



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N° 10
Junio 2016

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

SUBSECRETARÍA ECONOMÍA Y EMT / Julio-2016



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°10
Junio 2016

Convenio 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
Katia Trusich Ortiz

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
Catherine Grendi Celedón
Úrsula Cifuentes Ojeda
Ictioplancton y zooplancton
Jorge Angulo Aros

COLABORADORES

Hernán Miles Urbina
Angélica Varas Sandoval
Alejandro Audisio López



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°10, ZONA NORTE

Mes: Junio 2016

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

Resumen

La región intertropical en junio 2016 se mantuvo bajo condiciones ENOS-neutrales, con ATSM aún positivas (NOAA, 2016), que aumentaron levemente a $+0,1^{\circ}\text{C}$ en las Regiones del Pacífico Ecuatorial oriental (Niño₁₊₂) y disminuyeron a $+0,2^{\circ}\text{C}$ en la central (Niño_{3,4}). Los índices MEI también disminuyeron a 1,03 en junio. A nivel regional, se espera con alta probabilidad que condiciones frías de La Niña se presenten entre agosto-octubre de este año.

Localmente, en la costa se registraron ATSM positivas similares al mes anterior ($0,6^{\circ}\text{C}$), aunque más intensas en el área al norte de 23°S . En las estaciones costeras de Arica e Iquique, los valores de temperatura y salinidad en la vertical se mantuvieron similares respecto al mes anterior, mientras que en Mejillones ambas variables disminuyeron. El oxígeno disuelto en las tres estaciones presentó bajos valores ($\sim 2,5$ mL/L) a nivel superficial, y la profundización de la isolínea de 1 mL/L respecto al mes anterior.

La serie de clorofila-a satelital en la costa disminuyó su concentración, mientras que en el sector oceánico aumentó levemente en $0,1$ $\mu\text{g/L}$. Esta disminución se registró en todas las estaciones costeras, con valores levemente superiores a 1 $\mu\text{g/L}$ en Arica e Iquique, y en Mejillones se presentaron valores <1 $\mu\text{g/L}$.

Desde mayo, la mayor abundancia del ictioplancton de anchoveta se registró en Arica, contrario a lo esperado para el periodo mayo-julio, cuando la mayor proporción del ictioplancton de anchoveta se encontraría en Iquique y Mejillones.

La abundancia promedio observada en los huevos fue un 78% menor al promedio histórico, lo que no concuerda con el aumento de los IGS promedio de anchoveta.

La actividad reproductiva de la fase adultos sugiere un aumento en la disponibilidad de huevos en las semanas posteriores a este monitoreo. Desde febrero de 2016 se ha observado una mayor densidad de huevos en la estación de Arica, coincidiendo espacialmente con los focos de abundancia de copépodos, lo que sugiere el desarrollo de condiciones favorables para la reproducción de la anchoveta y del principal componente del zooplancton en esta localidad.

La abundancia y biomasa promedio del zooplancton mostró un incremento no acorde al período de invierno, donde se esperaría observar los valores más bajos de estas variables.



Condición Regional

En junio de 2016, condiciones ENOS-neutrales se presentaron en el Pacífico Ecuatorial, con valores en el Índice Ecuatorial Multivariado (MEI) que disminuyeron respecto a mayo de 1,7 a 1,03 (**Figura 1a-b**). Las ATSM en la región Niño₁₊₂ presentaron un leve incremento (+0,6°C) respecto a mayo (+0,3°C), pero se mantienen bajo el promedio, mientras que disminuyeron en la región Niño_{3,4} de +0,7°C a +0,4°C, respecto al mes anterior (**Figura 1a**). Muchos modelos dinámicos predicen la llegada de La Niña (3 meses consecutivos con TSM $\leq -0,5^\circ\text{C}$ en la región Niño_{3,4}) para finales de invierno austral, continuando hasta el siguiente verano, mientras que los modelos estadísticos predicen una llegada más tardía, a mediados de primavera austral, y que tendría características más débiles. El consenso entre estos tipos de modelos, predicen la llegada de La Niña durante la temporada de agosto-octubre, y con características débiles (con el índice Niño_{3,4} entre +0,5°C y -1°C) (**Figura 1b**).

