



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO
ZONA NORTE (18°-26°S) N°11 - JULIO 2016

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

SUBSECRETARÍA ECONOMÍA Y EMT / Agosto-2016



**BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO
ZONA NORTE (18°-26°S) N°11 - JULIO 2016**

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

SUBSECRETARÍA ECONOMÍA Y EMT / Agosto-2016

REQUIRENTE

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y
EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO

Subsecretaria de Economía y EMT
Natalia Piergentili Domenech

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Director Ejecutivo
Leonardo Núñez Montaner

Jefe División Investigación Pesquera
Claudio Bernal Larrondo

JEFE DE PROYECTO

Jorge Angulo Aros

AUTORES

Oceanografía e información satelital
Úrsula Cifuentes Ojeda

Ictioplancton y zooplancton
Francisca Osorio Zúñiga
Jorge Angulo Aros

COLABORADORES

Hernán Miles Urbina
Angélica Varas Sandoval
Alejandro Audisio



BOLETIN BIO-OCEANOGRAFICO ZONA NORTE (18°-26°S) N°11 – JULIO 2016

Resumen

La condición Regional en el Pacífico Ecuatorial continúa siendo neutra con una posibilidad cercana al 60% del desarrollo de una condición fría La Niña débil durante el segundo semestre de 2016. Localmente (18°-26°S) las ATSM satelitales siguen presentando valores positivos significativos en el sector oceánico pero no en el sector costero. La clorofila-a satelital mostró núcleos de mayor concentración en áreas muy costeras, caracterizadas por vientos débiles, al norte de Tocopilla. La serie temporal de clorofila-a en el sector costero (0-20 mn) aún evidencia valores menores al promedio mensual, aunque mayores al mes anterior. Las estaciones costeras de monitoreo mensual señalan que Arica se caracterizó por un aumento al doble de su concentración de clorofila en los primeros 5 m de profundidad, en Iquique la profundidad de la isoterma de 15°C aumentó en 8 m y la capa de mínimo OD en 12 m, junto al aumento relativo de la concentración de clorofila en la capa superior y, finalmente, Mejillones se caracterizó por una capa superficial de menor salinidad hasta los 14 m de profundidad, no presentó valores inferiores a <1 mL/L y la concentración de clorofila fue la más alta de los últimos meses.

La distribución espacial de los huevos de anchoveta se ajustó al patrón normal del periodo de invierno. Este mes, las mayores densidades de huevos se ubicaron en Mejillones. Sin embargo, se detectó una falta de acoplamiento entre el IGS promedio de anchoveta y la abundancia media de huevos, a pesar que las densidades de huevos fueron superiores al promedio histórico del mes de análisis. Se plantea, para este periodo, la existencia de un cambio en la distribución costa-océano de los sitios de desove como posible explicación. Desde febrero de 2016 se había observado la mayor densidad de huevos en Arica, mientras que en el presente mes (periodo de invierno) se ubicaron en Mejillones, seguido de Iquique, coincidiendo espacialmente con los focos de abundancia de copépodos. Lo anterior sugiere el desarrollo de condiciones favorables para la reproducción de la anchoveta y del principal componente del zooplancton, copépodos, en estas dos estaciones.

El zooplancton mostró un incremento en la abundancia y biomasa promedio, lo que contrastó con el patrón de distribución de invierno, periodo en que se esperaría encontrar los menores valores de estas dos variables.



Condición Regional

En el Pacífico Ecuatorial, las anomalías atmosféricas y oceánicas reflejaron desde febrero 2015, el desarrollo del evento cálido El Niño, el cual tuvo una extensión de 15 meses (hasta abril 2016) y llegó a alcanzar una intensidad fuerte (**Figura 1a-b**). Posteriormente y hasta agosto 2016, se mantienen condiciones neutras o transición (**Figura 1b**), con la mayoría de los índices cercanos al promedio. Los modelos indican una probabilidad del 55 a 60% del desarrollo de un evento frío La Niña débil a partir de agosto 2016 (NOAA, 2016). Durante el mes de julio 2016, las ATSM de las regiones del Pacífico Ecuatorial Central (ATSM 3.4) y Oriental (ATSM 1+2) continuaron disminuyendo, aunque levemente, respecto al mes de junio 2016, donde la región Central lo hizo de +0,1 a -0,21 y la región Oriental de +0,58 a +0,43 (**Figura 1a**).

