cuantitativamente más importante de la serie analizada. Por su parte el estadio de larva muestra una disminución de -50% con respecto al mes de diciembre de 2015, constituyéndose en el quinto registro mas bajo de la serie octubre 2014 - enero 2016 (**Tabla 7; Figura 26**).

Las densidades promedio por estaciones positivas, utilizadas como un índice de la intensidad y/o concentración del desove, muestran con respecto al mes de diciembre de 2015, un incremento importante en el estadio de huevos de 147,4%, presentando las larvas una disminución de 54,7%.



	Octubre 2014	Noviembre	Diciembre	Enero 2015	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero 2016
Iquique	28525	4978	84046	1878	1361	7196	48	514	2892	12672	21146	52541	10629	10750	2536	17621
Arica	751133	2757	1371	5836	1539	1272		256	1468	3858	40217	121320	12254	18543	10569	12305
Mejillones	86650	23184	96895	6174	5313	13863		1196	27966	24428	4729	54158	109767	28044	2019	



	Octubre 2014	Noviembre	Diciembre	Enero 2015	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero 2016
Iquique	798	67	2147	379	332	1099	713	515	1725	1684	663	846	322		194	876
Arica	4390	69	151	54	100	356	249	392	216	828	209	1955	44	668	95	135
Mejillones	19652	470	160	633	2780	1951	775	1869	996	3304	1142	11630	1047		2575	

Figura 26. Abundancia de huevos y larvas de anchoveta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Octubre 2014 - Enero 2016.

La estimación de la densidad media, varianza y coeficiente de variación de la abundancia de huevos y larvas de anchoveta para el período octubre 2014 - enero 2016, se presenta en la **Tabla 8**. En ella se aprecia que durante los dos últimos meses de 2015 y enero de 2016, los coeficientes de variación más bajos han sido los estimados mediante la distribución Log-normal o distribución delta en el caso de los huevos, alternándose para las fases larvarias, siendo muy similares en el actual trimestre.

Tabla 8. Estimaciones de la densidad media, varianza y coeficiente de variación de la abundancia de huevos y larvas de anchoveta para la zona norte de Chile. Serie Octubre 2014 - Enero 2016.

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	1.932	655713,171	42,0	1692,536	424328,061	38,4
Diciembre	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	483	12957,278	24,0	482,778	13688,308	24,2
Marzo	1.314	156887,095	30,0	1564,923	452680,649	42,9
Abril	3					
Mayo	116	1126,182	29,0	117,784	1343,601	31,1
Junio	1.902	869009,887	49,0	1618,959	673032,622	50,6
Julio	2.409	651147,616	33,0	2205,584	349438,212	26,8
Agosto	3.888	4417383,087	54,0	2991,107	1672340,097	43,2
Septiembre	13.413	30473192,005	41,0	15197,759	54852645,2	48,7
Octubre	7.083	9951550,911	40,0	7894,306	12533325,4	44,8
Noviembre	3.373	1503078,343	36,0	3123,208	1192201,58	34,9
Diciembre	890	154996,677	44,0	770,54	114209,26	43,8
Enero 2016	**2.494**	**1123194,909**	**42,0**	**2432,58**	**1007367,06**	**41,2**
Larvas	**Media Est. Totales**	**V (media Est. Totales)**	**CV (%**	**Media D. Delta**	**V (media D. Delta)**	**CV (%)**
Octubre 2014	1.461	497787,622	48,0	1312,032	448794,44	51,1
Noviembre	38	861,558	78,0	35,426	644,14	71,6
Diciembre	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	189	5890,547	41,0	187,033	6114,9886	41,8
Marzo	200	2196,199	23,0	199,395	2159,514	23,3
Abril	92	300,957	19,0	91,506	314,622	19,4
Mayo	163	2038,72	28,0	161,588	1873,196	26,7
Junio	173	1465,137	22,0	181,942	2614,576	28,1
Julio	342	5160,930	21,0	346,915	6051,550	22,4
Agosto	118	2020,336	38,0	115,531	1813,397	36,8
Septiembre	849	76768,719	33,0	975,238	190250,723	44,7
Octubre	83	1180,640	41,0	78,377	904,322	38,3
Noviembre	39	811,563	72,0	39,29	811,562	72,4
Diciembre	168	6639,704	48,0	151,10	4585,136	44,8
Enero 2016	**84**	**1221,273**	**41,0**	**83,38**	**1289,37**	**43,0**

En enero de 2016, se observa cobertura latitudinal y longitudinal máxima para el estadio de huevos, apreciándose que las más bajas abundancias de huevos se localizan frente al puerto de Arica, con una clara tendencia a incrementarse hacia el sur de la zona de estudio ambas fases de desarrollo **(Tablas 6 y 9; Figura 27**).

Tabla 9. Abundancia de huevos y larvas de anchoveta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones serie CIAM Octubre 2014 - Enero 2016. (S/M: sin muestreo).

