



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°2
Octubre 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°2
Octubre 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
Natalia Piergentili Domenech

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Director Ejecutivo
Leonardo Núñez Montaner

Jefe División de Pesquerías
Mauricio Gálvez Larach

Jefe Departamento de Oceanografía y Medio Ambiente
Jaime Letelier Pino

Jefe Sección Oceanografía Pesquera
Hernán Reyes Rivas

JEFE DE PROYECTO

Jorge Angulo Aros



SUBSECRETARÍA ECONOMÍA Y EMT / Noviembre-2016

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



BOLETIN BIO-OCEANOGRÁFICO N°2, ZONA NORTE

Mes: Octubre 2016

Preparado por: Departamento de Oceanografía y Medio Ambiente. IFOP

Condición Regional

Para el mes de octubre la NOAA decretó condiciones ENOS La Niña débil, condición que según los modelos con una leve posibilidad (~55%) se mantendría durante el verano de 2016-17 (**Figura 1a**). Este mes las ATSM negativas se registraron a través del este y centro del Océano Pacífico Ecuatorial tanto a nivel superficial como profundo, permaneciendo negativos la mayoría de los índices regionales desde el mes de septiembre, con la excepción de la región Niño 1+2.

Lo anterior se ve reflejado en las imágenes del IRIDL, en donde además de las ATSM negativas del sector ecuatorial, destaca que para la costa sudamericana al sur de los 10°S las ATSM se mantienen positivas mayores a +0,5, con máximos >1°C en la costa norte de Chile en la segunda semana de octubre (IRIDL, 2016).

Condición Local

El sector costero de las zonas, norte (18°-26°S) y sur (34°-40°S), presentaron ATSM mensuales satelitales positivas en torno a +1°C y +0,5°C respectivamente (**Figura 1b**). En el sector oceánico las series de ATSM mostraron muy poca variación respecto al mes anterior, teniendo además el mismo nivel de anomalía que el sector costero, +1°C y +0,5°C respectivamente (**Figura 1c**). En ambas series oceánicas, tanto costera como oceánica, las ATSM positivas se han mantenido desde el mes de marzo de 2015. Por lo tanto el sector norte principalmente, y también el centro sur con menor intensidad relativa, continúan con condiciones cálidas desde el comienzo del evento ENOS.

Las series temporales de clorofila-a satelital (mensual) del sector costero presentaron concentraciones cercanas al promedio (12,6 µg/L zona norte y 14,2 µg/L zona sur) (**Figura 1d**). No obstante lo anterior, la serie sur presenta una tendencia hacia el máximo estacional de primavera verano, mientras que la serie norte oscila entre valores habituales sin picos importantes desde el 2007. En el sector oceánico en cambio, la zona norte tuvo un valor levemente mayor al promedio (0,43 µg/L), y con una importante disminución en la zona sur desde un valor 1,26 µg/L en septiembre a 0,69 µg/L en octubre, valor inferior al promedio de la serie (1,14 µg/L) (**Figura 1e**). El sector oceánico sur registra una variación de frecuencia menor a la estacional, estando los valores del mes de octubre dentro del rango total de la serie.

En cuanto a las estaciones de vigilancia de la zona norte (**Figura 2**) tanto Iquique como Mejillones registraron procesos de surgencia intensos y evidentes en la disminución de la temperatura y oxígeno en la vertical siguiendo ambas localidades la tendencia del mes anterior. La estación de Arica registró las mayores temperaturas en la vertical respecto de las otras dos estaciones y también respecto del mes anterior. La biomasa fitoplanctónica, observada a través de la clorofila-a, tuvo en las estaciones de Arica e Iquique una concentración y distribución similar a la de meses anteriores,



siendo Mejillones la única que registró una disminución general en toda la columna, representado por el ascenso rápido de la isolínea de $1 \mu\text{g/L}$. Las distintas variables monitoreadas mostraron este mes, una mayor similitud a lo registrado en octubre de 2014 que a lo de octubre de 2015 (El Niño en desarrollo), aun cuando las condiciones cálidas se mantienen en la zona.

En particular, las concentraciones más altas del pigmento se registraron a nivel subsuperficial en Arica, $>5 \mu\text{g/L}$, mientras que las menores se registraron en Mejillones donde el pigmento fluctuó en torno a los $0,4 \mu\text{g/L}$. En salinidad, las tres estaciones mostraron columnas homogéneas, con valores levemente mayores a los 34,8 tanto en Arica como Iquique y levemente mayores a los 34,7 en Mejillones. El oxígeno disuelto (OD) presentó bajas concentraciones superficiales en las tres estaciones, $<3,5 \text{ mL/L}$ en Arica, 2 mL/L en Iquique y $<1,5 \text{ mL/L}$ en Mejillones, ubicándose la isolínea de 1 mL/L $\sim 15 \text{ m}$ en Arica y $\sim 10 \text{ m}$ en Iquique y Mejillones. La densidad mostró un gradiente vertical más intenso en Arica con los menores valores superficiales ($<25,4 \text{ kg/m}^3$) y la isopicna de 26 kg/m^3 ubicada en los 25 m. En Iquique las isopicnas presentaron una pendiente positiva desde el mes pasado ubicándose la de 26 kg/m^3 en los 15 m. En Mejillones ésta isolínea se ubicó cercana a los 5 m, que es la menor profundidad de las tres localidades (**Figura 3a**).