Condición Local

Las ATSM a pesar de mantenerse positivas en junio, presentaron un leve descenso en sus valores promedio de +0,68°C a +0,6°C en la serie costera y de +1,12°C a +0,87°C en la oceánica (**Figura 1c**). La serie de clorofila-a satelital en la costa también registró una tendencia a la baja desde el mes de marzo, con 10,6 $\mu\text{g/L}$ en junio (11,9 $\mu\text{g/L}$ mayo), que en el sector oceánico registró un leve incremento con 0,53 $\mu\text{g/L}$ (0,45 $\mu\text{g/L}$ mayo) (**Figura 1d**).

En comparación al mes anterior, el viento en junio aumentó de intensidad, de baja (<4 m/s) a intermedia (4-7 m/s), con dirección mayoritariamente sur y sur-este favorable a la surgencia, el cual fue más intenso (>6 m/s) al sur de 22°S (**Figura 2a**). En el sector costero se mantuvieron valores de ATSM positivas $>+1^\circ\text{C}$ en el sector costero de Arica a Mejillones, y desde Antofagasta al sur fueron $<+1^\circ\text{C}$ (**Figura 2b**). En el sector oceánico, pese a la nubosidad se deduce que las ATSM son $>1^\circ\text{C}$, principalmente al norte de 24°S.

La clorofila-a marcó una franja productiva ($>1 \mu\text{g/L}$) a lo largo de la costa que fue más estrecha que en los meses previos en las áreas de punta Pinto, Iquique, Tocopilla y al sur de 25°S. La mayor extensión hacia el sector oceánico, de concentraciones más altas de clorofila, se registró al norte de 19°S. En la costa las mayores concentraciones de clorofila-a ($>5 \mu\text{g/L}$) se localizaron principalmente al norte de Arica, y de forma focalizada en punta Gruesa y en Antofagasta (**Figura 2c**).

En junio aún permanecen anomalías del nivel del mar positivas, características de los meses anteriores, pero con valores máximos $>12 \text{ cm}$, coincidentes con tres estructuras anticiclónicas, una cercana a la costa centrada en 20,5°S, y las otras en el sector oceánico en 22,5°S y 25,3°S, ésta última debilitada (**Figura 2d**). Anomalías $<5 \text{ cm}$, se asociaron a centros de estructuras ciclónicas ubicadas principalmente en el sector oceánico en 19,5°S, 21,3°S y 24°S, y remanente de éstas



estructuras se presentaron en la costa al sur de caleta Chipana y en Tal-Tal. Intensas corrientes geostroficas en forma de meandros (>20 cm/s) con dirección hacia el norte se observaron en el sector oceánico al norte de 24°S , con dirección noreste hacia la costa en 21°S y entre 25° - 26°S , y con dirección al sur en el sector más costero entre 18° - $21,5^{\circ}\text{S}$.

En las estaciones de vigilancia, Arica e Iquique se registraron temperaturas de 17°C a <10 m en la vertical. Comparativamente, en Arica la isoterma de 15°C se encontró ~ 10 m más superficial que en mayo y en Iquique fue ~ 5 m más profunda, indicando un calentamiento superficial en esta última estación (**Figura 3a**). La estación de Mejillones tuvo una TSM de 16°C , valor menor en $\sim 1^{\circ}\text{C}$ respecto al mes anterior, alcanzando temperaturas de 14°C en el nivel máximo de muestreo.

