COD: 16.IN-08.17.17

REPORTE N° 20

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

JUNIO – 2016

REPORTE N° 20

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

• Junio 2016 •

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

Reporte N° 20

RESUMEN EJECUTIVO

Metodológicamente, se realizó el muestreo bio-oceanográfico entre el 16 y el 20 de mayo de 2016 a bordo de las lanchas de servicio de Corpesca S.A. “Sandra IV” “Lloica” y “Tucán II” para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones, respectivamente. 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 oceanográficos y biológico-pesqueros; y posteriormente, procesar y analizar la información para determinar y evaluar las condiciones bio-oceanográficas correspondientes al mes de mayo de 2016 en la zona norte del país.

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

Las concentraciones de oxígeno disuelto durante mayo de 2016, sugieren la presencia de aguas del tipo Ecuatorial Subsuperficial (**AESS**) asociadas a la ocurrencia de procesos de surgencia costeros, los cuales habrían influenciado la columna de agua, al menos hasta los 10 m de profundidad, especialmente a 1 mn de la costa. En relación a esto, los valores del Transporte de Ekman (TEk) indicaron procesos activos en las tres localidades. En Arica se registraron las intensidades más bajas, con un predominio de valores cercanos los 600 m^3/s/km y máximas intensidades entre las 17:00 y las 20:00 horas. En Iquique, los máximos superaron los 1.500 m^3/s/km y se observaron entre las 18:00 y 22:00 horas. En Antofagasta igual que en Arica, el TEk se mantuvo más constante durante el periodo analizado, predominando intensidades cercanas a 1.000 m^3/s/km y con máximas que superaron levemente este valor.

La influencia de estos eventos también se visualizó en los valores de biomasa fitoplanctónica, los cuales se incrementaron notoriamente respecto de abril. Esta condición se observó especialmente en Iquique, donde las concentraciones superaron los 50,0 µg Cl-a/L. Respecto del mes anterior, los eventos de surgencia durante el periodo analizado, evidenciaron una menor intensidad, lo cual pudo favorecer el crecimiento del fitoplancton y, por lo tanto, el aumento en su biomasa. Este escenario permite señalar que el sistema se encontró dentro de una condición normal.

Las más altas biomasas promedio de zooplancton, se observan frente al puerto de Arica (423), exhibiendo Iquique y Mejillones valores promedio de 197 y 225 ml de zooplancton/1.000 m^3, respectivamente. Con respecto al mes de abril de 2016, las tres localidades muestran incrementos de 68,5%, 37,8% y 4,7% respectivamente. En relación a la composición específica de las muestras, estas estuvieron constituidas principalmente por copépodos y decápodos y en menor cantidad el grupo de los quetognatos. Frente a los puertos de Arica y Mejillones, y como ha ocurrido en los meses anteriores, se verifica la presencia de pequeños langostinos.

En términos comparativos, las biomasas estimadas frente a las tres localidades estudiadas, muestran una situación distinta en sus valores de producción secundaria. Es así, como Arica, exhibe un incremento de 58%, mientras que los puertos de Iquique y Mejillones disminuyen con respecto al mes de mayo de 2015, en 52,3% y 70,1%, respectivamente.

Con respecto a la componente ictioplanctónica, se verificó la presencia de 33.336 huevos y 2.342 larvas, señalando una situación característica de actividad reproductiva. De acuerdo a lo señalado por los estadios tempranos de anchoveta, estos se localizaron mayoritariamente frente al puerto de Arica con una clara tendencia a disminuir hacia la zona sur de operación de la flota industrial, distribuyéndose a lo largo de la extensión latitudinal comprendida entre Arica y Punta Angamos (23°01´S).

La abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta obtenida en mayo de 2016, respecto a la reportada en el mes de abril, muestra que la abundancia de esta especie analizada en términos de la densidad promedio por estaciones totales, presentan la misma situación con respecto al mes anterior, exhibiendo porcentajes de cambio de 32,4% y 1871% para los estadios de huevos y larvas, respectivamente.

Las densidades promedio por estaciones positivas, utilizadas como un índice de la intensidad y/o concentración del desove, muestran con respecto al mes de abril, para el estadio de huevos una disminución de 24,3%, mientras que las fases larvarias se incrementan en un 98,3%.

Los resultados expresados en la serie octubre 2014 - mayo 2016, reflejan que la postura ha sido permanente durante el año 2015 e inicios del 2016, con una menor intensidad en el mes de marzo, para incrementarse nuevamente durante abril y mayo de 2016.

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 16 y el 20 de mayo de 2016 frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones.

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 mayo 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 las lanchas de servicio de Corpesca S.A. “Sandra IV” “Lloica” y “Tucán II” para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones, respectivamente. 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 mayo de 2016.

Número de Transectas	N° Estaciones	Duración en días	Rango latitudinal	Fecha Inicio y Término
6	17	5	18°25’ – 23°04’ LS	16 al 20 Mayo 2016

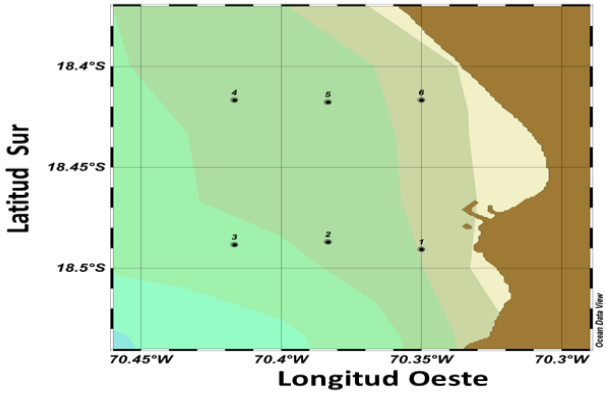


Figura 1. Área de estudio y localización de las estaciones de muestreo en Arica.

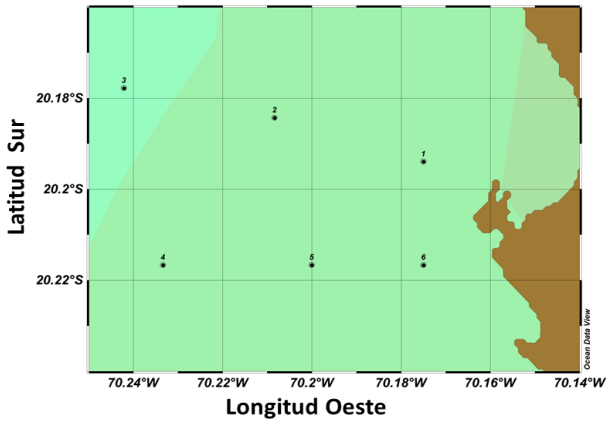


Figura 2. Área de estudio y localización de las estaciones de muestreo en Iquique.

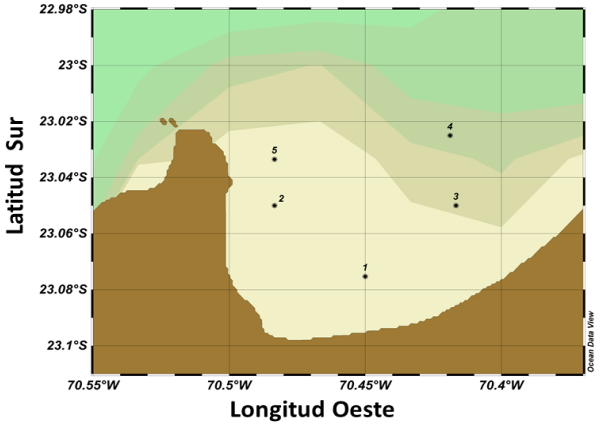


Figura 3. Área de estudio y localización de las estaciones de muestreo en Mejillones.

Recolección de muestras y registro de datos

En cada estación y para las localidades de Arica, Iquique y Mejillones, (**Figuras 1, 2 y 3**) 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 del contenido de oxígeno disuelto y 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 36 m (mínima: 14 m; máxima 40 m), hasta la superficie, o desde 5 m sobre el fondo, en el caso de registros batimétricos menores a la profundidad límite de muestreo, con velocidades de calado e izado de la red iguales a 0,8 m/s y a 0,6 m/s, respectivamente.

La verticalidad del cable se trató de mantener mediante un lastre depresor de aproximadamente 10 kilógramos. El ángulo del cable con respecto a la vertical, se controló mediante un clinómetro manual, inmediantamente antes del izado de la red, después de un período de estabilización de 1 minuto a máxima profundidad. En mayo de 2016, el ángulo fluctuó entre 0 y 27° con una media igual a 10°.

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 - Mayo 2016 -Otoño

N°	FECHA			HORA		LAT		LONG		CALADO	VIRAD		CABLE		TSK	FACTO	N° HUEVOS Anch	N° LARVAS Anch	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	5	16	10	0	18	29	70	21	0	23	0	39	20	0	145	69,35	363	6	659
2	2016	5	16	10	21	18	29	70	23	0	47	1	58	40	8	352	56,30	5	0	320
3	2016	5	16	11	6	18	29	70	25	0	51	1	33	40	16	390	49,69	2	0	271
4	2016	5	16	11	57	10	24	70	25	0	54	1	8	40	0	368	55,00	9	0	275
5	2016	5	16	12	45	18	24	70	23	0	55	1	19	40	3	331	60,82	40	1	335
6	2016	5	16	13	45	18	24	70	21	0	21	0	37	15	15	145	50,29	68	14	677
7	2016	5	17	10	46	20	11	70	10	0	43	1	18	40	0	348	57,99	6	4	203
8	2016	5	17	11	35	20	11	70	12	0	44	1	37	40	17	309	62,03	4	7	89
9	2016	5	17	12	39	20	11	70	14	0	44	1	15	40	14	359	54,61	0	0	120
10	2016	5	17	13	26	20	13	70	14	0	58	1	21	40	27	331	54,24	0	0	297
11	2016	5	17	14	25	20	13	70	12	0	43	1	42	40	8	390	51,09	0	0	232
12	2016	5	17	15	14	20	13	70	10	0	51	1	18	40	10	331	59,99	0	0	244
13	2016	5	20	10	12	23	4,5	70	27	0	43	1	2	40	21	364	51,97	2	1	188
14	2016	5	20	10	35	23	3	70	29	0	34	1	49	30	4	278	53,62	5	2	206
15	2016	5	20	11	33	23	3	70	31	0	43	1	39	40	8	333	59,68	4	1	211
16	2016	5	20	12	12	22	58	70	26	0	51	1	49	40	7	346	57,49	3	1	188
17	2016	5	20	12	59	23	2	70	24	0	42	1	53	40	15	355	54,52	1	**4**	332

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 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

Durante el mes de mayo se mantienen las condiciones típicas del fin de un evento "El Niño" en la zona norte y el rápido tránsito a una condición de "La Niña" con temperaturas ahora normales para esta época del año, asociadas a salinidades menores de 35,0 ups. Sin embargo, se observa a fines de mes, que la situación es diferente al inicio de este, con una menor extensión de aguas cálidas en la zona exterior y con extensas áreas de aguas de características sub-antárticas, desde Iquique al sur, donde se observan ahora temperaturas menores de 18°C, asociadas a salinidades de 34,8 ups (**Figuras 4 y 5)**.

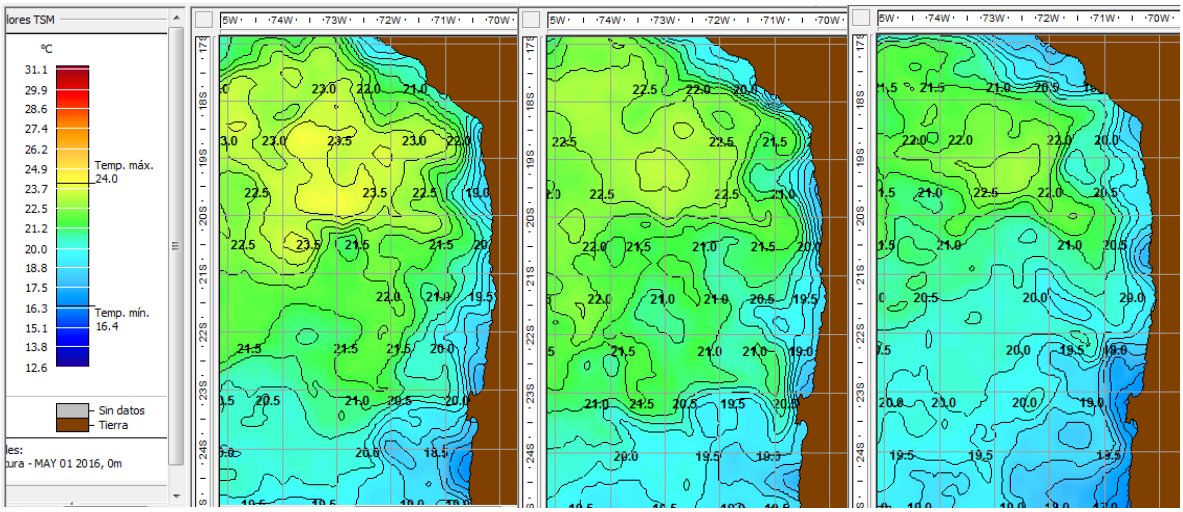


Figura 4. Evolución de la **TSM** durante mayo de 2016. Días 1, 16 y 30 de mayo. Fuente: Programa SeaStar de Geoeye USA.

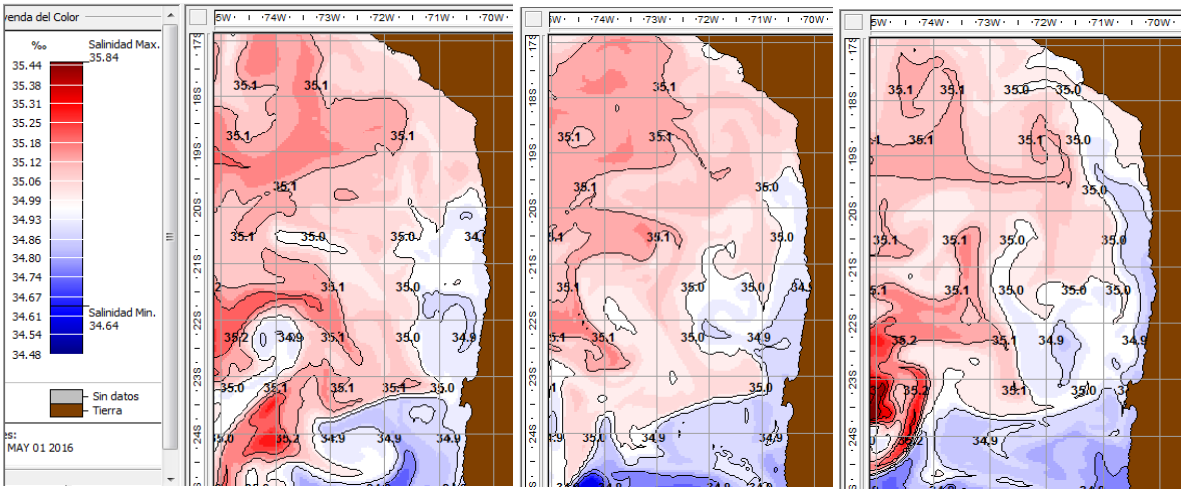


Figura 5. Evolución de la Salinidad durante mayo 2016. Días 1, 16 y 30 de mayo. Fuente: Programa SeaStar de Geoeye USA.

Respecto a la altura dinámica del mar (SSH) esta variable también muestra un cambio entre la primera y la última semana del mes donde se observan ahora áreas con anomalías positivas que cubren una amplia extensión desde Tocopilla al sur y en especial un foco frente a Arica que se extiende hasta Tocopilla (**Figura 6**).