Las estaciones de la zona sur ubicadas a 5, 12 y 18 mn frente a Coliumo han mostrado calentamientos estacionales que afectaron toda la columna de agua en el primer semestre de 2015 y 2016, con máximos de 14°C en superficie (**Figura 4a**). Estos calentamientos estacionales fueron más intensos en 2016 con una diferencia entre 1 y 2°C más que el promedio estacional de la estación 18 (Sobarzo *et al.*, 2007).

La serie de salinidad presentó los mayores valores en el primer semestre de 2015 y 2016 con valores de hasta 34,6 (2015) y los valores más bajos se han registrado en los meses de invierno junio-agosto, con mínimos <30 en las 5 mn en 2015 asociado al efecto del aporte de agua dulce de ríos y el aporte de las lluvias estacionales que son máximos entre junio y julio (Sobarzo *et al.*, 2007). (**Figura 4b**).

La serie de densidad, fuertemente influenciada por la salinidad, muestra un núcleo de mínimos valores superficiales en el invierno de 2015 que alcanzó a valores $<23 \text{ kg/m}^3$ en las 5 mn, aumentando hasta $25,6 \text{ kg/m}^3$ en las 18 mn. Por el contrario las densidades más altas a nivel superficial se han registrado en los primeros meses de la serie en las tres estaciones ($26-26,2 \text{ kg/m}^3$). (**Figura 5a**).

En octubre de 2016 los datos de temperatura se observaron similares a igual periodo de 2014, sin embargo la salinidad, y por ende la densidad no mostró la misma recuperación. En particular, la salinidad en la vertical fluctuó entre 33,8 (5 mn) y 34 en los primeros 20 m en las 12 y 18 mn, hasta 34,5 en los 50 m. En relación a los valores registrados en mismo mes de 2014, en 2016 se observa una notable disminución en esta variable (0,1 a 0,6) en las tres estaciones la que se acentúa en los primeros metros. En densidad, este mes la isopicna de $26,2 \text{ kg/m}^3$ se ubicó bajo los 30 m, y los



valores superficiales fueron inferiores a 25,8 kg/m³, lo que para las tres estaciones significa una disminución en ~0,5 kg/m³ en relación a lo registrado en octubre de 2014.

Componente biológica

En la zona norte, el ictioplancton de importancia comercial estuvo compuesto por huevos y larvas de anchoveta (*Engraulis ringens*) y huevos de sardina española (*Sardinops sagax*). El 87,5% del total de los huevos fue de anchoveta, mientras que sólo el 0,6% pertenecieron a sardina española (**Tabla 1**).

En la zona sur, donde habitualmente se ha observado una mayor diversidad de ictioplancton comercial, se registraron huevos de sardina común (*Strangomera bentincki*) y merluza común (*Merluccius gayi*), y larvas de anchoveta (*E. ringens*), sardina común y merluza común (**Tabla 1**). A diferencia de lo observado en la zona norte, la mayor parte de los huevos fueron de especies no comerciales (*Maurolicus parvipinnis*), representando el 97% del total. En esta zona el 1,8 y 1,1% de huevos correspondieron a sardina común y merluza común, respectivamente.

Para establecer comparaciones entre la zona norte y sur, en adelante se considerará sólo la anchoveta, especie presente en ambas zonas. En los lances integrados de la zona norte, la mayor densidad de huevos de anchoveta se registró en Mejillones (55,9%), seguido de Arica (39,8%) e Iquique (4,3%). En la zona sur, no se encontraron huevos de esta especie (**Figura 3b**). En la zona norte, el patrón de distribución espacial de estos huevos coincidió parcialmente con lo esperado para el mes en análisis, ya que las densidades más bajas se ubicaron en Iquique, mientras que el registro más alto se observó en Mejillones y no en Arica, como lo indica el patrón de distribución histórico. En la zona sur, solo se encontraron larvas de esta especie.