Huevos (N°/10m^2)	Arica	Iquique	Mejillones
Octubre 2014	751.133	28.525	86.650
Noviembre	2.757	4.978	23.184
Diciembre	1.371	84.046	96.895
Enero 2015	5.836	1.878	6.174
Febrero	1.539	1.361	5.313
Marzo	1.272	7.196	13.863
Abril	-	48	-
Mayo	256	514	1.196
Junio	1.468	2.892	27.966
Julio	3.858	12.672	24.428
Agosto	40.217	21.146	4.729
Septiembre	121.320	52.541	54.158
Octubre	12.254	10.629	109.767
Noviembre	18.543	10.750	28.044
Diciembre	10.569	2.536	2.019
Enero 2016	**12.305**	**17.621**	**S/M**

Larvas (N°/10m^2)	Arica	Iquique	Mejillones
Octubre 2014	4.390	798	19.652
Noviembre	69	67	470
Diciembre	151	2.147	160
Enero 2015	54	379	633
Febrero	100	332	2.780
Marzo	356	1.099	1.951
Abril	249	713	775
Mayo	392	515	1.869
Junio	216	1.725	996
Julio	828	1.684	3.304
Agosto	209	663	1.142
Septiembre	1.955	846	11.630
Octubre	44	322	1.047
Noviembre	668	-	-
Diciembre	95	194	2.575
Enero 2016	**135**	**876**	**S/M**

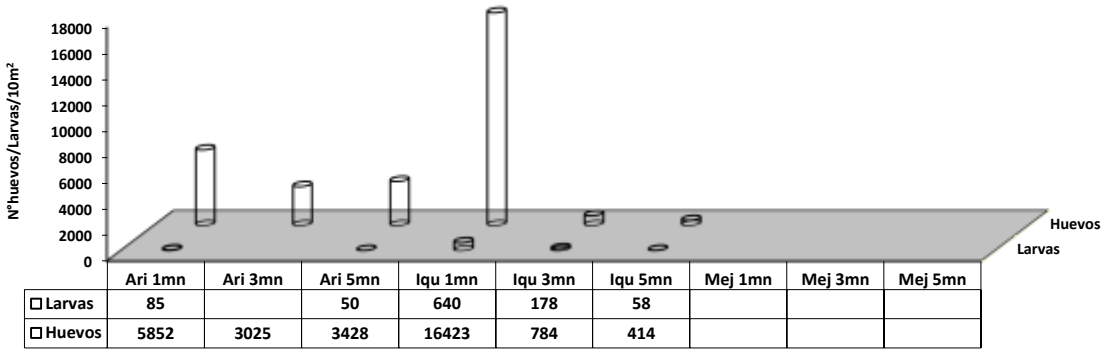


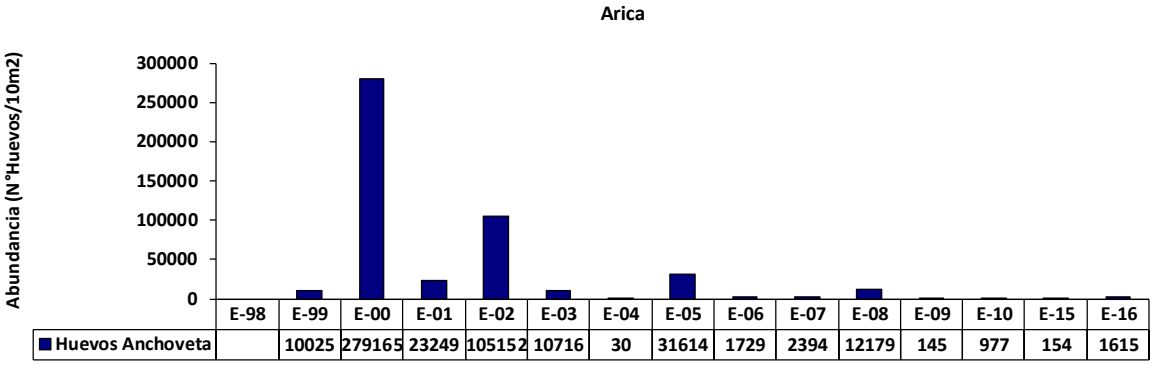
Figura 27. Abundancia de huevos y larvas de anchoveta con respecto a la distancia de la costa para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Enero de 2016.

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 a lo indicado por el estadio de huevos, el monitoreo de enero de 2016 muestra presencia de esta fase de desarrollo en las dos localidades muestreadas. Frente al puerto de Arica, los huevos de anchoveta exhiben con respecto a enero de 2015 un porcentaje de cambio de 949%, siendo este el décimo registro más alto de la serie analizada (enero 1998 – enero 2016). Para los meses de enero de la serie, no se reporta ausencia de huevos de anchoveta.

