



**BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°8**  
**Abril 2016**

**Convenio Desempeño 2015**

Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas  
entre la XV y II Regiones, año 2015

**SUBSECRETARÍA ECONOMÍA Y EMT / Mayo-2016**



**BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°8**  
**Abril 2016**

**Convenio Desempeño 2015**

Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas  
entre la XV y II Regiones, año 2015.

**SUBSECRETARÍA ECONOMÍA Y EMT / Mayo 2016**

**REQUIRENTE**

**SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y  
EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO**

Subsecretaria de Economía y  
Empresas de Menor Tamaño:  
**Natalia Piergentili Domenech**

**EJECUTOR**

**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP**

Director Ejecutivo

**Leonardo Núñez Montaner**

Jefe División Investigación Pesquera

**Claudio Bernal Larrondo**

Jefe Departamento de Oceanografía y Medio Ambiente

**Jaime Letelier Pino**

Jefe Sección Oceanografía Pesquera

**Hernán Reyes Rivas**

**JEFE DE PROYECTO**

Jorge Angulo Aros

**AUTORES**

*Oceanografía e información satelital*

Milena Pizarro

Úrsula Cifuentes Ojeda

*Ictioplancton y zooplancton*

Jorge Angulo Aros

**COLABORADOR**

Hernán Miles Urbina

Angélica Varas Sandoval



## **BOLETIN BIO-OCEANOGRÁFICO N°8, ZONA NORTE**

### **Mes: Abril 2016**

Preparado por: Sección de Oceanografía Pesquera, Departamento de Oceanografía y Medio Ambiente. IFOP

### **Resumen**

Se observa un debilitamiento de las condiciones anormales en la zona norte, las que se han presentado desde marzo de 2015 producto del evento El Niño 2015-16 en desarrollo. Este debilitamiento es consistente con lo que está ocurriendo en el Pacífico Ecuatorial, ya que aunque el MEI se mantiene alto, las anomalías térmicas reflejan un importante debilitamiento de El Niño y una tendencia a condiciones de ENSO-neutral. Los pronósticos señalan un aumento de la probabilidad del desarrollo de un evento La Niña durante la primavera y el verano de 2016-17.

Las estaciones fijas reflejan un debilitamiento de la participación del AST siendo apenas perceptibles las salinidades  $>35$ , con un claro gradiente que disminuyó hacia el sur. Lo mismo ocurre con la temperatura, el oxígeno disuelto y las concentraciones de clorofila. La serie de clorofila\_ satelital indica que este mes, en general, las concentraciones estuvieron cerca del promedio histórico, en tanto que las anomalías térmicas superficiales de la serie satelital siguen disminuyendo.

Con respecto al ictioplancton, desde enero de 2016 no se han registrado anomalías en el patrón de distribución espacial de los huevos de anchoveta, sin embargo, importantes pulsos de abundancia fueron detectados fuera del periodo principal de desove. La abundancia media de huevos registrada en abril se encontró dentro los valores esperados para el mes en una año promedio. El tamaño de los organismos del zooplancton presentó un aumento de norte a sur, producto de una mayor participación de organismos gelatinosos, lo que pudo estar asociado a la disminución gradual de clorofila en sentido norte-sur.

### **Condición Regional**

Las variabilidades atmosféricas y oceánicas en el Pacífico Ecuatorial representadas por el Índice Ecuatorial multivariado (MEI) se muestran en la **Figura 1**. Se muestra que la condición El Niño se mantiene presente a abril de 2016 y el Índice Ecuatorial Multivariado (MEI) aumentó desde 1,9 en marzo, a 2,07 durante abril. A pesar de esto se observa una disminución de las anomalías de temperatura superficial en la mayor parte del Océano Pacífico ecuatorial central y oriental, con valores positivos de  $+0,35^{\circ}$  y  $+1,18^{\circ}\text{C}$  en las regiones Niño1+2 y Niño3,4, respectivamente (**Figura 1a**). El rango de clasificación MEI, con un valor de 64, aún señala una categoría de fuerte (**Figura 1b**). La mayoría de los modelos predicen el fin de El Niño con un breve período de ENSO-neutral a



comienzo del invierno. El pronóstico de la NOAA señala un 75% de probabilidad que se desarrolle un evento La Niña en la primavera 2016 y verano 2017 (NOAA, 2016).

