INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°5
Enero 2017

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 / Febrero-2017

BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°5
Enero 2017

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 / Febrero 2017

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

I N S T I T U T O D E F O M E N T O P E S Q U E R O

SUBSECRETARÍA ECONOMÍA Y EMT / Febrero-2017

AUTORES

Oceanografía e información satelital

Milena Pizarro Revello
Adrián Bustamante Maino

Ictioplancton y zooplancton

Francisca Osorio Zúñiga
Jorge Angulo Aros

COLABORADORES

Angélica Varas Sandoval
Alejandro Audisio López
Gabriela Kanamori Salazar

BOLETIN BIO-OCEANOGRÁFICO N°5, ZONA NORTE

Mes: Enero 2017

Preparado por: Departamento de Oceanografía y Medio Ambiente. IFOP

Condición Regional

En enero de 2017, el Índice Ecuatorial Multivariado (MEI) en la región del Pacífico Ecuatorial indicó una condición neutral (NOAA, 2017) (**Figura 1a**). Previamente en esta región se desarrolló un evento frío, La Niña débil, entre octubre y diciembre de 2016 (NOAA, 2016). A pesar de ello, desde finales de noviembre 2016 tanto las anomalías térmicas superficiales (ATSM) en el Pacífico Ecuatorial Oriental (Región $Niño_{1+2}$), como en el Pacífico Ecuatorial Central (Región $Niño_{3.4}$), mostraron tendencias positivas, observándose un notable aumento de éstas en la Región $Niño_{1+2}$, desde valores cercanos al promedio en noviembre hasta >+1,5°C en la segunda quincena de enero. En la región $Niño_{3+4,}$ no obstante, las ATSM se mantuvieron en valores negativos, con una variación desde -0,8°C a comienzos de noviembre hasta -0,3°C a finales de enero.

En la costa sudamericana, a comienzos de febrero, se mantienen las ATSM positivas, con valores >2°C en el sector oceánico y costero de la zona norte de Chile (NOAA, 2017), lo que coincide con el aumento de las anomalías de la primera quincena de enero, las que se mantuvieron cercanas a +0,5°C en la zona norte, aumentando posteriormente en la última semana hasta +2°C en el sector costero hasta los 40°S (IRIDL, 2017).

Condición Local

En enero, las ATSM permanecen positivas en ambas zonas, norte (18°-26°S) y sur (34°-40°S). De agosto a diciembre el sector costero norte mostró una clara tendencia a la disminución de las ATSM (1,07 a 0,37°C), sin embargo, en enero esto se invierte al registrar una ATSM de 1,3°C, valor más alto desde febrero de 2016. En el sector costero sur, por el contrario, la tendencia en los meses previos fue positiva, invirtiéndose en enero (0,8°C en diciembre a 0,26°C en enero) (**Figura 1b-c).** En el sector oceánico, la serie norte siguió manteniendo ATSM en torno a +1°C, mientras que la serie sur mantuvo la tendencia positiva (0,53°C en noviembre, 0,72°C diciembre y 0,97 en enero). Durante este mes (enero) se observó poca diferencia entre las series del sector oceánico norte y sur (**Figura 1b-c)**.

La serie de clorofila-*a* satelital de la zona sur presentó un aumento en las concentraciones de diciembre a enero, correspondiendo el valor mensual de este mes en el sector costero (19,8 µg/L) al tercer registro de mayor concentración de la serie completa (20,3 µg/L en noviembre 2014 y 19,7 µg/L en diciembre 2015). En el sector oceánico de esta misma zona, en cambio, la concentración de este mes (1,24 µg/L) aumentó respecto de diciembre, aunque estuvo cercano al promedio de la serie (**Figura 1d-e**). En la zona norte el sector costero mantuvo la tendencia negativa observada el

mes anterior (13,1 µg/L en noviembre, 12,5 en diciembre y 11,9 en enero), mientras que en el sector oceánico se mantuvo similar (~0,3 µg/L) (**Figura 1d-e**).