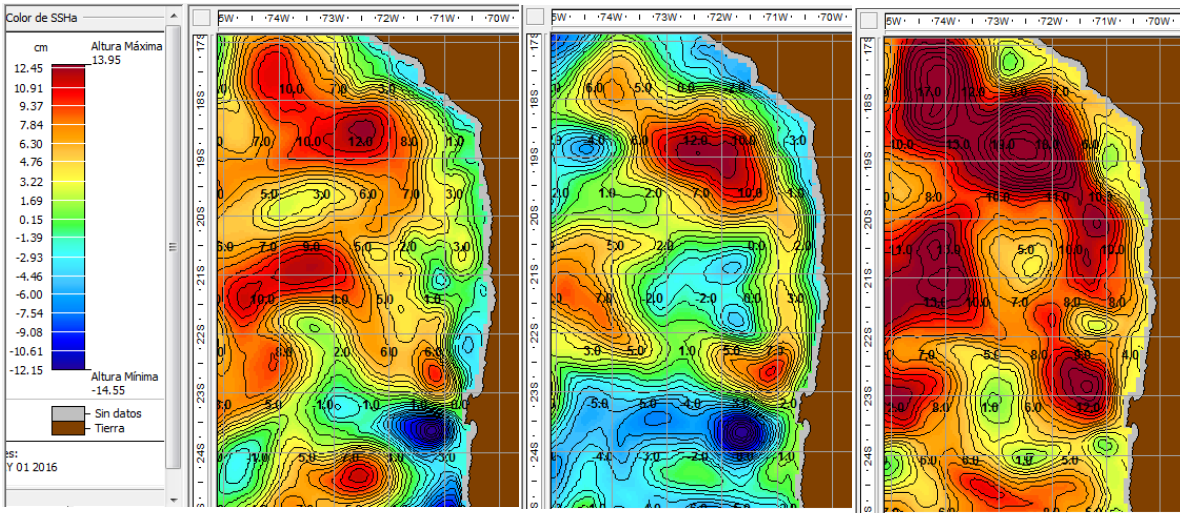


Figura 6. Evolución de la altura dinámica durante mayo 2016. Días 1, 16 y 30 de mayo. Fuente: Programa SeaStar de Geoeye USA.

Respecto a la clorofila ***a,*** durante mayo se observa una intensificación del área asociada a valores altos de clorofila, frente a Iquique, los que se extienden bastante más afuera de la zona inmediata a la costa en la región de Mejillones, con valores que en la zona de Arica alcanzan valores mayores a 10 ug CL-a/L (**Figura 7**).

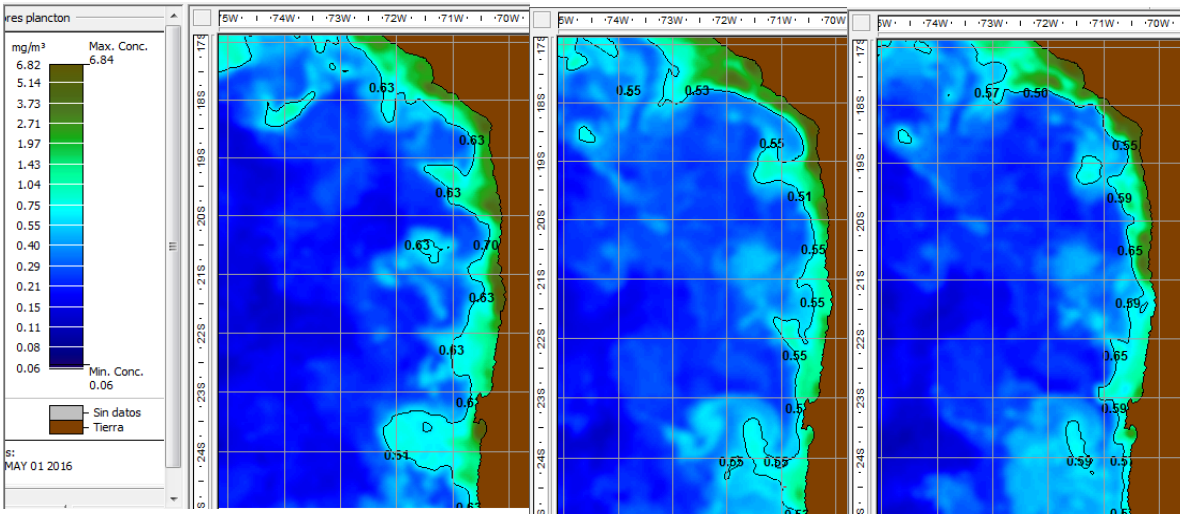


Figura 7. Evolución de la Clorofila a durante mayo 2016. Días 1, 16 y 30 de mayo. Fuente: Programa SeaStar de Geoeye USA.

2. Distribución de la concentración de oxígeno disuelto y biomasa fitoplanctónica

Arica

El oxígeno disuelto fluctuó entre 0,4 y 6,9 mL/L (**Tabla 2**). La distribución superficial mostró las menores concentraciones en la zona costera (1 mn) donde se registró un mínimo superficial de 5,2 mL O_2/L. Hacia las estaciones más alejadas de la costa el oxígeno disuelto aumentó hasta 6,6 mL O_2/L, valor detectado a 5 mn en el sector norte (**Figura 8; Tabla 3**).

La distribución vertical en el sector norte, mostró el ascenso de las oxilíneas en la costa (1 mn), dando lugar a una columna de agua de baja concentración de oxigeno (< 4,0 mL O_2/L). Desde las tres millas se detectó una capa bien oxigenada (> 4,0 mL O_2/L) muy somera (0-5 m), la cual se profundizó levemente hacia la región más oceánica, alcanzando cerca de los 10 m de profundidad. En el sector sur la capa bien oxigenada (> 4,0 mL O_2/L) se detectó hasta los 10 m de profundidad en la costa (1 mn), haciéndose más somera costa afuera. En ambas secciones, el límite superior de la **ZMO** se localizó cerca de los 20 m de profundidad, dando lugar a una columna de agua donde predominaron concentraciones de oxígeno iguales o menores a 0,5 mL O_2/L (**Figura 9**).

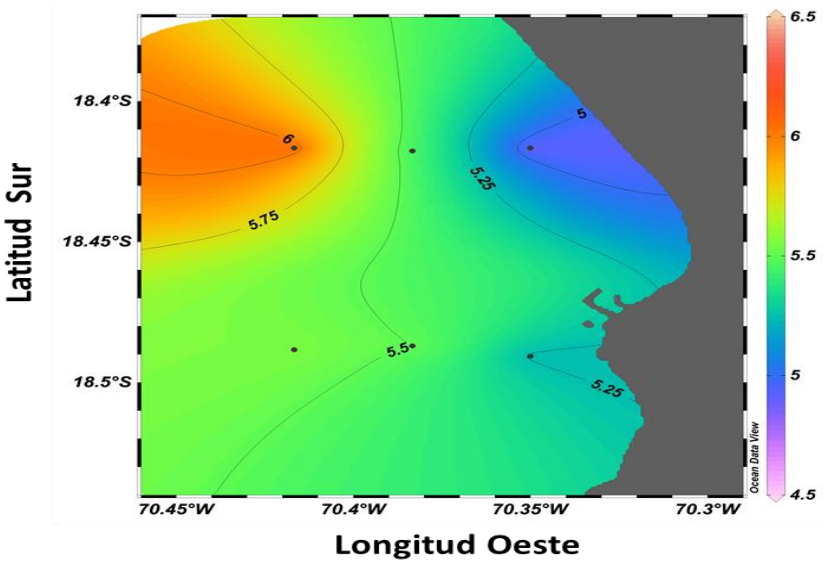


Figura 8. Distribución superficial de oxígeno disuelto (mL/L) en Arica durante mayo de 2016.

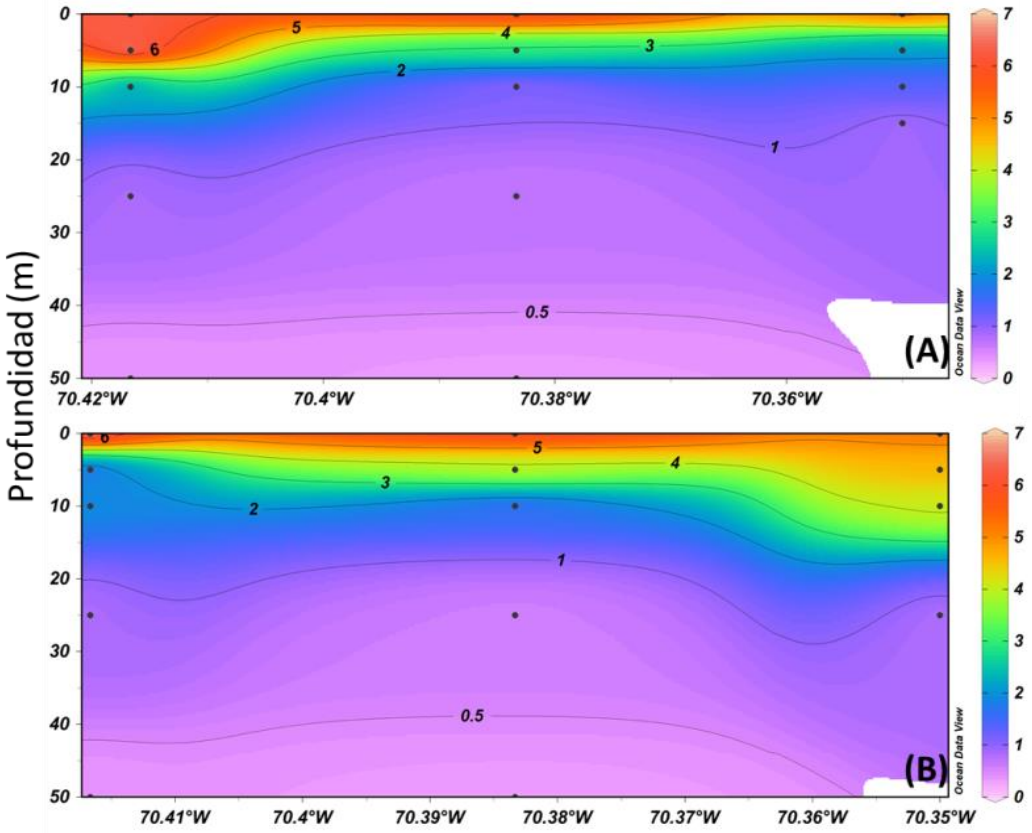


Figura 9. Secciones verticales de oxígeno disuelto (mL/L) en Arica durante mayo de 2016. A: transecta norte, B: transecta sur.

La biomasa fitoplanctónica presentó valores extremos de 0,3 y 44,4 µg Cl-a/L, con un promedio para el área de 12,2 ± 15,6 µg Cl-a/L (**Tabla 2**). Muy concordante con la distribución del oxígeno disuelto, en superficie se registró un foco de bajos valores (< 25,0 µg Cl-a/L) en el sector sur, entre 1 mn y 3 mn (**Tabla 3**). Hacia el norte y hacia la región más alejada de la costa, las biomasas aumentaron, alcanzando un máximo superficial de 43,9 µg Cl-a/L a 5 mn (**Figura 10**). En la componente vertical, la sección del norte mostró un estrato muy somero (0-5 m) de altas biomasas (>10,0 µg Cl-a/L), con una leve tendencia a profundizarse hacia las 5 mn, y desde los 10 m hacia los estratos más profundos, los valores descendieron de 5,0 µg Cl-a/L. La sección del sur mostró la presencia del máximo registrado (44,4 µg Cl-a/L) a 5 m de profundidad y restringido a 1 mn de la costa, registrándose valores iguales a 15,0 µg Cl-a/L hasta los 30 m. Desde las 3 mn costa afuera, las mayores biomasas (>10 µg Cl-a/L) se encontraron restringidas a los primeros 5 m de profundidad, dando lugar a una columna de agua dominada por valores

iguales o inferiores a 5,0 µg Cl-a/L. A las 5 mn y a los 25 m de profundidad se observó un foco de 21,7 µg Cl-a/L, el cual puede ser el resultado de la presencia de alguna forma flagelada, como ha ocurrido en otras ocasiones en Iquique (**Figura 11**).

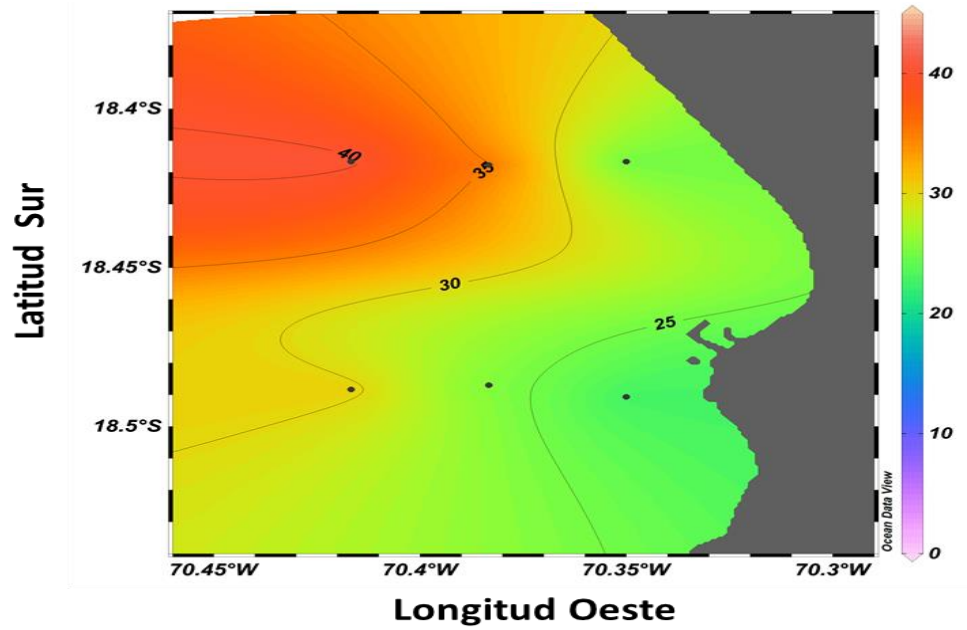


Figura 10. Distribución superficial de la biomasa fitoplanctónica (µg Cl-a/L) en Arica durante mayo de 2016.

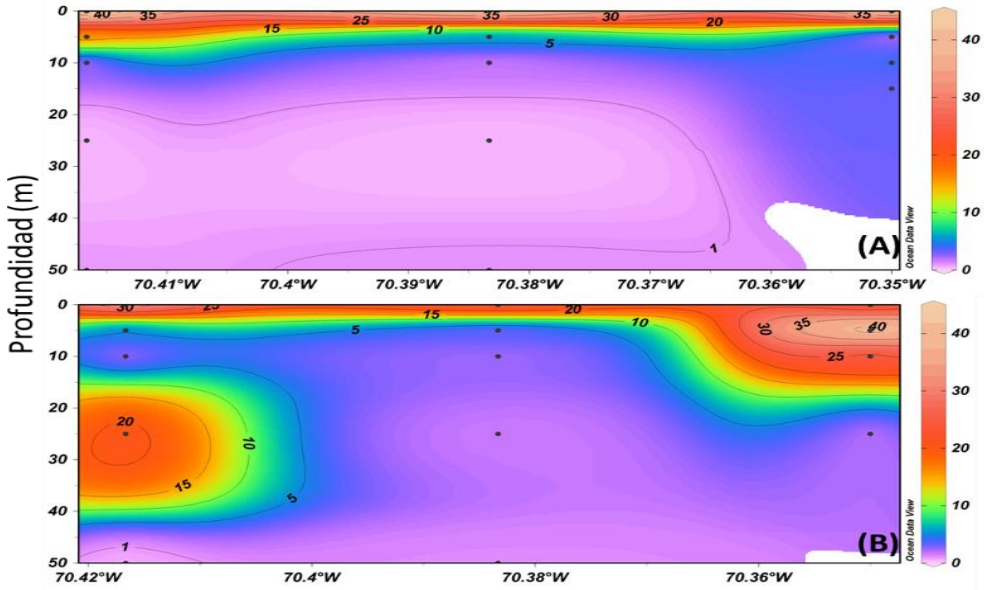


Figura 11. Secciones verticales de biomasa fitoplanctónica (µg Cl-a/L) en Arica durante mayo de 2016. A: transecta norte, B: transecta sur.

Tabla 2. Estadisticos básicos de la concentración de clorofila a (**µg/L**), feopigmentos (**µg/L**) y contenido de oxígeno disuelto (**mL/L**) de la columna de agua frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones durante mayo de 2016.