## Condición Local

Las anomalías de temperatura promedio (ATSM) (**Figura 1c**) disminuyeron desde el mes de marzo llegando en abril a valores  $+0,28^{\circ}\text{C}$  y  $+0,29^{\circ}\text{C}$ , en la serie costera y oceánica, respectivamente, ambos valores considerados dentro del rango de neutralidad para la zona. La serie de clorofila\_a satelital (**Figura 1d**) costera señala un descenso en relación al mes de marzo, alcanzando en abril la concentración promedio ( $11,9 \mu\text{g/L}$ ), mientras que en el sector oceánico hubo un aumento, sobrepasando levemente la concentración promedio de esta serie ( $0,47 \mu\text{g/L}$ ). En general, la concentración de clorofila\_a del mes de abril estuvo levemente más alta al promedio de los meses de abril de la serie 2002-2016.

En las cartas satelitales se puede observar para abril la predominancia de vientos favorables a la surgencia provenientes del sur y sur-este principalmente, con intensidades bajas que van de 3 m/s en el sector costero norte hasta 6 m/s en el sector oceánico del extremo sur de la zona (**Figura 2a**). Las ATSM fluctuaron entre  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ , con anomalías mayores a  $+1^{\circ}\text{C}$  en el sector oceánico al norte de los  $20^{\circ}\text{S}$ , en la costa de Arica y entre los  $25^{\circ}$  y  $26^{\circ}\text{S}$ , mientras que las anomalías negativas se ubicaron en un foco oceánico centrado en los  $21^{\circ}\text{S}$  y un gran foco costero que abarcó desde punta Copaca hasta rada Paposo, el que superó los  $72^{\circ}\text{S}$  a la altura de Antofagasta (**Figura 2b**).

Por su parte la clorofila\_a satelital muestra una franja productiva ( $>1 \mu\text{g/L}$ ) a lo largo de toda la costa con extensiones variables hacia el sector oceánico que superaron las 30 mn en el área de punta Lobos y punta Amarilla (al sur de Antofagasta). Las mayores concentraciones superaron los  $5 \mu\text{g/L}$  y se localizaron en el sector centro y norte: entre Arica a punta Camarones, un foco en los  $20^{\circ}\text{S}$ , entre punta Patache y punta Arenas. En el sector sur sólo se registró un foco en Antofagasta (**Figura 2c**). La anomalía del nivel del mar (ANMM) sigue estando positiva e intensa en toda la zona como se registra desde octubre pasado, con valores máximos  $> 12 \text{ cm}$  coincidentes con dos estructuras anticiclónicas en el sector oceánico al norte de punta Junín y entre los  $21$  y  $22^{\circ}\text{S}$ . Las menores ANMM coincidieron con estructuras ciclónicas ubicadas principalmente en el sector costero. En esta oportunidad se registró sólo un giro completo con dirección ciclónica centrado a la cuadra de Antofagasta, donde se observaron fuertes velocidades geostrofica  $>20 \text{ cm/s}$ . Las menores velocidades se registraron en los extremos de la zona, principalmente en el sector costero norte y oceánico sur (**Figura 2d**).

Las estaciones de vigilancia de Arica, Iquique y Antofagasta (**Figura 3**) muestran en la vertical una fuerte disminución en las temperaturas en relación a los meses previos, con valores máximos superficiales  $>19^{\circ}\text{C}$  en Arica, sin registrarse aún la isoterma de  $15^{\circ}\text{C}$ ,  $>16^{\circ}\text{C}$  en Iquique y  $>15^{\circ}\text{C}$  en Mejillones. La isoterma de  $15^{\circ}\text{C}$  se ubicó cercana a los 30 m en estas dos últimas localidades