En las estaciones de vigilancia de la zona norte (**Figura 2**), los procesos de surgencia se observaron activos en las tres estaciones, disminuyendo su intensidad de norte a sur. Los valores de temperatura en superficie variaron entre 20°C en Arica, 19°C en Iquique y 17°C en Mejillones. La isoterma de 15°C se ubicó en los ~6, 8 y 14 m, respectivamente, observándose una marcada estratificación en las tres estaciones, y con mayor intensidad en Arica (**Figura 2a**). Sólo en Iquique la isoterma de 14°C se profundizó bajo los 50 m. La salinidad presentó en las tres estaciones menores valores en superficie, <34,7 en Arica y <34,8 en Iquique y Mejillones, en capas que aumentaron su espesor de norte a sur, 6, 8 y 12 m. Bajo estos niveles, la salinidad se mantuvo homogénea con valores >34,8 (**Figura 2b**).

Las concentraciones de oxígeno superficial disminuyeron en las estaciones de norte a sur, con valores de 5 mL/L en Arica, 4 mL/L en Iquique y 2,5 mL/L en Mejillones, y en profundidad la isolínea de 1 mL/L se ubicó en los 5, 15 y 18 m respectivamente (**Figura 2c**). La clorofila-*a*, sólo en Arica presentó concentraciones >1µg/L en un núcleo que no superó los 6 m, en Iquique y Mejillones en cambio, se registraron concentraciones <0,8 µg/L (**Figura 2d**).

La densidad mostró en las tres estaciones columnas de agua estratificada, siendo más intenso en Arica. Los valores superficiales variaron desde <24,6 kg/m^3 en Arica, <25 kg/m^3 en Iquique a <25,4 kg/m^3 en Mejillones, y en profundidad la isopicna de 26 kg/m^3 se ubicó en los 9 m en Arica y 22 m en Mejillones. En Iquique el límite inferior del gradiente fue 25,8 kg/m^3 ya que la isopicna de 26 kg/m^3 se ubicó bajo los 50 m (**Figura 3a**).

Las estaciones de la zona sur ubicadas a 5, 12 y 18 mn frente a Coliumo y a 10 mn de Corral, mostraron en enero comportamientos similares en las distintas variables (**Figuras 4a-c y 5a-c**). En noviembre y diciembre todas las estaciones mostraron calentamiento estacional, observándose en enero una disminución en la TSM de 1° a 2°C. Las cuatro estaciones presentaron una capa superficial de espesor de ~16 m con valores superficiales >13°C, una termoclina más profunda que los meses previos y la isoterma de 11°C ubicada ~30 m. La salinidad presentó distribuciones verticales muy similares en las cuatro estaciones, con poca variación en torno a valores levemente mayores a 34,4. La densidad mostró una capa de aproximadamente 20 m con poca variación con valores <26 kg/m^3 bajo la cual se ubicó una picnoclina menos intensa que en los meses anteriores y la isopicna de 26,2 kg/m^3 ubicada cerca de los 30 m.

Estos registros de temperatura y salinidad se encuentran dentro del promedio de la serie de la estación de 18 mn de Coliumo descrito para el mes por Sobarzo *et al.* (2007), mientras que la densidad muestra un mayor espesor de la capa superficial de aguas menos densas.

En resumen, la región Ecuatorial estuvo en una condición normal en enero, sin embargo, la zona centro (34°-40°S) - norte (18°-26°S) de Chile permaneció con ATSM satelitales positivas, lo que podría estar asociado al calentamiento estacional junto con una continuación de un proceso cálido

que se presenta en ambas zonas desde marzo de 2015. Por otra parte, la clorofila-a tanto satelital como *in situ* disminuyeron en la zona norte, a diferencia de la zona sur que registró un importante aumento. Las estaciones de la zona norte (Arica, Iquique y Mejillones) mostraron evidencia de surgencia de moderada a intensa (Arica). En tanto que en la zona sur, la surgencia presentaría características débiles.

Componente biológica

En la zona norte, el ictioplancton de importancia comercial estuvo compuesto por huevos y larvas de anchoveta (*Engraulis ringens*). El 92,4% de los huevos perteneció a esta especie, mientras que el 7,6% a otras especies. En cuanto a las larvas, el 94,4% perteneció a anchoveta y el 5,6% a otras especies (**Tabla 1**).