En el norte, las larvas de anchoveta predominaron en Iquique (55%), seguido de Mejillones (27%) y Arica (18%) (**Figura 3c**). En la zona sur, las larvas presentaron valores similares con un leve gradiente en disminución hacia el sector más costero (**Figura 5c**). El 37% se observó en la estación de 18 mn mientras que el 32% y 30% restante se detectó en las estaciones de 12 y 5 mn, respectivamente (**Tabla 1**).

En la vertical, en el sector norte, la mayor abundancia de huevos se ubicó en el estrato de 25-50 m de la estación de Mejillones (92% del total), seguido del estrato de 10-25 m (8% del total), estando ausentes entre los 0-10 m. En cambio en Arica, la mayor densidad de huevos se encontró en los 10 primeros metros (81%), seguido del estrato de 10-25 m (19%), ausentándose en el estrato más profundo (**Figura 3b**). En Arica e Iquique la mayores densidades del ictioplancton se concentraron en los primeros 25 m de profundidad.

En el sector norte se observó un descenso abrupto en la abundancia promedio de huevos, con respecto al mes anterior donde se registró el valor más alto de la serie de datos disponible. El valor de octubre fue un 18% menor que el promedio histórico para este mes (**Figura 6a**).



El promedio mensual del Índice Gonadosomático (IGS) reportado por los Programas de Seguimiento de Pequeños Pelágicos de IFOP para anchoveta en la zona norte y la octava región, indican el desarrollo de una alta actividad reproductiva en ambos sectores acorde al promedio histórico de octubre. El Promedio Geométrico de huevos (PG) estimado en ambas zonas parece reflejar adecuadamente las situaciones extremas del proceso reproductivo, detectándose una menor sensibilidad del parámetro frente a escenarios intermedios en la zona sur (**Figura 7**).

En la serie septiembre de 2015- octubre 2016, se destaca la ocurrencia de pulsos reproductivos inusual magnitud en ambas zonas. El sector norte presentó registros inusuales en diciembre y febrero de 2015 y septiembre de 2016, mientras que en la zona sur estos ocurrieron en marzo y septiembre de 2016. De acuerdo a estos antecedentes, el recurso anchoveta aun presenta alteraciones en sus aspectos reproductivos en las zonas norte y sur del país que comenzaron en septiembre de 2014, antes que se declarara El Niño 2015-2016. Tanto el pulso extremo de septiembre en la zona norte como el adelanto del pulso reproductivo en la zona sur, contrastaron con la baja densidad media en el norte y la ausencia de huevos de esta especie en el sur registrada en octubre.

La abundancia promedio del zooplancton en la columna de agua de las estaciones de la zona norte disminuyó un 13 % con respecto al mes anterior, mientras que la biomasa promedio aumentó un 18% en relación a septiembre. La relación abundancia-biomasa indicó un aumento en el tamaño promedio de las partículas. En Mejillones, donde se registró la densidad más alta de huevos también estuvo la mayor abundancia de zooplancton, el que se conformó principalmente por ejemplares pequeños (copépodos y larvas de crustáceos decápodos), lo que podría corresponder a un ajuste espacial entre los estadios tempranos de vida de crustáceos y de anchoveta.

En el sector sur aumentó tanto la abundancia como la biomasa promedio, en un 22 y 6%, respectivamente. El tamaño promedio de los organismos fue similar al mes anterior. Además se evidenció un gradiente de disminución del tamaño costa-océano, en donde las partículas más pequeñas se encontraron en la estación más lejana a la costa (Coliumo 18). En esta estación predominaron los copépodos y larvas de crustáceos decápodos, coincidiendo con las mayores abundancias de las larvas de anchoveta.

