



**BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°1:  
Septiembre 2016**

Convenio Desempeño 2016

Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas  
entre la XV y II Regiones, año 2016

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



**BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°1**  
**Septiembre 2016**

Convenio Desempeño 2016

Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas  
entre la XV y II Regiones, año 2016

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

**REQUIRENTE**

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

Subsecretaria de Economía y EMT

**Katia Trusich Ortiz**

**EJECUTOR**

**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP**

Director Ejecutivo

**Leonardo Núñez Montaner**

Jefe División Investigación Pesquera (I)

**Carlos Montenegro Silva**

**JEFE DE PROYECTO**

Jorge Angulo Aros

**AUTORES**

***Oceanografía e información satelital***

Milena Pizarro Revello

Úrsula Cifuentes Ojeda

***Ictioplancton y zooplancton***

Francisca Osorio Zúñiga

Jorge Angulo Aros

**COLABORADORES**

Hernán Miles Urbina

Angélica Varas Sandoval

Alejandro Audicio López



## **BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°1, ZONA NORTE**

### **Mes: Septiembre 2016**

Preparado por: Departamento de Oceanografía y Medio Ambiente. IFOP

#### **Resumen**

Los modelos en el Pacífico Ecuatorial pronosticaron un aumento a un 70% la probabilidad que se desarrolle un evento La Niña durante la primavera, el que podría persistir (~55% de probabilidad) durante el verano 2016-17.

A nivel local, en la zona disminuyó el viento, aumentó la clorofila y las ATSM se mantuvieron positivas. La condición de la zona se mantiene cálida desde julio con valores cercanos a  $+1^{\circ}\text{C}$  de ATSM. En las estaciones de vigilancia las variables oceanográficas estudiadas se mantuvieron similares a lo reportado para el mes anterior, manteniéndose relativamente bajas concentraciones de OD y altas en pigmento, lo que sería efecto de una surgencia activa en la zona. La distribución espacial de los huevos de anchoveta se ajustó al patrón normal del periodo de primavera. Se encontró un acoplamiento entre la densidad media de huevos, el promedio geométrico y el valor de IGS promedio de la anchoveta, los que señalan una alta actividad reproductiva durante este mes. La abundancia promedio del zooplancton aumentó este mes respecto del mes pasado, mientras que la biomasa disminuyó, evidenciando una disminución en el tamaño de sus componentes. Se encontró una elevada participación de huevos de crustáceos, lo cual sugiere el desarrollo de una alta actividad reproductiva de estas especies de hábitos pelágicos.

#### **Condición Regional**

Septiembre mostró condiciones ENOS-Neutral con ATSM negativas a través del este del Océano Pacífico ecuatorial (**Figura 1a**). Todas las regiones Niño mostraron un descenso en la temperatura hacia finales de mes. Las ATSM en la región Niño-3.4 disminuyeron levemente a  $-0,56^{\circ}\text{C}$  y la región Niño 1+2 disminuyó de  $+0,28^{\circ}\text{C}$  en agosto a  $+0,22^{\circ}\text{C}$  en septiembre, condición neutral (**Figura 1b**). A niveles más profundos las temperaturas en el Pacífico ecuatorial también descendieron en el sector este y centro. En general, el sistema combinado de océano y atmósfera reflejaron condiciones ENSO-Neutral durante el mes de septiembre, pero están mostrando señales claras hacia condiciones de La Niña (NOAA, 2016).

#### **Condición Local**

En la zona de estudio ( $18^{\circ}$ - $26^{\circ}\text{S}$ ) las series de ATSM presentaron muy poca variación respecto al mes anterior tanto en el sector oceánico (40-60 mn) como en el costero (0-20 mn), fluctuando en valores cercanos a  $+1^{\circ}\text{C}$  (**Figura 1c**), ya que, en ambos sectores ha sido observada una tendencia positiva desde el mes de mayo. La serie temporal de clorofila-a satelital (mensual) en el sector costero mostró un sostenido aumento desde el mes de junio (mínimo valor del año 2016), mostrando en septiembre una concentración de  $13,13\ \mu\text{g/L}$ , lo que está sobre el promedio de la serie 2002-2016 ( $12,6\ \mu\text{g/L}$ ) y es el segundo valor más alto del año 2016. En el sector oceánico, la



concentración de este mes y la del mes anterior fluctuaron en torno al promedio de la serie (0,43  $\mu\text{g/L}$ ) (**Figura 1d**).

El viento predominante (**Figura 2a**) fue desde el sur-suroeste con intensidades bajas, las que en el sector costero disminuyeron de 5 m/s en Tal-Tal a menos de 3 m/s desde punta Arenas hasta el extremo norte. Las mayores intensidades del viento ( $>6$  m/s) se registraron en el sector oceánico al sur de los  $24^{\circ}\text{S}$ .