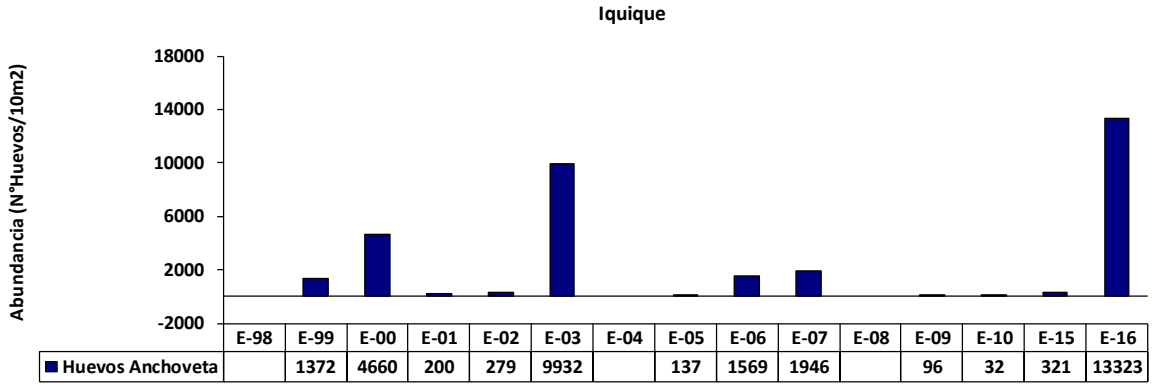
Iquique muestra respecto a enero de 2015, un significativo incremento en su abundancia (4050%), constituyéndose en el registro cuantitativamente más importante de los últimos 15 años. Ausencia de huevos de anchoveta para esta localidad, fue reportada en enero de los años 1998, 2004 y 2008, registrándose la más alta abundancia en enero de 2016 (**Figura 28**).

Al igual que el estadio de huevos, en enero de 2016 se verifica su presencia en los dos puertos muestreados (**Figura 29**). La presencia de larvas frente a la localidad de Arica, se constituye en el segundo registro más bajo de la serie analizada después del año 2001, siendo muy similar al obtenido en enero de 1998. Ausencia de larvas de anchoveta para este puerto, ha sido reportada en enero de los años 2004, 2009 y 2015. Iquique muestra respecto a enero de 2015, un significativo incremento en su abundancia (522%), constituyéndose en el tercer registro cuantitativamente más importante de los últimos 15

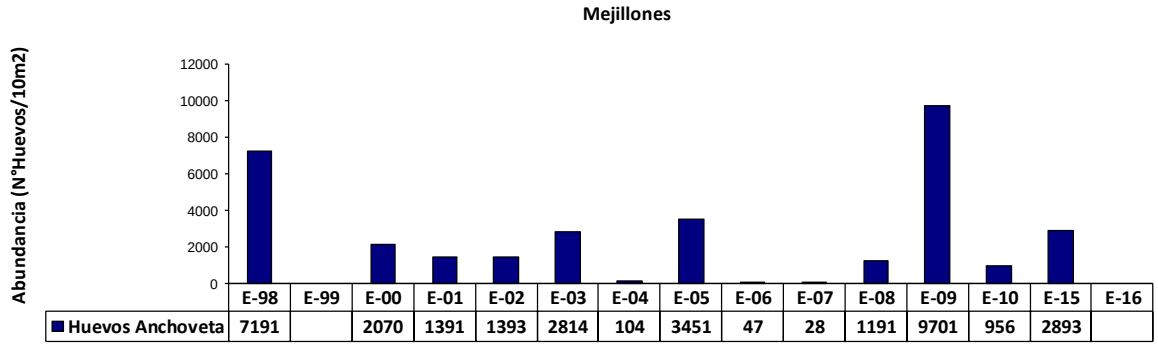
años. Ausencia de larvas de anchoveta para esta localidad, fue reportada en enero de los años 1998, 2003, 2004, 2005 y 2008, registrándose la más alta abundancia en enero de 1999.



	E-98	E-99	E-00	E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	E-09	E-10	E-15	E-16
Huevos Anchoveta		10025	279165	23249	105152	10716	30	31614	1729	2394	12179	145	977	154	1615