Global	Cloa (µg/L)	Feop (µg/L)	O_2(mL/L)
Mínimo	0,19	0,54	0,35
Máximo	78,78	13,10	6,91
Promedio	12,97	4,07	2,73
Desvest	15,14	2,91	1,86
Arica	**Cloa (µg/L)**	**Feop (µg/L)**	**O_2(mL/L)**
Mínimo	0,29	0,72	0,36
Máximo	44,42	12,75	6,91
Promedio	12,22	4,76	3,04
Desvest	15,57	3,68	2,46
Iquique	**Cloa (µg/L)**	**Feop (µg/L)**	**O_2(mL/L)**
Mínimo	0,19	0,94	0,43
Máximo	78,78	13,10	4,89
Promedio	16,17	4,54	2,67
Desvest	17,60	2,85	1,52
Mejillones	**Cloa (µg/L)**	**Feop (µg/L)**	**O_2(mL/L)**
Mínimo	0,39	0,54	0,35
Máximo	38,75	7,57	5,18
Promedio	9,96	3,01	2,96
Desvest	10,65	1,72	1,67

Tabla 3. Valores de clorofila-***a*** (**µg/L**) y feopigmentos (**µg/L**) y oxígeno disuelto (mL/L) por transecta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones durante mayo de 2016.

		ARICA						IQUIQUE						MEJILLONES			
N° Transecta	N° Estación	Z(m)	Cloa (µg/L)	Feop (µg/L)	O_2(mL/L)	N° Transecta	N° Estación	Z(m)	Cloa (µg/L)	Feop (µg/L)	O_2(mL/L)	N° Transecta	N° Estación	Z(m)	Cloa (µg/L)	Feop (µg/L)	O_2(mL/L)
Tr Sur 1mn	1	0	21,56	4,50	5,19	Tr Norte 1mn	1	0	30,63	6,83	3,66	Tr Sur 1mn	1	0	0,39	0,54	4,96
		5	44,42	12,75	4,68			5	23,15	5,84	2,31			5	29,31	5,51	4,39
		10	22,83	7,85	4,11			10	16,94	5,98	2,28			10	28,18	5,91	4,29
		25	1,26	4,19	0,72			25	18,63	5,90	1,80			25	2,05	1,91	1,71
Tr Sur 3mn	2	0	24,42	9,56	5,97			50	7,37	4,21	1,17	Tr Sur 3mn	2	40	0,73	2,29	0,98
		5	2,45	1,15	4,13	Tr Norte 3mn	2	0	56,07	13,10	4,71			0	10,24	3,22	4,29
		10	2,16	2,22	1,37			5	26,08	5,94	4,01			5	10,74	2,71	3,28
		25	1,45	2,33	0,55			10	32,65	8,22	3,53			10	12,66	3,38	3,28
		50	1,22	2,80	0,36			25	4,13	3,33	1,19			25	0,83	1,45	1,23
Tr Sur 5mn	3	0	33,06	6,63	6,59			50	2,16	2,13	0,57	Tr Sur 5mn	3	35	0,61	1,81	0,47
		5	4,13	3,61	1,60	Tr Norte 5mn	3	0	14,44	2,90	4,43			0	7,26	3,12	
		10	1,91	2,11	1,98			5	15,04	3,60	4,37			5	9,79	3,53	
		25	21,71	5,93	0,81			10	21,81	4,33	3,87			10	11,37	4,27	
		50	0,47	1,25	0,40			25	0,98	1,72	1,91			25	2,64	1,77	
Tr Norte 5mn	4	0	43,85	9,21	6,28			50	0,39	0,94	0,86	Tr Norte 5mn	4	50	1,23	1,09	
		5	16,64	4,29	6,91	Tr Sur 5mn	4	0	3,03	2,06	4,88			0	16,75	3,46	
		10	1,00	1,60	1,87			5	14,47	4,17	4,18			5	26,43	5,32	
		25	0,29	1,03	0,81			10	5,85	2,80	3,00			10	14,97	4,42	
		50	0,83	0,72	0,39			25	5,29	4,07	0,86			25	2,45	2,13	
Tr Norte 3mn	5	0	40,51	11,46	6,03			50	0,68	1,52	0,72	Tr Norte 3mn	5	50	1,63	1,69	
		5	4,73	3,39	3,00	Tr Sur 3mn	5	0	8,86	2,98	4,69			0	5,33	1,60	5,18
		10	1,24	2,43	0,85			5	14,55	4,42	3,96			5	38,75	7,57	4,51
		25	0,30	1,16	0,68			10	6,56	3,01	3,05			10	11,18	3,37	2,96
		50	1,05	2,04	0,36			25	2,06	2,45	0,73			25	1,70	1,43	2,49
Tr Norte 1mn	6	0	40,94	12,18	5,21			50	0,19	0,95	0,43			50	1,73	1,68	0,35
		5	0,50	1,31	2,16	Tr Sur 1mn	6	0	78,78	11,45	4,89						
		10	4,27	4,16	1,38			5	33,83	7,53	2,94						
		15	3,05	4,35	0,79			10	28,07	6,30	2,53						
								25	4,22	2,68	1,60						
								50	8,15	4,76	0,90						

Iquique

El oxígeno disuelto fluctuó entre 0,4 y 4,9 mL/L. A nivel superficial, la distribución se caracterizó por exhibir un foco de bajos valores (< 4,0 mL O_2/L) a 1 mn en el sector norte del área. Hacia la zona más alejada de la costa y hacia el sur, las concentraciones aumentaron, registrándose el máximo (4,9 mL O_2/L) a 5 mn de la costa (**Figura 12**). En ambos sectores, las secciones verticales mostraron un ascenso de agua subsuperficial en la costa (1mn), el que habría sido más intenso en el sector norte, donde se registró el foco de mínima superficial. El estrato oxigenado (>4,0 mL O_2/L) que se extendió entre la superficie y los 5 m de profundidad, se localizó en el norte desde las 3 mn costa afuera, mientras que en el sector sur se extendió entre la costa y las 5 mn. Desde los 10 m y hacia los estratos más profundos los valores descendieron de 3,0 mL O_2/L. El límite superior de la ZMO se localizó en el norte cerca de los 40 m de profundidad, y en la transecta del sur ascendió desde los 45 m en la costa, hasta cerca de los 20 m en las estaciones ubicadas a 3 mn y 5 mn (**Figura 13**).

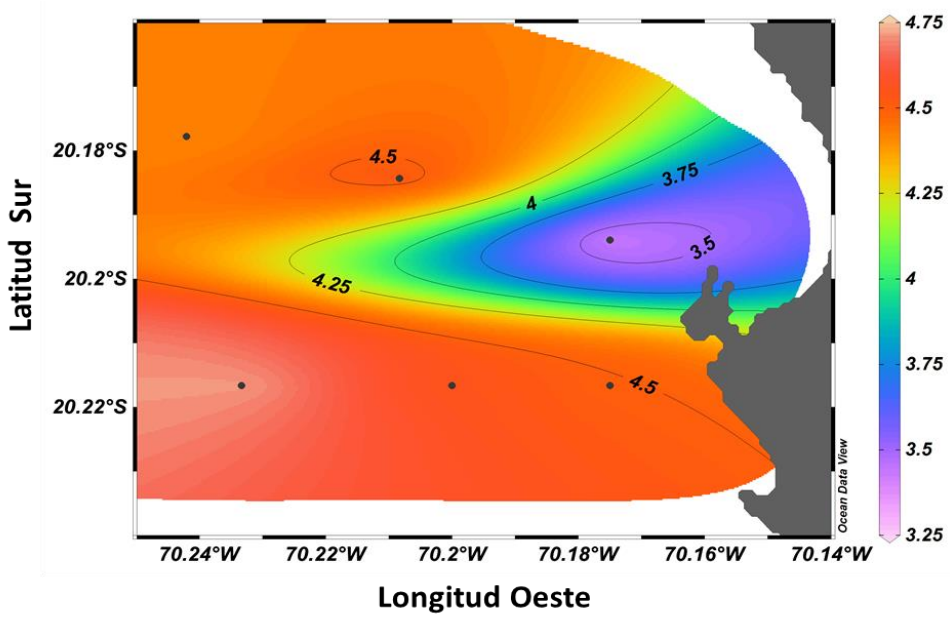


Figura 12. Distribución superficial de oxígeno disuelto (mL/L) en Iquique durante mayo de 2016.

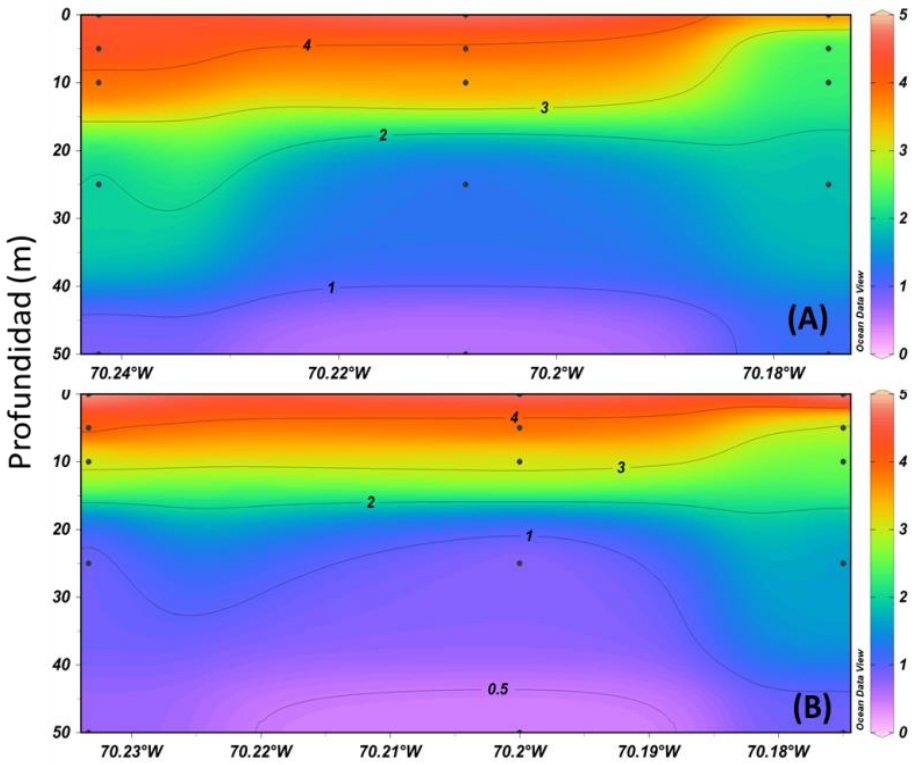


Figura 13. Secciones verticales de oxígeno disuelto (mL/L) en Iquique durante mayo de 2016. A: transecta norte, B: transecta sur.

La biomasa fitoplanctónica presentó valores que fluctuaron entre un mínimo de 0,2 µg Cl-a/L y un máximo de 78,8 µg Cl-a/L, con un promedio para el área de 16,2 ± 17,6 µg Cl-a/L.

La máxima concentración (78,8 µg Cl-a/L) se registró a nivel superficial, en la forma de un foco localizado a 1 mn en el sector sur, generándose un gradiente de disminución costa afuera que alcanzó los 3,0 µg Cl-a/L a 5 mn. Un segundo foco de 56,1 µg Cl-a/L se observó a 3 mn de la costa en el norte, sector donde las biomasas se mantuvieron con valores superiores a 10 µg Cl-a/L (**Figura 14**). En la componente vertical, la sección del norte mostró la presencia del foco de altos valores (> 30,0 µg Cl-a/L) restringido a las 3 mn y a los primeros 5 m de profundidad. Hacia la costa y hacia las 5 mn, las biomasas disminuyeron, pero se mantuvieron sobre los 20,0 µg Cl-a/L hasta los 15 m de profundidad. Hacia los estratos más profundos predominaron concentraciones cercanas a 5,0 µg Cl-a/L. En el sur, la distribución vertical se caracterizó por la presencia del foco de máxima (78,8 µg Cl-a/L) muy restringido a la costa (1 mn), donde biomasas de 15,0 µg Cl-a/L se observaron hasta los 15 m de profundidad. Entre 3 mn y 5 mn el estrato superficial (0-10 m) presento valores cercanos a 10,0 µg Cl-a/L, y hacia mayores profundidades predominaron biomasas cercanas a 5,0 µg Cl-a/L (**Figura 15**).

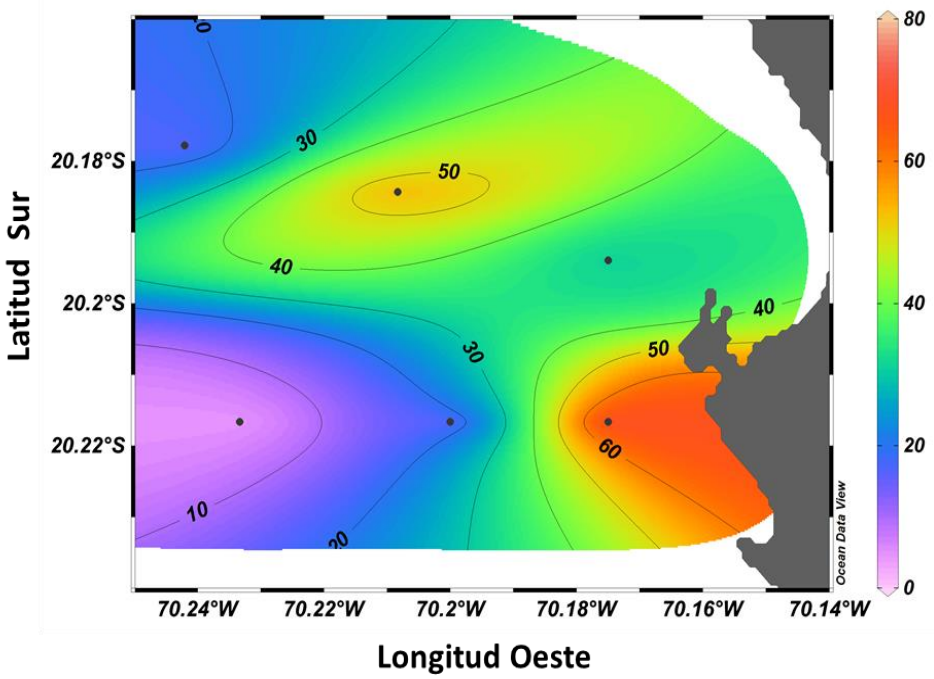


Figura 14. Distribución superficial de la biomasa fitoplanctónica (µg Cl-a/L) en Iquique durante mayo de 2016.

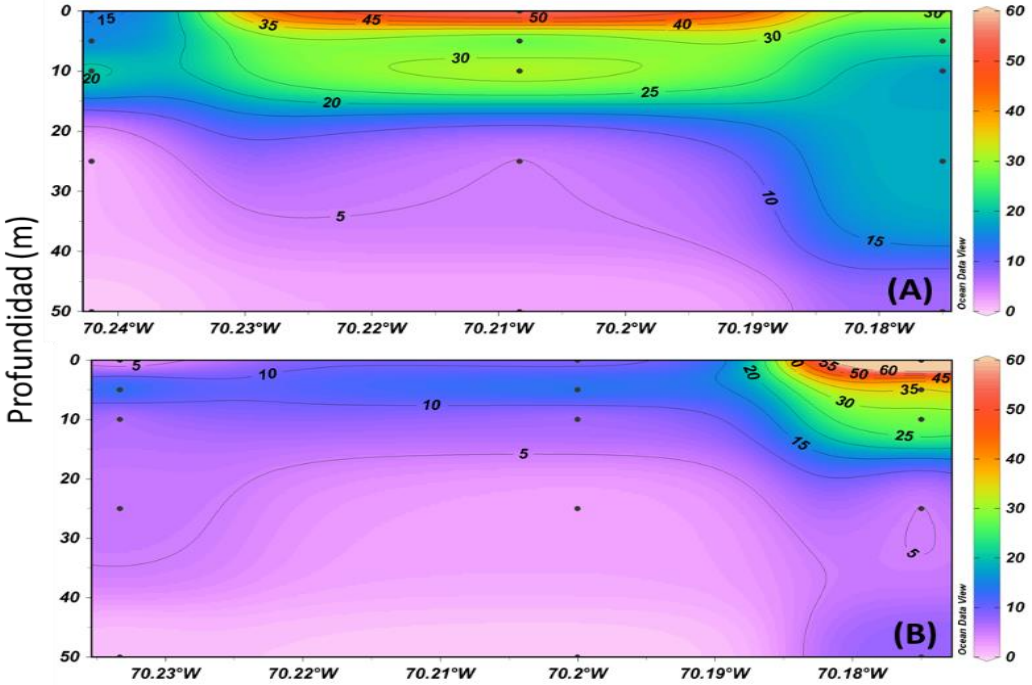


Figura 15. Secciones verticales de biomasa fitoplanctónica (µg Cl-a/L) en Iquique durante mayo de 2016. A: transecta norte, B: transecta sur.