Las ATSM (**Figura 2b**) fueron en general positivas, con un predominio de valores  $>+1^{\circ}\text{C}$  al norte de Antofagasta, hasta un máximo de  $+2^{\circ}\text{C}$  en el sector oceánico de Arica. En el sector costero, focos térmicos en torno a valores neutrales  $>0^{\circ}\text{C}$  se registraron en Arica y desde el sur de Iquique hasta Tocopilla. Esta variable señala para el mes de septiembre una condición cálida para el área Arica-Antofagasta, la que se ha mantenido en los últimos tres meses desde que supero el valor de  $+1^{\circ}\text{C}$ .

La clorofila-a satelital mostró una estrecha franja costera de concentraciones  $>1$   $\mu\text{g/L}$  a lo largo de toda la zona. Concentraciones mayores a 5  $\mu\text{g/L}$  se registraron de punta Lobos al norte con focos de máximos  $>10$   $\mu\text{g/L}$  entre Pisagua y Arica. Al sur de los  $21^{\circ}\text{S}$  se registraron pequeños focos aislados de concentraciones  $>5$   $\mu\text{g/L}$ , siendo el de mayor tamaño el ubicado en Ta-Tal (**Figura 2c**). En la ANM (**Figura 2c**) predominaron valores positivos en toda la zona, condición que se presenta desde el comienzo del evento cálido en el 2015. Los valores más altos ( $>10$  cm) estuvieron asociados a una estructura anticiclónica en el sector costero de Iquique con velocidades  $>30$  cm/s, mientras que los menores valores de ANM, siempre positivos, estuvieron asociados a giros de tipo ciclónico con velocidades de 20 cm/s hacia la costa en punta Copaca y  $>30$  cm/s en rada Paposo.

Las estaciones de vigilancia (**Figura 3**) mostraron en TSM  $>16^{\circ}\text{C}$  en Iquique y  $>17^{\circ}\text{C}$  en Arica y Mejillones. En la vertical apareció la isoterma de  $14^{\circ}\text{C}$  en Arica e Iquique, mientras que en Mejillones esta isoterma se ha registrado desde junio pasado (**Figura 3a**). La salinidad más alta se midió en Iquique en una columna de agua casi homogénea cercana a 34,9. Mejillones tuvo también escasa variación vertical con valores  $<34,8$ . Arica presentó un núcleo centrado en los 10 m de 34,8, aumentando a valores levemente mayores en profundidad (**Figura 3b**). El oxígeno disuelto (OD) tuvo concentraciones superficiales entre 3 y 4 mL/L en las tres estaciones, y una profundidad de la isolínea de 1 mL/L que aumentó de 12 m en Arica, a cercanas a 30 m en Mejillones e Iquique (**Figura 3c**). La clorofila-a presentó núcleos con espesores de entre 20 y 30 m para las concentraciones  $> 1$   $\mu\text{g/L}$  en las tres estaciones, donde las máximas concentraciones se ubicaron dentro de los 15 primeros metros, superando los 10  $\mu\text{g/L}$  en Arica y Mejillones, y los 5  $\mu\text{g/L}$  en Iquique (**Figura 3d**).

El ictioplancton de importancia comercial en las tres estaciones, estuvo compuesto únicamente por anchoveta (*Engraulis ringens*). Esta especie aportó casi la totalidad de los huevos (99,8% del total), aumentando un 11,8% con respecto al mes anterior. Los huevos y larvas no comerciales disminuyeron un 11,9% en relación a agosto.



En los lances integrados (0-50 m), la mayor densidad de huevos de anchoveta se encontró en Arica (74,9%), seguido de Iquique (25%) y Mejillones (0,1%) (**Figura 4a, Tabla 1**). La distribución espacial de estos huevos es coincidente con lo esperado para los meses de primavera, cuando las mayores abundancias de huevos se ubican principalmente en Arica (Angulo *et al.*, 2016). Se debe destacar además que este mes se registró en Arica la mayor abundancia de huevos de anchoveta respecto del periodo septiembre 2014-septiembre 2016 (**Figura 4a, Tabla 1**).

Las larvas de anchoveta predominaron en la estación de Arica, con un 57,1%. En Iquique y Mejillones se registró el 23,8% y 19,1% del total de las larvas, respectivamente (**Figura 4b, Tabla 1**).

