



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°3
Noviembre 2016

Convenio Desempeño 2016

Condiciones bio-oceanográficas y evaluación del stock desovante de anchoveta entre la XV y II Regiones, año 2016.

SUBSECRETARÍA ECONOMÍA Y EMT / Diciembre-2016



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°3
Noviembre 2016

Convenio Desempeño 2016

Condiciones bio-oceanográficas y evaluación del stock desovante de anchoveta entre la XV y II Regiones, año 2016.

SUBSECRETARÍA ECONOMÍA Y EMT / Diciembre 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 / Diciembre-2016

AUTORES

Oceanografía e información satelital

Catherine Grendi Celedón

Milena Pizarro Revello

Úrsula Cifuentes Ojeda

Ictioplancton y zooplancton

Francisca Osorio Zúñiga

Jorge Angulo Aros

COLABORADORES

Hernán Miles Urbina

Angélica Varas Sandoval

Alejandro Audisio López

Adrián Bustamante Maino



BOLETIN BIO-OCEANOGRÁFICO N°3, ZONA NORTE

Mes: Noviembre 2016

Preparado por: Departamento de Oceanografía y Medio Ambiente. IFOP

Condición Regional

Durante noviembre, las condiciones de La Niña continúan presentes (**Figura 1a**). Las temperaturas superficiales en el Ecuador (TSM) están por debajo del promedio en el Océano Pacífico central, región Niño_{3.4} y oriental, región Niño₁₊₂. Una transición a ENOS-neutral se espera durante enero-marzo de 2017 (NOAA, 2016). Las ATSM del sector ecuatorial se presentan este mes neutrales y se destaca que en la costa sudamericana, al sur de los 10°S, las ATSM se mantienen positivas y mayores a +1°C, con máximos de +2,5°C en la costa norte de Chile (IRIDL, 2016).

Condición Local

Las anomalías térmicas (ATSM) desde febrero de 2015 a noviembre 2016 han permanecido positivas tanto en la zona norte (18°-26°S) como sur (34°-40°S), esta última con la excepción de los meses de marzo y abril. Desde julio las ATSM de la zona norte (costa y océano) han sido mayores que en la zona sur. Durante noviembre se registró una leve disminución en el sector costero en relación al mes de octubre, en el norte de 0,92°C a 0,8°C, y en el sur de 0,47°C a 0,41°C (**Figura 1b-c**). En el sector oceánico hubo pocas variaciones en relación al mes de octubre, con ATSM de +1,1°C en la zona norte v/s +0,52°C en la sur (**Figura 1b-c**).

En noviembre, los valores de las series de clorofila-a satelital se mantuvieron similares en la zona norte respecto de octubre, ~13 µg/L, y aumentaron en el sector costero de la zona sur de 14,4 µg/L en octubre a 17,06 µg/L (**Figura 1d**). En la serie oceánica de la zona sur hubo también un aumento, desde 0,69 µg/L en octubre a 1,13 µg/L, mientras que en la zona norte la clorofila-a se mantuvo en 0,5 µg/L (**Figura 1e**).

En cuanto a las estaciones de vigilancia de la zona norte (**Figura 2**) los procesos de surgencia registraron una fase de relajación, con una estratificación en la temperatura que presentó valores de 17°C en superficie en Arica e Iquique, y 16°C en Mejillones. En las tres estaciones la isoterma de 15°C se ubicó entre los 10 y 20 m, esto es aproximadamente 10 m más profundo que en el mes de octubre en Iquique y Mejillones (con surgencia activa en octubre) (**Figura 2a**). Las tres estaciones presentaron salinidades que fluctuaron en torno a valores <34,8, con una columna homogénea sólo en Mejillones (**Figura 2b**).

El oxígeno presentó bajos valores superficiales, con un máximo de 3,2 mL/L en Arica, 2,7 mL/L en Iquique y 2,5 mL/L en Mejillones. En profundidad la isolínea de 1 mL/L de norte a sur se registró entre 12 y 21 m (**Figura 2c**). La clorofila-a presentó núcleos de concentraciones >1µg/L en las tres estaciones, con espesores entre 12 m en Arica y 42 m en Iquique, donde además se registraron las máximas concentraciones >5 µg/L en un núcleo subsuperficial centrado en los 7 m (**Figura 2d**).



La densidad mostró gradiente vertical en las tres estaciones, el que disminuyó en intensidad hacia el sur. En Arica e Iquique se registraron los menores valores superficiales ($<25,4 \text{ kg/m}^3$) y la isopicna de 26 kg/m^3 se ubicó en los 22 y 39 m, respectivamente. En Mejillones el mínimo superficial fue $<25,8 \text{ kg/m}^3$, y la isolínea de se ubicó 26 kg/m^3 cercana a los 20 m (**Figura 3a**).

En la zona sur, las estaciones 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**). La estación ubicada a 12 mn de la costa presentó una diferencia de 1°C menor que las estaciones a 5 y 18 mn. Estos calentamientos estacionales fueron más intensos en el 2016 con una diferencia entre 1° y 2°C más que el promedio del período 2003-06 de la estación a 18 mn (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 en el 2015, en tanto los valores más bajos se han registrado en los meses de invierno junio-agosto, con mínimos <30 en el 2015 en las estaciones ubicadas a 5 y 12 mn, 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, muestra un núcleo de mínimos valores superficiales en el invierno de 2015, que alcanzó 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 con valores entre 26 y $26,2 \text{ kg/m}^3$. La mayor intensidad de la pycnoclina coincide con los meses de invierno producto del mayor aporte de aguas dulces en superficie (**Figura 4c**).