Mejillones

El oxígeno disuelto fluctuó entre un mínimo de 0,4 mL/L y un máximo de 5,2 mL/L. La distribución superficial mostró un foco de bajos valores (4,3 mL O_2/L) localizado a 3 mn en el sector sur. Hacia la costa (1 mn) y hacia las 5 mn se observó un leve gradiente caracterizado por el aumento de las concentraciones, registrándose el máximo (5,2 mL O_2/L) a 5 mn. A 5 m de profundidad se observó la misma tendencia, aunque las magnitudes disminuyeron. El mínimo valor a 3 mn alcanzó los 3,3 mL O_2/L y el máximo, a 5 mn, 4,5 mL O_2/L. A los 10 m de profundidad la mayor concentración de oxígeno disuelto (4,3 mL O_2/L) se detectó a 1 mn de la costa, generándose un gradiente de disminución costa afuera, que alcanzó un mínimo de 3,0 mL O_2/L a 5 mn en el sector sur del área (**Figura 16-panel izquierdo**). Entre los 25 m y 50 m de profundidad los valores fluctuaron entre 0,4 y 2,5 mL O_2/L (**Tabla 3**), sugiriendo la presencia del límite superior de la ZMO cerca de los 30 m de profundidad.

La biomasa fitoplanctónica fluctuó entre 0,4 y 38,8 µg Cl-a/L, con un promedio para el área de 10,0±10,6 µg Cl-a/L. La distribución superficial se caracterizó por un incremento de los valores costa afuera, desde el mínimo de 0,4 µg Cl-a/L, registrado a 1 mn, a un máximo de 16,8 µg Cl-a/L localizado a 5 mn en el sector norte. A 5 m de profundidad se registraron biomasas cercanas a 10,0 µg Cl-a/L a 3 mn, mientras que hacia la costa y hacia las 5 mn las concentraciones aumentaron por sobre los 20,0 µg Cl-a/L, detectándose el máximo de 38,8 µg Cl-a/L a 5 mn en el sector sur. A 10 m de profundidad los valores se mantuvieron sobre los 10,0 µg Cl-a/L, y la distribución mostró una disminución costa afuera, con un máximo de 28,2 µg Cl-a/L localizado a 1 mn (**Figura 16-panel derecho**). Entre los 25 m y 50 m de profundidad predominaron biomasas cercanas a 1,0 µg Cl-a/L (**Tabla 3**).

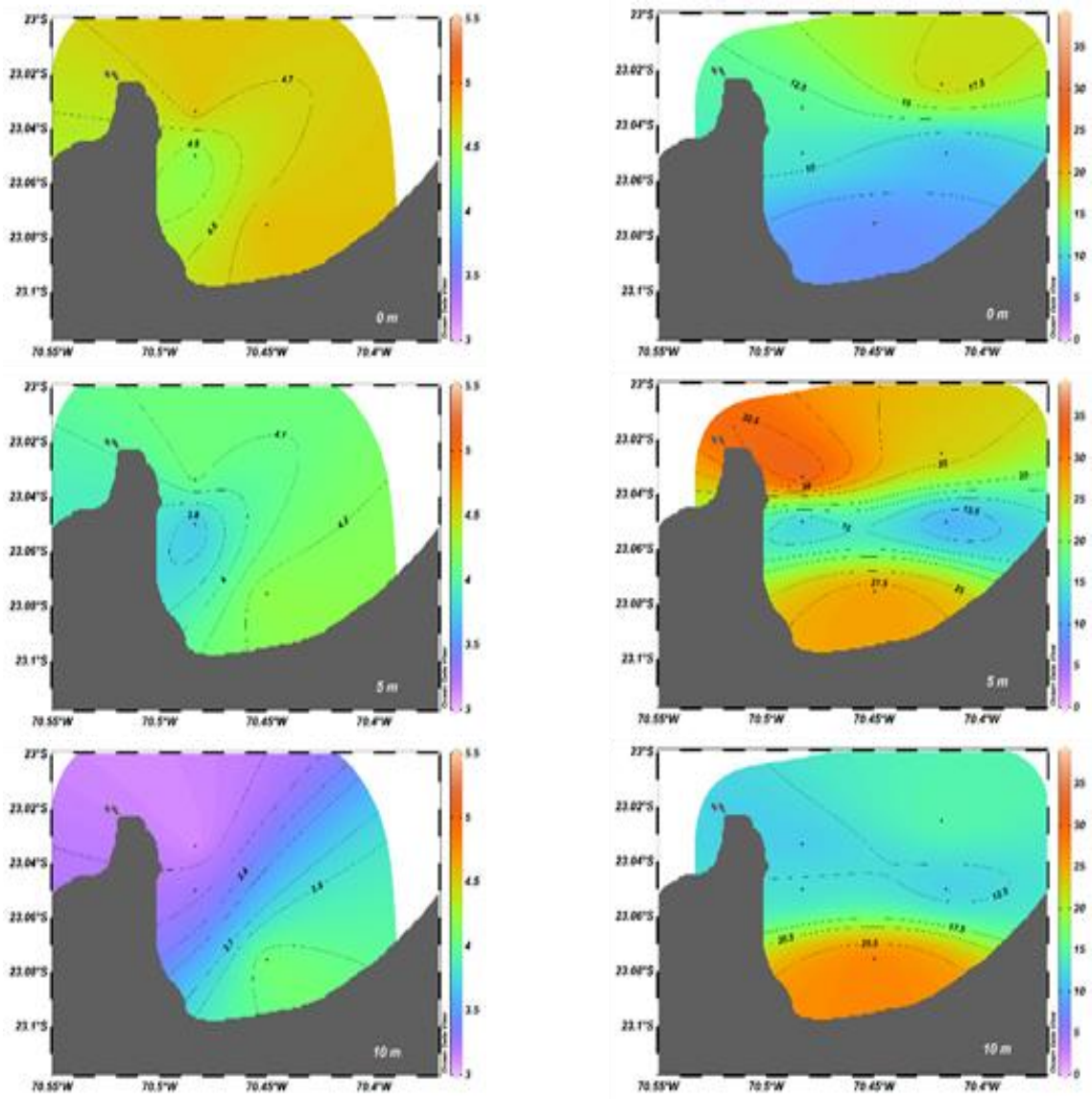


Figura 16. Distribución horizontal de oxígeno disuelto (mL/L) (panel izquierdo) y biomasa fitoplanctónica (µg Cl-a/L) (panel derecho), a nivel superficial, 5 m y 10 m de profundidad, en Mejillones durante mayo de 2016.

Comentarios

Las concentraciones de oxígeno disuelto sugieren la presencia de aguas del tipo Ecuatorial Subsuperficial (**AESS**) asociadas a la ocurrencia de procesos de surgencia costeros, los cuales habrían influenciado la columna de agua, al menos hasta los 10 m de profundidad, especialmente a 1 mn de la costa. En relación a esto, los valores del Transporte de Ekman

(TEk) indicaron procesos activos en las tres localidades. En Arica se registraron las intensidades más bajas, con un predominio de valores cercanos los 600 m^3/s/km y máximas intensidades entre las 17:00 y las 20:00 horas. En Iquique, los máximos superaron los 1.500 m^3/s/km y se observaron entre las 18:00 y 22:00 horas. En Antofagasta igual que en Arica, el TEk se mantuvo más constante durante el periodo analizado, predominando intensidades cercanas a 1.000 m^3/s/km y con máximas que superaron levemente este valor (**Figura 17**). La influencia de estos eventos también se visualizó en los valores de biomasa fitoplanctónica, los cuales se incrementaron notoriamente respecto de abril. Esta condición se observó especialmente en Iquique, donde las concentraciones superaron los 50,0 µg Cl-a/L. Respecto del mes anterior, los eventos de surgencia durante el periodo analizado, evidenciaron una menor intensidad, lo cual pudo favorecer el crecimiento del fitoplancton y, por lo tanto, el aumento en su biomasa. Este escenario permite señalar que el sistema se encontró dentro de una condición normal.

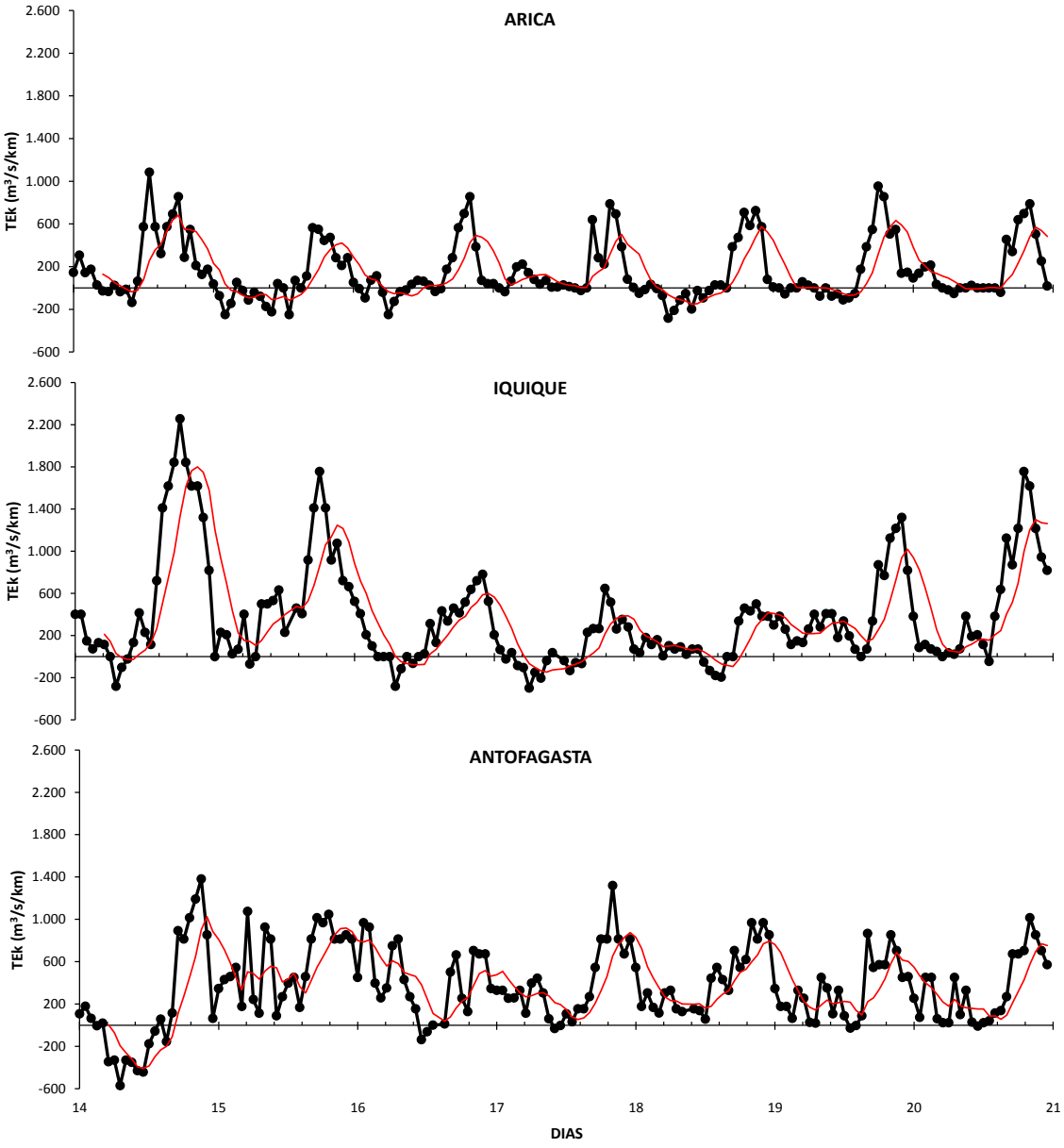


Figura 17. Valores horarios del Transporte de Ekman ($m^3/s/km$) en Arica, Iquique y Antofagasta, entre los días 14 y 20 de mayo de 2016 (información de vientos proporcionada por la Dirección Meteorológica de Chile).

3. Distribución y abundancia de huevos y larvas de peces

Durante mayo de 2016, frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones, se determinó la presencia de 39.405 huevos y 2.392 larvas, de los cuales 33.475 huevos (84,9%) y 2.342 larvas (97,9%) 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 4**, detectándose en esta oportunidad frente al puerto de Arica huevos de machuelo o tritre, ***Ethmidium maculatum***.

3.1 Anchoveta, ***Engraulis ringens***

Se verificó la presencia de 33.336 huevos y 2.342 larvas, señalando una situación característica de actividad reproductiva. De acuerdo a lo señalado por los estadios tempranos de anchoveta, estos se localizaron mayoritariamente frente al puerto de Arica con una clara tendencia a disminuir hacia la zona sur de operación de la flota industrial, distribuyèndose a lo largo de la extensión latitudinal comprendida entre Arica y Punta Angamos (23°01´S).

Para esta especie se identificaron 13 estaciones positivas para huevos y 10 para larvas, lo que representó una frecuencia de 76,5% y 58,8% y una dominancia numérica de 84,6% y 97,9% para cada estadio de desarrollo, respectivamente (**Tabla 4**).

La fase de huevos exhibió abundancias que fluctuaron entre 55 y 25.174 huevos/10m^2. La media de huevos por estación positiva alcanzó a 2.564 (DS = 6871,11) cifra 24,3% menor respecto a la obtenida en abril de 2016 (**Tabla 4 y 6**).

La distribución geográfica de los huevos de anchoveta en el área de estudio, señala que estos se localizaron en todas transectas realizadas, a excepción de la transecta sur de Iquique y longitudinalmente exhibieron una cobertura máxima, es decir hasta las 5 mn (**Figura 18**). No obstante, su amplia cobertura espacial, estos se concentraron en la línea de estaciones de 1 mn, 87,3%, presentando las abundancias una clara tendencia incremental hacia el norte de la zona prospectada.

Tabla 4. Densidad promedio, constancia, dominancia numérica y rangos de huevos y larvas de peces para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones - Mayo 2016.