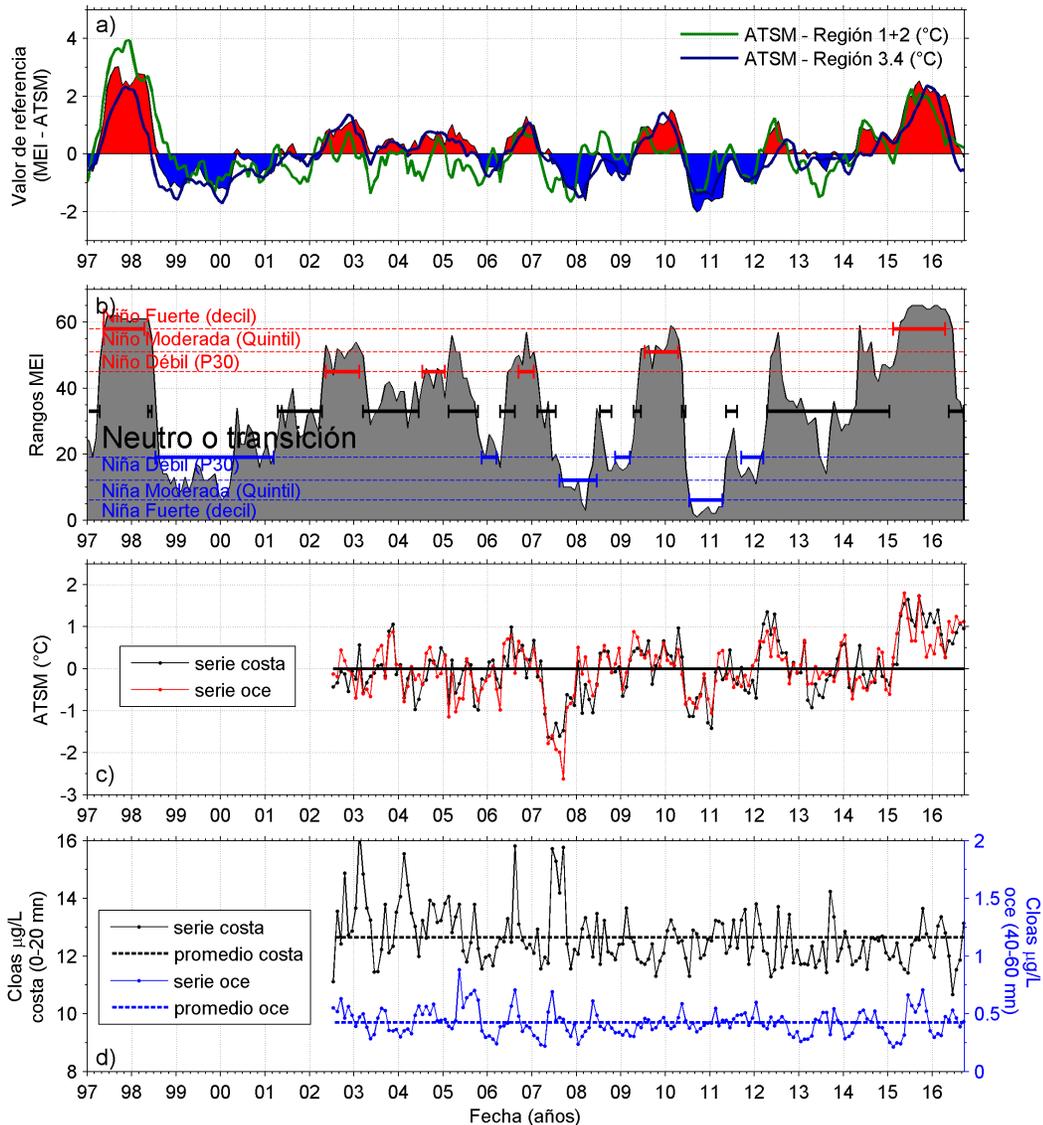
En la vertical, la mayor abundancia de huevos fue detectada en los primeros 10 m de la estación de Arica, en el cual se registró el 92% del total de huevos observados en la columna, seguido del estrato 10-25 m, con el 7,5%. En Iquique, los huevos también se concentraron en los primeros 10 m (91%).

La densidad media de huevos de anchoveta por estación positiva en septiembre fue un 76% más alta que el promedio histórico para este mes (102.894 vs 32.735 huevos en 10 m<sup>2</sup>) y corresponde al valor más alto registrado desde que se retomó el desarrollo de este proyecto en septiembre de 2014 (**Figura 5, Tabla 1**).