Respecto al mes de octubre, la salinidad en noviembre aumentó en orden de 0,4 en la estación ubicada a 5 mn y en 0,2 en las de 12 y 18 mn. La isopicna de $26,2 \text{ kg/m}^3$ se ubicó 8 m menos profunda que en octubre. Al comparar las secciones verticales en los periodos de noviembre de 2016 con los de noviembre de 2014, los datos de temperatura se observaron más cálidos en 1° a 2°C , menos salino y menos denso con una diferencia $\sim 0,4$.

En la estación ubicada a 10 mn de la costa frente a Corral, la distribución de temperatura da cuenta del comienzo del calentamiento estacional con valores que superaron los 14°C en los primeros 10 m, seguido de una termoclina marcada hasta los 20 m (**Figura 5a**). Las mayores temperaturas se han registrado hasta la fecha en el verano de 2016 con TSM $> 15^\circ\text{C}$. En profundidad la isoterma de 11°C se ha ubicado entre los 20 m en los meses estivales y bajo los 50 m en otoño y finales de invierno. La salinidad ha presentado fuertes fluctuaciones producto del efecto del aporte de aguas dulces estacionales (desembocadura río Valdivia), que ha generado mínimos salinos superficiales de <30 en el mes de agosto, y máximos $>34,2$ en el presente mes de noviembre con una columna homogénea (**Figura 5b**). La densidad mostró dos núcleos de valores mínimos de $<23 \text{ kg/m}^3$ en



agosto y $<25 \text{ kg/m}^3$ en enero y febrero, y un máximo superficial $<25,6 \text{ kg/m}^3$ en noviembre (**Figura 5b**).

En resumen desde febrero de 2015 ambas zonas, norte y sur mantienen condiciones cálidas hasta la fecha y desde julio de 2016 la zona norte está más cálida que la zona sur.

Componente biológica

En la zona norte, el ictioplancton de importancia comercial estuvo compuesto solo por huevos y larvas de anchoveta (*Engraulis ringens*). El 90,6% del total de los huevos correspondió a anchoveta, mientras que el 9,4% perteneció a otras especies. En cuanto a las larvas, la totalidad fueron de anchoveta (**Tabla 1**).

En la zona sur, se monitorearon estaciones en las localidades de Coliumo (VIII región) y Corral (XIV región). En ambas localidades se registraron huevos de anchoveta y merluza común (*Merluccius gayi*). En Coliumo, el 78,6% del total de huevos correspondió a anchoveta, mientras que el 14,6% a merluza común y el 6,8% a especies no comerciales. En Corral el 75% de los huevos fue de anchoveta y el 25% de merluza común (**Tabla 1**). Las larvas registradas en Coliumo fueron de especies no comerciales mientras que en Corral se registró una densidad de 51 larvas/10m² de jurel (**Tabla 1**).

La anchoveta fue la especie dominante del ictioplancton en las zonas norte y sur, por lo que fue seleccionada para las comparaciones posteriores. En los lances integrados de la zona norte, la mayor densidad de huevos se registró en Arica (58,4%), seguido de Mejillones (26%) e Iquique (15,6%). El patrón de distribución espacial de los huevos en esta zona coincidió con lo esperado para noviembre, donde las mayores densidades se registraron en Arica. En la zona sur, la densidad promedio más alta se registró en Coliumo (15,6% > a la de Corral), donde la mayor densidad se encontró en la estación a 18 mn (81,4%).

En cuanto a la larvas, el 66,7% se ubicó en la estación de Arica y el 33,3% en Mejillones (**Figura 3c**). En la zona sur no se encontraron larvas de anchoveta (**Figura 4e y 5e**).

La distribución vertical de los huevos en la zona norte fue superficial, registrándose las mayores abundancias de Arica, Iquique y Mejillones en los primeros 10 m de profundidad, con un 94,2%, 100% y 88% de los huevos, respectivamente (**Figura 3b**). En la zona sur, en la estación a 18 mn frente a Coliumo, se presentaron las mayores abundancias en el estrato más profundo (50-80 m), seguido del estrato de 25-50 m (**Figura 4d**). En las estaciones a 5 y 12 mn, las mayores densidades de huevos se ubicaron dentro de los primeros 25 m de la columna de agua (**Figura 4d**). En Corral, la totalidad de los huevos se registró en los primeros 25 m de profundidad (**Figura 5d**).

En la zona norte la abundancia media de huevos fue un 12% menor al promedio histórico para este mes (**Figura 6a**), mientras que en Coliumo la abundancia promedio de las tres estaciones (5, 12 y 18



mn) fue un 95% más baja que el promedio 2014-2015 para noviembre (**Figura 6b**). En Corral no hay registros históricos disponibles para este mes (**Figura 6c**).

En las estaciones de la zona norte no se observó un ajuste entre el IGS y la media de huevos, mientras que el valor del IGS fue muy similar al histórico (5,9%) (**Figura 7a**). Este desajuste es esperado para el mes, de acuerdo a los datos históricos (**Figura 6a y 7a**).