**(Figura 3a).** La salinidad por su parte presentó valores  $>35$  escasos tanto en Arica como en Iquique (a nivel superficial), primando en las tres estaciones valores de salinidad  $\sim 34,9$  **(Figura 3b).**

El oxígeno disuelto (OD) presentó una capa bien oxigenada sólo en la estación de Arica, mientras que en Iquique y Mejillones se registraron valores máximos  $>3$  mL/L y  $>2$  mL/L respectivamente. No obstante lo anterior, en las tres estaciones la isolínea de 1 mL/L se ubicó cercana a los 20 m **(Figura 3c).** La clorofila *a*, aunque presentó núcleos productivos ( $>1$   $\mu\text{g/L}$ ) en las tres estaciones, también mostró un gradiente norte-sur, ya que Arica tuvo el mayor espesor del núcleo,  $>20$  m, con concentraciones máximas  $> 10$   $\mu\text{g/L}$ , luego Iquique con un espesor de 15 m y un máximo  $> 5$   $\mu\text{g/L}$ , y Mejillones con un espesor del núcleo que no superó los 5 m **(Figura 3d).**

### Componente Biológica

En el ictioplancton de importancia comercial se registró la presencia de huevos y larvas de anchoveta y huevos de machuelo. Los huevos de anchoveta constituyeron el 91,1% de todo el ictioplancton siendo la especie dominante.

En los lances integrados (0-50 m) se observó un gradiente norte-sur en la densidad de huevos de anchoveta, condición observada desde enero de 2016. La mayor proporción de huevos se observó en Arica (89,36%) y secundariamente en Iquique (10,4%). En Mejillones no se han observado huevos desde marzo de 2016 en los lances integrados.

La mayor proporción de huevos en Arica muestra el patrón de distribución espacial para el mes en un año promedio, condición que se ha dado desde enero de 2016. En contraste a lo anterior, las alteraciones en el patrón de distribución espacial fueron detectadas en el periodo septiembre de 2014-diciembre de 2015, donde la mayor proporción de huevos se registró en Mejillones **(Figura 4a).**

En las larvas de anchoveta se observó una situación similar a la descrita para la fase huevos, detectándose una mayor proporción de larvas en Arica a partir de noviembre de 2015. En marzo de 2016 las larvas de anchoveta se detectaron solo en Iquique **(Figura 4b).**

Los huevos de anchoveta fueron detectados en toda la vertical en la estación de Arica, mientras que en Iquique y Mejillones estos se encontraron sólo en estrato 0-10 m. En Arica el 95,7% de los huevos se observó en el estrato 0-10 m y la fracción restante disminuyó su concentración hacia los estratos más profundos.

La densidad media de huevos de anchoveta por estación positiva fue cercana al doble de promedio histórico, 5.332 versus 2.546 huevos/10 m<sup>2</sup>, sin embargo está dentro del rango de variación. En el periodo septiembre-diciembre 2015 la tendencia observada en la distribución mensual de esta variable se mantuvo acorde a la mostrada por el promedio histórico. En enero de 2016 y febrero se