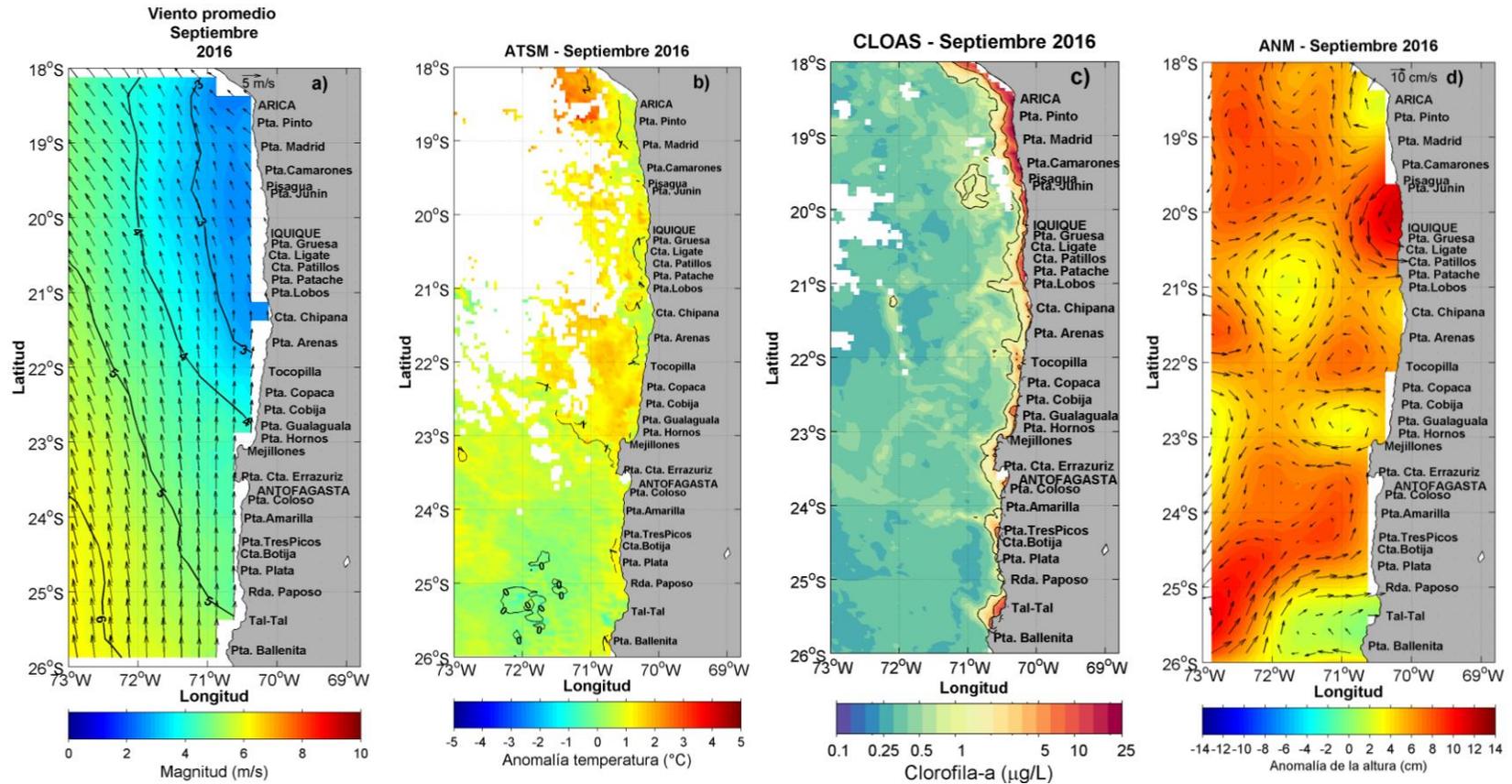
La serie temporal de IGS promedio de las hembras de anchoveta durante el mes de análisis alcanzó un 7,6% en la semana 38 (**Figura 6**). Por otra parte, el promedio geométrico de huevos fue elevado, coincidiendo con el alto valor del IGS, lo cual señala una alta actividad reproductiva de la anchoveta durante este mes.

En cuanto al zooplancton, se observó un aumento del 42% en la abundancia promedio (ind/1000 m<sup>3</sup>) en relación al mes anterior, mientras que la biomasa promedio (mL zoo/1000 m<sup>3</sup>) disminuyó un 13% con respecto a agosto (**Figura 7a, Tabla 1**). Lo anterior indicaría una disminución del tamaño promedio de los organismos componentes del zooplancton.