Condición Local

La serie temporal de la ATSM mensual en el sector oceánico (40-60 mn) y costero (0-20 mn) continuó mostrando valores positivos, aunque para el sector oceánico éstos fueron significativos (+1,25°C) y no así para el costero (+0,86°C) (**Figura 2c**). La serie temporal de clorofila-a satelital (mensual) para el sector costero (0-20 mn), tuvo un leve repunte de 10,65 µg/L en junio a 11,52 µg/L en julio, aunque ambos valores siguen siendo menores al promedio de toda la serie 2002-2016 (12,64 µg/L) (**Figura 2d**). En la serie de clorofila-a satelital (mensual) del sector oceánico, el mes de julio (0,46 µg/L) se mantuvo cercano al promedio histórico de la serie 2002-2016 (0,43 µg/L) y similar a los meses entre abril y junio anteriores (**Figura 2d**).

En general, las imágenes satelitales de julio 2016 para la zona norte, indican vientos del sur con intensidades bajas de entre ~3 y 5 m/s, ATSM significativas (~+1°C), concentraciones de clorofila-a más altas en el sector costero, preferentemente al norte de Tocopilla (>5 µg/L) y anomalías del nivel del mar positivas (+1 a +19 cm) (**Figura 2**). Particularmente, de las imágenes satelitales se destacan las magnitudes del viento <4 m/s que abarcan todo el sector costero norte de la península de Mejillones (23°30'S) y hasta las ~90 mn (72°W) del sector oceánico frente a Arica (~18°S) (**Figura 2a**). ATSM positivas, superiores a +1°C, cubrieron también gran parte de la zona de estudio, especialmente el sector oceánico al norte de los 24°S, y los sectores costeros de Iquique al norte, de punta Arenas a Mejillones y de punta Tres Picos a Tal-Tal (**Figura 2b**). Los núcleos con concentraciones de clorofila-a >1 µg/L se mantuvieron confinados al sector costero (<30 mn) al norte de Tocopilla y de Antofagasta y punta Tres Picos (**Figuras 2c**). Los núcleos de clorofila-a con concentraciones más altas (>5 µg/L), fueron costeros (<10 mn) y más frecuentes al norte de Tocopilla. Por otro lado, las mayores anomalías del nivel del mar positivas de la zona caracterizaron un intenso meandro con corrientes geostóficas >20 cm/s dirigidas hacia el sur, el cual se ubicó en el sector costero de Pisagua a punta Lobos (**Figura 2d**). Por el contrario, las menores anomalías del nivel del mar en el sector costero, se relacionaron con corrientes hacia el norte, específicamente entre Tal-Tal y punta Plata, mientras que el resto del sector costero, mantuvo en promedio (mensual), baja circulación geostófica.



Las mediciones *in-situ* de las variables oceanográficas en las estaciones de monitoreo costero para el mes de julio, mostraron en general condiciones distintas al mes anterior, destacando un aumento relativo del espesor de la capa superficial de agua más oxigenada en Iquique y Mejillones (**Figura 3**).

Respecto al mes anterior, la estación costera de Arica presentó una distribución de temperatura vertical similar ($\sim 16,2^{\circ}\text{C}$ en superficie), oxígeno disuelto (~ 3 mL/L en superficie) y una capa homogénea de salinidad en toda la columna de agua (con valores de $\sim 34,85$) (**Figura 3-1**). Sin embargo la clorofila aumentó casi al doble en los primeros 5 m de profundidad, de $2,26 \mu\text{g/L}$ a $4,37 \mu\text{g/L}$ en superficie. En Iquique se midió una temperatura superficial de $\sim 16,7^{\circ}\text{C}$, salinidad homogénea en la columna de agua ($\sim 34,85$) y bajo contenido de oxígeno disuelto ($3,4$ mL/L en superficie) (**Figura 3-2**). En comparación a la estación de Arica, Iquique presentó una profundización de 8 m en la isoterma de 15°C (I15) y en la capa de mínimo OD (< 1 mL/L) en ~ 12 m, además de un aumento en el máximo de clorofila, de $1,16 \mu\text{g/L}$ en junio a $5,17 \mu\text{g/L}$ en julio.