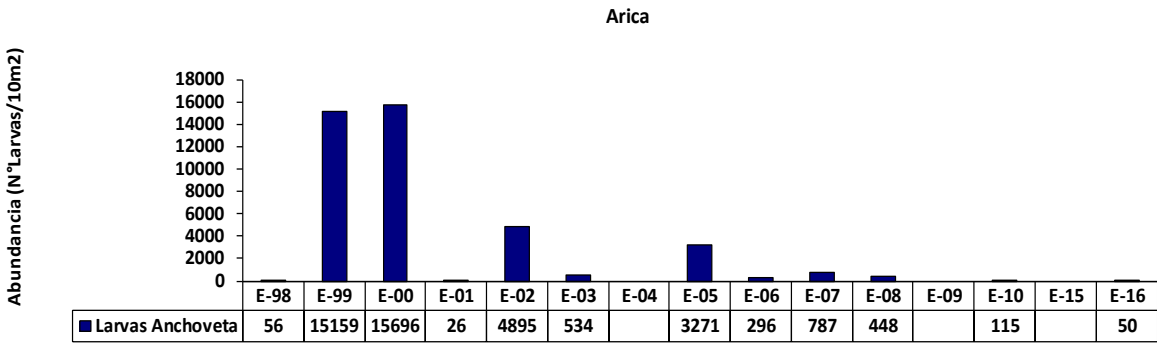


	E-98	E-99	E-00	E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	E-09	E-10	E-15	E-16
Huevos Anchoveta		1372	4660	200	279	9932		137	1569	1946		96	32	321	13323

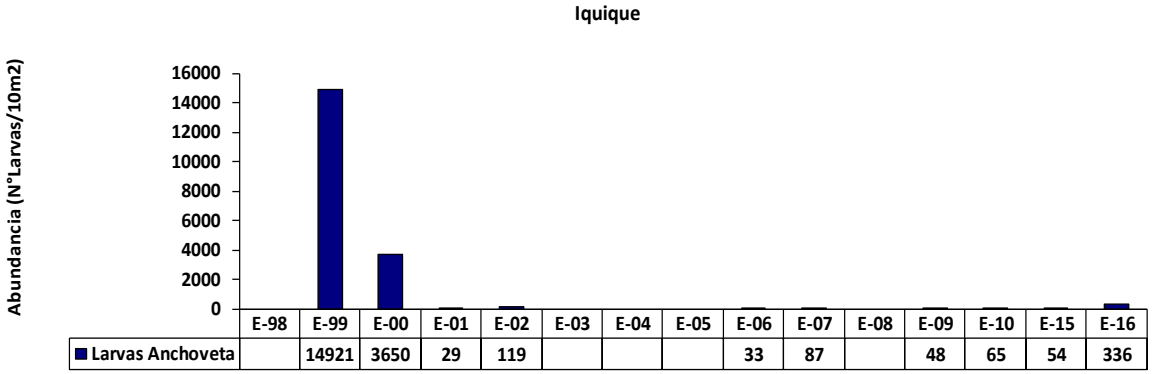


	E-98	E-99	E-00	E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	E-09	E-10	E-15	E-16
Huevos Anchoveta	7191		2070	1391	1393	2814	104	3451	47	28	1191	9701	956	2893	

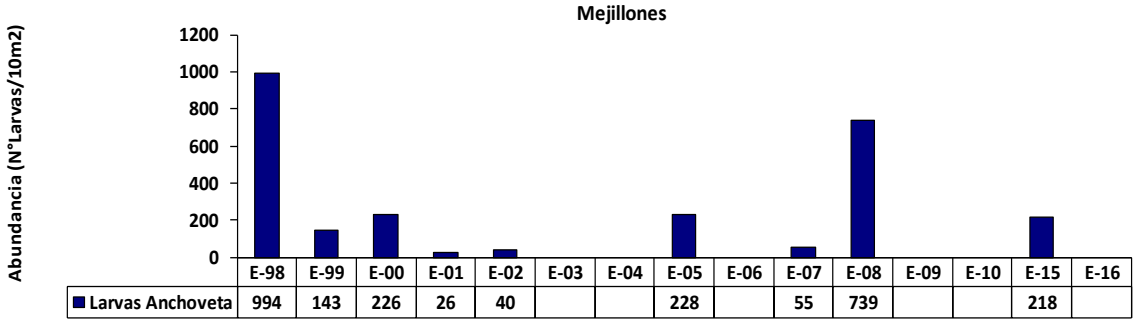
Figura 28. Abundancia de huevos de anchoveta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Serie Enero 1998 - 2016.



	E-98	E-99	E-00	E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	E-09	E-10	E-15	E-16
Larvas Anchoveta	56	15159	15696	26	4895	534		3271	296	787	448		115		50



	E-98	E-99	E-00	E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	E-09	E-10	E-15	E-16
Larvas Anchoveta		14921	3650	29	119				33	87		48	65	54	336



	E-98	E-99	E-00	E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	E-09	E-10	E-15	E-16
Larvas Anchoveta	994	143	226	26	40			228		55	739			218	

Figura 29. Abundancia de larvas de anchoveta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Serie Enero 1998 - 2016.