En la vertical, la salinidad tuvo una distribución relativamente homogénea, con valores en Arica e Iquique <35 , y en Mejillones $<34,8$, (**Figura 3b**). El oxígeno disuelto en los primeros 10 m presentó valores $\sim 2,5$ mL/L, mientras que la isolínea de 1 mL/L se profundizó en todas las estaciones, respecto al mes previo, ~ 10 m más profunda en Arica, ~ 5 m en Iquique y ~ 10 m en Mejillones (**Figura 3c**).

La clorofila-a en general presentó una notoria disminución de las concentraciones en la capa de los primeros 20 m respecto de los meses previos, con un núcleo productivo ~ 1 $\mu\text{g/L}$ en Arica e Iquique, mientras que Mejillones registró valores dentro del rango 0,10 a 0,25 $\mu\text{g/L}$ (**Figura 3d**), muy por debajo de abril y mayo cuando la capa superficial registro valores >1 $\mu\text{g/L}$.

Componente Biológica

En el ictioplancton de importancia comercial, se registró solo presencia huevos y larvas de anchoveta. El 70% de todos los huevos contabilizados, fueron de anchoveta, por lo que este recurso continua siendo la especie dominante en las tres estaciones de monitoreo. Los huevos correspondientes al ictioplancton no comercial representaron el 30% restante, y su abundancia media fue seis veces mayor a la observada el mes anterior.

En los lances integrados (0-50m), la mayor densidad de huevos de anchoveta se registró en Arica (97,6%), condición observada desde enero de 2016, y el 2,4 % restante se observó en Iquique, en Mejillones no se tuvo registro de ictioplancton de esta especie.

En términos espaciales, se mantiene la mayor proporción de huevos en Arica, condición observada desde noviembre de 2015, y que hasta abril concordó con el patrón de distribución espacial esperado en base al estimado para un año promedio (**Figura 4a**). Desde mayo de 2016, el patrón de distribución espacial observado en huevos de anchoveta difiere del esperado para los meses de otoño-invierno (mayo-julio), cuando la mayor proporción de huevos se encontraría en Iquique y Mejillones. Al igual que en mayo, las larvas de anchoveta registraron proporciones semejantes en Arica e Iquique con 45 y 55% respectivamente (**Figura 4b**).



En la vertical, los huevos de anchoveta fueron detectados en los primeros 25 metros en la estación de Arica, mientras que en Iquique y Mejillones se encontraron solo en el estrato más profundo 25-50m. En Arica el 97,2% se observó en el estrato 0-10m y el 2,8% restante se encontró en el estrato 10-25m.

La densidad media de huevos de anchoveta por estación positiva fue un 78,6% más baja que el promedio histórico del mes en análisis (1.631 v/s 7.520 huevos/10 m²). En enero, febrero y junio de 2016 se observaron fluctuaciones inusuales en la densidad promedio de huevos de anchoveta (**Figura 5**). Las fluctuaciones registradas en febrero de 2016 fueron consistentes con la condición reproductiva de la anchoveta adulta, mientras que la disminución registrada en junio no concuerda con lo reportado por el programa de seguimiento semanal de este recurso en la zona, puesto que la distribución de los IGS promedio de las hembras de anchoveta ha mostrado una clara tendencia al aumento en junio con valores >5%, indicando actividad ovárica (**Figura 6**). Posiblemente esta incongruencia se deba a un cambio en la distribución costa-océano del sitio de desove recurrente en Arica.

En junio de 2016 se registró un aumento en la abundancia (ind /1000 m³) y biomasa (mL zoo/1000 m³) promedio del zooplancton, de las tres estaciones, respecto a mayo, de 2,5 y 3,7 veces respectivamente (**Figura 7a**). El notorio incremento de estas dos variables difiere de lo esperado, puesto que de acuerdo a la señal anual de las condiciones climatológicas e hidrográficas descrita para la zona (Blanco *et al.*, 2001) y a nuestras observaciones de invierno de 2015, se esperaría observar disminuciones en la abundancia y biomasa del zooplancton asociadas a una disminución de vientos favorables a los procesos de surgencia (periodo de invierno).