La estación de Mejillones presentó una condición superficial similar a la del mes pasado en la temperatura ($\sim 16,1^{\circ}\text{C}$) y en la profundidad de la I15 (**Figura 3-3**). En salinidad se registró una capa menos salina, $> 34,8$, sobre los 15 m de profundidad y en la capa más profunda esta variable fue más homogénea con valores $> 34,69$. La estratificación débil mantuvo aguas relativamente más oxigenadas en la capa superior ($\sim 3,4$ mL/L en superficie) y aguas menos oxigenadas en la capa inferior (< 2 mL/L). La columna de agua estuvo más oxigenada que en el mes anterior y no se encontraron valores menores a 1 mL/L. La clorofila, por su parte, fue la más alta de los últimos meses (después de primavera 2015), con valores $> 10 \mu\text{g/L}$ en los primeros 14 m de profundidad.

Componente Biológica

En huevos y larvas de importancia comercial, en las estaciones fijas se registró únicamente la presencia de anchoveta (*Engraulis ringens*). Esta especie aportó más del 90% del total de huevos, evidenciando un aumento en su abundancia con respecto al mes anterior, cuando alcanzaron cerca del 70%. Por otra parte, el ictioplancton no comercial disminuyó un 25% respecto del mes anterior. En los lances integrados (0-50 m), la mayor densidad de huevos se registró en Mejillones (87,4%), al igual que el promedio histórico 1997-2006. En Iquique y Arica sólo se registró el 8,4% y 4,2% de huevos de anchoveta, respectivamente, considerando el total de las 3 estaciones. La distribución espacial de los huevos de anchoveta en julio es coincidente con lo esperado para los meses de otoño-invierno (mayo-julio), cuando la mayor proporción de huevos se ubica en Iquique y Mejillones (**Figura 4a**).

Las larvas de anchoveta presentaron porcentajes de presencia desiguales entre las tres localidades de estudio, predominando casi en su totalidad en Mejillones con un 99,3%. Se debe destacar que en Mejillones se midió este mes la mayor abundancia de larvas respecto del periodo septiembre 2014 - julio 2016 (**Figura 4b**).



En la vertical, la mayor abundancia de huevos fue detectada en los primeros 25 metros de la estación de Mejillones, donde en el estrato 0-10 se registró el 60% de los huevos de observados en la columna, mientras que en el estrato 10-25 se observó un 38%. De igual manera, en Arica e Iquique los huevos también tendieron a concentrarse en los primeros 25 m. En el estrato más profundo (25-50 m) las densidades de huevos fueron bastante bajas en Iquique y Mejillones, mientras que en Arica estuvieron ausentes.

La densidad media de huevos de anchoveta por estación positiva en el mes de julio fue un un 21,3% mayor que el promedio histórico para este mes (**Figura 5**). En julio existió un incremento en la densidad de huevos, pero este no fue proporcional al incremento del IGS reportado por el programa de seguimiento semanal de este recurso en la zona. La serie temporal de los IGS promedio de las hembras de anchoveta ha mostrado una clara tendencia al aumento desde la semana 23 (junio) con valores >5%, alcanzando en el mes de análisis un 6,3% (**Figura 6**). La inconsistencia entre la relación IGS-densidad de huevos posiblemente indique un cambio en la distribución costa-oceano del sitio de desove recurrente.

Este mes hubo un aumento de un 8% la biomasa (mL zoo/1000 m³) y de un 5 % en la abundancia (ind/1000 m³) promedio del zooplancton de las tres estaciones en relación al mes anterior (**Figura 7a**). El incremento en dichas variables, se contrasta con las disminuciones esperadas, asociadas a una disminución de vientos favorables a los procesos de surgencia, propio del periodo invernal.

El aumento en la abundancia del zooplancton con respecto al mes anterior, se debió principalmente al mayor número de copépodos en la estación de Mejillones, los cuales aumentaron su densidad un 7,7%, en comparación a junio pasado. Estas mayores densidades del zooplancton en Mejillones coinciden espacialmente con el foco de abundancia de huevos y larvas de anchoveta (**Figura 7b**). Se observó un aumento en la biomasa de los organismos en Arica y Mejillones, no obstante la abundancia del zooplancton disminuyó en Arica, lo cual se debe la presencia de organismos de mayor tamaño, como quetognatos y poliquetos que aportaron al total en esta última estación.