En la zona sur, se registraron huevos de anchoveta para las estaciones de las localidades de Coliumo (VIII región) (a 5, 12 y 18 mn) y Corral (XIV región). En las estaciones de 12 y 18 mn de Coliumo, se encontraron además huevos de merluza común (*Merluccius gayi*) y de sardina común (*Strangomera bentincki*).

En Coliumo, considerando las tres estaciones, el 80,3% del total de huevos correspondió a anchoveta, mientras que el 0,3% a merluza común y el 19,4% a otras especies no comerciales, no registrándose huevos de sardina común en la columna, pero si en los estratos más profundos (**Tabla 1**).

En Corral, el 85,7% de los huevos fue de anchoveta y el 14,3% de especies no comerciales (**Tabla 1**). Tanto en las estaciones de Coliumo como de Corral no se encontraron larvas de peces (**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 (80%), seguido de Mejillones (11,8%) e Iquique (8,2%). El patrón de distribución espacial de los huevos en esta zona coincidió con lo esperado para enero (mayor concentración en Arica), de acuerdo a la serie histórica 1997-2006.

En el sector sur, la densidad promedio de huevos más alta se registró en Coliumo, siendo un 77,6% mayor que en Corral. En Coliumo los huevos presentaron las más altas densidades en la estación a 5 mn (47,6% del total).

En cuanto a las larvas de anchoveta, en el norte un 52,9% se encontró en Iquique, un 35,3% en Mejillones y un 11,8% en Arica. En el sur no se encontraron larvas de anchoveta (**Tabla 1**).

La distribución vertical de los huevos se concentró en el estrato más profundo (25-50 m) en las estaciones de Arica e Iquique (con el 100% y 43% de los huevos, respectivamente), mientras que en Mejillones se encontraron principalmente en el estrato de 10-25 m (36% de los huevos) (**Figura 3b**).

Por otra parte, las larvas de anchoveta se ubicaron principalmente entre los 25-50 m en Iquique y entre los 10-25 m en Mejillones (57%) (**Figura 3c**). En Coliumo, en la estación a 5 y 12 mn, las mayores densidades de huevos se concentraron en el estrato de 25-50 m (61% y 54% del total de huevos respectivamente) (**Figura 4d**). En la estación a 18 mn, el 56% de los huevos se encontró en el estrato más profundo (50-80 m) (**Figura 4d**). En Corral, la mayor parte de los huevos se registró entre los 25-50 m de profundidad (91% de los huevos) (**Figura 5d**).

En el sector norte (Arica-Iquique-Mejillones) la abundancia media de huevos fue un 79% menor al promedio histórico de la serie 1997-2006 para este mes (**Figura 6a**), mientras que en Coliumo la abundancia promedio de las tres estaciones (5,12 y 18 mn) fue un 77% más baja que el promedio de la serie 2014-2015 para enero (**Figura 6b**). En Corral, no hay registros históricos disponibles para este mes (**Figura 6c**).

Debido a la veda biológica de reclutamiento para los adultos de anchoveta, entre la XV y II regiones (Böhm, 2017), no se contó con datos del IGS promedio de enero de 2017. Sin embargo, al comparar la densidad promedio de huevos de las estaciones de la zona norte con el IGS de enero para la serie 2000-2013, no se observó un acople entre el IGS y la media de huevos (**Figura 7a**).

En la zona sur, a pesar de los altos valores de IGS mensual en las estaciones de Coliumo y Corral (7,5% y 6,7%, respectivamente), estos no se vieron reflejados en las densidades promedio de huevos del presente mes (**Figuras 7b y 7c**).

Tanto la abundancia como la biomasa promedio del zooplancton en las estaciones de la zona norte aumentaron con respecto al mes anterior, de 139.105 ind/1000 m^3 (dic 2016) a 245.561 ind/1000 m^3 (actual) y de 126 ml zoo/1000 m^3 a 163 ml zoo/1000 m^3 (aumento en 28% y 13% respectivamente). La relación abundancia-biomasa indicó que el tamaño promedio de las partículas se mantuvo en relación al mes anterior. Las mayores abundancias zooplanctónicas se registraron en Iquique (**Tabla 1**), conformada principalmente por copépodos, larvas nauplis y apendicularias. La distribución espacial de las mayores densidades del zooplancton no coincidió con el foco de abundancia de los huevos de anchoveta (estación de Arica), pero si con las larvas.