3. Estimación de la biomasa zooplanctónica

La biomasa zooplanctónica como medida estimativa de la productividad secundaria de la zona de estudio, presentó en enero de 2016, valores comprendidos entre 120 (Arica Est. N° 5, 3mn Transecta norte) y 436 (Arica Est. N° 6, 1mn Transecta norte) ml de zooplancton/1.000 m^3, con un promedio general para la zona igual a 188 (DS = 93,31), cifra 45,3% menor respecto a la obtenida en diciembre de 2015; es importante precisar que durante enero de 2016 dadas las condiciones meteorológicas imperantes en el puerto de Mejillones, fuertes marejadas y cierre de puerto, esta localidad no pudo ser muestreada, por lo tanto este porcentaje debiera ser mucho menor. No obstante lo anterior, predominaron los valores comprendidos en los rangos de densidad categorizados entre 101-300 y 301-900, los que representaron el 83,33% y 16,6%, respectivamente (**Figura 30)**, con una clara tendencia a disminuir hacia el sur de la zona de estudio (**Figura 31**).

Las más altas biomasas promedio se observan frente al puerto de Arica (214), registrándose valores promedio frente a Iquique de 163 ml de zooplancton/1.000 m^3. Con respecto al mes de diciembre de 2015, Arica e Iquique muestran decrementos de 47,5%, 16,4% respectivamente (**Tabla 10**).

Con respecto a la composición específica de las muestras, estas estuvieron constituídas al igual que en diciembre de 2015, principalmente por copépodos y decápodos. Frente al puerto de Iquique y al igual que en meses anteriores, se detectó una importante presencia de pequeños langostinos.

En términos comparativos, las biomasas estimadas frente a los puertos de Arica e Iquique, muestran una situación diferente. Es así, como Arica exhibe con respecto a enero de 2015, un incremento de 15,4%, situándose como el cuarto registro más importante de la serie enero 2002-2016. Por su parte, Iquique presenta un decremento de 32,5%, siendo este el tercer registro más relevante de la serie analizada (**Tabla 11; Figuras 32 y 33**).

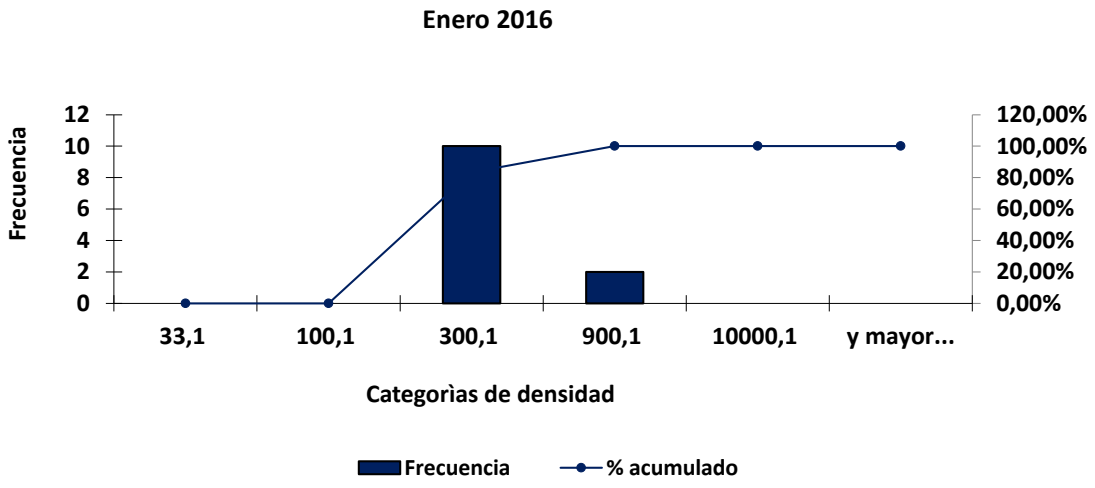


Figura 30. Categorías de densidad de la estimación de la biomasa zooplanctónica para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones - Enero 2016.

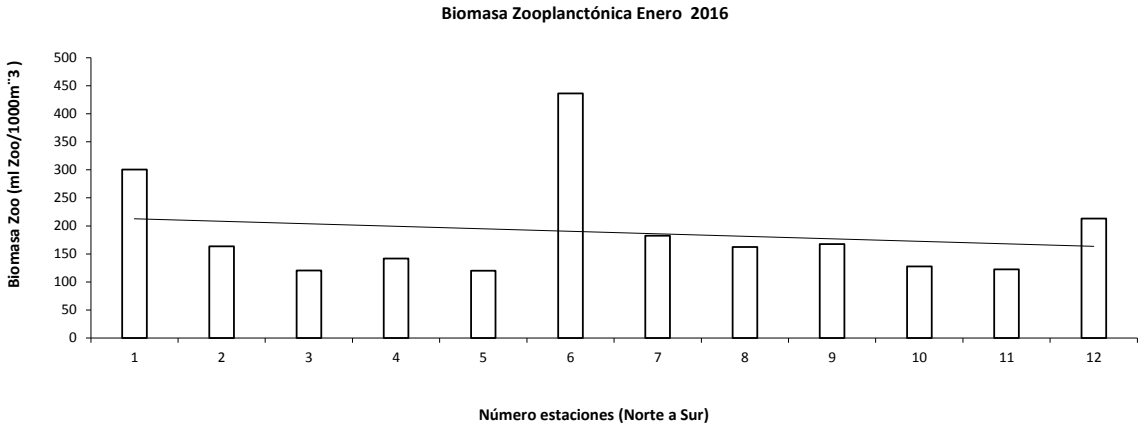


Figura 31. Abundancia y distribución de la biomasa zooplanctónica. Zona Norte - Enero 2016.