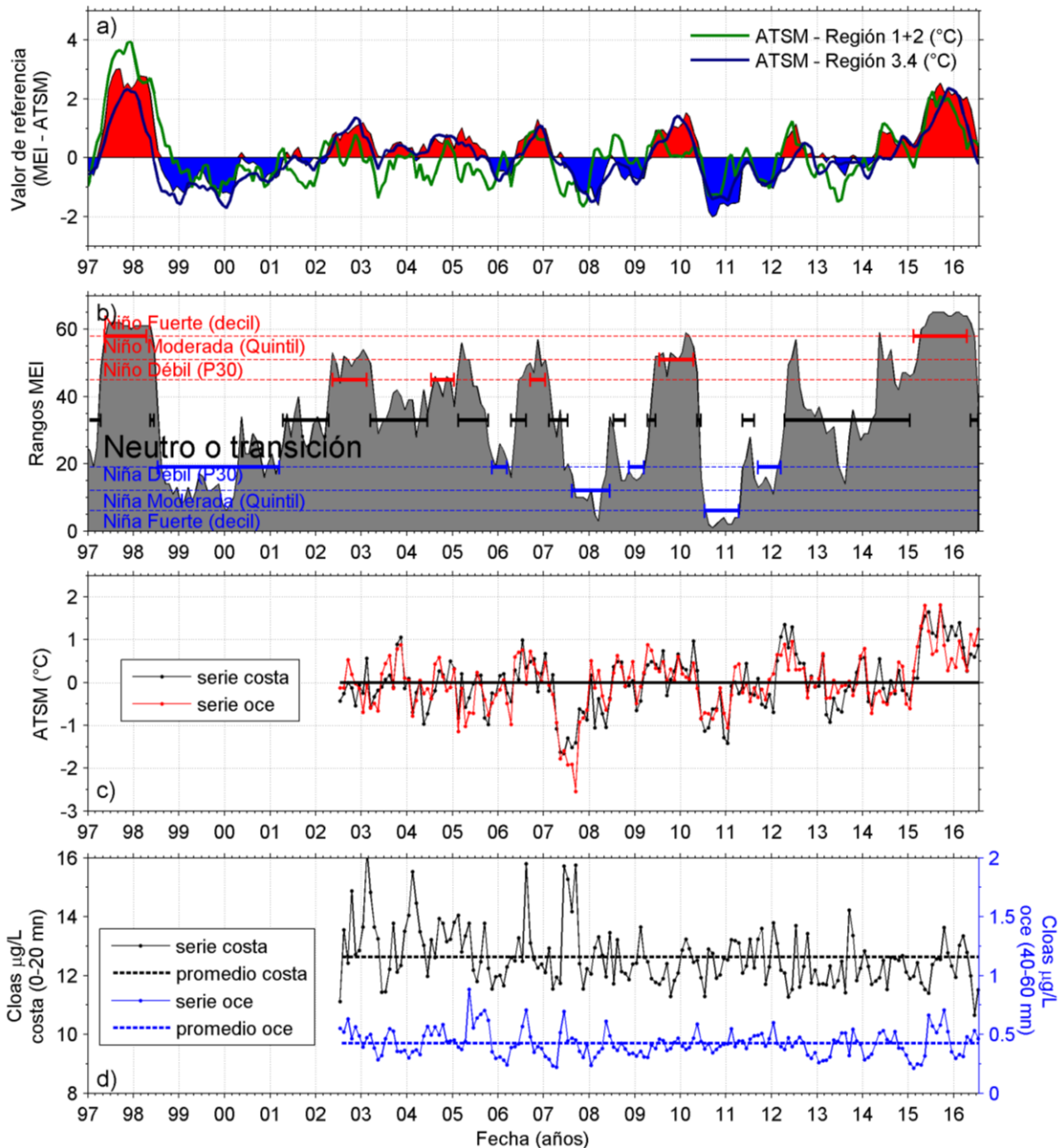


Figura 1. Series de tiempo para el período julio 2002 - julio 2016 de: a) Índice Ecuatorial Multivariado (MEI), b) rangos MEI por mes y clasificación de la intensidad de los ciclos ENOS y eventos declarados El Niño (rojo), La Niña (azul) y neutros (negro), c) promedio de ATSM ($^{\circ}\text{C}$) entre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