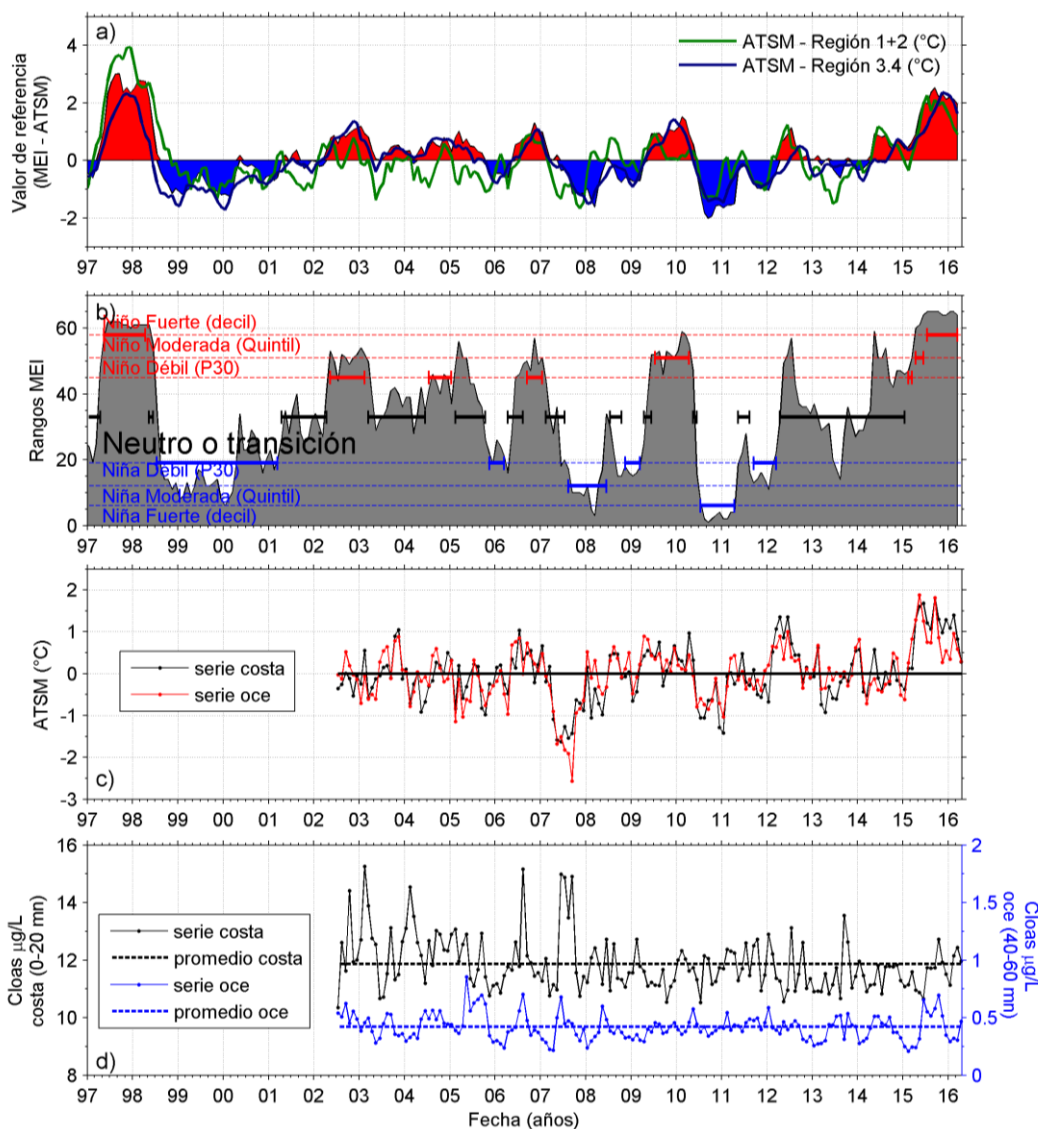


han observado fluctuaciones inusuales en la densidad promedio de huevos, detectándose valores inusualmente bajos y altos respectivamente (**Figura 5**). El registro de febrero fue superior al obtenido en septiembre, mes en que históricamente se ha detectado la mayor actividad reproductiva de la especie en la zona norte de Chile.