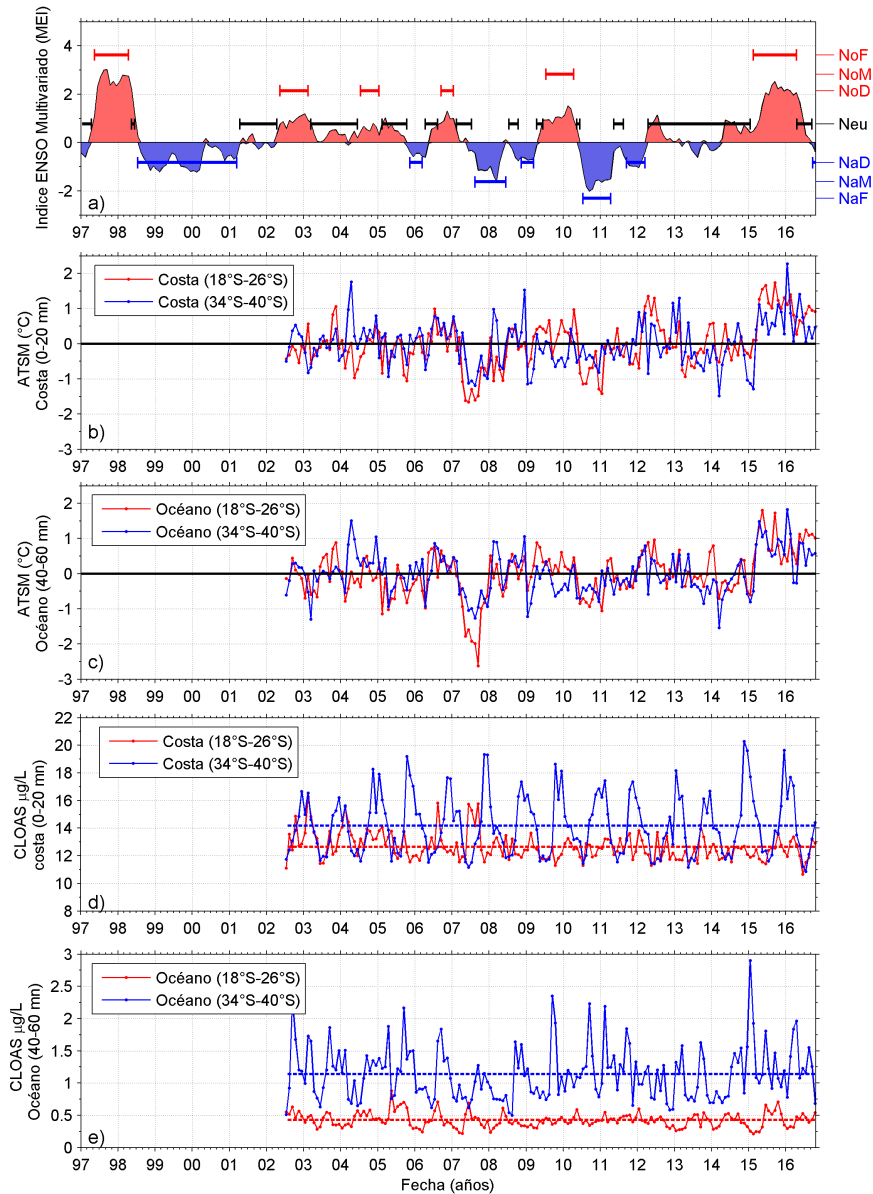


Figura 1. Series de tiempo para el período julio 2002 - octubre 2016 de: a) Índice ENOS Multivariado (MEI), líneas: eventos declarados El Niño (rojo: fuerte, moderado, débil), La Niña (azul: fuerte, moderado, débil) y neutros (negro). Promedio de ATSM (°C) entre 18°-26°S (rojo) y 34°-40°S (azul) en el sector b) costero y c) oceánico. Promedio de clorofila-a satelital (µg/L) entre 18°-26°S, en el sector d) costero y e) oceánico.