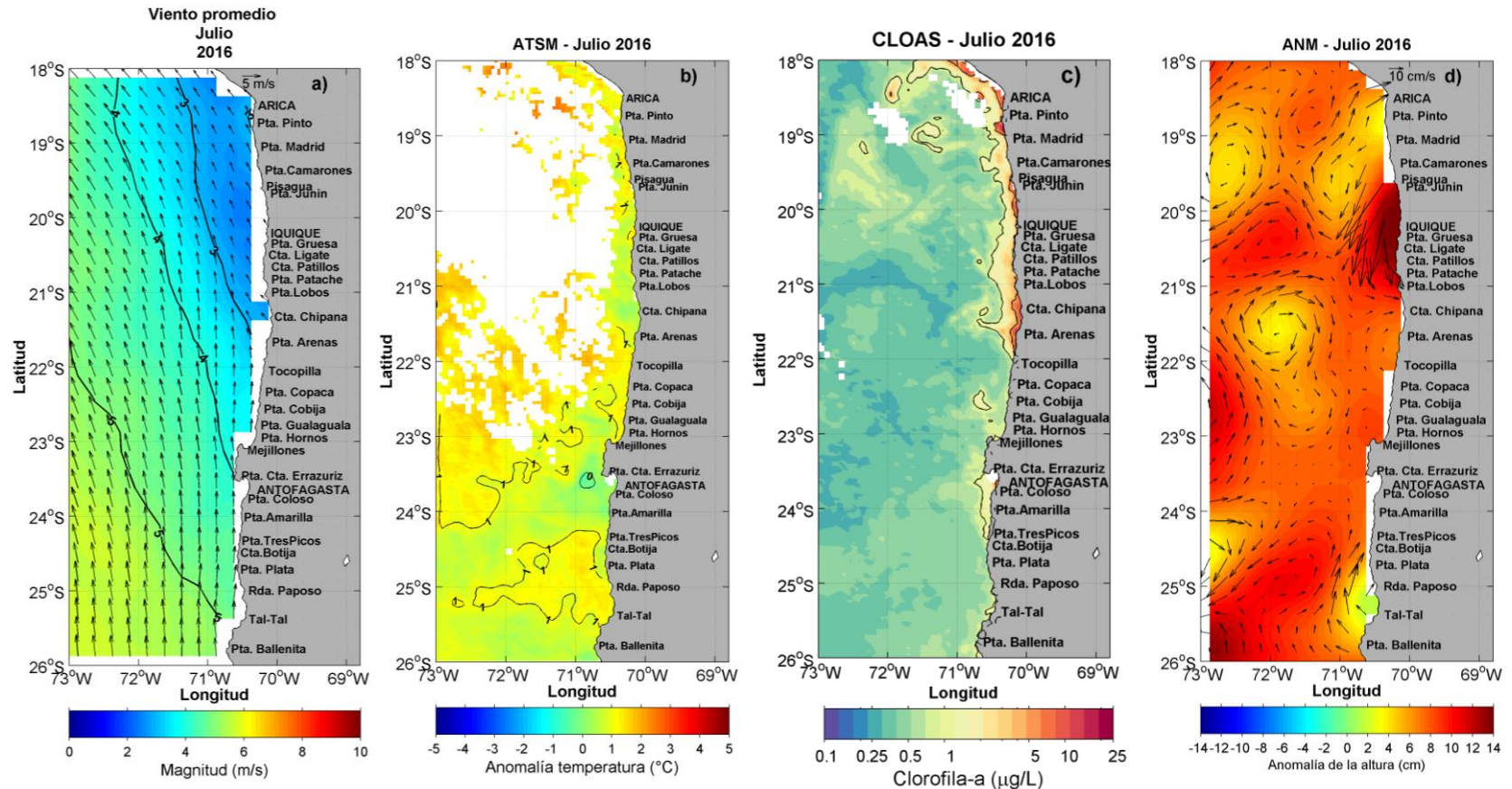


Figura 2. Imágenes satelitales del promedio mensual de julio 2016 correspondiente a: a) viento promedio a 10 m de la superficie del mar (m/s), derivado de imágenes del dispersómetro avanzado (ASCAT), b) anomalía de TSM (°C) de las imágenes satelitales del sensor MODIS-A, c) clorofila-a ($\mu\text{g/L}$)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