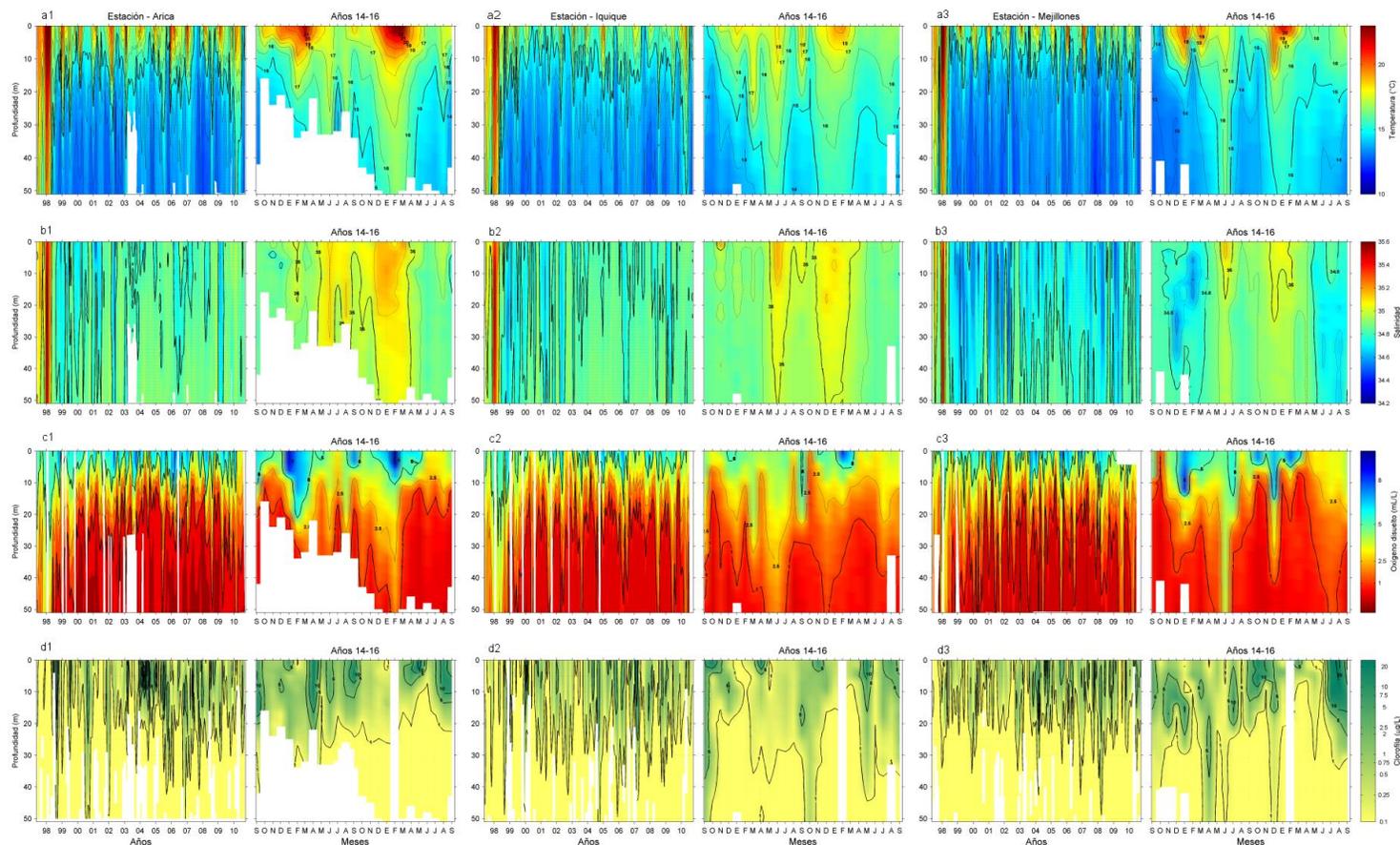
El aumento en la abundancia del zooplancton con respecto al mes anterior, se debió principalmente al elevado número de huevos de crustáceos encontrados en las estaciones de Mejillones e Iquique (aportando un 55% y 8,3% a la abundancia total, respectivamente) (**Figura 7b, Tabla 1**). Sin embargo, en Arica la densidad zooplanctónica disminuyó con respecto a agosto, lo que no coincide espacialmente con el foco de abundancia de los huevos y larvas de anchoveta encontrado en esta estación. La biomasa del zooplancton disminuyó en las tres localidades de estudio, esto debido a la mayor presencia de organismos de tamaño pequeño en relación al mes anterior, principalmente huevos de crustáceos, larvas de equinodermos y ostrácodos. El gran número de huevos de crustáceos registrado en las localidades de Mejillones e Iquique, evidenciaría el desarrollo de una alta actividad reproductiva en otros componentes del ecosistema pelágico, como son los crustáceos decápodos de hábitos pelágicos (Rivera & Santander, 2005).