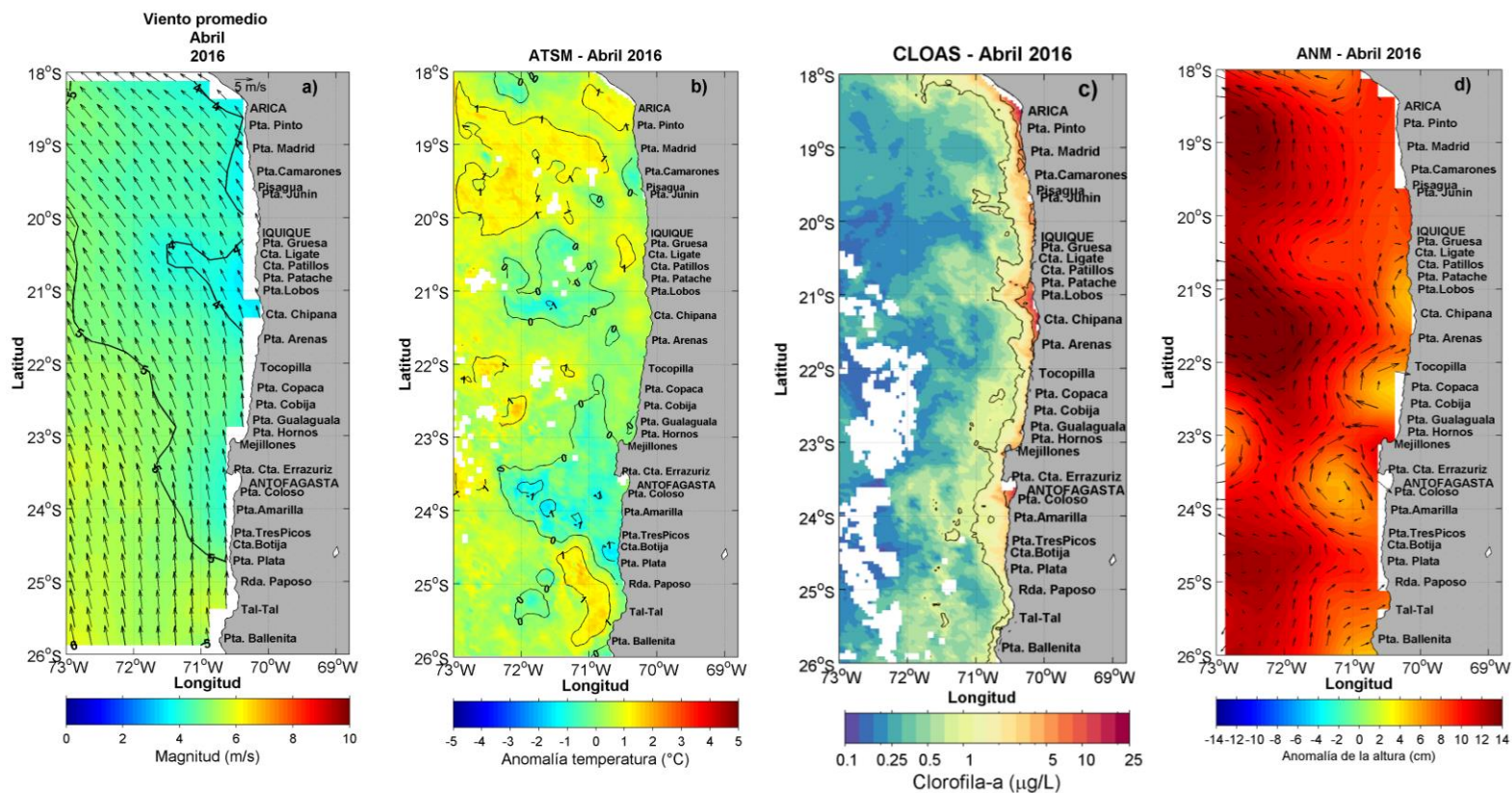
La distribución de los IGS promedio de las hembras de anchoveta disponibles para la zona norte (información proporcionada por el programa de seguimiento semanal de este recurso en la zona), mostró un descenso en la condición reproductiva dos semanas antes de la obtención de muestras de ictiplancton y un incremento una semana después, a partir de lo cual se deduce una concordancia entre el IGS y la media geométrica (MG) mensual de la densidad de huevos (**Figura 6**).

En abril de 2016, la abundancia ( $\text{ind} / 1000 \text{ m}^3$ ) promedio del zooplancton de las tres estaciones disminuyó en 37% (y biomasa ( $\text{mL zoo} / 1000 \text{ m}^3$ ), mientras la biomasa promedio mostró un aumento del 143% (**Figura 7a**). Desde febrero a marzo de 2016 los registros de estas dos variables fueron más altos en Arica respecto de las otras dos estaciones. En abril de 2016, la abundancia del zooplancton sigue siendo más alta en Arica pero la biomasa disminuyó, aumentando notoriamente en Iquique y Mejillones por efecto una mayor proporción de organismos gelatinosos, tales como, quetognatos y sifonóforos (**Figura 7b**).