Tabla 10. Biomasa promedio y rangos del Zooplancton en los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Serie Enero 2015 – Enero 2016.

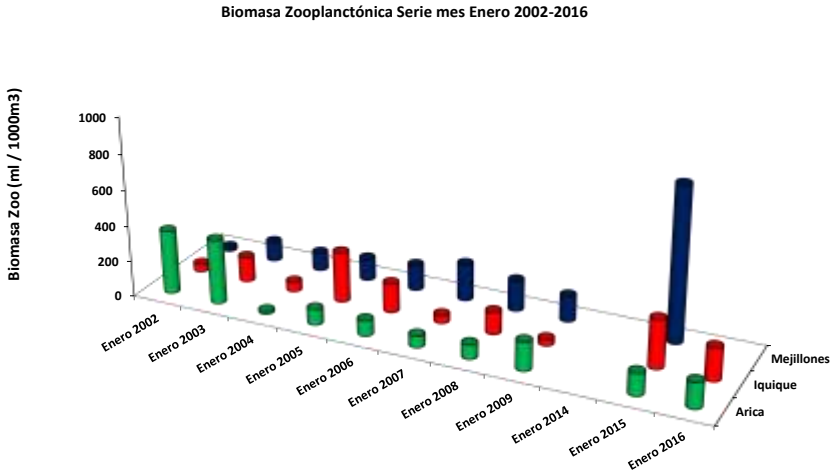
Mes	N	Mínimo	Máximo	Promedio	DS	CV (%)
Enero 2015						
Arica	6	123	463	296	147,91	50
Iquique	6	179	298	227	47,99	21
Mejillones	5	225	860	396	262,19	66
Febrero						
Arica	6	154	806	407	268,75	66
Iquique	6	160	484	260	125,01	48
Mejillones	5	200	816	473	249,22	53
Marzo						
Arica	6	281	921	528	298,39	57
Iquique	6	181	482	308	121,26	39
Mejillones	5	128	500	286	139,20	49
Abril						
Arica	6	45	312	191	91,13	48
Iquique	8	207	676	358	166,47	46
Mejillones	5	180	695	412	227,16	55
Mayo						
Arica	6	174	595	312	160,04	51
Iquique	6	145	426	220	108,60	49
Mejillones	5	190	836	465	266,92	57
Junio						
Arica	6	79	413	230	146,56	64
Iquique	6	337	705	454	135,89	30
Mejillones	5	253	971	501	298,72	60
Julio						
Arica	6	142	382	242	88,30	36
Iquique	6	175	423	248	91,39	37
Mejillones	5	197	557	320	144.67	45

Continuación Tabla 10.

Mes	N	Mínimo	Máximo	Promedio	DS	CV(%)
Agosto						
Arica	6	241	574	413	139,27	34
Iquique	6	212	344	271	49,63	18
Mejillones	5	156	453	304	136,83	45
Septiembre						
Arica	6	140	562	242	161,04	66
Iquique	6	255	377	301	47,42	16
Mejillones	5	298	926	584	271,44	46
Octubre						
Arica	6	127	551	375	182,05	49
Iquique	6	199	981	358	307,43	86
Mejillones	5	440	1702	952	484,86	51

Tabla 11. Biomasa zooplanctónica promedio por puerto para la serie Enero 2002 - 2016.

Biomasa Zoo	Arica	Iquique	Mejillones	Promedio
Enero 2002	356	44	24	141
Enero 2003	360	141	110	204
Enero 2004	16	54	101	57
Enero 2005	87	281	124	164
Enero 2006	87	163	143	131
Enero 2007	64	45	206	105
Enero 2008	80	124	170	125
Enero 2009	159	34	143	112
Enero 2015	123	271	860	418
Enero 2016	**142**	**183**		**163**



	Enero 2002	Enero 2003	Enero 2004	Enero 2005	Enero 2006	Enero 2007	Enero 2008	Enero 2009	Enero 2014	Enero 2015	Enero 2016
Arica	356	360	16	87	87	64	80	159		123	142
Iquique	44	141	54	281	163	45	124	34		271	183
Mejillones	24	110	101	124	143	206	170	143		860	

Figura 32. Biomasa zooplanctónica frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones para la serie Enero 2002 - 2016.