En la zona sur, a pesar de los altos valores de IGS en las estaciones de Coliumo y Corral, 7,4 y 8,1% respectivamente, estos no se vieron reflejados en las bajas densidades promedio de huevos del presente mes (**Figuras 7b y 7c**).

La abundancia promedio del zooplancton en las estaciones de la zona norte disminuyó un 3% con respecto al mes anterior, mientras que la biomasa media aumentó un 26% con respecto a octubre. La relación abundancia-biomasa indicó un aumento promedio del tamaño de las partículas. Las mayores abundancias zooplantónicas se registraron en Arica, coincidiendo con el foco de abundancia de huevos de anchoveta en esta estación (**Tabla 1**). El zooplancton en dicha estación estuvo conformado principalmente por copépodos y apendicularias.

En Coliumo, tanto la abundancia promedio como la biomasa media del zooplancton disminuyeron en relación a octubre, un 76 y 42%, respectivamente. Se registró una disminución promedio del tamaño de las partículas, con respecto al mes anterior. Las mayores abundancias del zooplancton se ubicaron en la estación más costera (5 mn), y estuvo compuesto principalmente por copépodos, larvas de crustáceos decápodos y organismos gelatinosos (salpas y sifonóforos). La distribución espacial de las mayores densidades de zooplancton no coincidió con las mayores densidades de los huevos de anchoveta (en estación a 18 mn) (**Tabla 1**).

En Corral, la abundancia y la biomasa promedio del zooplancton disminuyeron un 16 y 65%, respectivamente, en comparación al mes anterior. Se encontró un aumento promedio del tamaño de las partículas, predominando los copépodos, larvas de decápodos, sifonóforos y apendicularias.

En conclusión, la abundancia y distribución espacial del ictioplancton de anchoveta en la zona norte se ajustó a lo esperado de acuerdo al patrón de distribución mensual histórico. En noviembre no se produjo un ajuste entre la condición reproductiva de los adultos y la densidad de huevos en las estaciones costeras de monitoreo, sin embargo, de acuerdo a los datos históricos esto es característico para el mes. En la zona sur (Coliumo y Corral) no se cuenta con información histórica suficiente para evaluar la existencia de anomalías en estos aspectos.