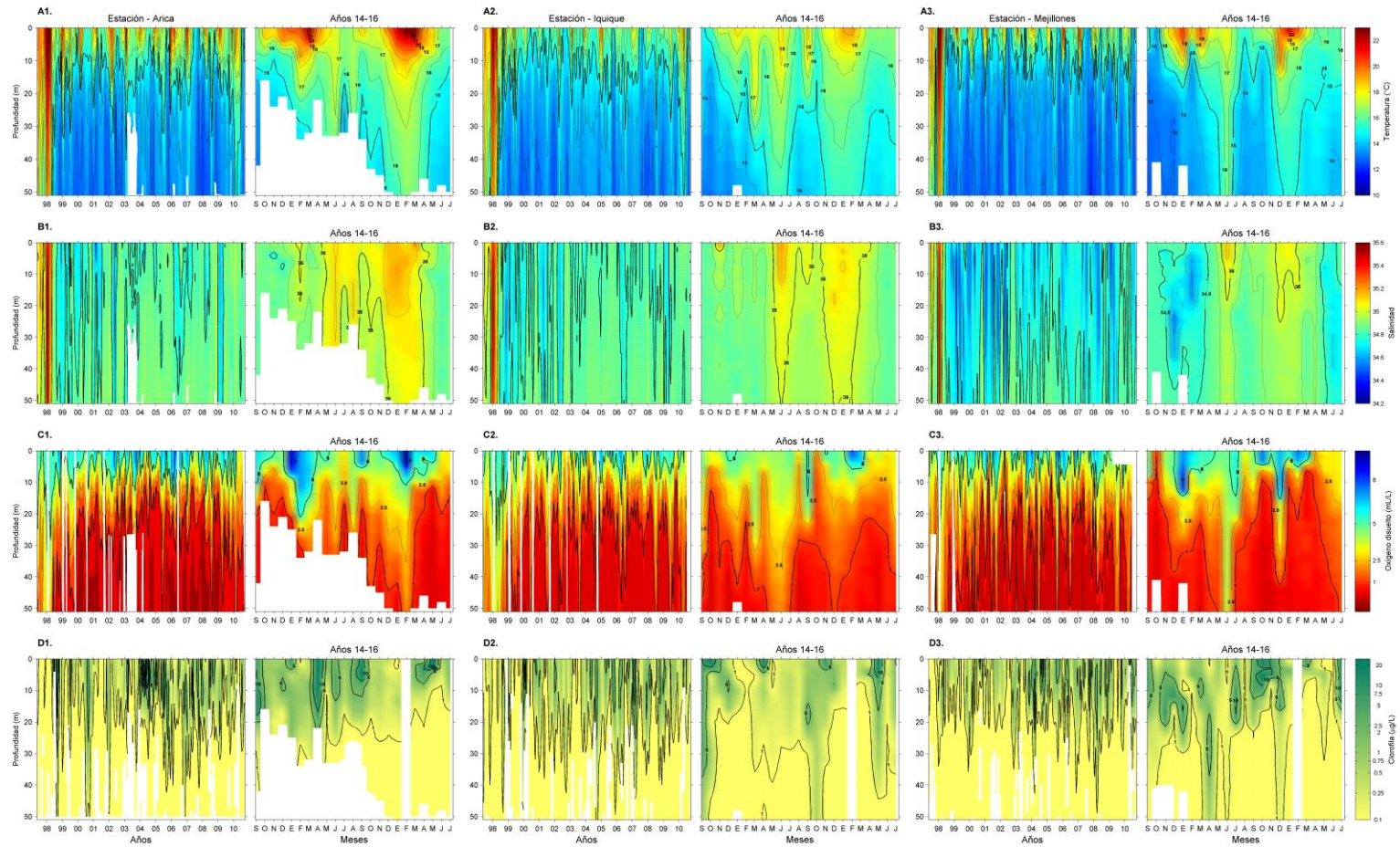


Figura 3. Series de tiempo de A) temperatura (°C), B) salinidad, C) concentración de oxígeno disuelto (mL/L) y D) clorofila ($\mu\text{g/L}$), en las estaciones fijas de Arica (1), Iquique (2) y Mejillones (3), entre mayo 1997 - septiembre 2010, y entre septiembre 2014 - julio 2016.