En Coliumo, la abundancia media y la biomasa promedio del zooplancton de las tres estaciones disminuyeron en relación a diciembre de 2016, de 1.277.342 ind/1000 m^3 a 250.085 ind/1000 m^3 y de 427 ml zoo/1000 m^3 a 155 ml zoo/1000 m^3 (disminución en 67% y 47% respectivamente). Se observó una leve disminución del tamaño de las partículas, con respecto al mes anterior. Las mayores abundancias zooplanctónicas se registraron en la estación de 5 mn, coincidiendo con el foco de abundancia de huevos de anchoveta (**Tabla 1**). El zooplancton en esta estación estuvo conformado principalmente por copépodos, larvas de crustáceos decápodos, larvas nauplis y anfípodos.

En Corral, la abundancia y la biomasa del zooplancton disminuyeron con respecto al mes anterior, de 728.293 ind/1000 m^3 a 25.146 ind/1000 m^3 y de 199 ml zoo/1000 m^3 a 127 ml zoo/1000 m^3 (disminución en 93% y 21%, respectivamente). El tamaño promedio de las partículas aumentó en relación a diciembre de 2016, predominando los copépodos, larvas cypris y larvas nauplis.

La serie mensual para la zona norte indica una sincronía entre los pulsos de abundancia de huevos y de zooplancton, desde diciembre de 2015 hasta septiembre de 2016. Se observa una señal anual con los máximos de abundancia en los meses de primavera (centrada en septiembre de 2016), que es coincidente con la climatología estacional de la surgencia descrita para esta zona (Blanco *et al.*, 2001). Por otra parte, durante octubre y noviembre de 2016, el zooplancton presentó altas abundancias, lo que no se vio reflejado en la densidad media de huevos. En el mes de análisis (enero 2017) se registró un leve aumento tanto en la abundancia zooplanctónica como en el valor promedio de huevos de anchoveta, con respecto a diciembre de 2016 (**Figura 8a**).

En Coliumo, se registró una señal anual en la abundancia media de huevos y de zooplancton. Los pulsos de abundancia de huevos desde marzo hasta octubre de 2016, presentaron sincronía con el zooplancton. En enero no existió un acople en las tendencias de estas variables, debido a la abrupta disminución en la abundancia promedio de zooplancton con respecto al mes anterior, en contraste al incremento en la abundancia media de huevos de anchoveta (**Figura 8b**).

En resumen, durante enero de 2017, la abundancia del ictioplancton de anchoveta en la zona norte presentó valores más bajos de lo esperado, mientras que la distribución espacial de este coincidió con el patrón de distribución mensual histórico. En el mes de análisis no se contó con el valor de IGS de la zona norte, debido a la veda biológica por reclutamiento de la anchoveta. En Coliumo y Corral no se produjo un ajuste entre la condición reproductiva de los adultos y la densidad de huevos en las estaciones costeras de monitoreo.