Estadisticos Huevos	Anchoveta	Machuelo	Otros Huevos	Total Huevos
N°Total Estaciones	17	17	17	17
N° Estaciones positivas	13	1	10	13
% Est (+)	76,47	5,88	58,82	76,47
Abundancia (H/10m^2)	33.336	139	5.930	39.405
Densidad Mínima Est (+)	55		61	99
Densidad Máxima Est (+)	25.174		4.022	29.335
Std.Dev Est (+)	6871,11		1221,81	7968,08
Media Est. Positivas	2564		593	3031
Media Est. Totales	1961		349	2318
Constancia	76,47		58,82	76,47
Dominancia numérica	84,60		15,05	100,00
CV(%)	2,68		2,06	2,63

Estadisticos Larvas	Anchoveta	Machuelo	Otros Larvas	Total Larvas
N°Total Estaciones	17	17	17	17
N° Estaciones positivas	10		1	10
% Est (+)	58,82		5,88	58,82
Abundancia (L/10m^2)	2342		50	2392
Densidad Mínima Est (+)	52			52
Densidad Máxima Est (+)	704			754
Std.Dev Est (+)	219,91			232,09
Media Est. Positivas	234			239
Media Est. Totales	138			141
Constancia	58,82			58,82
Dominancia numérica	97,91			100,00
CV(%)	0,94			0,97

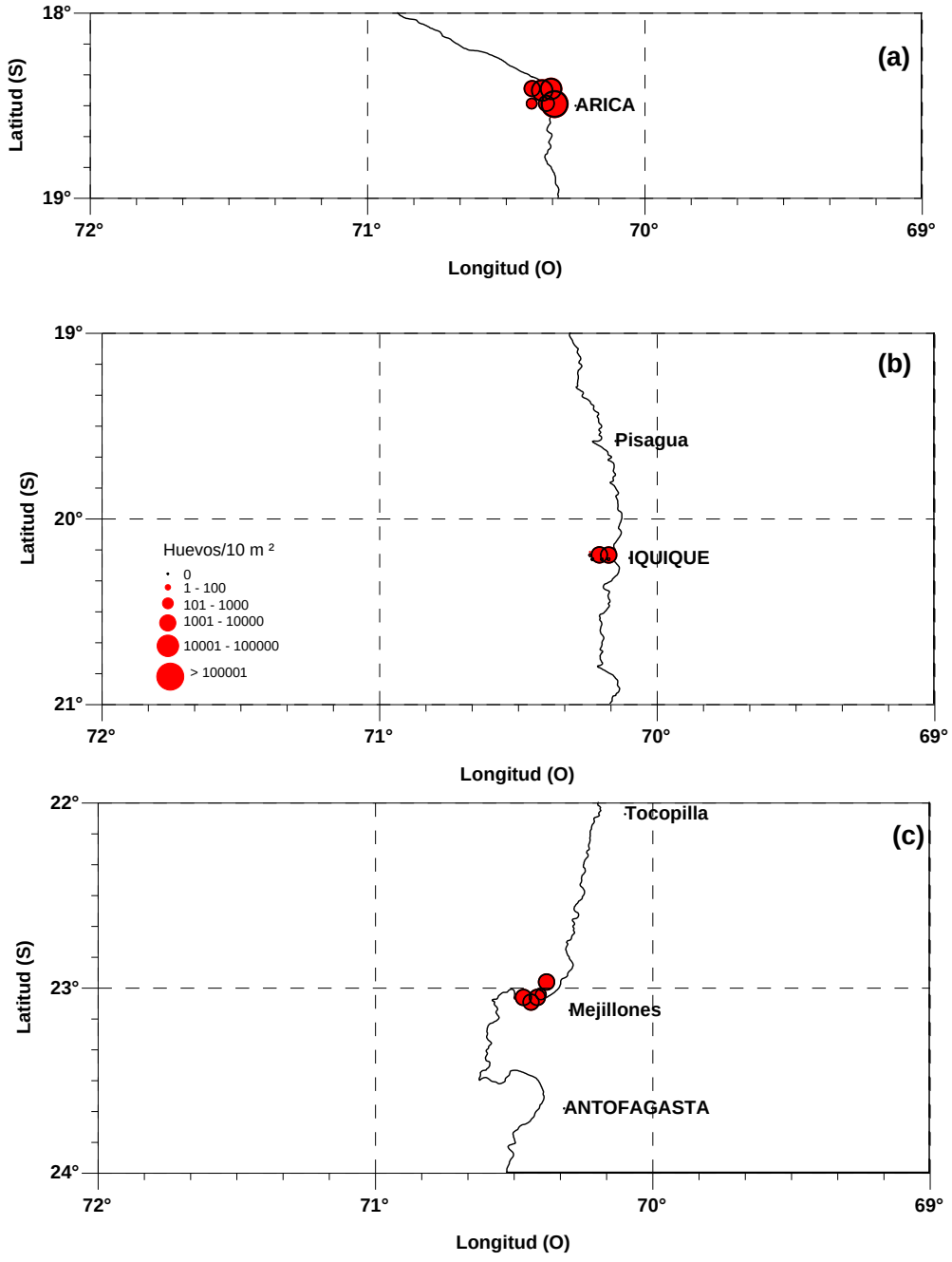


Figura 18. Distribución y abundancia de huevos de anchoveta, ***Engraulis ringens***, frente a los puertos de (a) Arica, (b) Iquique y (c) Mejillones. Mayo 2016.

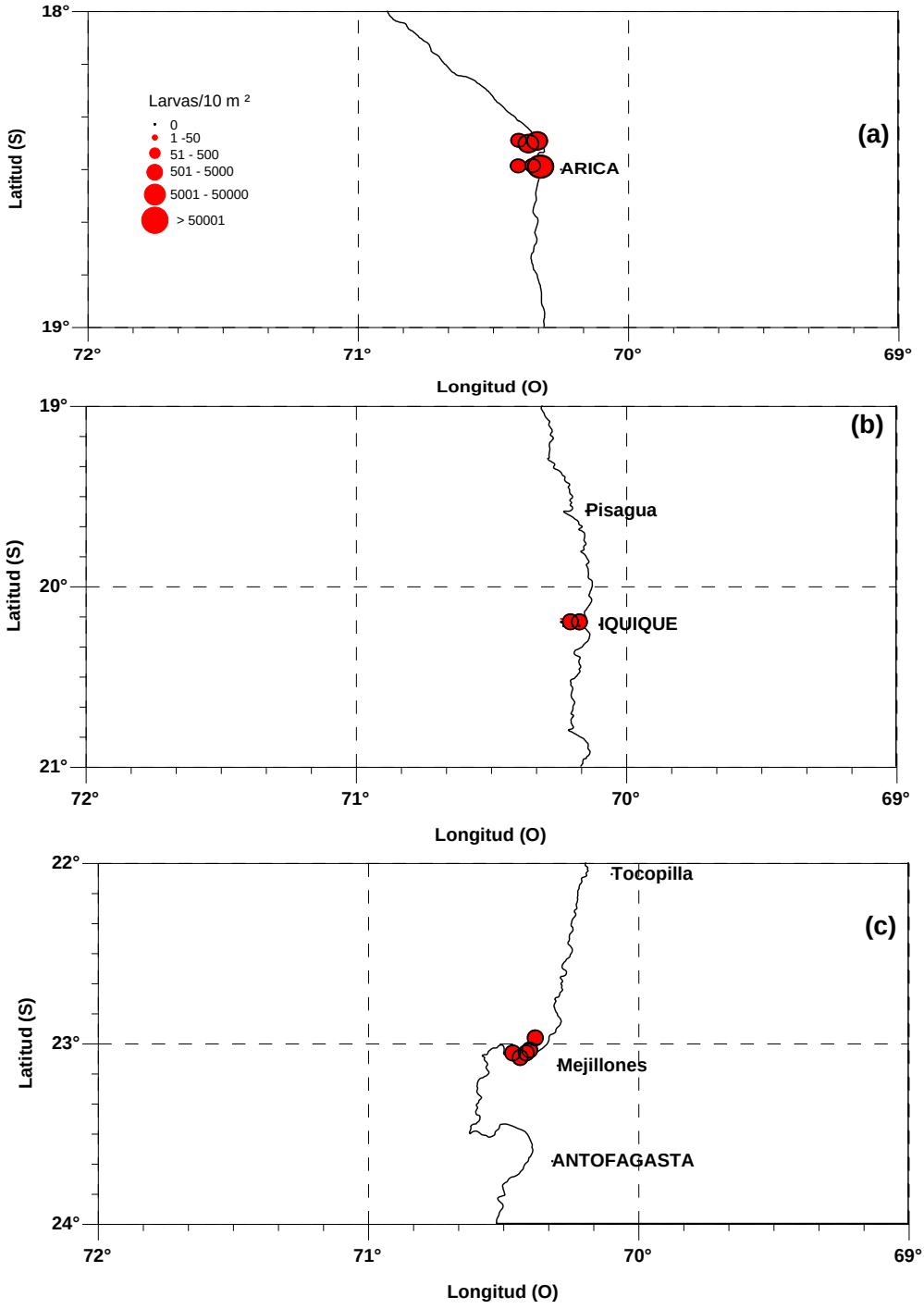


Figura 19. Distribución y abundancia de larvas de anchoveta, ***Engraulis ringens***, frente a los puertos de (a) Arica, (b) Iquique y (c) Mejillones. Mayo 2016.

Las áreas de mayor abundancia (> 2.400 huevos/10m^2) se localizaron a 1 y 3 mn frente a las transectas sur y norte realizadas frente al puerto de Arica, encontrándose configuradas por 3 registros positivos de un total de 17 (18%), los que en conjunto aportan un 93,1% 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 55 a 495 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 sur realizada frente al puerto de Arica, con 25.174 huevos/10m^2 (75,5%).

Con respecto al número de huevos y para la zona de estudio, "mayo de 2016" presentó con respecto al mes precedente un porcentaje de cambio de 41%, constituyéndose en el noveno registro más importante, en cuanto al número de huevos cuantificados de los últimos 20 meses (serie **CIAM** octubre 2014 - mayo 2016) (**Tabla 6**).

Las fases larvarias, se presentaron en 10 registros positivos, con una abundancia igual a 2.342 larvas/10m^2, cifra 1885% mayor respecto a la obtenida el mes precedente. Este estadio de desarrollo se presenta en el área de estudio con abundancias que fluctuaron entre 52 y 704 larvas/10m^2, con una densidad promedio igual a 138 larvas por estaciones totales. La media de larvas por estación positiva fue igual a 234 (DS= 219,91), cifra 98,3% mayor respecto a la obtenida en el mes de abril (**Tabla 4**).

El patrón de distribución espacial de las larvas de anchoveta se extendió latitudinalmente desde Arica hasta punta Angamos (23°01´S) y longitudinalmente presentaron una cobertura máxima, a excepción de los puertos de Arica e Iquique, donde su cobertura longitudinal no excedio la línea de estaciones de 3 millas. Desde Arica al sur, los niveles de abundancia disminuyen considerablemente (**Figura 19**).

Con respecto a la fase de huevo, y como habitualmente acontece, las larvas de anchoveta exhibieron una menor abundancia relativa y cobertura espacial, la cual se manifiesta por una diferencia porcentual de -93% en la densidad promedio por estaciones totales y -91% en su densidad promedio por estaciones positivas, respectivamente. Esta situación se produce debido al proceso de dispersión y transporte que afecta a estas fases ontógenicas en el transcurso del desarrollo embrionario, y al efecto combinado de la mortalidad y capacidad de evasión por parte de las larvas más desarrolladas.

Las áreas de desove más significativas (≥ 410 larvas/10m^2) se localizaron frente a los puertos de Arica e Iquique, encontrándose configuradas por 3 registros positivos los que en conjunto albergaron al 66,4% del total de larvas de anchoveta cuantificadas. El resto de las estaciones positivas, no incluidas las áreas de desove anteriormente mencionadas, presentaron valores de abundancia comprendidos dentro del rango 52 a 218 larvas/10m^2. En este contexto, la estación positiva mas relevante en terminos de su densidad para la

zona de estudio fue la situada a 1 mn de la transecta norte realizada frente a la localidad de Arica 704 larvas/10m^2 **(Figura 19; Tabla 5).**

En relación al número de larvas y para la zona Arica - Mejillones, mayo de 2016 exhibe respecto al mes precedente un importante incremento en sus abundancias de 1885%, constituyéndose en el décimo primer registro más importante en cuanto al número de larvas cuantificadas de la serie octubre 2014 - mayo 2016 (**Tabla 5**).

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 Mayo 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	25.174	281	99	416		
18°24´S	3420	2433	495	704	61	
Promedio	14.297	1.357	297	560	30.5	
TOTAL		**31.902 Huevos**			**1.181 Larvas**	
Iquique						
20°11´S	348	248		232	434	
20°13´S						
Promedio	174	124		116	217	
TOTAL		**596 Huevos**			**666 Larvas**	
Mejillones						
23°03´S	104	268	239	52	107	60
22°58´S	55		172	218		57
Promedio	79.5	134	205.5	135	53.5	58.5
TOTAL		**838 Huevos**			**494 Larvas**	

Tabla 6. Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos y larvas de *Engraulis ringens*, para la zona norte de Chile. Serie Octubre 2014 - Mayo 2016.

Huevos	Estac. Tot N°	Estac. (+) N°	Huevos Anch. N°	Abundancia Mínimo	Abundancia Máximo	Densidad (t) H/10m^2	Densidad (+) H/10m^2	Desviación Estandar	Constancia o Frecuencia (%)	Dominancia Numérica (%)	CV (%)
Octubre 2014	17	17	866309	788	423574	50959	50959	110635,10	100	98,98	2,17
Noviembre	16	16	30920	148	11508	1933	1933	3088,93	100	94,72	1,60
Diciembre	17	17	182314	79	53507	10724	10724	14774,01	100	99,23	1,38
Enero 2015	17	17	13887	152	3173	817	817	913,73	100	87,18	1,12
Febrero	17	15	8213	99	1775	483	548	459.44	88,24	80,01	0,84
Marzo	17	17	22332	48	6331	1314	1314	1578,43	100,00	93,54	1,20
Abril	19	1	48			3	48	27,41	5,26	2,33	0,57
Mayo	17	10	1965	39	455	116	197	134,01	58,82	12,99	0,68
Junio	17	16	32326	55	13967	1902	2020	3937,25	94,12	94,75	1,95
Julio	17	17	40959	298	13867	2409	2409	3327,09	100,00	65,41	1,38
Agosto	17	17	66091	125	33955	3888	3888	8665,77	100,00	87,42	2,23
Septiembre	17	17	228020	293	91904	13413	13413	22760,59	100,00	93,71	1,70
Octubre	17	17	132650	237	49377	7803	7803	13006,78	100,00	98,39	1,67
Noviembre	17	17	57337	227	19641	3373	3373	5054,93	100,00	92,26	1,50
Diciembre	17	15	15123	65	5511	890	1008	1698,01	88,24	86,93	1,68
Enero 2016	12	12	29927	175	13323	2494	2494	3671,29	100,00	96,23	1,47
Febrero	17	17	103623	449	29792	6095	6095	8906,09	100,00	98,51	1,46
Marzo	16	13	5275	54	1351	330	406	445,42	81,25	62,62	1,10
Abril	16	7	23703	131	17762	1481	3386	6431,02	43,75	98,65	1,90
Mayo	17	13	33336	55	25174	1961	2564	6871,11	76,47	84,60	2,68

Larvas	Estac. Tot N°	Estac. (+) N°	Larvas Anch. N°	Abundancia Mínimo	Abundancia Máximo	Densidad (t) L/10m^2	Densidad (+) L/10m^2	Desviación Estandar	Constancia o Frecuencia (%)	Dominancia Numérica (%)	CV (%)
Octubre 2014	17	14	24841	59	9030	1461	1774	2969,01	82,35	97,82	1,67
Noviembre	16	3	605	67	470	38	202	195,78	18,75	91,25	0,97
Diciembre	17	8	2458	40	765	145	307	248,71	47,06	87,29	0,81
Enero 2015	17	9	1067	51	266	63	119	83,17	52,94	67,49	0,70
Febrero	17	9	3210	54	1155	189	357	350,95	52,94	94,97	0,98
Marzo	17	16	3404	47	795	200	213	188,99	94,12	95,43	0,89
Abril	19	15	1739	48	232	92	116	68,47	78,95	53,07	0,59
Mayo	17	11	2776	77	639	163	252	180,35	64,71	83,59	0,71
Junio	17	14	2937	30	439	173	210	149,30	82,35	86,89	0,71
Julio	17	17	5816	46	1192	342	342	296,20	100,00	78,71	0,87
Agosto	17	10	2013	41	696	118	201	206,20	58,82	97,20	1,02
Septiembre	17	13	14431	55	3649	849	1110	1194,14	76,47	97,39	1,08
Octubre	17	9	1413	44	447	83	157	164,62	52,94	100,00	1,05
Noviembre	17	2	668	225	443	39	334	154,46	11,76	100,00	0,46
Diciembre	17	9	2864	63	1062	168	318	414,90	52,94	90,86	1,30
Enero 2016	12	7	1011	36	336	84	144	129,30	58,33	90,03	0,90
Febrero	17	12	3163	29	693	186	264	209,53	70,59	91,84	0,79
Marzo	16	7	1583	51	421	99	226	138,80	43,75	87,85	0,61
Abril	16	1	118			7	118		6,25	47,58	
Mayo	17	10	2342	52	704	138	234	219,91	58,82	97,91	0,94

3.2 Análisis estacional de huevos y larvas de peces

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 predominancia de anchoveta respecto de sardina, jurel y caballa, exhibiendo abundancias muy significativas (> 1.400 huevos/10m^2) que han sido registradas durante el otoño de los años 1996, 2002 y 2003 para el estadio de huevos y 1999, 2001 y 2002 para las fases larvarias (> 645 larvas/10m^2). 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.