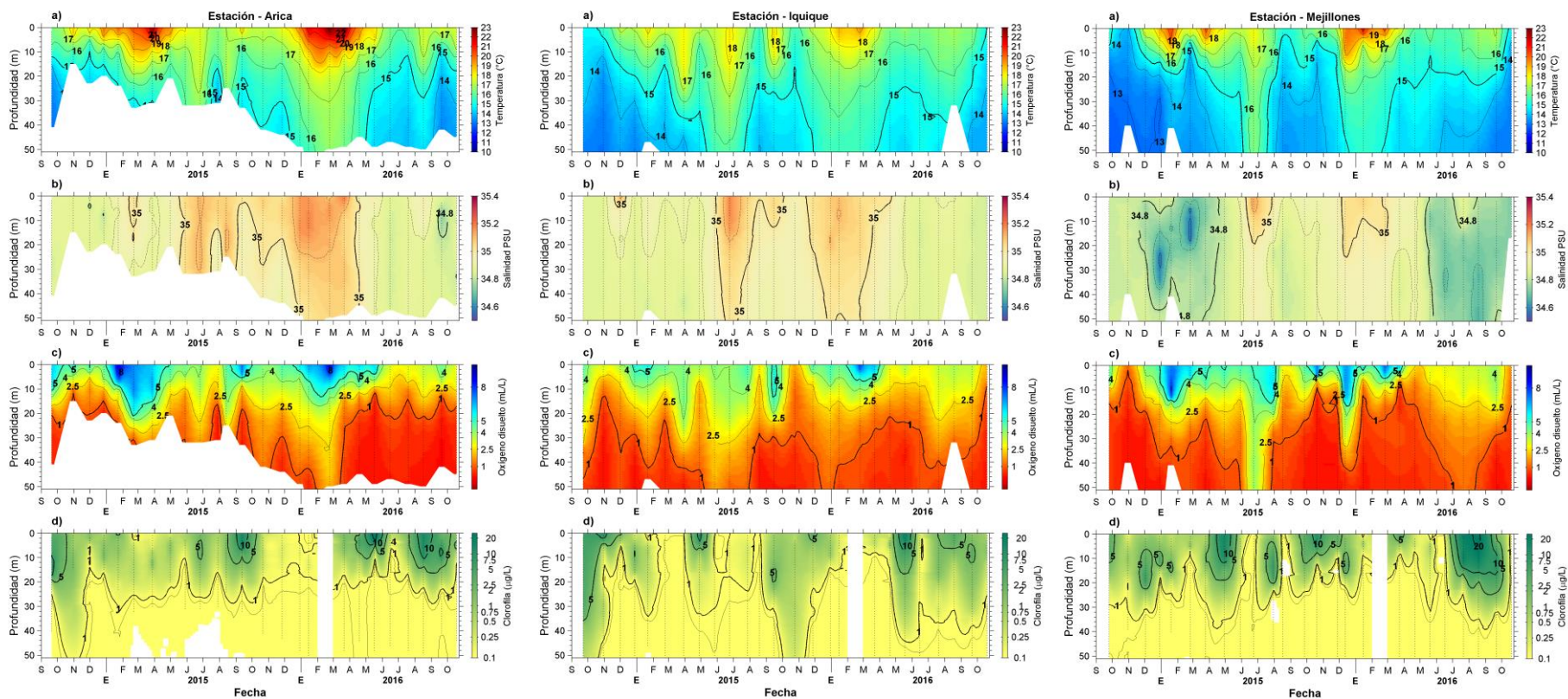


Figura 2. Series de tiempo de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad, c) concentraci3n de ox3geno disuelto (mL/L) y d) clorofila ($\mu\text{g/L}$), en las estaciones fijas de Arica, Iquique y Mejillones, entre septiembre 2014 y octubre 2016.

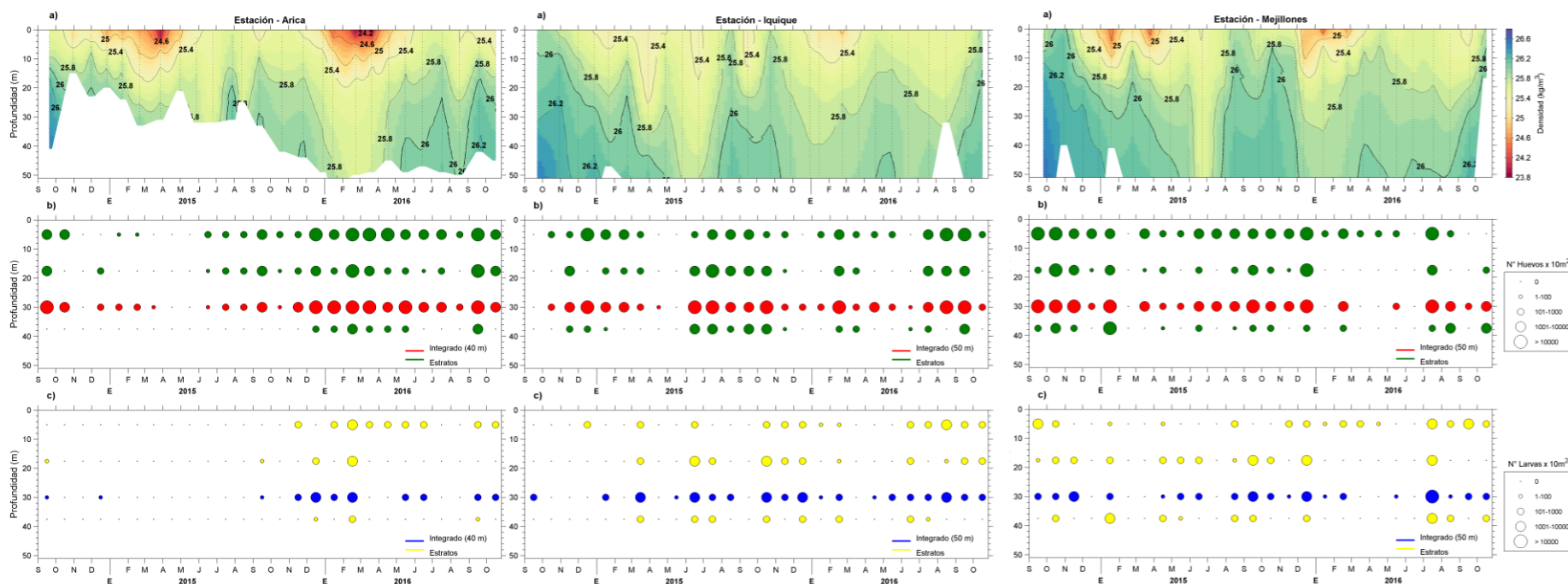


Figura 3. Series de tiempo de a) densidad (kg/m³), b) n° de huevos y c) n° de larvas de anchoveta, en las estaciones fijas de Arica, Iquique y Mejillones, entre septiembre 2014 y octubre 2016.