El aumento en número del zooplancton se debió principalmente al aporte de copépodos en Arica y secundariamente en Iquique, coincidiendo espacialmente con los focos de abundancia del ictioplancton de anchoveta (**Figura 7b**). En general se observó una disminución en el tamaño del zooplancton, salvo en Iquique donde se observó una mayor biomasa asociada a una más alta participación de larvas de crustáceos decápodos y eufáusidos (8 y 5% respectivamente).

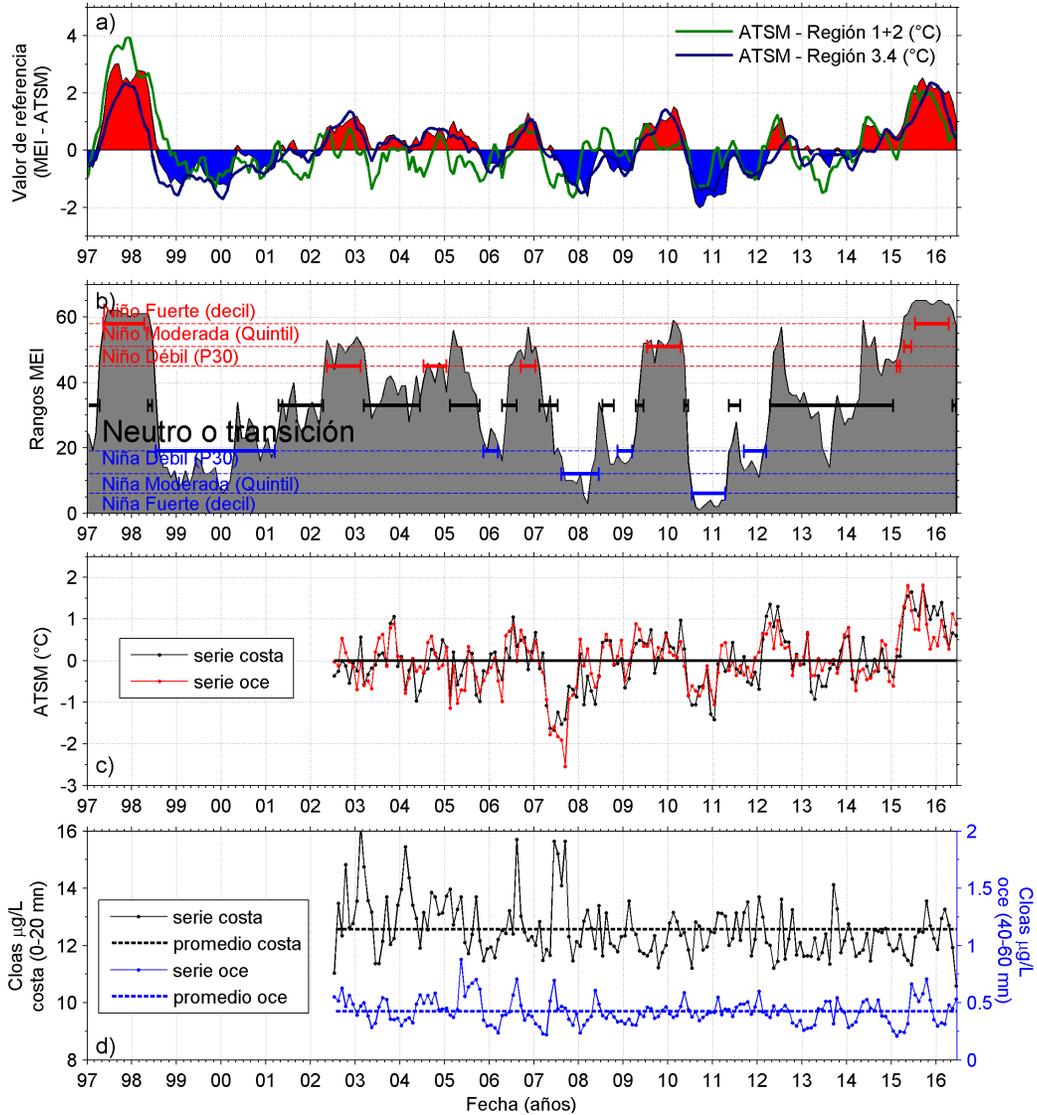


Figura 1. Series de tiempo para el período julio 2002 - junio 2016 de: a) Índice Ecuatorial Multivariado (MEI), b) rangos MEI por mes y clasificación de la intensidad de los ciclos ENOS y eventos declarados El Niño (rojo), La Niña (azul) y neutros (negro), c) promedio de ATSM (°C) entre 18°-26°S, en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