Las estimaciones de la abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta, sardina, jurel y caballa realizadas en el transcurso de los años 1982-2015, para la estación de otoño, 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 20 y 21**)**.**

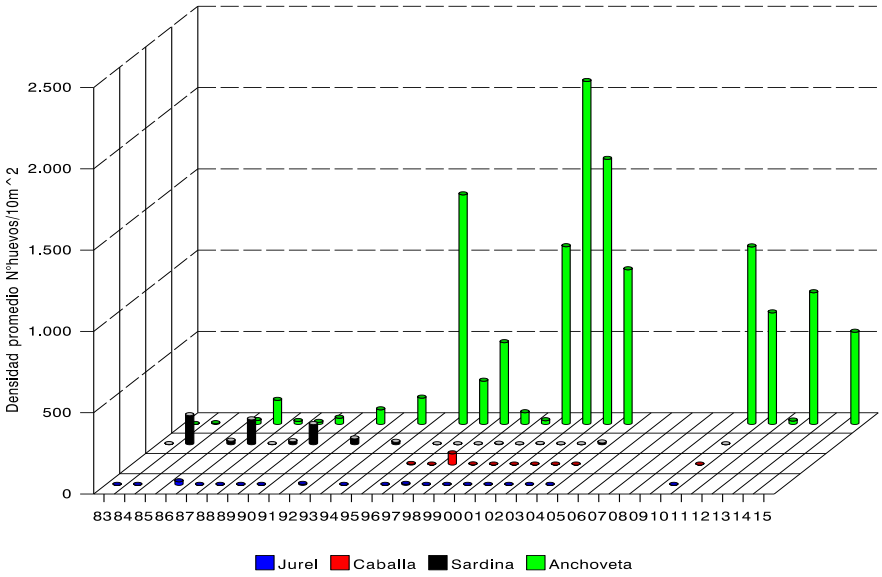


Figura 20. Estimación de la abundancia promedio de huevos de anchoveta, sardina, jurel y caballa para la zona Arica - Antofagasta en otoño de los años 1983-2015.

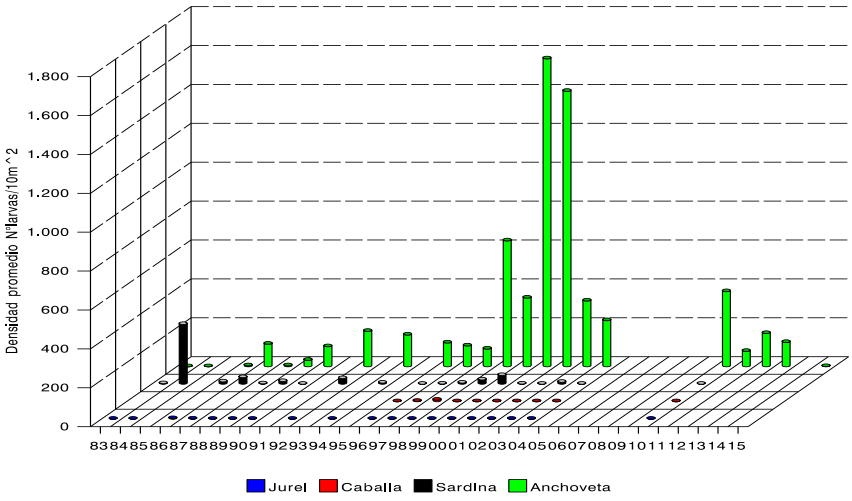


Figura 21. Estimación de la abundancia promedio de larvas de anchoveta, sardina, jurel y caballa para la zona Arica - Antofagasta en otoño de los años 1983-2015.

Con respecto al patrón estacional de distribución de huevos de anchoveta, la serie histórica 1983-2015, nos confirma el carácter costero que adopta esta especie en la estación otoñal, siendo este de menor intensidad con respecto al desove de verano e invierno, con presencia de huevos hasta las 70 mn frente a punta Angamos, punta Lobos y Punta Copaca, en el otoño de 1986 y 1996 **(Figura 22).** Las mayores frecuencias de estaciones positivas (≥15) a esta fase de desarrollo han sido registradas durante los años 1986, 2010 y 2011 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 otoño de los años 1990, 2010 y 2011 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 23**).

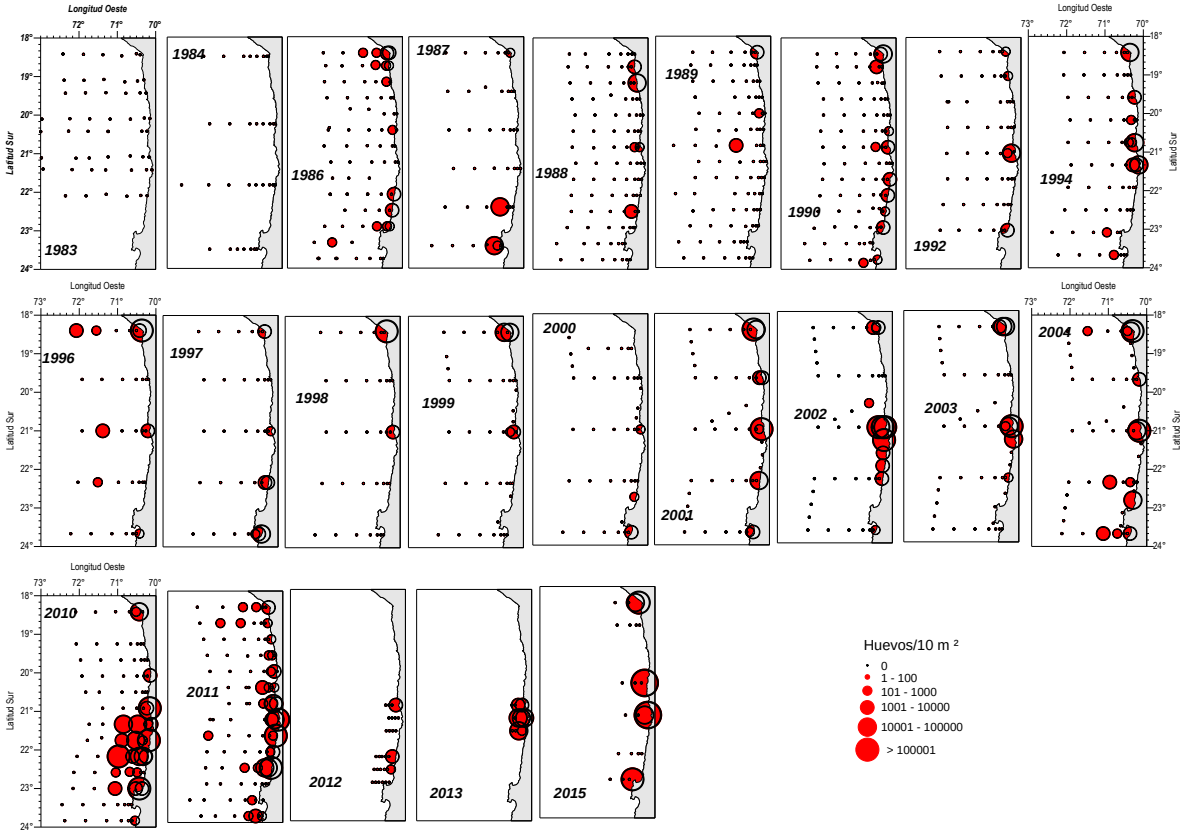


Figura 22. Distribución y abundancia de huevos de anchoveta para la zona Arica - Antofagasta en otoño de los años 1983-2015.

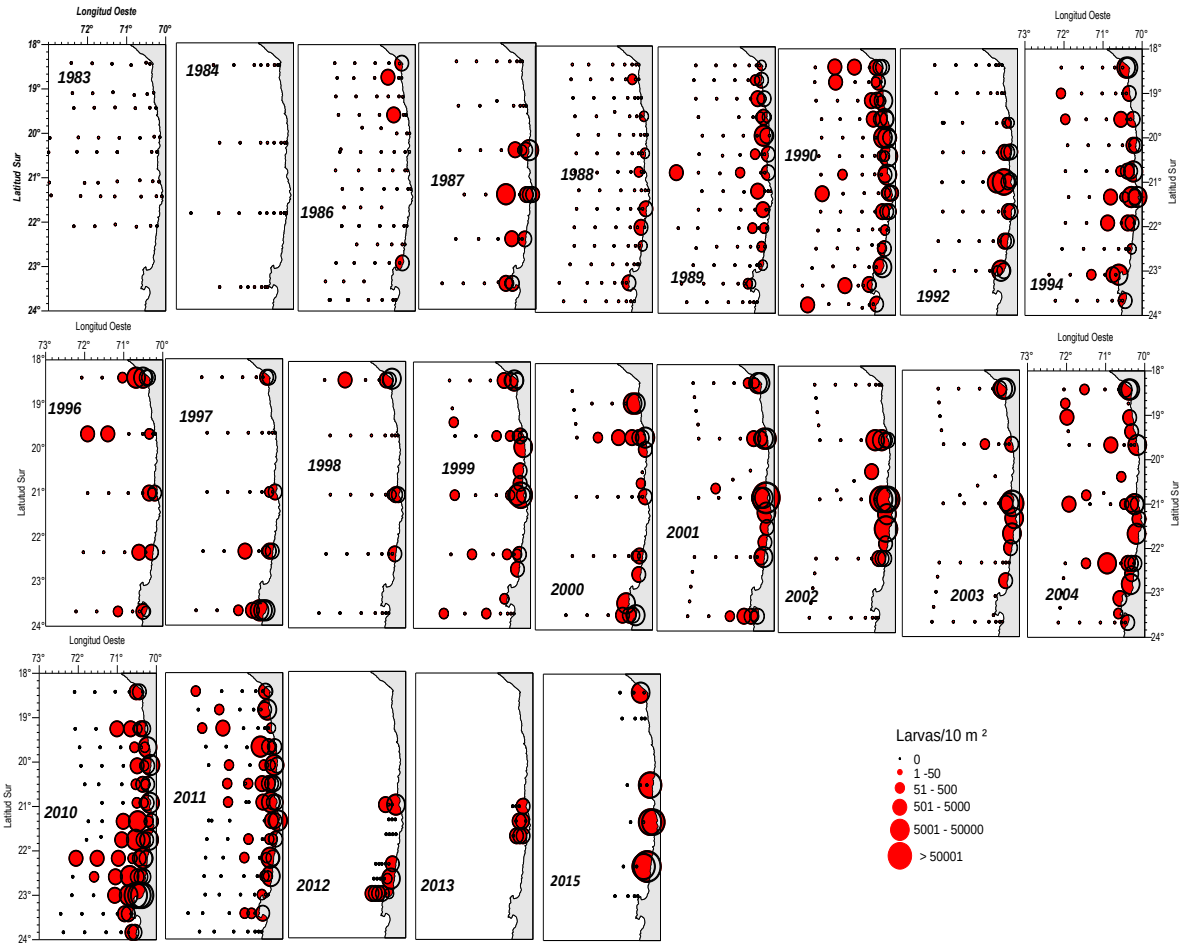


Figura 23. Distribución y abundancia de larvas de anchoveta para la zona Arica - Antofagasta en otoño de los años 1983-2015.

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 – verano de 2016, 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, invierno 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 verano de 2001. 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**).

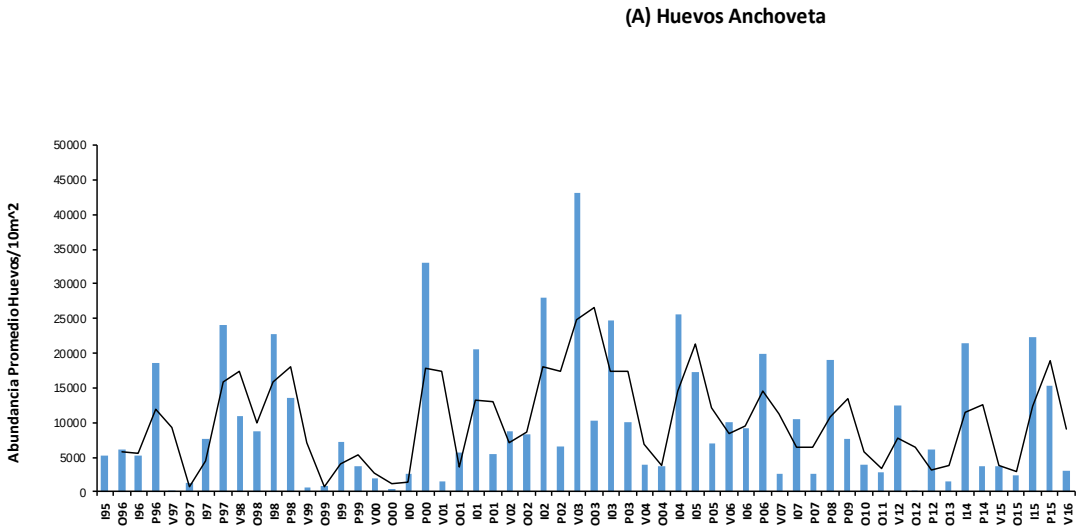


Figura 24. Variación temporal de la intensidad del desove de anchoveta “Fase Huevos” para la zona Arica - Antofagasta en el período invierno 1995 - verano 2016.

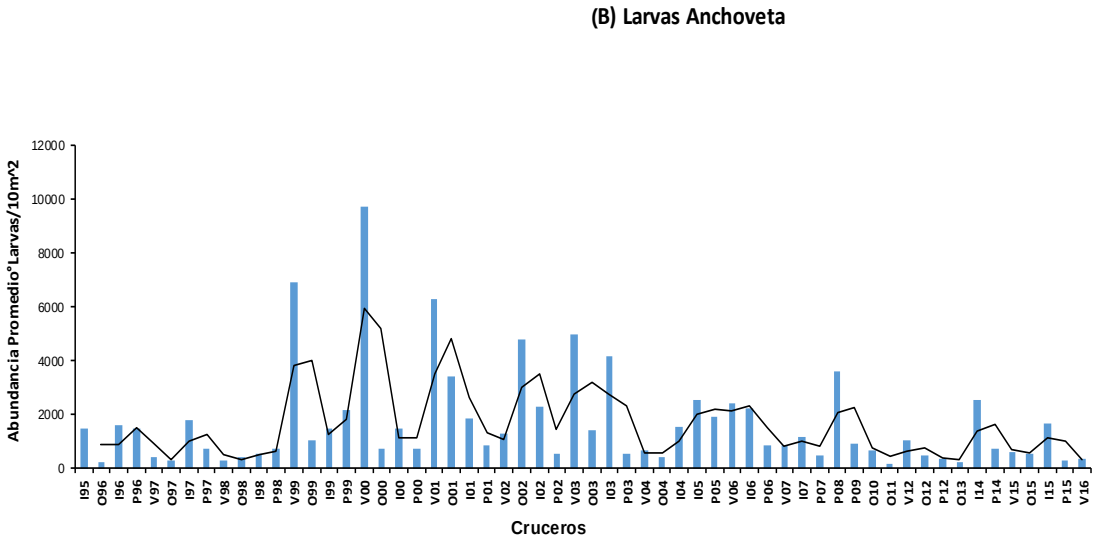


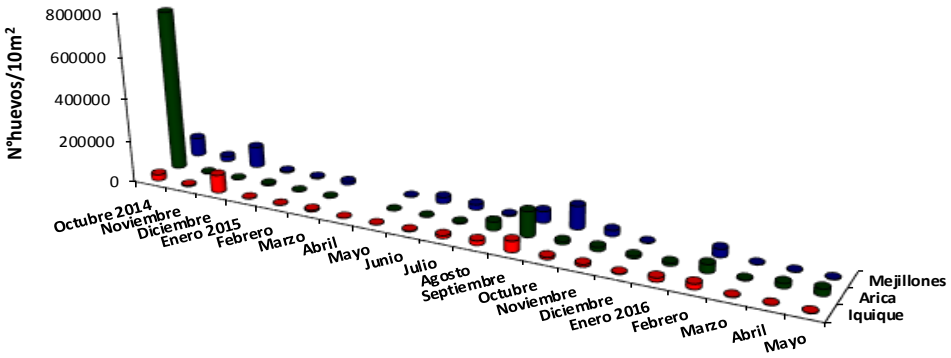
Figura 25. Variación temporal de la intensidad del desove de anchoveta “Fase Larvas” para la zona Arica - Antofagasta en el período invierno 1995 - verano 2016.

La abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta obtenida en mayo de 2016, respecto a la reportada en el mes de abril, muestra que la abundancia de esta especie analizada en términos de la densidad promedio por estaciones totales, presentan la misma situación con respecto al mes anterior, exhibiendo porcentajes de cambio de 32,4% y 1871% para los estadios de huevos y larvas, respectivamente (**Tabla 6, Figura 26**).