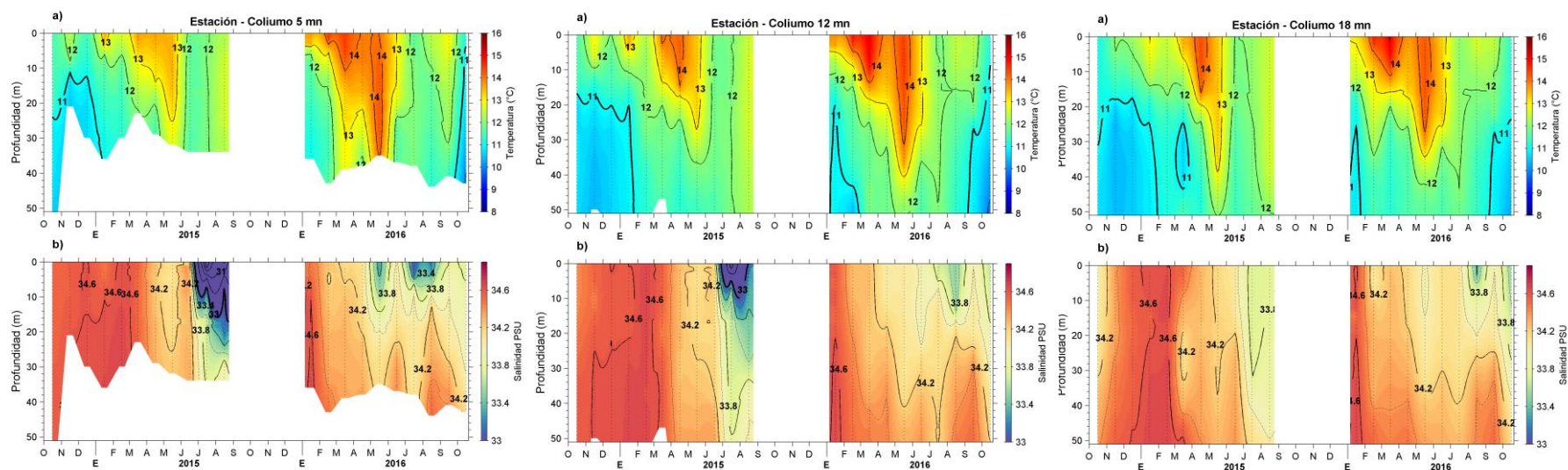


Figura 4. Series de tiempo de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y b) salinidad en las estaciones fijas de Coliumo a 5,12 y 18 mn, entre octubre 2014 y octubre 2016.