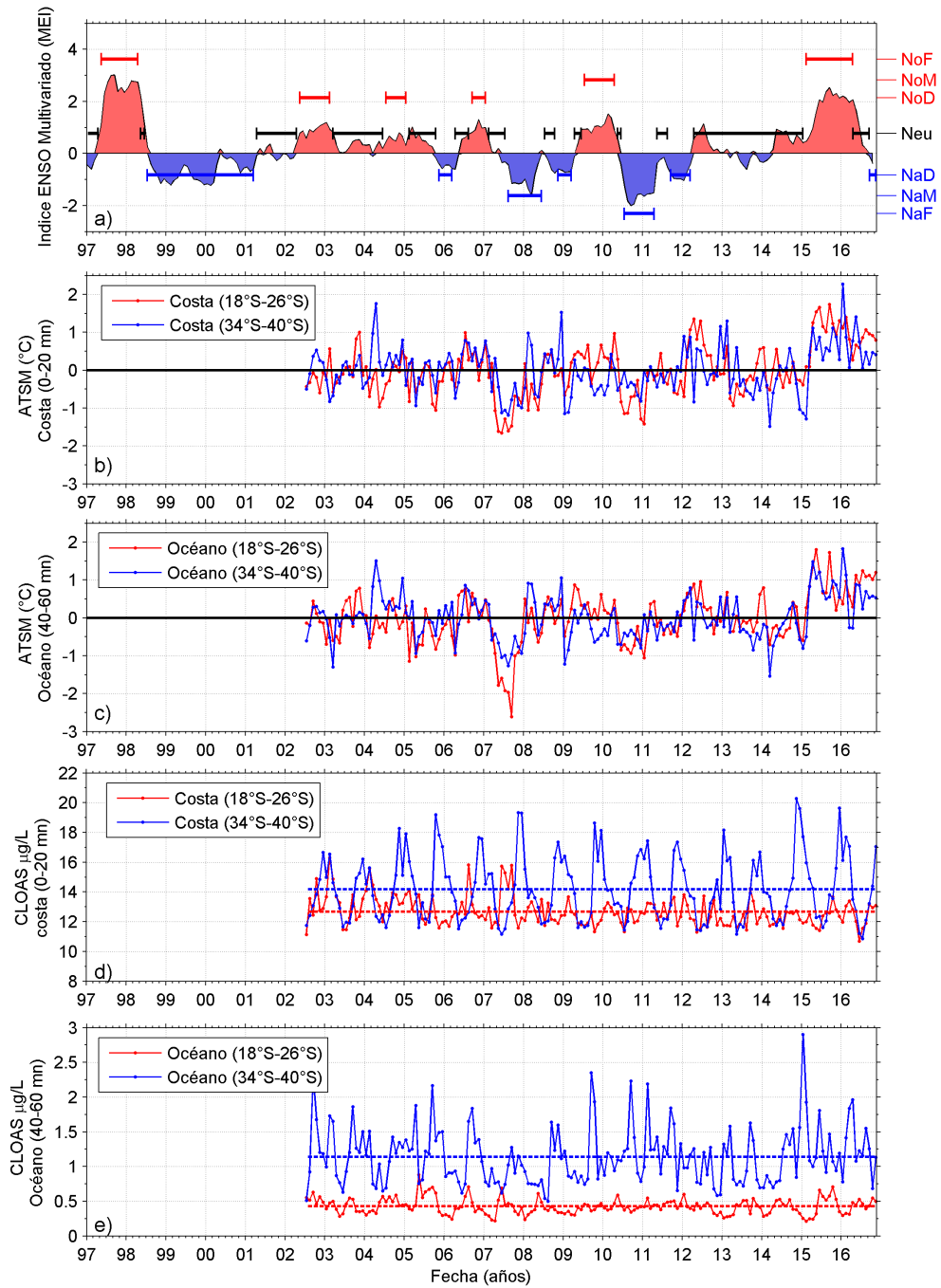


Figura 1. Series de tiempo para el periodo julio 2002 - noviembre 2016 de: a) Índice ENOS Multivariado (MEI), líneas: eventos declarados El Niño (rojo: fuerte, moderado, débil), La Niña (azul: fuerte, moderado, débil) y neutros (negro). Promedio de ATSM (°C) entre 18°-26°S (rojo) y 34°-40°S (azul) en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

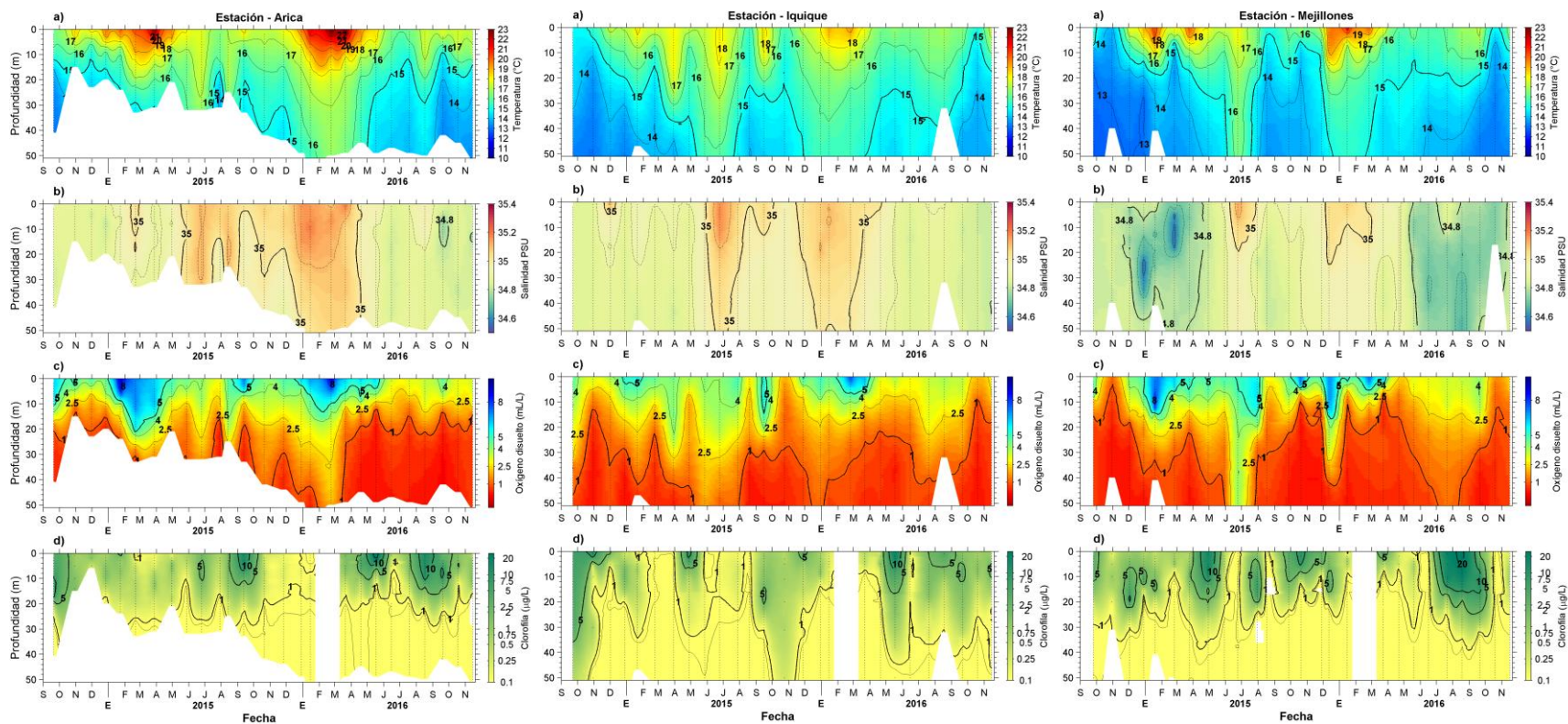


Figura 2. Series de tiempo de a) temperatura (°C), b) salinidad, c) concentraci3n de oxigeno disuelto (mL/L) y d) clorofila (µg/L), en las estaciones fijas de Arica, Iquique y Mejillones, entre septiembre 2014 y noviembre 2016.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