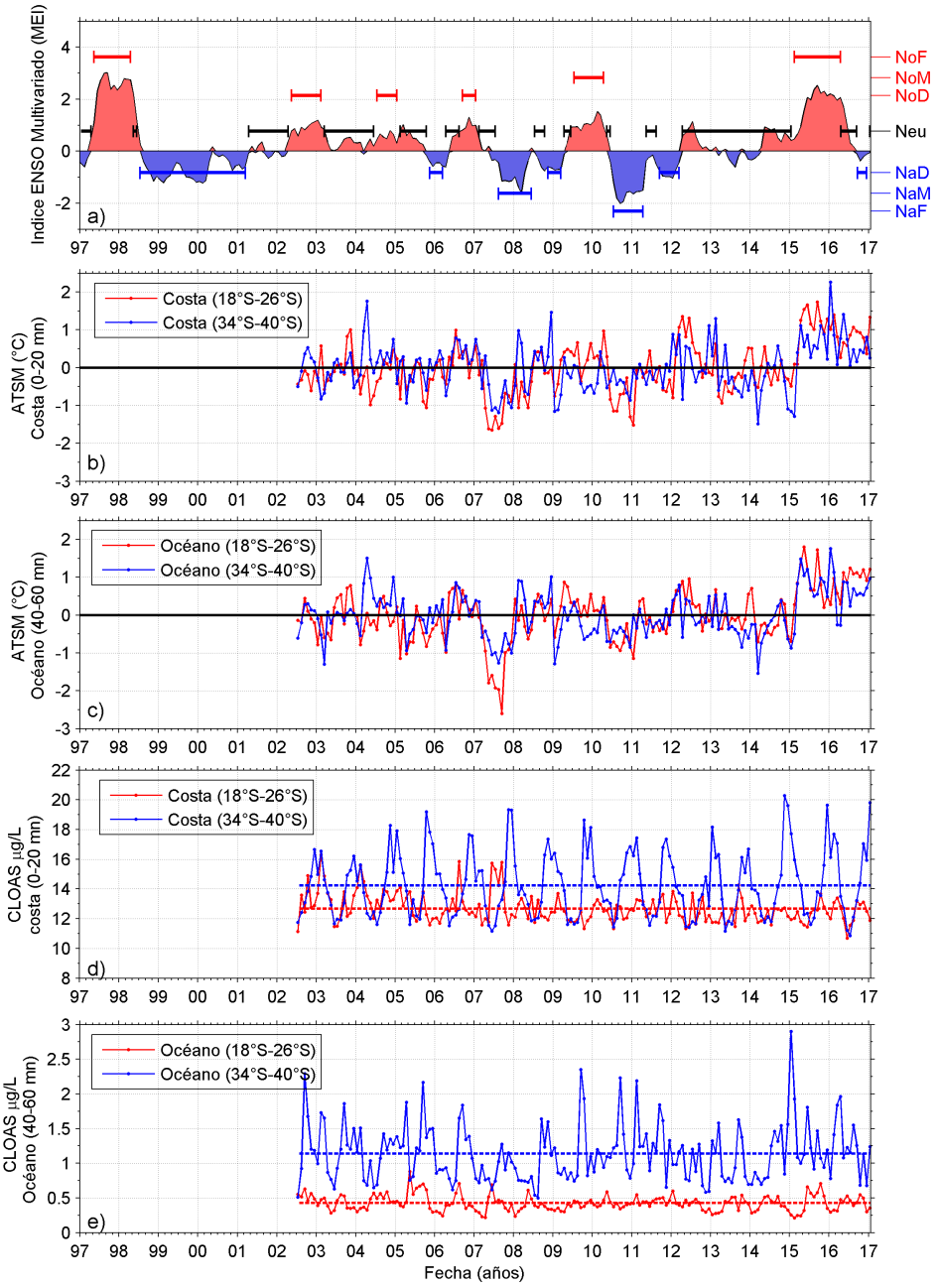

Figura 1. Series de tiempo para el período julio 2002 - enero 2017 de: a) Índice ENOS Multivariado (MEI), líneas: eventos declarados El Niño (rojo: fuerte, moderado, débil), La Niña (azul: fuerte, moderado, débil) y neutros (negro). Promedio de ATSM (°C) entre 18°-26°S (rojo) y 34°-40°S (azul) en el 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.