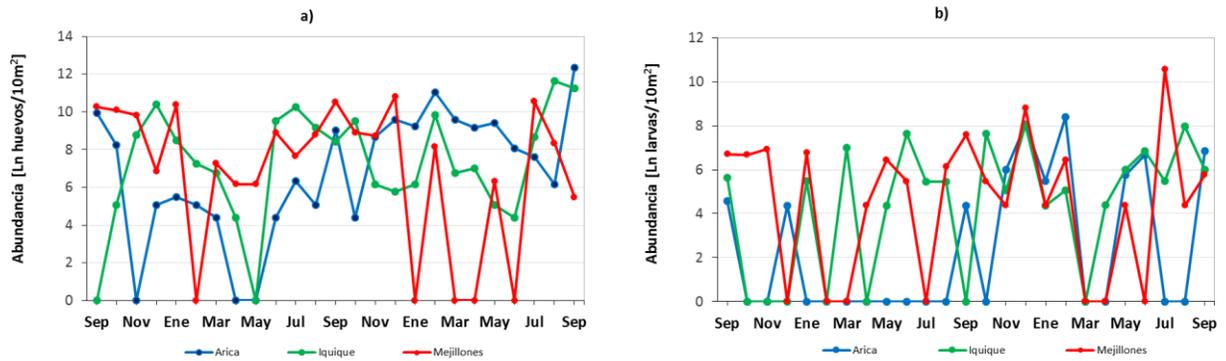
**Figura 1.** Series de tiempo para el período julio 2002 - septiembre 2016 de: a) Índice Ecuatorial Multivariado (MEI), b) rangos MEI por mes y clasificación de la intensidad de los ciclos ENOS y eventos declarados El Niño (rojo), La Niña (azul) y neutros (negro), c) promedio de ATSM (°C) entre 18°-26°S,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



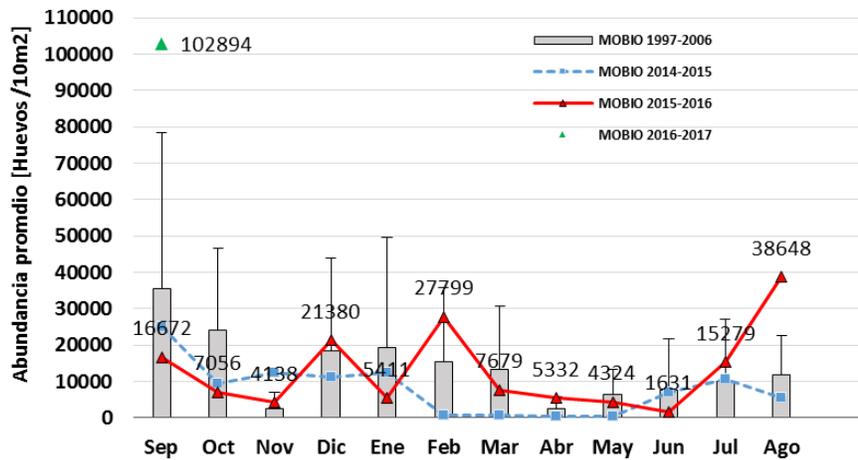
**Figura 2.** Imágenes satelitales del promedio mensual de septiembre 2016 correspondiente a: a) viento promedio a 10 m de la superficie del mar (m/s), derivado de imágenes del dispersómetro avanzado (ASCAT), b) anomalía de TSM (°C) de las imágenes satelitales del sensor MODIS-A, c) clorofila-a ( $\mu\text{g/L}$ ) del sensor MODIS-A, d) circulación geostrófica (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 geostrófica.



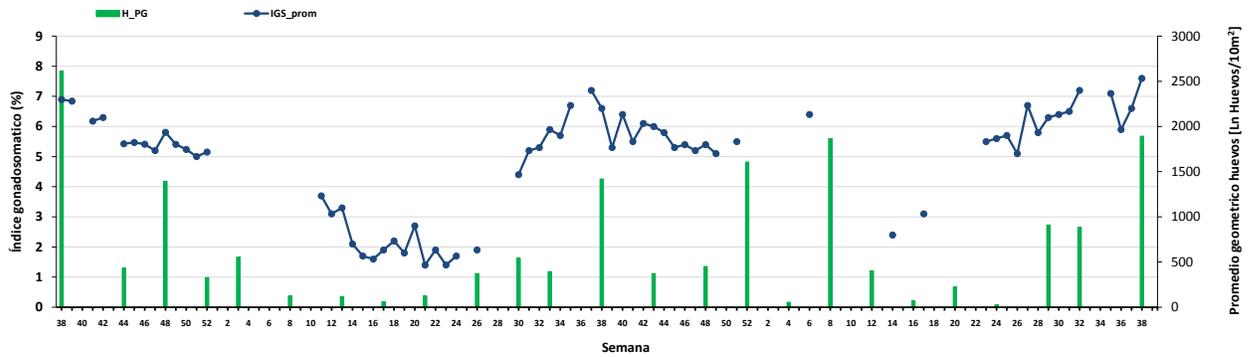
**Figura 3.** Series de tiempo de a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad, c) concentraci3n de oxigeno disuelto ( $\text{mL/L}$ ) y d) clorofila ( $\mu\text{g/L}$ ), en las estaciones fijas de Arica (1), Iquique (2) y Mejillones (3), entre mayo 1997 - septiembre 2010, y entre septiembre 2014 - septiembre 2016.