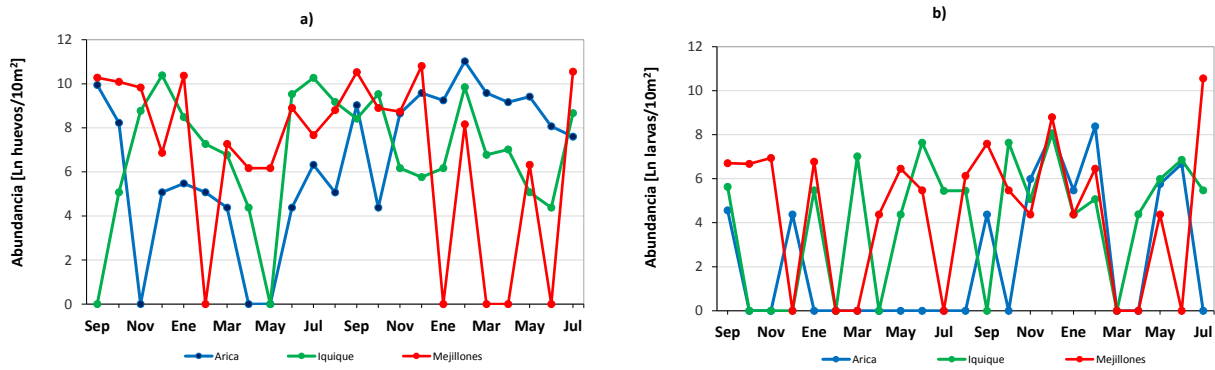


Figura 4. Abundancia mensual de huevos (a) y larvas (b) de anchoveta, en las estaciones fijas de Arica, Iquique y Mejillones. Monitoreo septiembre 2014 – julio 2016.

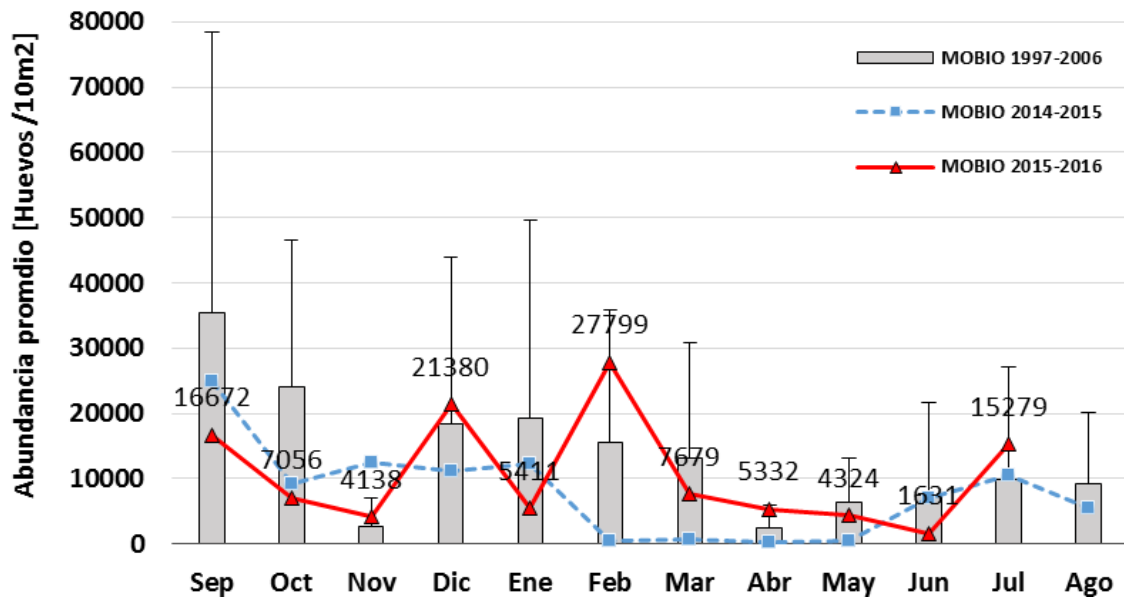


Figura 5. Distribución mensual del promedio de huevos de anchoveta por estación positiva (huevos/10 m²), histórico (1997-2006) y en proyectos MOBIO años 2014 y 2015.