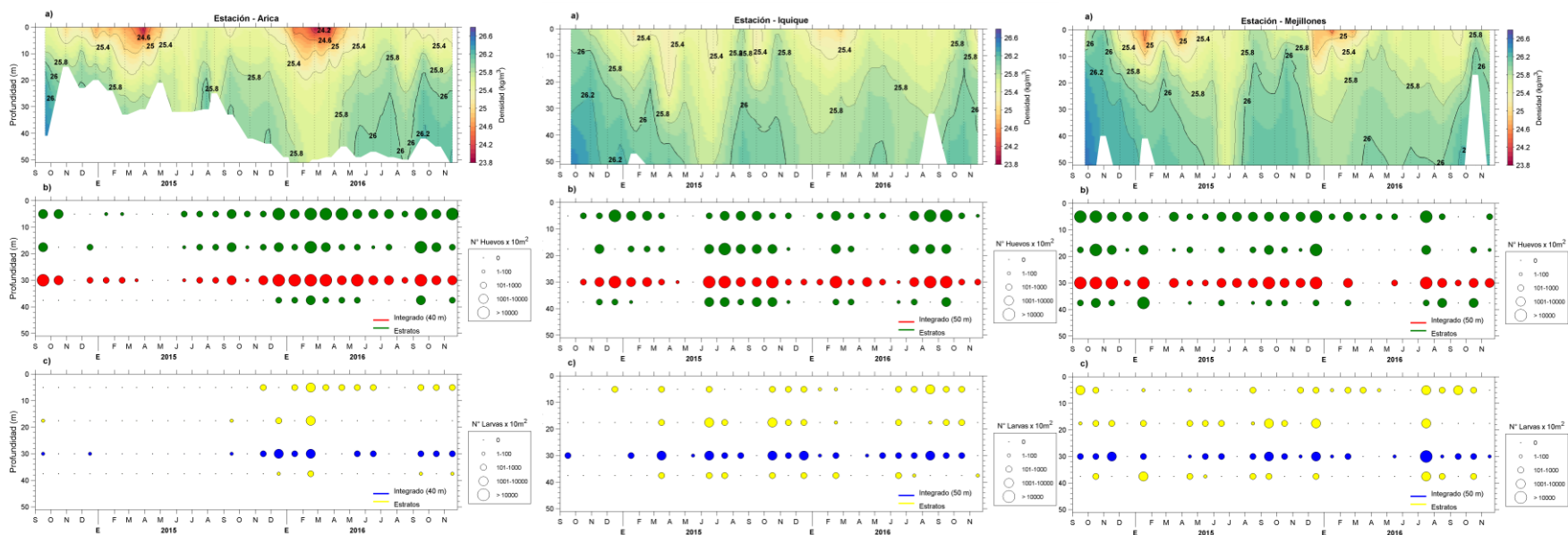


Figura 3. Series de tiempo de a) densidad (kg/m^3), b) n° de huevos y c) n° de larvas de anchoveta, en las estaciones fijas de Arica, Iquique y Mejillones, entre septiembre 2014 y noviembre 2016.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