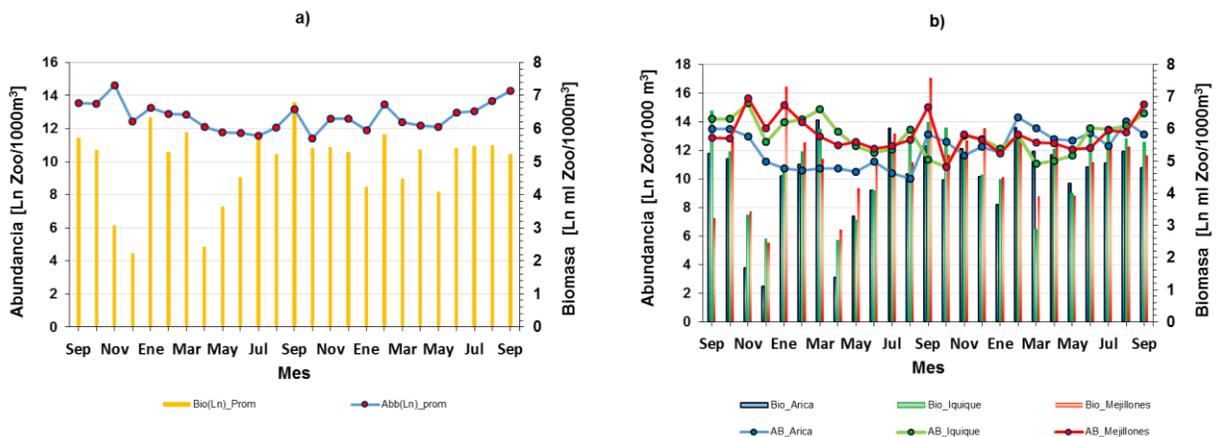
**Figura 4.** Abundancia mensual de huevos (a) y larvas (b) de anchoveta, en las estaciones fijas de Arica, Iquique y Mejillones. Monitoreo septiembre 2014 –septiembre 2016.



**Figura 5.** Distribución mensual del promedio de huevos de anchoveta por estación positiva (huevos/10 m<sup>2</sup>), histórico (1997-2006) y en proyectos MOBIO años 2014, 2015 y 2016.



**Figura 6.** Distribución semanal del índice gonadosomático medio (IGS) y del promedio geométrico de huevos (PG, huevos/10 m<sup>2</sup>) de anchoveta, entre Arica y Mejillones, años 2014-2016.



**Figura 7.** Distribución mensual de la abundancia y biomasa zooplanctónica: a) Promedio de los tres sitios de monitoreo, b) registro por estación de monitoreo (Arica, Iquique y Mejillones). Serie septiembre 2014 – septiembre de 2016.



**Tabla 1.**

Resumen de la abundancia del ictioplancton de anchoveta y la abundancia-biomasa del zooplancton de la columna, correspondiente a cada estación de muestreo, durante el mes de septiembre de 2016.

Ictioplancton anchoveta septiembre			
Abundancia (n° de individuos/10 m <sup>2</sup> )	Arica	Iquique	Mejillones
Huevos (0-50 m)	231093	77349	239
0-10 m	176503	53715	0
10-25 m	14483	3740	0
25-50 m	1114	1273	0
Larvas (0-50 m)	955	398	318
0-10 m	796	637	1592
10-25 m	0	318	0
25-50 m	80	0	0
Zooplancton (n° de individuos/1000 m <sup>3</sup> )	494364	2112047	4010705
Biomasa zoo (mL zoo/1000 m <sup>3</sup> )	120	265	175