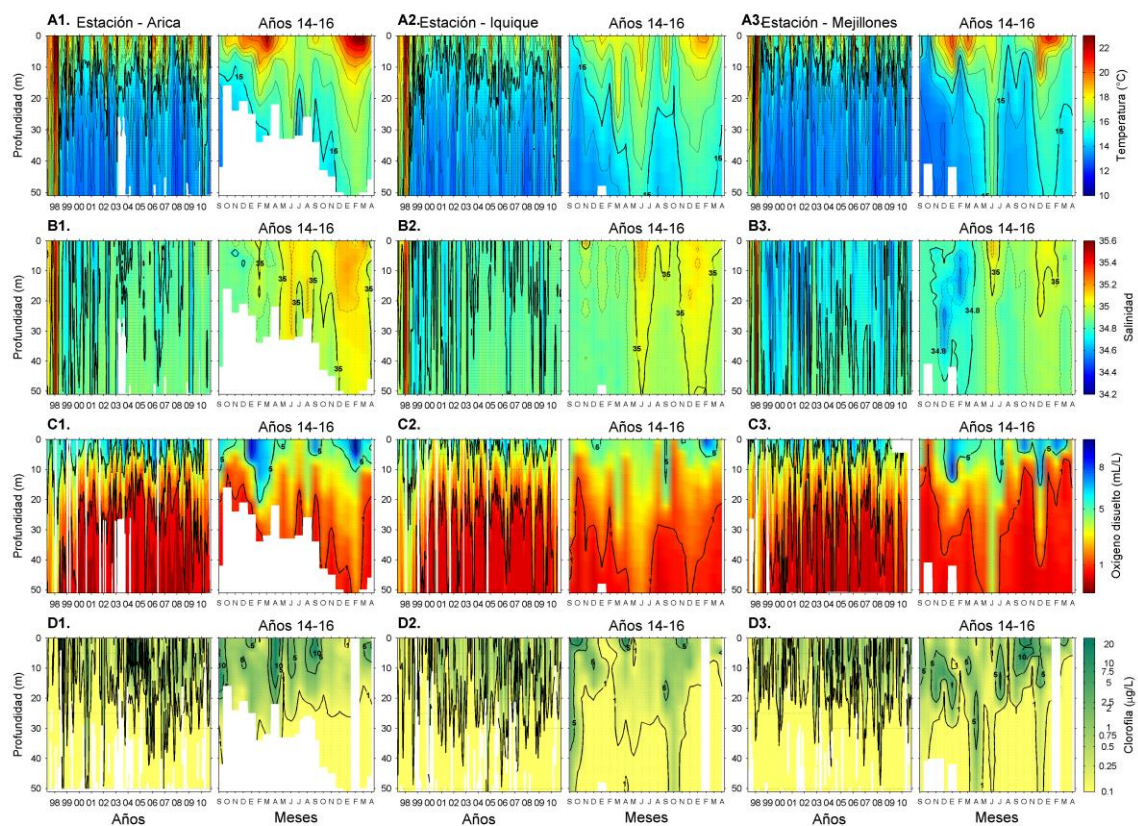
Se observó un gradiente norte-sur en la proporción de copépodos, cuyos porcentajes de participación en las muestras de Arica Iquique y Mejillones fue 96,2%, 87,6% y 59,2% respectivamente.