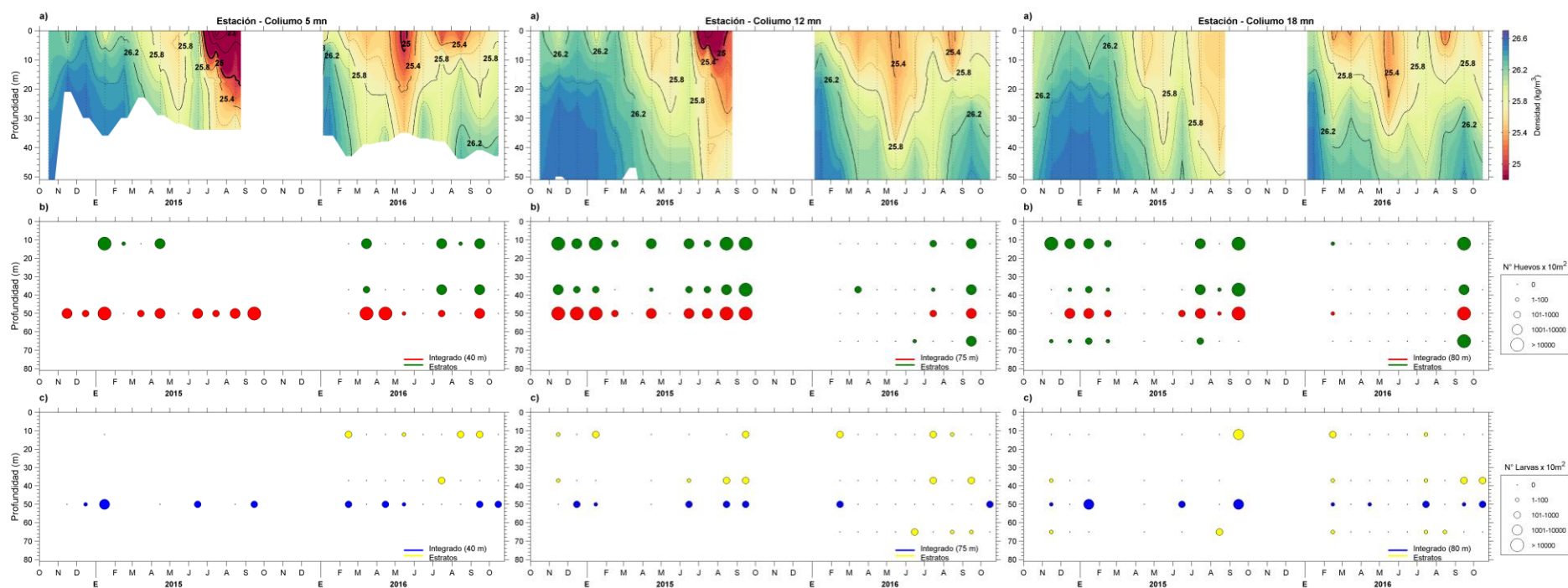


Figura 5. Series de tiempo de a) densidad (kg/m^3), b) n° de huevos y c) n° de larvas de anchoveta, en las estaciones fijas de Coliumo a 5,12 y 18 mn, entre octubre 2014 y octubre 2016.

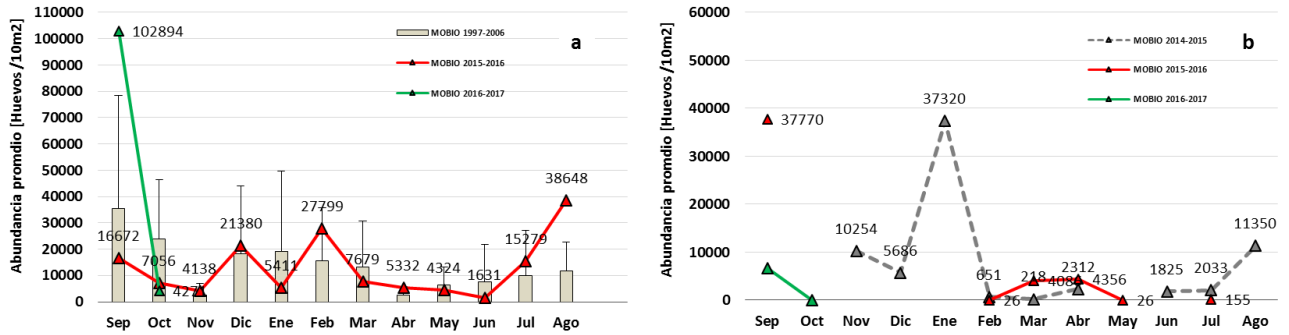


Figura 6. Promedio mensual de la densidad media de huevos de anchoveta por estación positiva (huevos/10 m²), histórico (1997-2006) y en proyectos MOBIO años 2015-2016 zona norte (a), y MOBIO sur 2014, 2015 y 2016 (b)