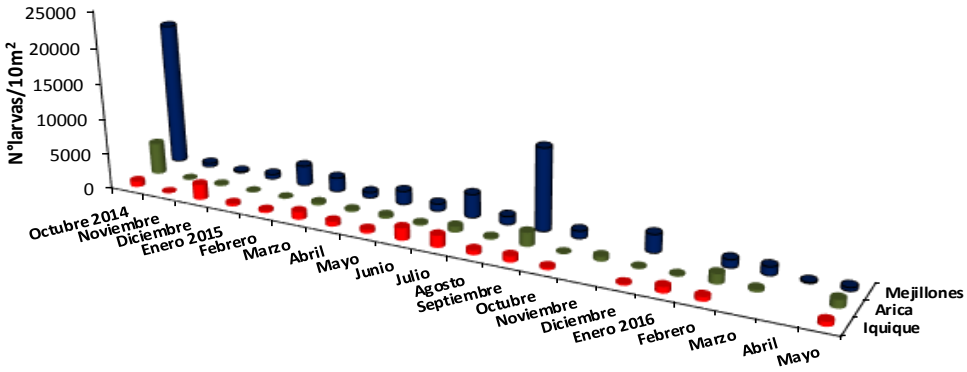
Las densidades promedio por estaciones positivas, utilizadas como un índice de la intensidad y/o concentración del desove, muestran con respecto al mes de abril, para el estadio de huevos una disminución de 24,3%, mientras que las fases larvarias se incrementan en un 98,3%.

Los resultados expresados en la serie octubre 2014 - mayo 2016, reflejan que la postura ha sido permanente durante el año 2015 e inicios del 2016, con una menor intensidad en el mes de marzo, para incrementarse nuevamente durante abril y mayo de 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 - mayo 2016, se presenta en la **Tabla 7**. En ella se aprecia que durante los dos últimos meses de 2015 y los inicios 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 similares en el último trimestre.



	Octubre 2014	Noviembre	Diciembre	Enero 2015	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero 2016	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Iquique	28525	4978	84046	1878	1361	7196	48	514	2892	12672	21146	52541	10629	10750	2536	17621	25357	1267	131	596
Arica	751133	2757	1371	5836	1539	1272		256	1468	3858	40217	121320	12254	18543	10569	12305	39560	3419	22690	31902
Mejillones	86650	23184	96895	6174	5313	13863		1196	27966	24428	4729	54158	109767	28044	2019		38706	590	882	838



	Octubre 2014	Noviembre	Diciembre	Enero 2015	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero 2016	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Iquique	798	67	2147	379	332	1099	713	515	1725	1684	663	846	322		194	876	622			666
Arica	4390	69	151	54	100	356	249	392	216	828	209	1955	44	668	95	135	1408	381		1181
Mejillones	19652	470	160	633	2780	1951	775	1869	996	3304	1142	11630	1047		2575		1133	1202	118	494

Figura 26. Abundancia de huevos y larvas de anchoveta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Serie octubre 2014 - mayo 2016.

Tabla 7. 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.

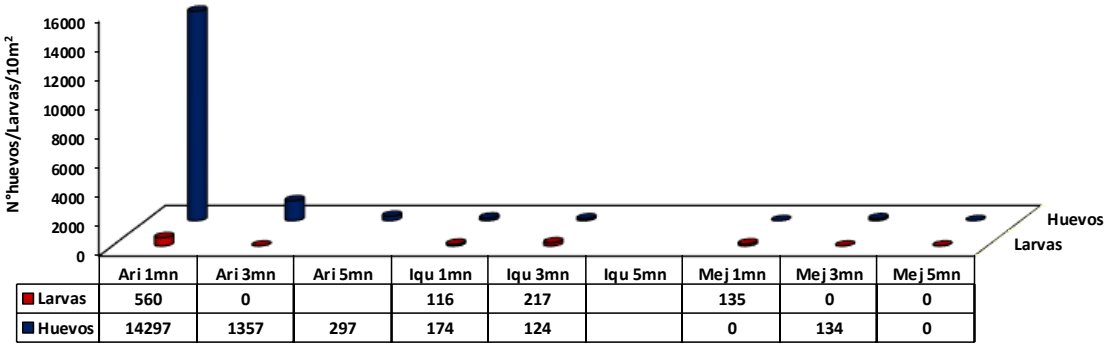
Huevos	Media Est. Totales	V (media Est. Totales)	CV (%	Media D. Delta	V (media D. Delta)	CV (%)
Enero 2015	817	52156,516	28,0	771,116	40262,2457	26,0
Febrero	483	12957,278	24,0	482,778	13688,308	24,2
Marzo	1.314	156887,095	30,0	1564,923	452680,649	42,9
Abril	3					
Mayo	116	1126,182	29,0	117,784	1343,601	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
Febrero	6.095	4665791,992	35,0	5609,17	3398197,80	32,8
Marzo	330	11592,182	33,0	323,78	12561,25	34,6
Abril	1.481	1222060,641	75,0	1201,086	632613,451	66,2
Mayo	1.961	2156835,046	75,0	1099,795	346986,609	53,5
Larvas	**Media Est. Totales**	**V (media Est. Totales)**	**CV (%**	**Media D. Delta**	**V (media D. Delta)**	**CV (%)**
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
Febrero	186	2676,877	28,0	199,71	4835,81	34,8
Marzo	99	1320,540	37,0	101,54	1622,83	39,6
Abril						
Mayo	138	2430,183	36,0	137,76	2757,18	38,1

Tabla 8. Abundancia de huevos y larvas de anchoveta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones serie CIAM octubre 2014 – mayo 2016.

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
Febrero	39.560	25.357	38.706
Marzo	3.419	1.267	590
Abril	22.690	131	882
Mayo	**31.902**	**596**	**838**

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
Febrero	1.408	622	1.133
Marzo	381	-	1.202
Abril	**-**	-	118
Mayo	**1.181**	**666**	**494**

La distribución geográfica de los huevos de anchoveta en el área de estudio, señala que estos se localizaron en todas las transectas realizadas, a excepción de la transecta sur de Iquique, y longitudinalmente exhibieron una cobertura máxima (5 mn). No obstante, su amplia cobertura espacial, estos se concentraron en la línea de estaciones de 1 mn (87,3%), presentando las abundancias una clara tendencia incremental hacia el norte de la zona de operación de la flota industrial (Tablas 5 y 8; Figura 27).



	Ari 1mn	Ari 3mn	Ari 5mn	Iqu 1mn	Iqu 3mn	Iqu 5mn	Mej 1mn	Mej 3mn	Mej 5mn
Larvas	560	0		116	217		135	0	0
Huevos	14297	1357	297	174	124		0	134	0

Figura 27. Abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta con respecto a la distancia de la costa para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Mayo 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 mayo de 2016 muestra presencia de esta fase de desarrollo en toda la zona de estudio. Frente al puerto de Arica, los huevos de anchoveta exhiben con respecto a mayo de 2015 un porcentaje de cambio de 319%, siendo este el octavo registro más alto de la serie analizada (mayo 1998 – mayo 2016). Para los meses de mayo de la serie analizada, se reporta ausencia de huevos de anchoveta en los años 1998, 2000, 2006 y 2008, registrándose las más altas abundancias los años 1999 y 2005 (**Figura 28**).

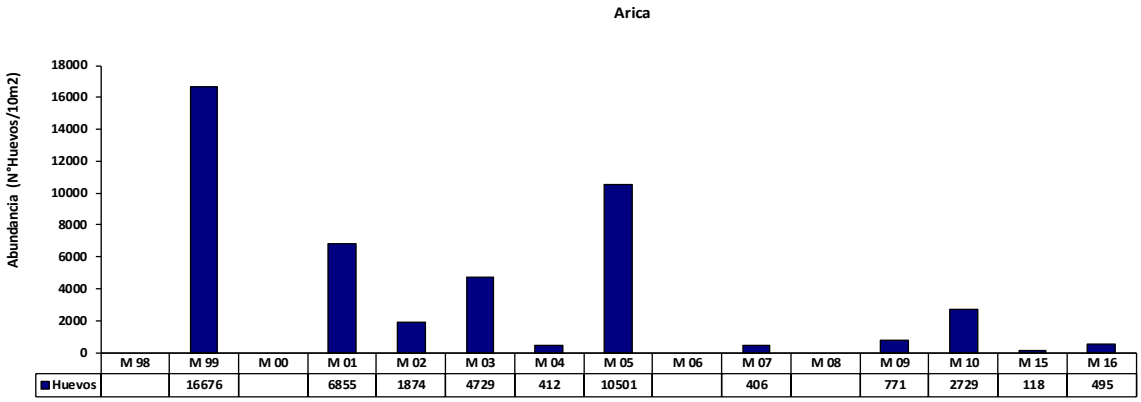
La abundancia de huevos frente al puerto de Iquique fue de 348, verificándose ausencia de este estadio los años 1998, 1999, 2000, 2003, 2006, 2007, 2009, 2010 y 2015, registrándose la más alta abundancia en mayo de 2001(**Figura 28**).

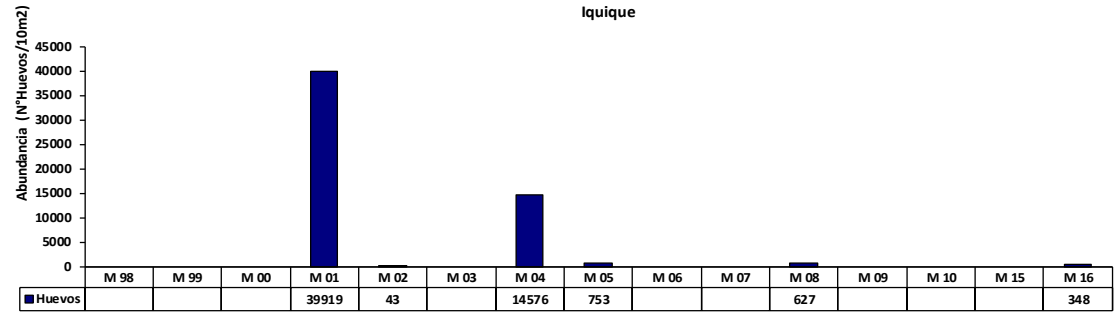
Frente a Mejillones, el estadio de huevos presenta una abundancia de 104 huevos, valor similar al registrado en mayo de 2002, siendo el mas significativo el reportado el año 2005. Ausencia de este estadio de desarrollo, se constata en los años 1998, 1999, 2008, 2010 y 2015 (**Figura 28**).

En relación a los estadios larvales, en mayo de 2016 se verifica ausencia de esta fase de desarrollo frente al puerto de Arica, situación que también fue reportada en mayo de 2000, 2002 y 2004, registrándose las más altas abundancias los años 2005 y 2008 (**Figura 29**).

La presencia de larvas frente a la localidad de Iquique, se constituye en el quinto registro más alto de la serie analizada, mostrando con respecto a mayo de 2010, un importante incremento en su abundancia de 257%. Ausencia de larvas de anchoveta para este puerto, ha sido reportada en mayo de los años 2000, 2001, 2003, 2005, 2006, 2007, 2009 y 2015.

Mejillones muestra respecto a mayo de 2015, un decremento en su abundancia de 75%, constituyéndose en el segundo registro màs bajo de la serie analizada. Ausencia de larvas de anchoveta para esta localidad, fue reportada en mayo de 1998, 2004, 2008 y 2009, registrándose las más altas abundancias en los años 2000 y 2005.





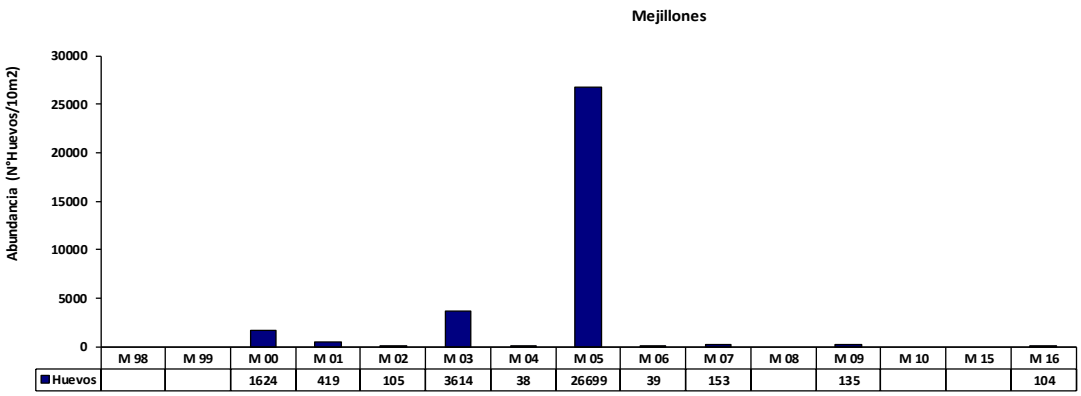
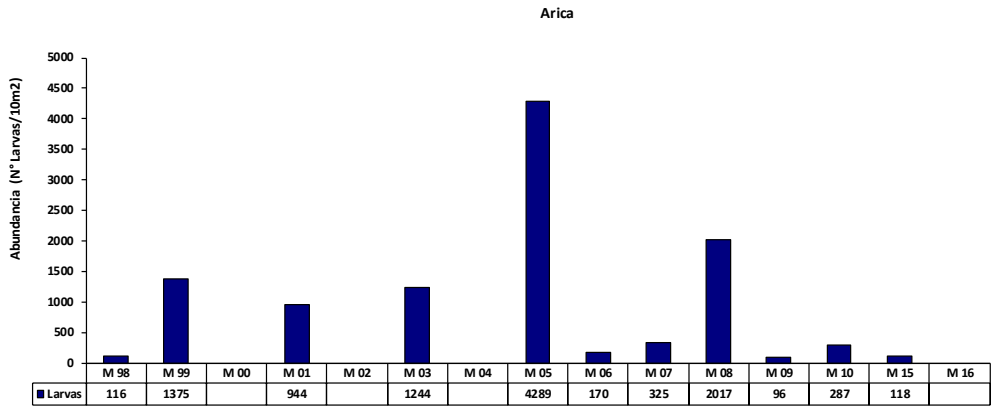
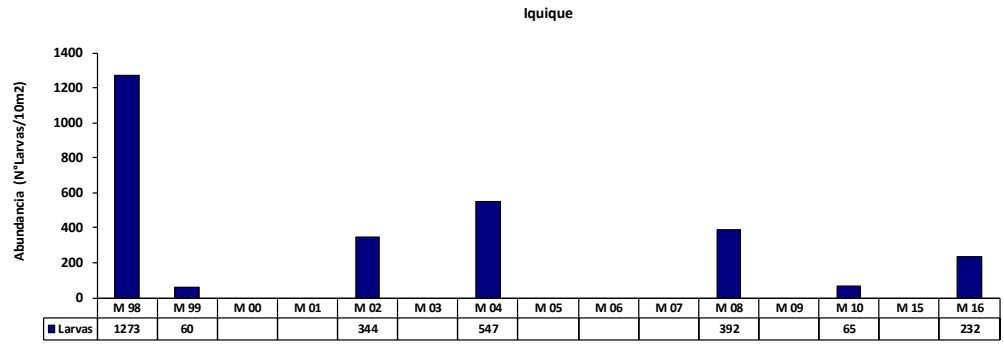


Figura 28. Abundancia de huevos de anchoveta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Serie mayo 1998 - 2016.





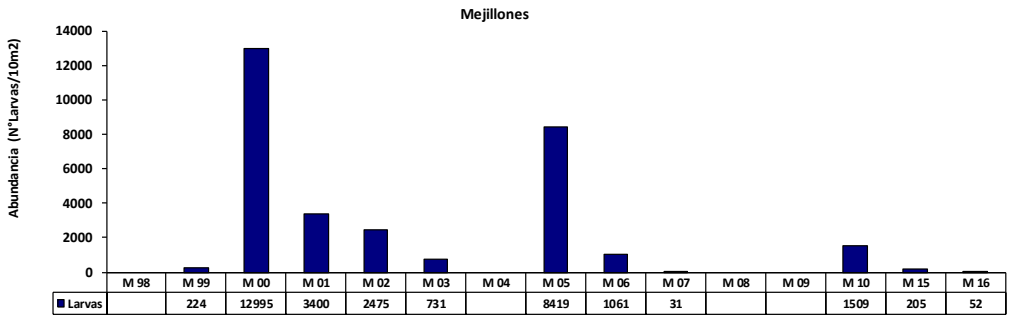


Figura 29. Abundancia de larvas de anchoveta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Serie mayo 1998 - 2016.