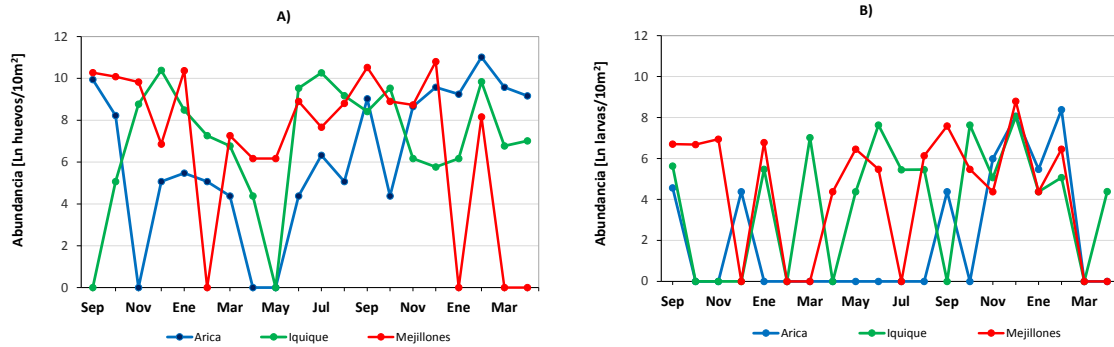
**Figura 1.** Series de tiempo para el período julio 2002 - abril 2016 de: a) Índice Ecuatorial Multivariado (MEI), b) rangos MEI por mes y clasificación de la intensidad de los ciclos ENOS y eventos declarados El Niño (rojo), La Niña (azul) y neutros (negro), c) promedio de ATSM (°C) entre 18°-26°S, en el sector costero y oceánico, y d) promedio de clorofila-a satelital (µg/L) entre 18°-26°S, en el sector costero y oceánico.



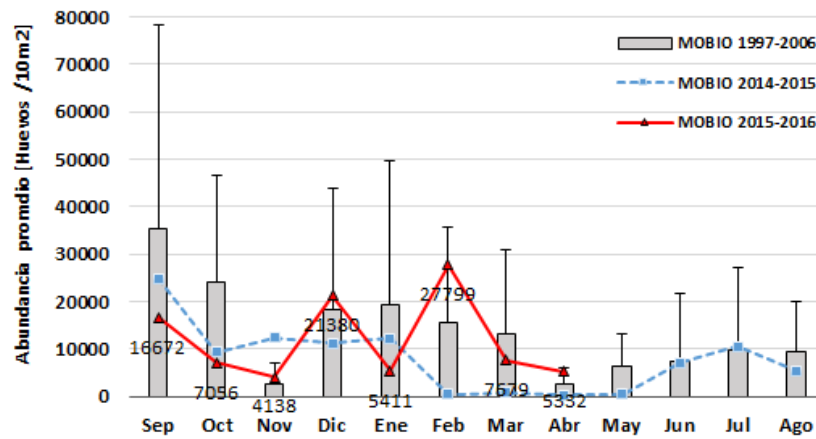
**Figura 2.** Imágenes satelitales del promedio mensual de abril de 2016 de a) viento promedio a 10 m de la superficie del mar (m/s), derivado de imágenes del dispersómetro avanzado (ASCAT), b) anomalía de TSM (°C) de las imágenes satelitales del sensor MODIS-A, c) clorofila-a ( $\mu\text{g/L}$ ) del sensor MODIS-A, d) circulación geostrofica (AVISO). Los contornos de línea negra en (c), representan concentraciones de clorofila-a de 1 y 5  $\mu\text{g/L}$ , y las flechas negras en (d), indican la intensidad de la corriente geostrofica.



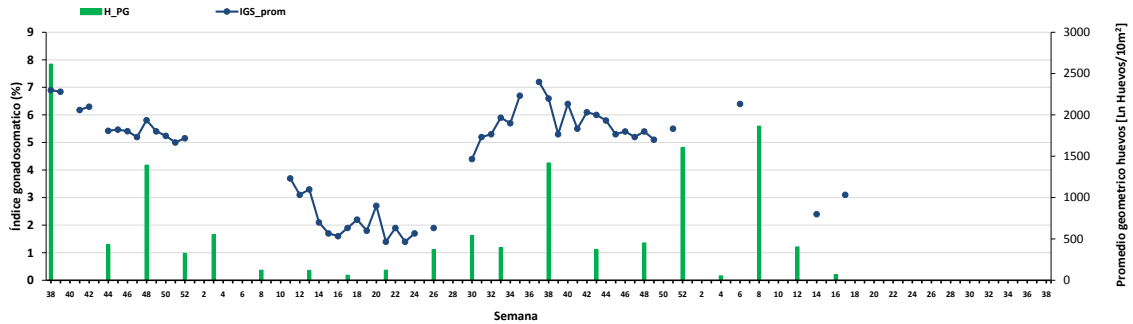
**Figura 3.** Series de tiempo de A) temperatura (°C), B) salinidad, C) concentración de oxígeno disuelto (mL/L) y D) clorofila total (µg/L), en las estaciones fijas de Arica (1), Iquique (2) y Mejillones (3), entre mayo 1997 - septiembre 2010, y entre septiembre 2014 - Abril 2016.