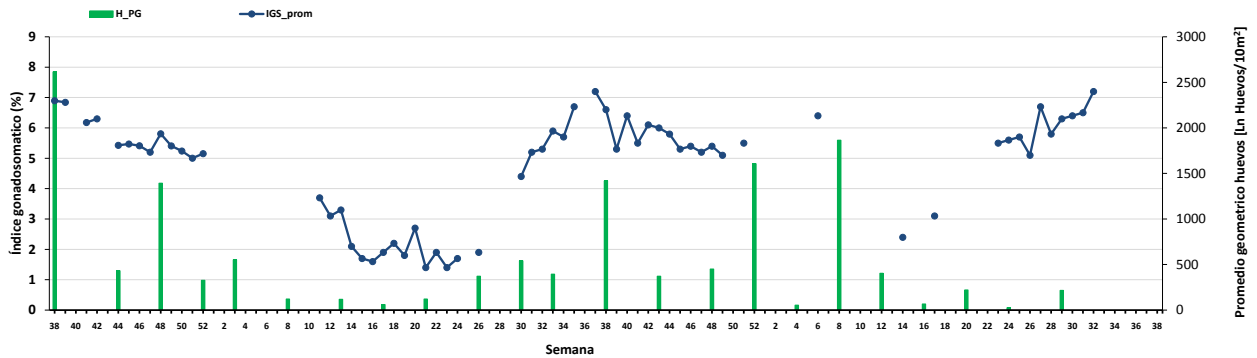


Figura 6. Distribución semanal del índice gonadosomático medio (IGS) y del promedio geométrico de huevos (PG, huevos/10 m²) de anchoveta, entre Arica y Mejillones, años 2014-2016.

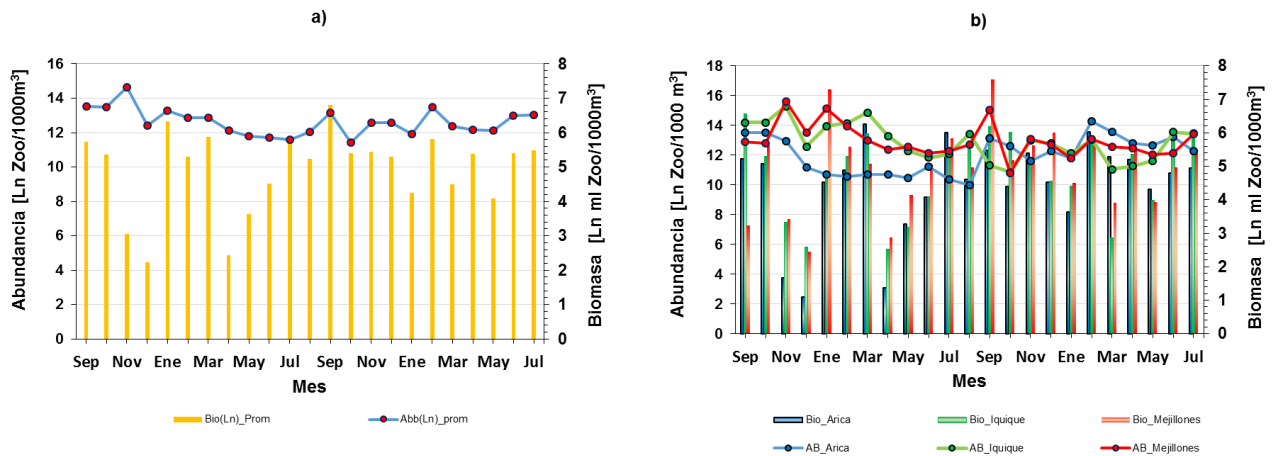


Figura 7. Distribución mensual de la abundancia y biomasa zooplanctónica: a) Promedio de los tres sitios de monitoreo, b) registro por estación de monitoreo (Arica, Iquique y Mejillones). Serie septiembre 2014 – julio de 2016.



Referencias

- Blanco, J. L., A. C. Thomas, M. E. Carr & P. T. Strub. 2001. Seasonal climatology of hydrographic conditions in the upwelling region off northern Chile. *J. Geophys. Res.*, 106, 11.451-11.467
- NOAA. 2016. El Niño/Oscilación del Sur (ENSO). Discusión Diagnóstica, 11 de agosto de 2016. http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/ensodisc_Sp.pdf. 6 pp.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Sección Ediciones y Producción
Almte. Manuel Blanco Encalada 839
Fono 56-32-2151500
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl



www.ifop.cl