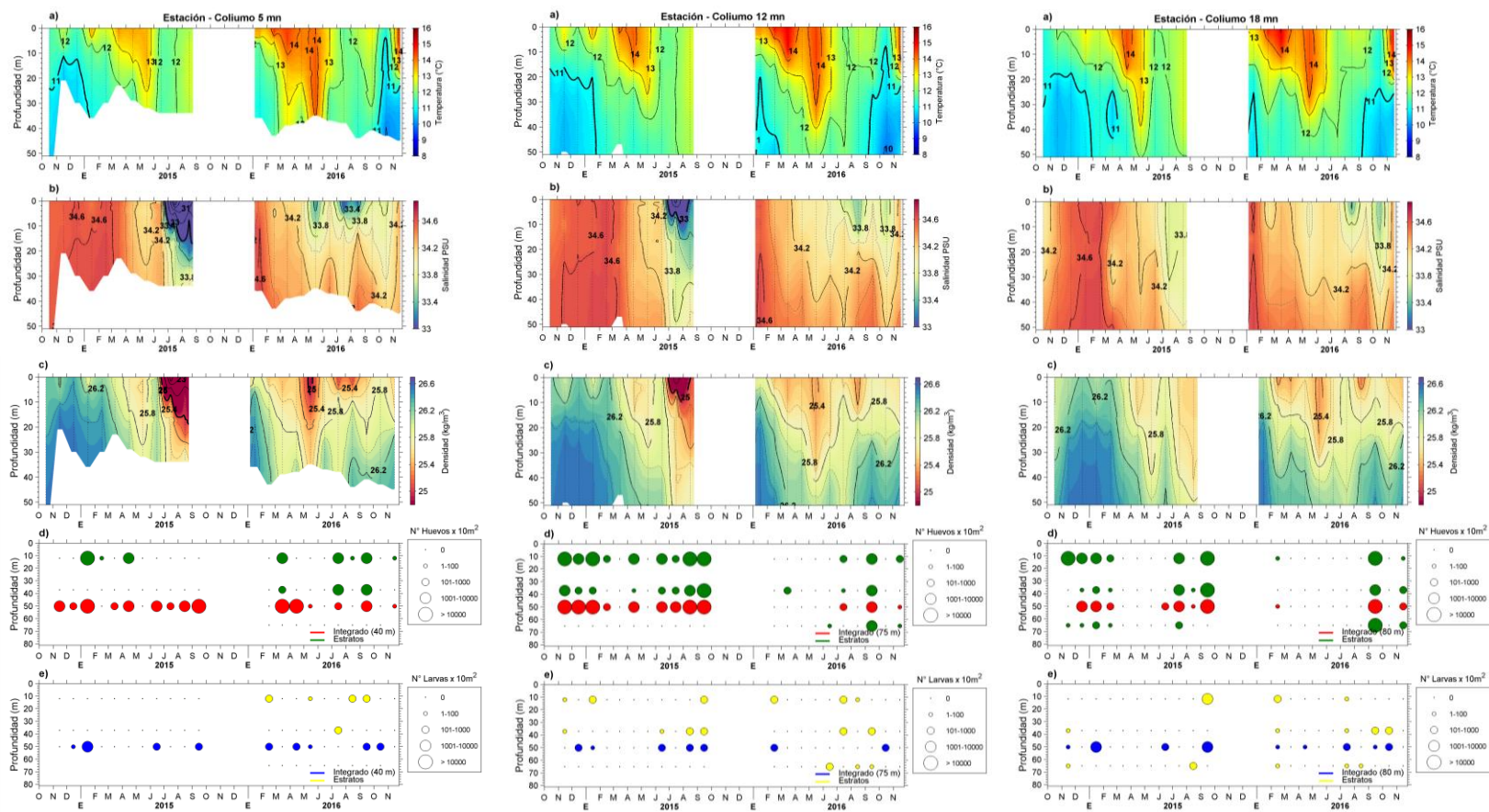


Figura 4. Series de tiempo de a) temperatura (°C) y b) salinidad, c) densidad (kg/m³), d) N° de huevos y e) N° de larvas de anchoveta, en las estaciones fijas de Collumo a 5,12 y 18 mn, entre octubre 2014 y noviembre 2016.

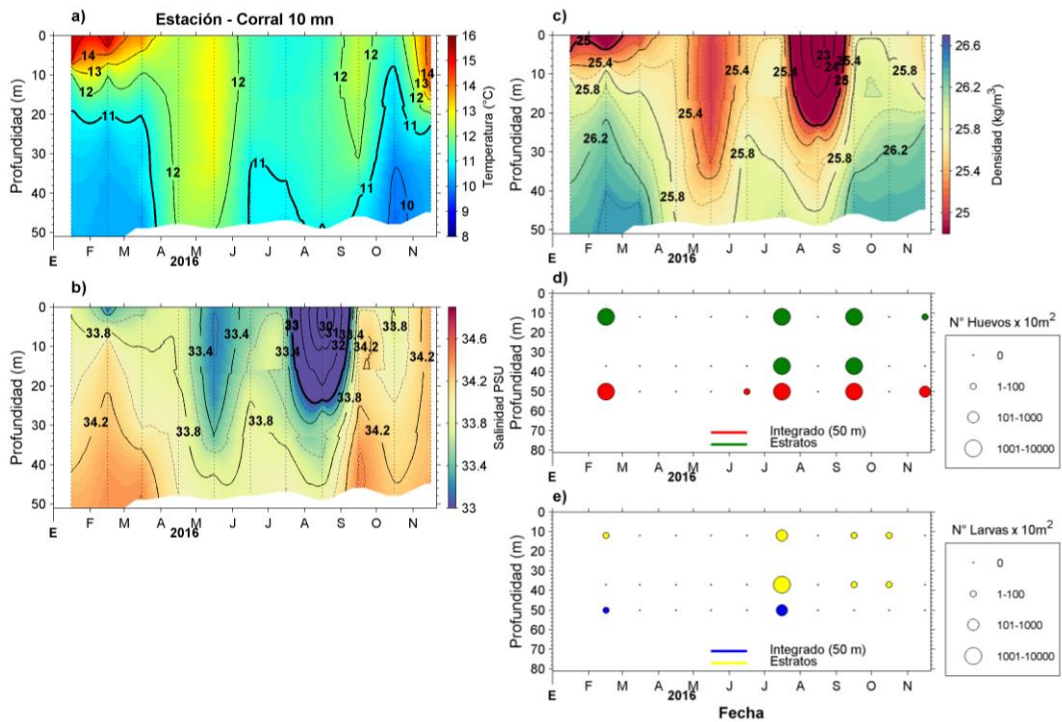


Figura 5. Series de tiempo de a) temperatura (°C), b) salinidad, c) densidad (kg/m³), d) N° de huevos y e) N° de larvas de anchoveta, en la estación fija de Corral a 10 mn (39°40'S; 73°37,2'W), entre enero y noviembre 2016.