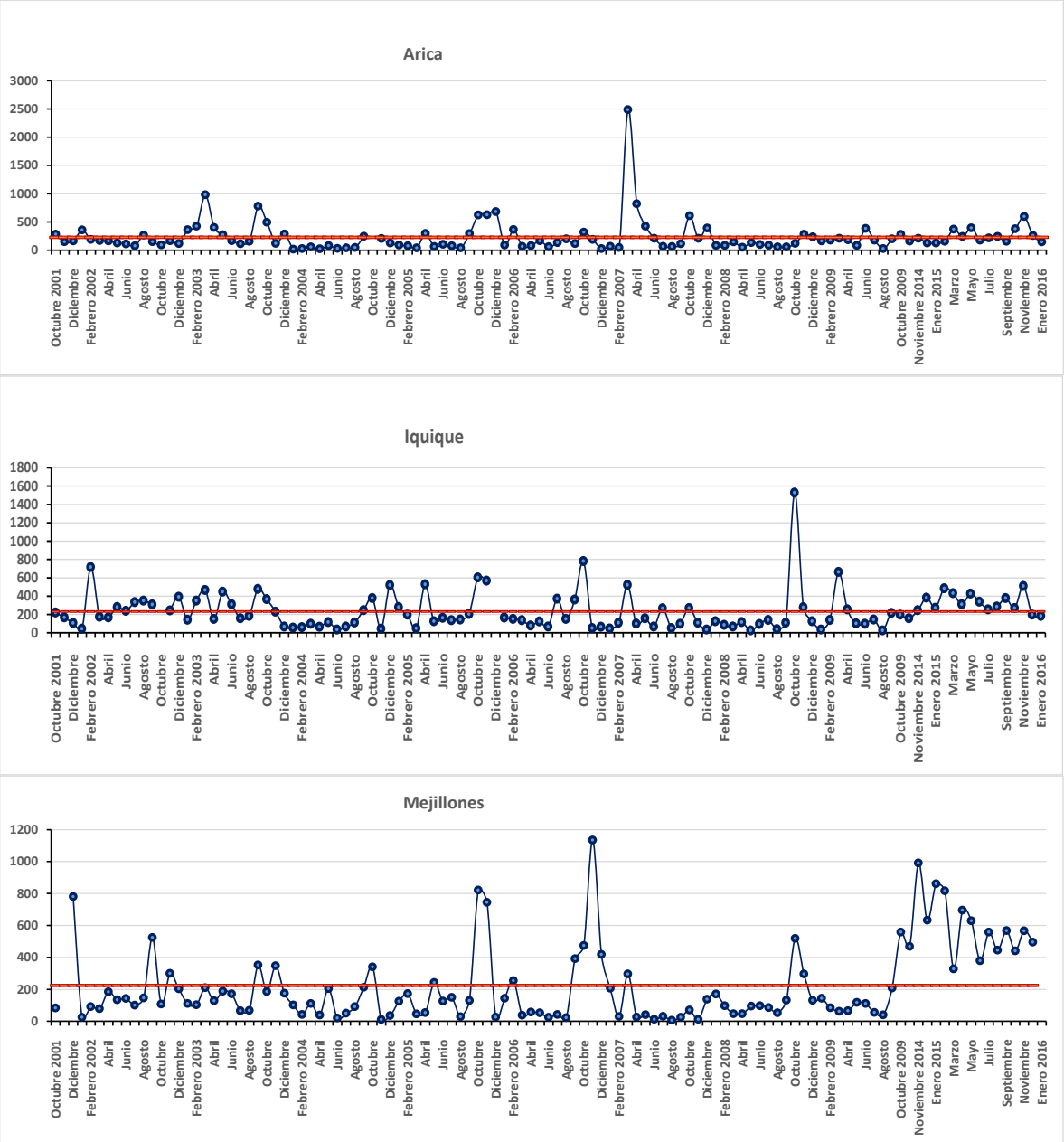


Figura 33. Biomasa zooplanctónica frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones para la serie Octubre 2001 – Enero 2016 (línea roja promedio del período).

CONCLUSIONES

Durante enero de 2016, las variables oceanográficas revelaron el dominio del **ASS** tanto en Arica como en Iquique, la cual ingresó desde la región oceánica hasta las 3 mn de la costa, y se extendió hasta los 50 m de profundidad en la componente vertical. No obstante, el Transporte de Ekman (TEk) en el periodo entre el 8 y 15 de enero, indicó la ocurrencia de surgencia en Arica e Iquique, con valores que revelan procesos de alta intensidad (>1.000 m^3/s/km). La influencia de dichos eventos, dados los valores de densidad, salinidad y oxígeno, fue más evidente en Iquique, aunque muy restringida a 1 mn de la costa.