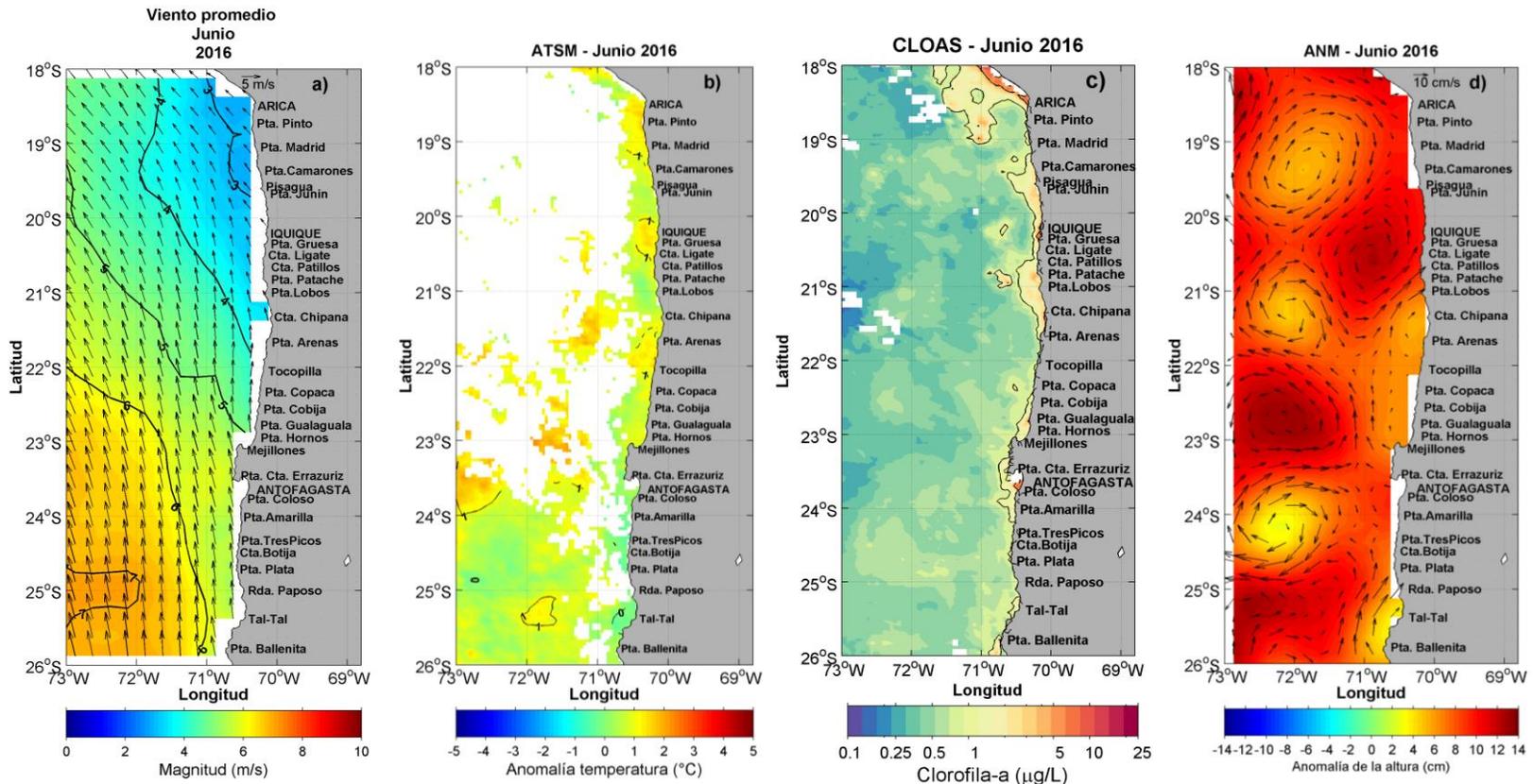


Figura 2. Imágenes satelitales del promedio mensual de junio 2016 correspondiente a: a) viento promedio a 10 m de la superficie del mar (m/s), derivado de imágenes del dispersómetro avanzado (ASCAT), b) anomalía de TSM (°C) de las imágenes satelitales del sensor MODIS-A, c) clorofila-a (µg/L) del sensor MODIS-A, d) circulación geostrófica (AVISO). Los contornos de línea negra en (c), representan concentraciones de clorofila-a de 1 y 5 µg/L, y las