## Referencias

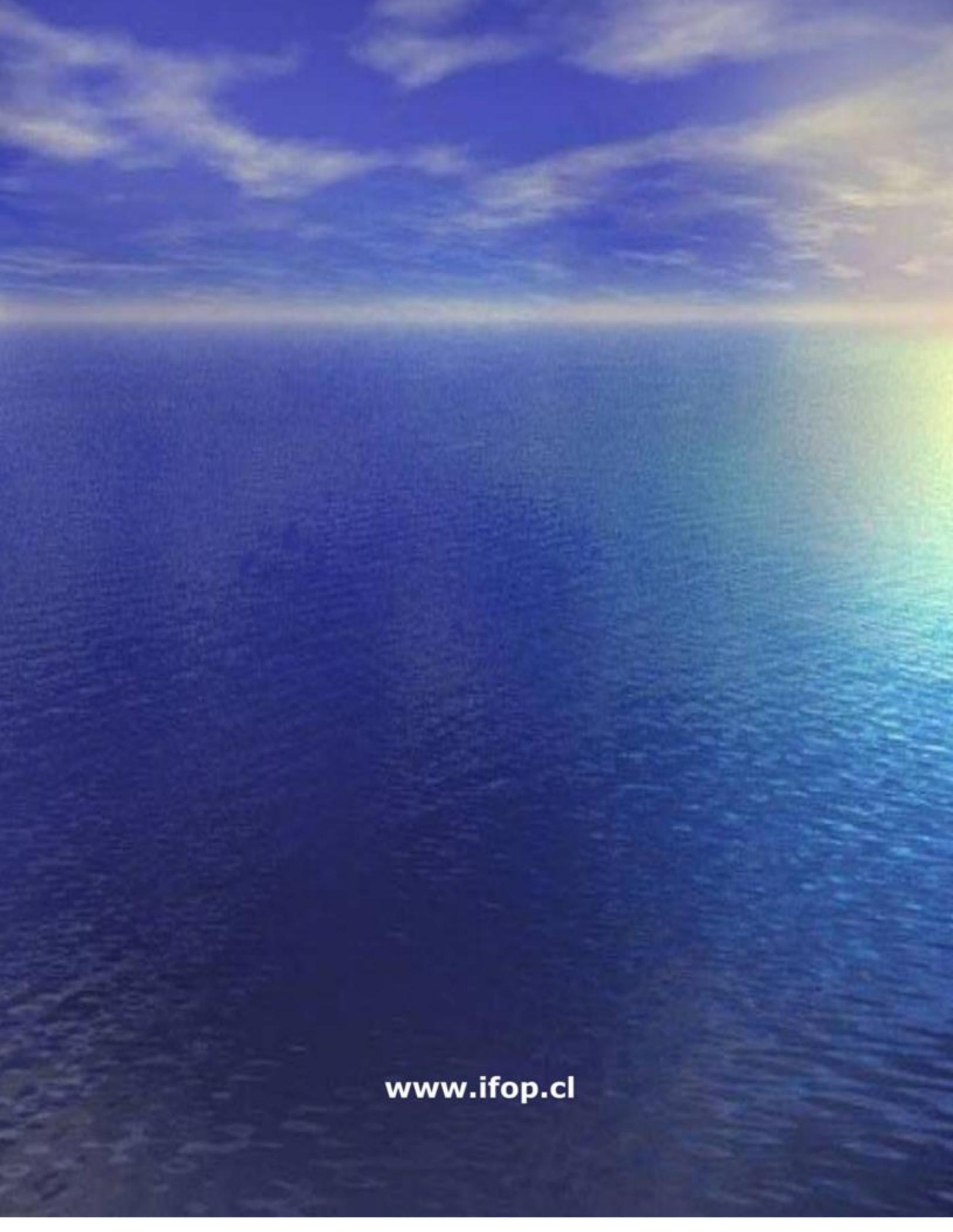
- Angulo J, C Grendi, U Cifuentes, M Pizarro, C Rosas, C Lang, A Barraza, L Herrera, E Santander, J Jaque, V Valenzuela, JC Saavedra & V Catasti. 2016. Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas entre la XV y II regiones, año 2015. Informe Final, Convenio de desempeño 2015, Instituto de Fomento Pesquero, 91 pp.
- NOAA. 2016. El Niño/Oscilación del Sur (ENSO). Discusión Diagnóstica, 13 de octubre de 2016. [http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/enso\\_advisory/ensodisc\\_Sp.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/ensodisc_Sp.shtml)
- Rivera J & E Santander. 2005. Variabilidad estacional de la distribución y abundancia de larvas de langostino colorado en la zona norte de Chile (Decapoda, Anomura, Galatheididae). Investigaciones Marinas 33(1): 3-23.



---

**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)