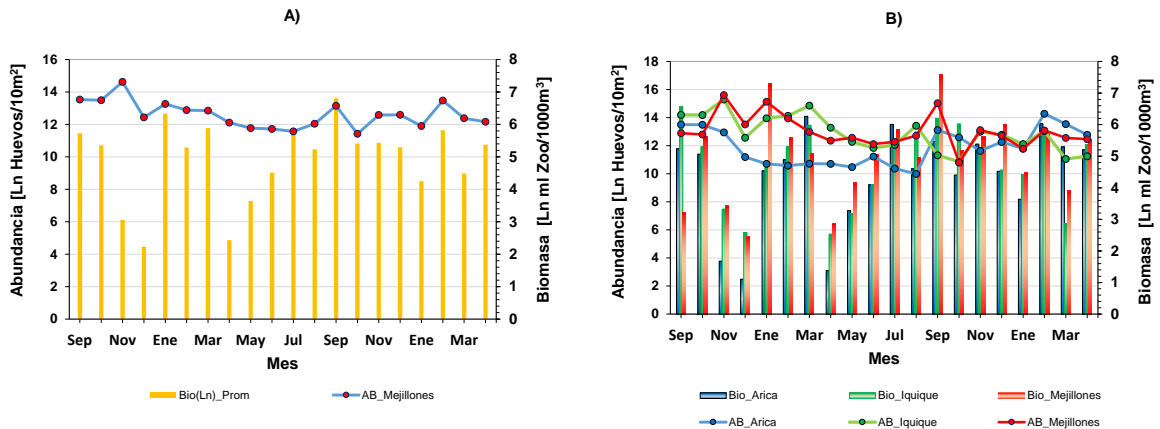
**Figura 4.** Abundancia mensual de huevos (A) y larvas (B) de anchoveta, en las estaciones fijas de Arica, Iquique y Mejillones. Monitoreo septiembre 2014 – abril 2016.



**Figura 5.** Distribución mensual del promedio de huevos de anchoveta por estación positiva (huevos/10 m²), histórico (1997-2006) y en proyectos MOBIO 2014-2015 y MOBIO 2015-2016.



**Figura 6.** Distribuci3n semanal del 3ndice gonadosom3tico medio (IGS) y del promedio geom3trico de huevos (PG, huevos/10 m<sup>2</sup>) de anchoveta, entre Arica y Mejillones, a3os 2014-2016.



**Figura 7.** Distribuci3n mensual de la abundancia y biomasa zooplanct3nica: A) Promedio de los tres sitios de monitoreo, B) registro por estaci3n de monitoreo (Arica, Iquique y Mejillones). Serie septiembre 2014 – abril de 2016.



## Referencias

DGEO-IMO, 2016. Boletín Oceanográfico (BOC). Departamento de Geofísica e Instituto Milenio de Oceanografía, Universidad de Concepción. Eds. Montecino, A., O. Pizarro & C. Conejero. 14 de Mayo de 2016. 10 pp.

NOAA, 2016. El Niño/Oscilación del Sur (ENSO). Discusión diagnóstica. 12 de Mayo de 2016.  
[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/enso\\_advisory/ensodisc\\_Sp.pdf](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/ensodisc_Sp.pdf)



---

**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO**

**Sección Ediciones y Producción**  
Almte. Manuel Blanco Encalada 839  
Fono 56-32-2151500  
Valparaíso, Chile  
[www.ifop.cl](http://www.ifop.cl)



[www.ifop.cl](http://www.ifop.cl)