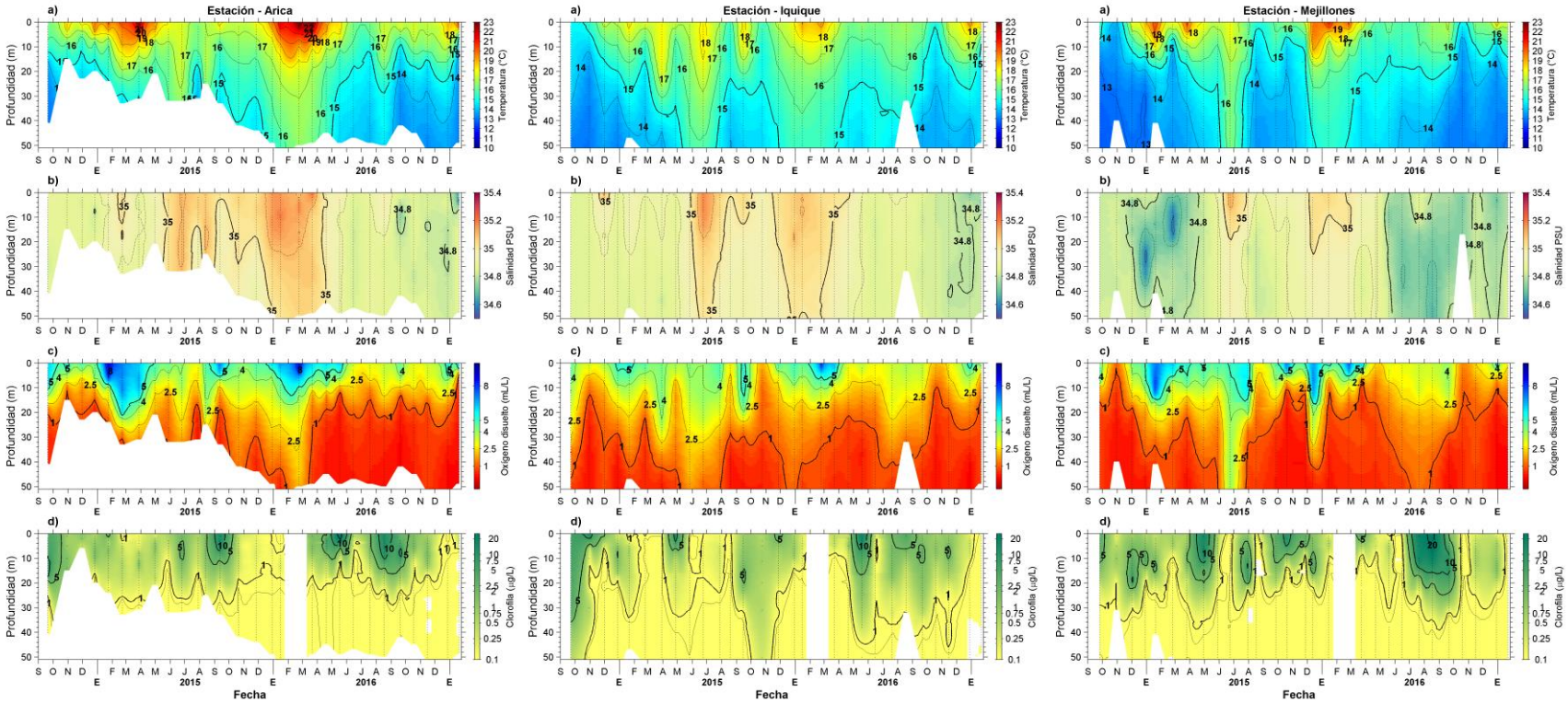

Figura 2. Series de tiempo de a) temperatura (°C), b) salinidad, c) concentración de oxígeno disuelto (mL/L) y d) clorofila (µg/L), en las estaciones fijas de Arica, Iquique y Mejillones, entre septiembre 2014 y enero 2017.