flechas negras en (d), indican la intensidad de la corriente geostrófica.

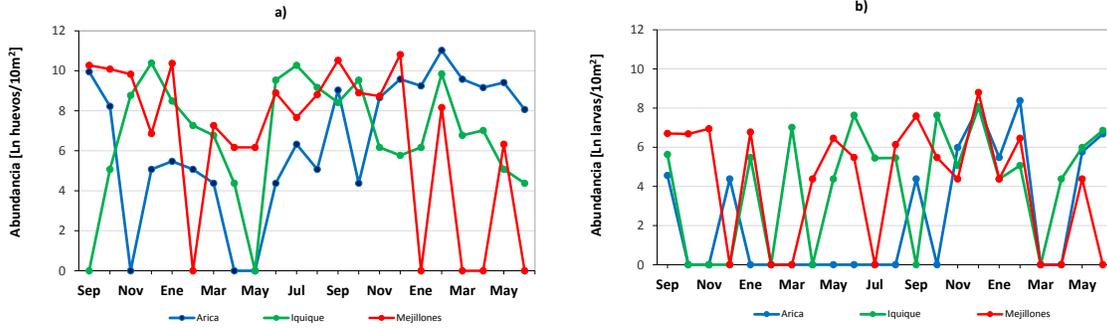


Figura 4. Abundancia mensual de huevos (a) y larvas (b) de anchoveta, en las estaciones fijas de Arica, Iquique y Mejillones. Monitoreo septiembre 2014 – junio 2016.

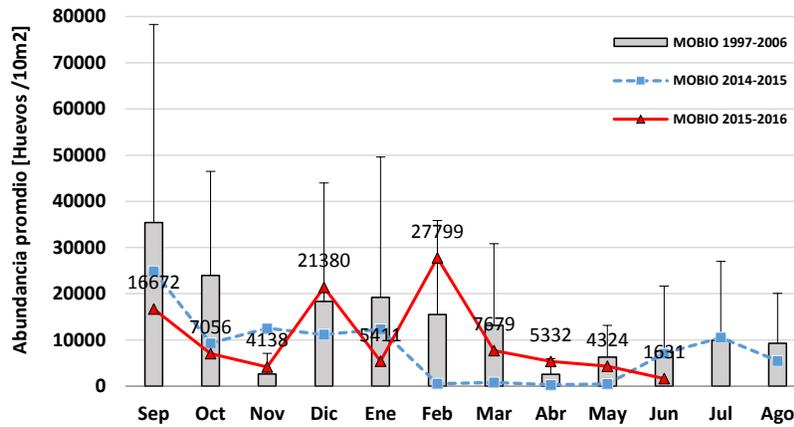


Figura 5. Distribución mensual del promedio de huevos de anchoveta por estación positiva (huevos/10 m²), histórico (1997-2006) y en proyectos MOBIO años 2014 y 2015.