Esta condición pudo ser la responsable de los valores de biomasa fitoplanctónica registrados, los cuales fueron menores que en Arica, donde probablemente una condición de mayor estabilidad resultó en un mayor crecimiento y proliferación de este grupo. Sin embargo, dada la magnitud de la máxima concentración (> 100 µg Cl-a/L), probablemente se trató de una discoloración o marea roja generada por dinoflagelados, los cuales se ven favorecidos en un escenario cálido, de baja turbulencia y baja concentración de nutrientes.

En términos comparativos, las biomasas zooplanctónicas estimadas frente a los puertos de Arica e Iquique, muestran una situación diferente. Es así, como Arica exhibe con respecto a enero de 2015, un incremento de 15,4%, situándose como el cuarto registro más importante de la serie enero 2002-2016. Por su parte, Iquique presenta un decremento de 32,5%, siendo este el tercer registro más relevante de la serie analizada. Esta información de la estimación de la producción secundaria, señala que durante la semana de muestreo la condición de alimento en el plancton no resulta ser una limitante para la anchoveta, y concuerda con las condiciones ambientales imperantes durante el mes.

En enero de 2016, la distribución geográfica de los huevos de anchoveta en el área de estudio, señala que estos se localizaron en todas transectas y longitudinalmente exhibieron una cobertura máxima (5 mn). No obstante, la amplia cobertura espacial del desove, éstos se concentraron en la línea de estaciones de 1 mn (74%), presentando las abundancias una clara tendencia incremental hacia el sur de la zona prospectada.

Se verificó la presencia de 29.927 huevos y 1.011 larvas, señalando una situación característica de actividad reproductiva a lo largo de la extensión latitudinal comprendida entre Arica e Iquique (20°12´S).

La abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta obtenida en enero de 2016, respecto a la reportada en diciembre de 2015, muestra que la 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 anterior, un porcentaje de cambio de 180%, siendo éste, el quinto registro cuantitativamente más importante de la serie analizada. Por su parte el estadio de larva muestra una disminución de -50% con respecto al mes de diciembre de 2015, constituyéndose en el quinto registro mas bajo de la serie octubre 2014 - enero 2016.

Las densidades promedio por estaciones positivas, utilizadas como un índice de la intensidad y/o concentración del desove, muestran con respecto al mes de diciembre de 2015, un incremento importante en el estadio de huevos de 147,4%, presentando las larvas una disminución de 54,7%.

Los resultados expresados en la serie octubre 2014 - enero 2016, reflejan que el periodo de desove ha sido permanente durante el año 2015 e inicios del 2016, con una menor intensidad en el mes de abril, para incrementarse progresivamente desde agosto hasta diciembre del presente año.

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.

Böhm, M.G., 2015. Boletín Semanal N° 50 (XV, I, II, III, IV Regiones) 07 al 13 de diciembre 2015. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Pelágicas Zona Norte - IFOP. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT/ Diciembre 2015.

Braun, M., J. Castillo, J. L. Blanco, S. Lillo y H. Reyes. 1995. Monitoreo hdroacústico y oceanográficodelos recursos pelágicos de la I y II Regiones. Informe Final.

Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 172 pp + Tablas, Figuras y Anexos.

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.

Braun, M., H. Reyes, E. Pizarro, J. Castillo, J. Saavedra, V. Catasti y V. Valenzuela. 2005b. Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas entre la I y IV Regiones, año 2004. Informe Final, FIP 2004-01, Fondo de Investigación Pesquera. 300 pp + 46 Tablas, 135 Figuras y 3 Anexos.

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.

Díaz, E. 2015. Monitoreo Reproductivo SEMANA N° 33 (XV, I, II REGIONES) (10 al 16 agosto 2015) Convenio de Desempeño 2015 Programa de Seguimiento de las Pesquerías Pelágicas Zona Norte SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Agosto 2015.

Díaz, E. 2015. Monitoreo Reproductivo SEMANA N° 40 (XV, I, II REGIONES) (28 septiembre al 04 de octubre 2015) Convenio de Desempeño 2015 Programa de Seguimiento de las Pesquerías Pelágicas Zona Norte SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT

/ Octubre 2015.

Díaz, E. 2015. Monitoreo Reproductivo SEMANA N° 42 (XV, I, II REGIONES) (12 al 18 octubre 2015) Convenio de Desempeño 2015 Programa de Seguimiento de las Pesquerías Pelágicas Zona Norte SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Octubre 2015.

Díaz, E. 2015. Monitoreo Reproductivo SEMANA N° 46 (XV, I, II REGIONES) (09 al 15 noviembre 2015) Convenio de Desempeño 2015 Programa de Seguimiento de las Pesquerías Pelágicas Zona Norte SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Noviembre 2015.

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. Univiversidad 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 NMFS 80.

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.

Parsons, T.T., Y. Maita y C. Lalli. 1984. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergoamon Press 173 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 (18°-40°S). *Geophysical Research Letters.* 32: L23604, doi:10.1029/2005GL023946.