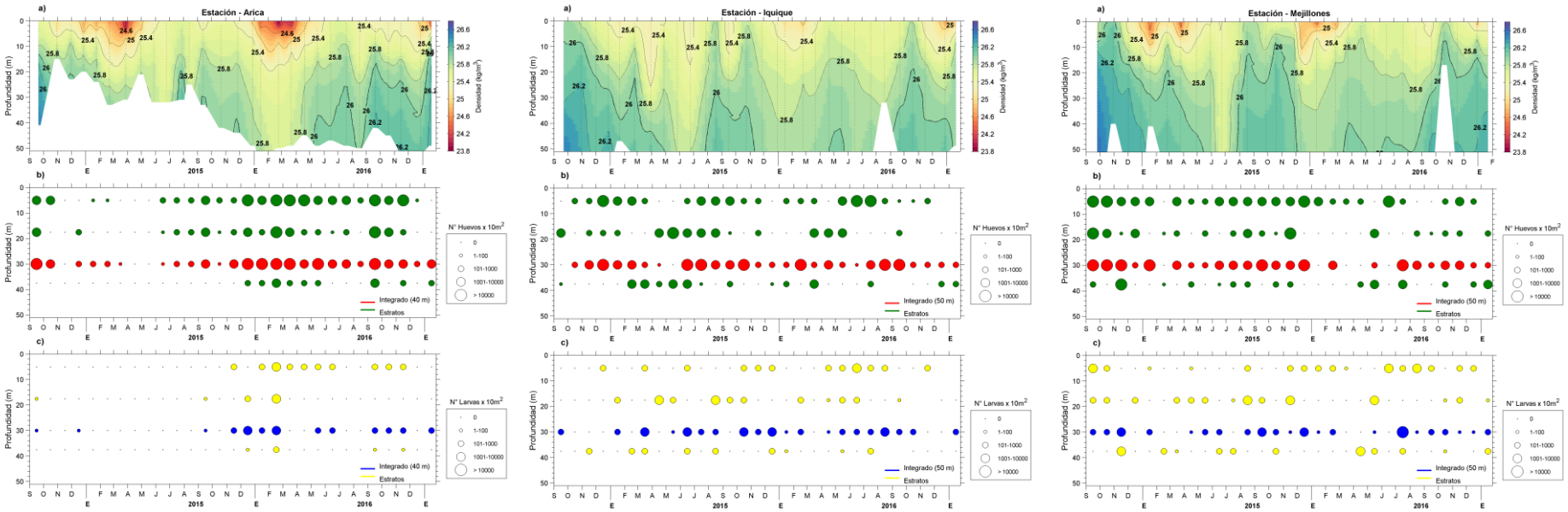

Figura 3. Series de tiempo de a) densidad del agua (kg/m^3), b) n° de huevos y c) n° de larvas de anchoveta, en las estaciones fijas de Arica, Iquique y Mejillones, entre septiembre 2014 y enero 2017.