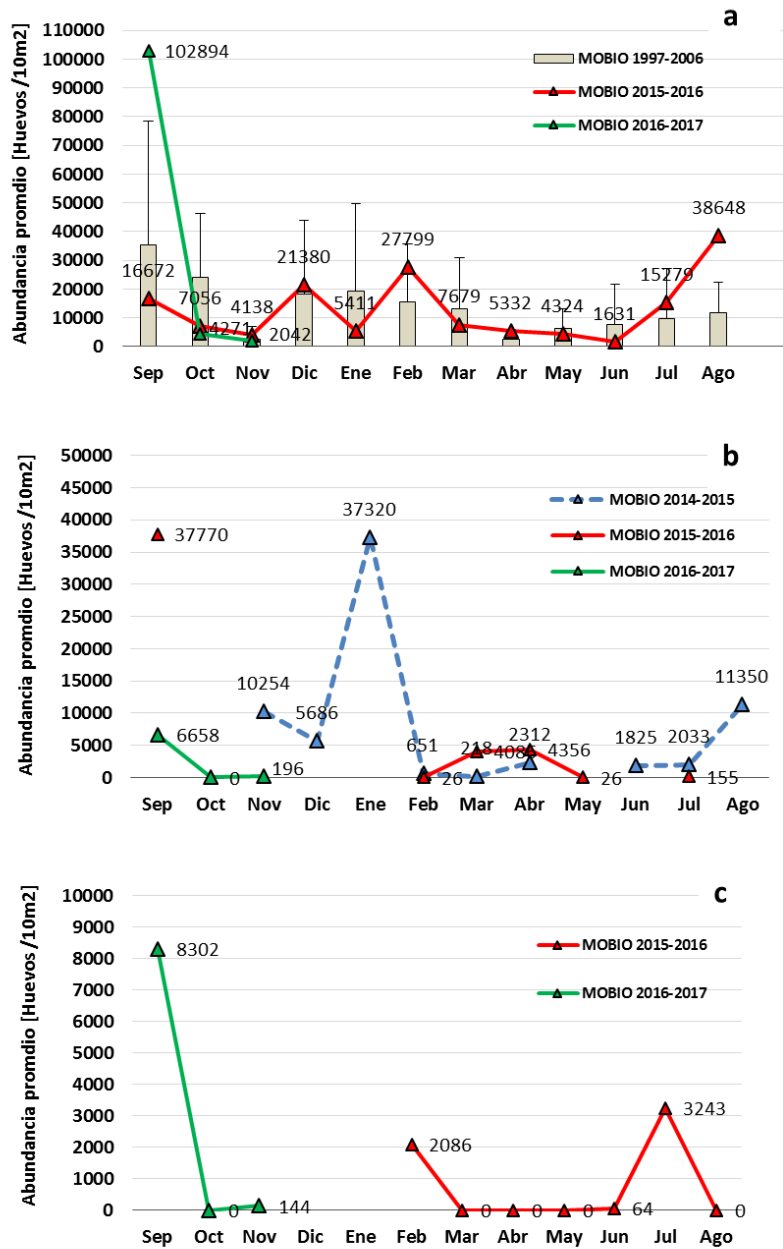


Figura 6. Promedio mensual de la densidad media de huevos de anchoveta por estación positiva (huevos/10 m²), histórico (1997-2006) y en proyectos MOBIO años 2015-2016 zona norte (a), MOBIO sur 2014, 2015 y 2016, Coliumo b) y sur 2015, 2016 Corral (c).