3. Estimación de la biomasa zooplanctónica

La biomasa zooplanctónica como medida estimativa de la productividad secundaria de la zona de estudio, presentó en mayo de 2016, valores comprendidos entre 89 (Est. N° 8, 3mn Transecta norte, Iquique) y 677 (Est. N° 6- 1mn Transecta norte, Arica) ml de zooplancton/1.000 m^3, con un promedio general para la zona igual a 285 (DS = 159,50), cifra 43% mayor respecto a la obtenida en abril de 2016, predominando los valores comprendidos en los rangos de densidad categorizados entre 34-100, 101-300 y 301-900, los que representaron el 5,9%, 64,7% y 29,4%, respectivamente (**Figura 30)**, con una clara tendencia a la baja hacia el sur de la zona de operación de la flota industrial (**Figura 31**).

Las más altas biomasas promedio se observan frente al puerto de Arica (423), exhibiendo Iquique y Mejillones valores promedio de 197 y 225 ml de zooplancton/1.000 m^3, respectivamente. Con respecto al mes de abril de 2016, las tres localidades muestran incrementos de 68,5%, 37,8% y 4,7% respectivamente (**Tabla 9**).

En relación a la composición específica de las muestras, estas estuvieron constituídas principalmente por copépodos y decápodos y en menor cantidad el grupo de los quetognatos. Frente a los puertos de Arica y Mejillones, y como ha ocurrido en los meses anteriores, se verifica la presencia de pequeños langostinos.

En términos comparativos, las biomasas estimadas frente a las tres localidades estudiadas, muestran una situación distinta en sus valores de producción secundaria. Es así, como Arica, exhibe un incremento de 58%, mientras que los puertos de Iquique y Mejillones disminuyen con respecto al mes de mayo de 2015, en 52,3% y 70,1%, respectivamente (**Tabla 10; Figuras 32 y 33**).

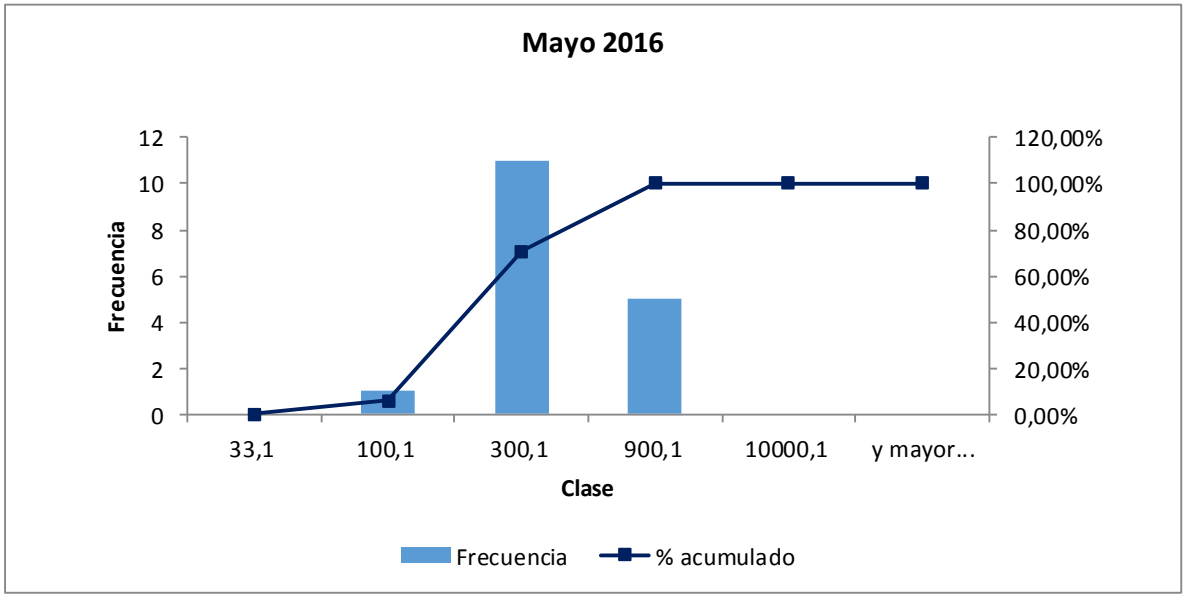


Figura 30. Categorías de densidad de la estimación de la biomasa zooplanctónica para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones - Mayo 2016.

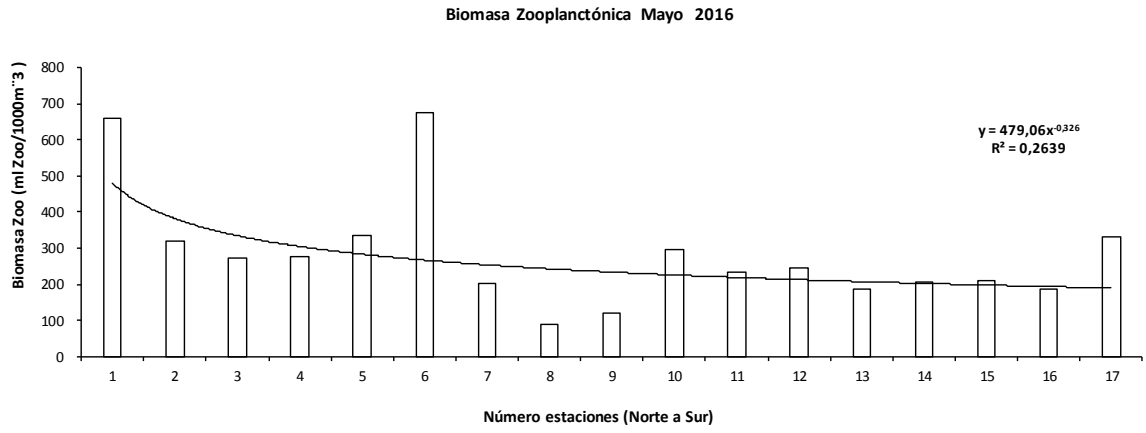


Figura 31. Abundancia y distribución de la biomasa zooplanctónica. Zona Norte - Mayo 2016.

Tabla 9. Biomasa promedio y rangos del Zooplancton en los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Serie Marzo 2015 – Mayo 2016.

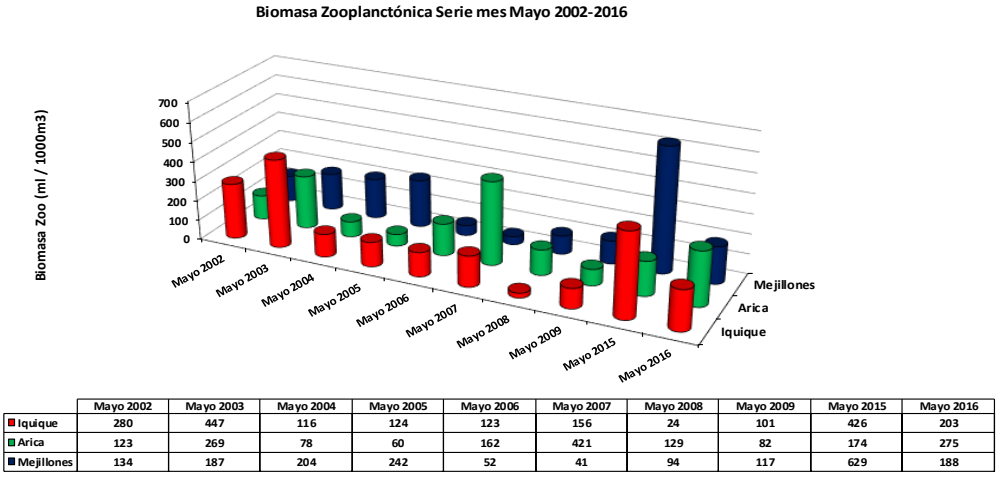
Mes	N	Mínimo	Máximo	Promedio	DS	CV (%)
Abril						
Arica	6	45	312	191	91,13	48
Iquique	8	207	676	358	166,47	46
Mejillones	5	180	695	412	227,16	55
Mayo						
Arica	6	174	595	312	160,04	51
Iquique	6	145	426	220	108,60	49
Mejillones	5	190	836	465	266,92	57
Junio						
Arica	6	79	413	230	146,56	64
Iquique	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
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 2015						
Arica	6	127	551	375	182,05	49
Iquique	6	199	981	358	307,43	86
Mejillones	5	440	1702	952	484,86	51

Continuación Tabla 9

s	N	Mínimo	Máximo	Promedio	DS	CV(%)
Noviembre						
Arica	6	315	1996	934	747,48	80
Iquique	6	509	1527	777	385,74	50
Mejillones	5	363	735	504	149,46	30
Diciembre						
Arica	6	160	715	408	224,63	55
Iquique	6	162	216	195	20,28	10
Mejillones	5	308	533	445	90,29	20
Enero 2016						
Arica	6	120	436	214	128,15	60
Iquique	6	122	213	163	34,06	21
Mejillones	-	-	-	-	-	-
Febrero						
Arica	6	293	772	406	183,30	45
Iquique	6	79	406	228	154,79	68
Mejillones	5	308	730	476	154,78	33
Marzo						
Arica	6	125	437	265	128,31	48
Iquique	6	84	160	117	28,97	25
Mejillones	4	179	493	328	147,83	45
Abril						
Arica	5	183	383	251	77,08	31
Iquique	6	81	355	143	106,18	74
Mejillones	5	80	482	215	157,09	73
Mayo						
Arica	6	271	677	423	191,50	45
Iquique	6	89	297	197	78,76	40
Mejillones	5	188	332	225	60,51	27

Tabla 10. Biomasa zooplanctónica promedio por puerto para la serie mayo 2002 - 2016.

Biomasa Zoo	Arica	Iquique	Mejillones	Promedio
Mayo 2002	123	280	134	179
Mayo 2003	269	447	187	301
Mayo 2004	78	116	204	133
Mayo 2005	60	124	242	142
Mayo 2006	162	123	52	112
Mayo 2007	421	156	41	206
Mayo 2008	129	24	94	82
Mayo 2009	82	101	117	100
Mayo 2015	174	426	629	410
Mayo 2016	**275**	**203**	**188**	**222**



	Mayo 2002	Mayo 2003	Mayo 2004	Mayo 2005	Mayo 2006	Mayo 2007	Mayo 2008	Mayo 2009	Mayo 2015	Mayo 2016
Iquique	280	447	116	124	123	156	24	101	426	203
Arica	123	269	78	60	162	421	129	82	174	275
Mejillones	134	187	204	242	52	41	94	117	629	188

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

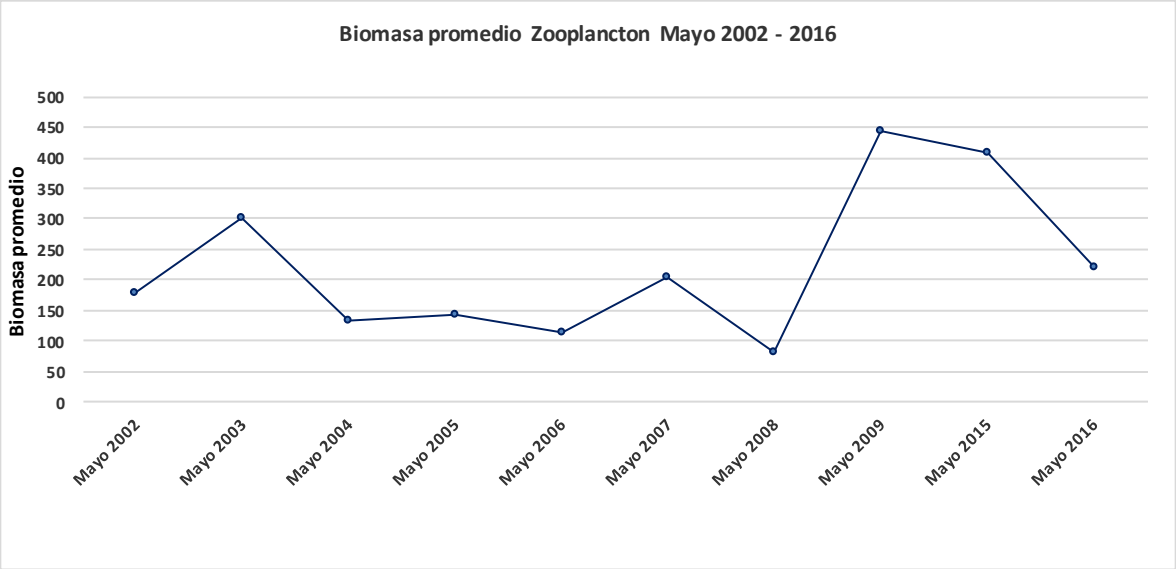


Figura 33. Biomasa zooplanctónica promedio frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones para la serie mayo 2002 - 2016.

CONCLUSIONES

En mayo de 2016, las concentraciones de oxígeno disuelto sugieren la presencia de aguas del tipo Ecuatorial Subsuperficial (**AESS**) asociadas a la ocurrencia de procesos de surgencia costeros, los cuales habrían influenciado la columna de agua, al menos hasta los 10 m de profundidad, especialmente a 1 mn de la costa. En relación a esto, los valores del Transporte de Ekman (TEk) indicaron procesos activos en las tres localidades. En Arica se registraron las intensidades más bajas, con un predominio de valores cercanos los 600 m^3/s/km y máximas intensidades entre las 17:00 y las 20:00 horas. En Iquique, los máximos superaron los 1.500 m^3/s/km y se observaron entre las 18:00 y 22:00 horas. En Antofagasta igual que en Arica, el TEk se mantuvo más constante durante el periodo analizado, predominando intensidades cercanas a 1.000 m^3/s/km y con máximas que superaron levemente este valor.

La influencia de estos eventos también se visualizó en los valores de biomasa fitoplanctónica, los cuales se incrementaron notoriamente respecto de abril. Esta condición se observó especialmente en Iquique, donde las concentraciones superaron los 50,0 µg Cl-a/L. Respecto del mes anterior, los eventos de surgencia durante el periodo analizado, evidenciaron una menor intensidad, lo cual pudo favorecer el crecimiento del fitoplancton y, por lo tanto, el aumento en su biomasa. Este escenario permite señalar que el sistema se encontró dentro de una condición normal.

Las más altas biomasas promedio de zooplancton, se observan frente al puerto de Arica (423), exhibiendo Iquique y Mejillones valores promedio de 197 y 225 ml de zooplancton/1.000 m^3, respectivamente. Con respecto al mes de abril de 2016, las tres localidades muestran incrementos de 68,5%, 37,8% y 4,7% respectivamente. En relación a la composición específica de las muestras, estas estuvieron constituidas principalmente por copépodos y decápodos y en menor cantidad el grupo de los quetognatos. Frente a los puertos de Arica y Mejillones, y como ha ocurrido en los meses anteriores, se verifica la presencia de pequeños langostinos.

En términos comparativos, las biomasas estimadas frente a las tres localidades estudiadas, muestran una situación distinta en sus valores de producción secundaria. Es así, como Arica, exhibe un incremento de 58%, mientras que los puertos de Iquique y Mejillones disminuyen con respecto al mes de mayo de 2015, en 52,3% y 70,1%, respectivamente.

Con respecto a la componente ictioplanctónica, se verificó la presencia de 33.336 huevos y 2.342 larvas, señalando una situación característica de actividad reproductiva. De acuerdo a lo señalado por los estadios tempranos de anchoveta, estos se localizaron mayoritariamente frente al puerto de Arica con una clara tendencia a disminuir hacia la zona sur de operación de la flota industrial, distribuyéndose a lo largo de la extensión latitudinal comprendida entre Arica y Punta Angamos (23°01´S).

La abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta obtenida en mayo de 2016, respecto a la reportada en el mes de abril, muestra que la abundancia de esta especie analizada en términos de la densidad promedio por estaciones totales, presentan la misma situación con respecto al mes anterior, exhibiendo porcentajes de cambio de 32,4% y 1871% para los estadios de huevos y larvas, respectivamente.

Las densidades promedio por estaciones positivas, utilizadas como un índice de la intensidad y/o concentración del desove, muestran con respecto al mes de abril, para el estadio de huevos una disminución de 24,3%, mientras que las fases larvarias se incrementan en un 98,3%.

Los resultados expresados en la serie octubre 2014 - mayo 2016, reflejan que la postura ha sido permanente durante el año 2015 e inicios del 2016, con una menor intensidad en el mes de marzo, para incrementarse nuevamente durante abril y mayo de 2016.

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.