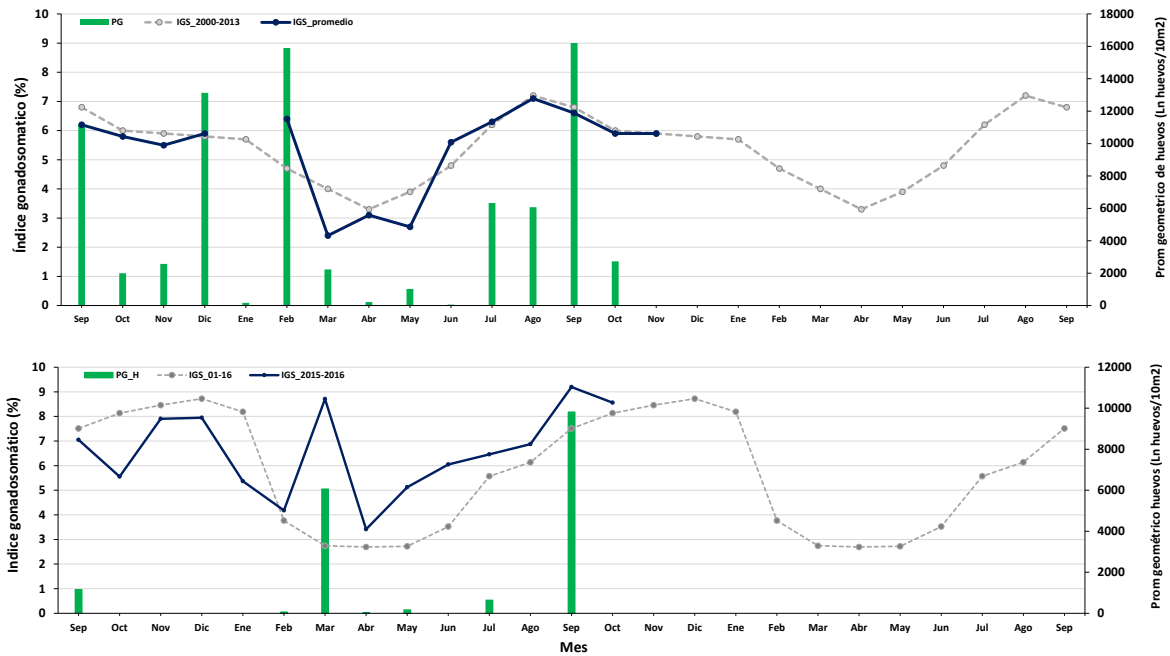


Figura 7. Índice gonadosomático medio mensual (IGS) (línea azul), promedio histórico del IGS (línea gris) y promedio geométrico de huevos (PG, huevos/10 m²) de anchoveta (barra verde), entre Arica y Mejillones, años 2014-2016 (superior) y en Coliumo (inferior).



Tabla 1. Resumen de la abundancia del ictioplancton de las distintas especies encontradas en las zonas norte y sur, además de la abundancia y biomasa del zooplancton, correspondiente a cada estación de muestreo, durante el mes de octubre de 2016.

Estación	Huevos						Larvas				Zooplancton	
	Estrato	<i>Engraulis ringens</i>	<i>Strangomera bentincki</i>	<i>Merluccius gayi</i>	<i>Sardinops sagax</i>	Otras especies	<i>Engraulis ringens</i>	<i>Strangomera bentincki</i>	<i>Merluccius gayi</i>	Otras especies	Biomasa (mL/1000 m3)	Abundancia (ind/1000 m3)
Arica	0-50 m	5093	0	0	80	159	159	0	0	0	471.9	312889
	0-10 m	6127	0	0	0	80	159	0	0	0	929.3	1548225
	10-25 m	1432	0	0	0	0	0	0	0	0	249.6	355044
	25-50 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	514.9	128520
Iquique	0-50 m	557	0	0	0	477	477	0	0	0	276.1	1488705
	0-10 m	955	0	0	0	398	637	0	0	0	617.9	4428999
	10-25 m	0	0	0	0	0	398	0	0	0	517.2	934313
	25-50 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	763.9	351414
Mejillones	0-50 m	7162	0	0	0	1114	239	0	0	1194	55.9	3275539
	0-10 m	0	0	0	0	0	159	0	0	318	240.0	721927
	10-25 m	716	0	0	0	239	0	0	0	0	986.9	335360
	25-50 m	7799	0	0	0	955	239	0	0	0	446.7	3816057
Coliumo 5 mn	0-50 m	0	54	0	0	380	109	0	0	488	328.3	1659986
	0-25 m	0	0	0	0	394	0	113	0	169	493.4	2111031
	25-50 m	0	0	0	0	338	0	56	0	225	716.2	3289202
Coliumo 12 mn	0-50 m	0	0	0	0	1576	113	338	56	338	350.1	2128857
	0-25 m	0	56	0	0	1519	0	56	0	225	238.7	785589
	25-50 m	0	0	102	0	614	0	153	0	460	763.9	3789161
	50-80 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	811.7	3178006
Coliumo 18 mn	0-50 m	0	0	0	0	1956	130	0	0	261	223.8	725747
	0-25 m	0	0	0	0	1398	0	0	0	254	588.9	1423482
	25-50 m	0	0	0	0	719	166	0	0	55	716.2	3789161
	50-80 m	0	61	0	0	305	0	122	0	488	596.8	1555474



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

CIIFEN. 2016. Centro Internacional para la investigación del fenómeno de El Niño. Condiciones Oceánicas-Atmosféricas Evolución y perspectivas. Noviembre 2016

http://www.ciifen.org/images/stories/EL_Nio_La_Nia/CIIFEN_ENOS_DIAGNOSTICO_NOVIEMBRE-2016.pdf

IRIDL. 2016. Anomalías de temperatura superficial del mar en base a la climatología (1971-2000). International Research Institute for Climate and Society, Columbia University, EE.UU, Octubre 2016

http://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/ENSO/SST_Plots/Weekly_Anomaly.html?T=9-15%20Oct%202016

NOAA. 2016. El Niño/Oscilación del Sur (ENSO). Discusión Diagnóstica, 10 de noviembre de 2016.

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.

Sobarzo, M., L. Bravo, D. Donoso, J. Garcés y W. Schneider. 2007. Coastal upwelling and seasonal cycles that influence the water column over the continental shelf off central Chile. Progress in Oceanography 75 (2007) 363–382.



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