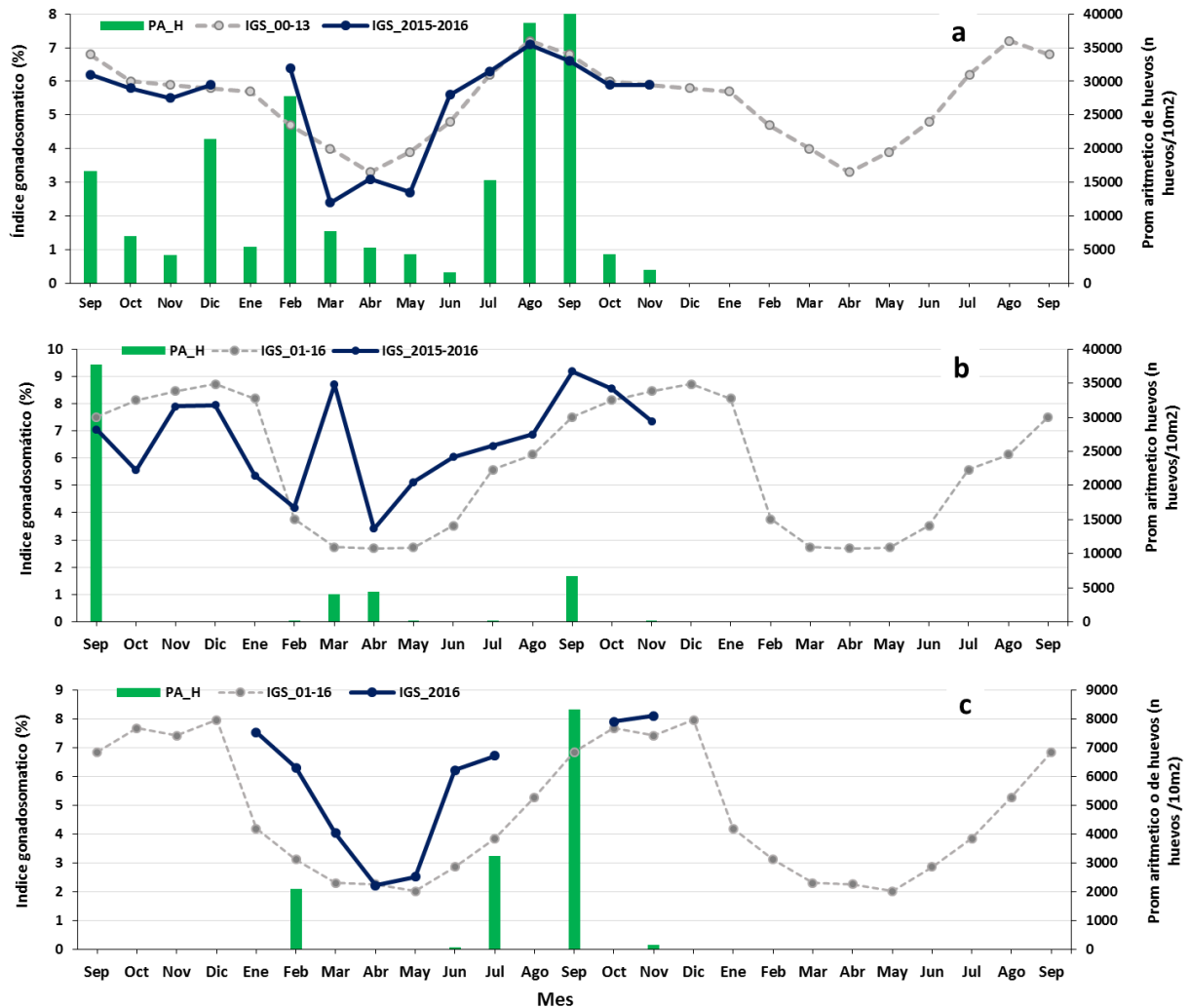




Tabla 1. Resumen de la abundancia del ictioplancton de las distintas especies encontradas en las zonas norte y sur, además de la abundancia y biomasa del zooplancton, correspondiente a cada estación de muestreo, durante el mes de noviembre de 2016.

Estación	Estrato	Huevos				Larvas				Zooplancton	
		<i>Engraulis ringens</i>	<i>Trachurus murphi</i>	<i>Merluccius gayi</i>	Otras especies	<i>Engraulis ringens</i>	<i>Trachurus murphi</i>	<i>Merluccius gayi</i>	Otras especies	Biomasa (mL/1000 m ³)	Abundancia (ind/1000 m ³)
Arica	0-50 m	3581	0	0	477	159	0	0	0	509	3228935
	0-10 m	15597	0	0	477	239	0	0	0	1830	4634592
	10-25 m	398	0	0	0	0	0	0	0	345	534761
	25-50 m	557	0	0	0	80	0	0	0	271	331042
Iquique	0-50 m	955	0	0	80	0	0	0	0	513	1023675
	0-10 m	80	0	0	0	0	0	0	0	719	589525
	10-25 m	0	0	0	80	0	0	0	0	347	987757
	25-50 m	0	0	0	0	80	0	0	0	764	1426028
Mejillones	0-50 m	1592	0	0	80	80	0	0	0	351	552909
	0-10 m	557	0	0	0	0	0	0	0	330	721690
	10-25 m	80	0	0	0	0	0	0	0	604	562413
	25-50 m	0	0	0	0	0	0	0	0	466	679022
Coliumo 5 mn	0-50 m	56	0	0	0	0	0	0	0	239	200138
	0-25 m	56	0	56	0	0	0	0	0	334	231094
	25-50 m	0	0	0	0	0	0	0	51	451	534762
Coliumo 12 mn	0-80 m	53	0	0	0	0	0	0	0	69	104831
	0-25 m	169	0	0	0	0	0	0	0	271	436722
	25-50 m	0	0	0	0	0	0	0	0	143	49657
	50-80 m	53	0	53	53	0	0	0	0	302	192897
Coliumo 18 mn	0-80 m	479	0	0	0	0	0	0	0	60	199871
	0-25 m	51	0	0	51	0	0	0	0	143	343776
	25-50 m	113	0	0	0	0	0	0	0	175	331043
	50-80 m	358	0	0	51	0	0	0	0	225	459428
Corral	0-50 m	144	0	48	0	0	0	0	0	119	225364
	0-25 m	46	0	0	0	0	0	0	0	143	320857
	25-50 m	0	0	0	0	0	51	0	0	127	256559



Referencias

- CIIFEN. 2016. Centro Internacional para la investigación del fenómeno de El Niño. Condiciones Oceánicas-Atmosféricas Evolución y perspectivas. Diciembre 2016. http://www.ciifen.org/images/stories/EL_Nio_La_Nia/CIIFEN_ENOS_DIAGNOSTICO_DICIEMBRE-2016.pdf
- IRIDL. 2016. Anomalías mensuales de temperatura superficial del mar, en base a la climatología (1971-2000). International Research Institute for Climate and Society, Columbia University, EE.UU, Noviembre de 2016. http://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/ENSO/SST_Plots/Std_Anomaly.html?bbox=bb%3A219.50%3A-50.282%3A306.86%3A19.651%3Abb
- NOAA. 2016. El Niño/Oscilación del Sur (ENSO). Recent evolution. Current Status and Predictions. 19 de diciembre de 2016. http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/lanina/enso_evolution-status-fcsts-web.pdf
- Sobarzo, M., L. Bravo, D. Donoso, J. Garcés & 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

Almte. Manuel Blanco Encalada 839

Fono 56-32-2151500

Valparaíso, Chile

www.ifop.cl



www.ifop.cl