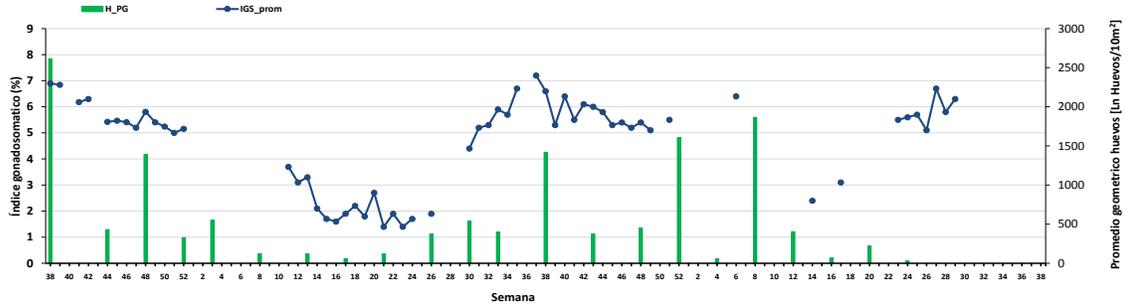


Figura 6. Distribución semanal del índice gonadosomático medio (IGS) y del promedio geométrico de huevos (PG, huevos/10 m²) de anchoveta, entre Arica y Mejillones, años 2014-2016.

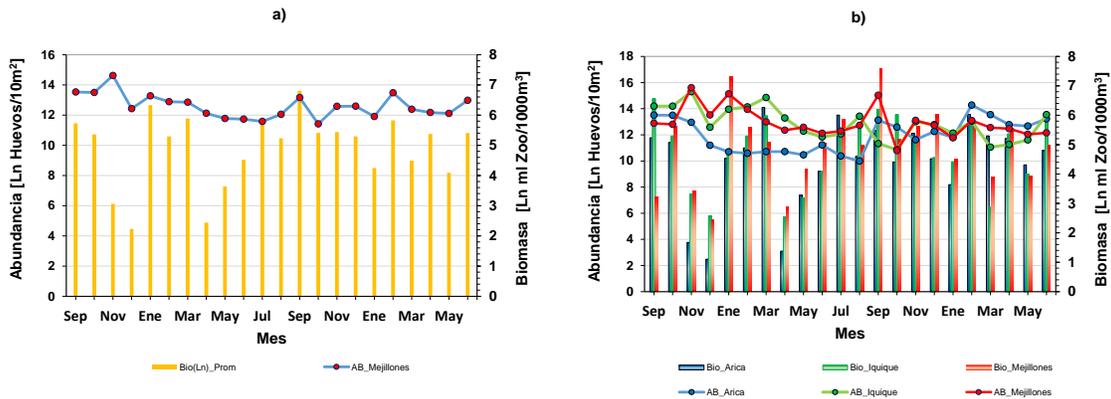


Figura 7. Distribución mensual de la abundancia y biomasa zooplanctónica: a) Promedio de los tres sitios de monitoreo, b) registro por estación de monitoreo (Arica, Iquique y Mejillones). Serie septiembre 2014 - junio de 2016.



Referencias

NOAA, 2016. NIÑO/Oscilación del Sur (ENOS). Discusión diagnóstica. 14 julio 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).

Blanco, J. L., A.C. Thomas, M.E. Carr & P.T. Strub. 2001. Seasonal climatology of hidrographic conditions in the upwelling region off northern Chile. J. Geophys. Res., 106, 11.451-11.467



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