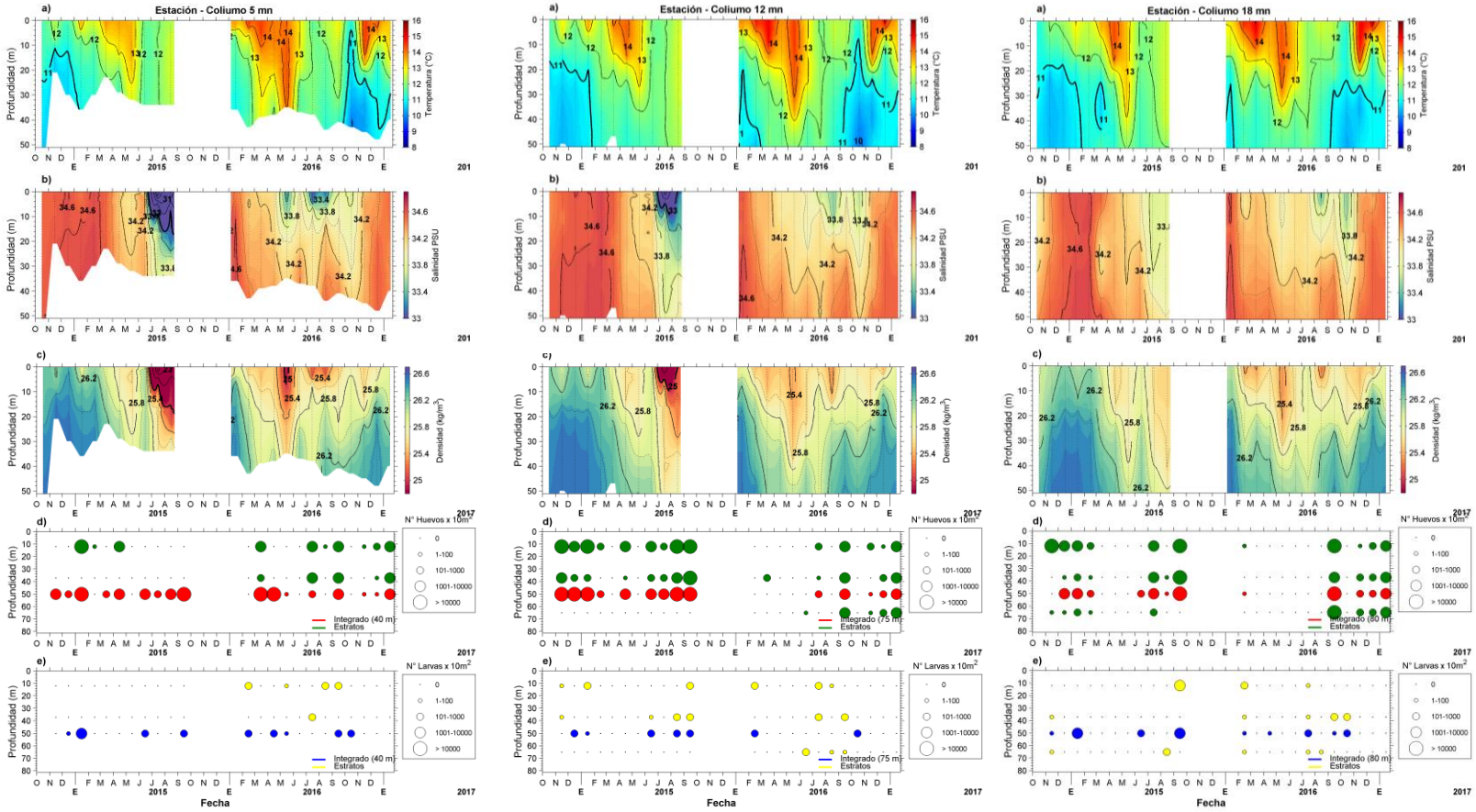

Figura 4. Series de tiempo de a) temperatura (°C) y b) salinidad, c) densidad del agua (kg/m3), d) N° de huevos y e) N° de larvas de anchoveta, en las estaciones fijas de Coliumo a 5,12 y 18 mn, entre octubre 2014 y enero 2017.

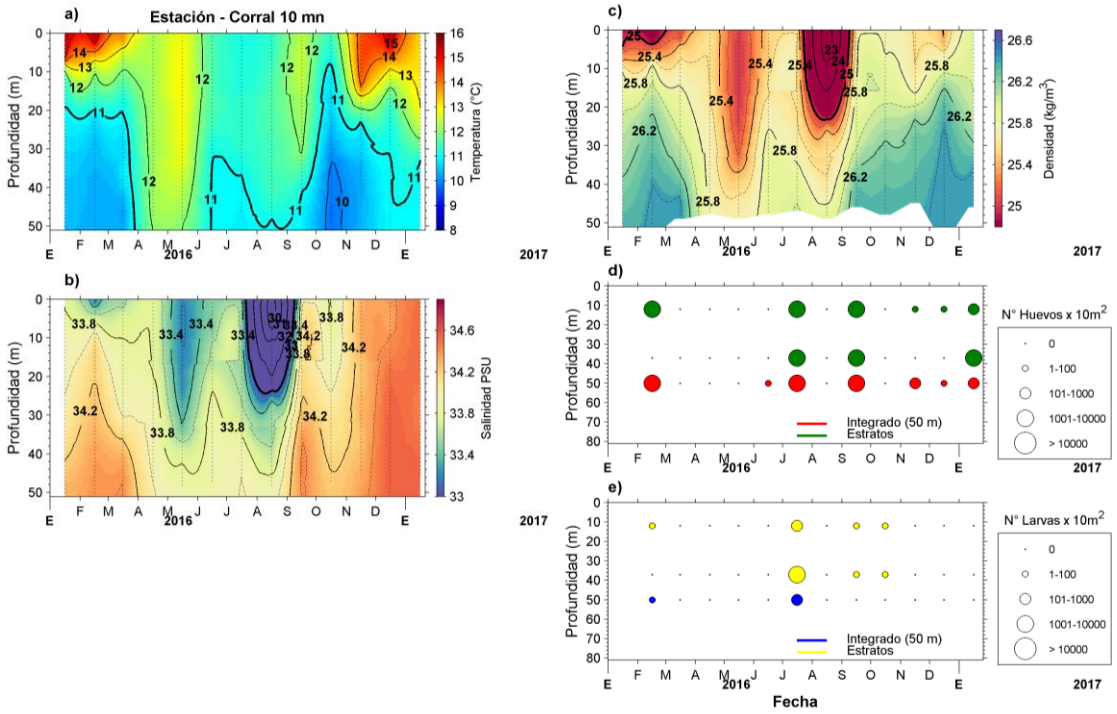

Figura 5. Series de tiempo de a) temperatura (°C), b) salinidad, c) densidad del agua (kg/m^3), d) N° de huevos y e) N° de larvas de anchoveta, en la estación fija de Corral a 10 mn (39°40'S; 73°37,2'W), entre enero y enero 2017.

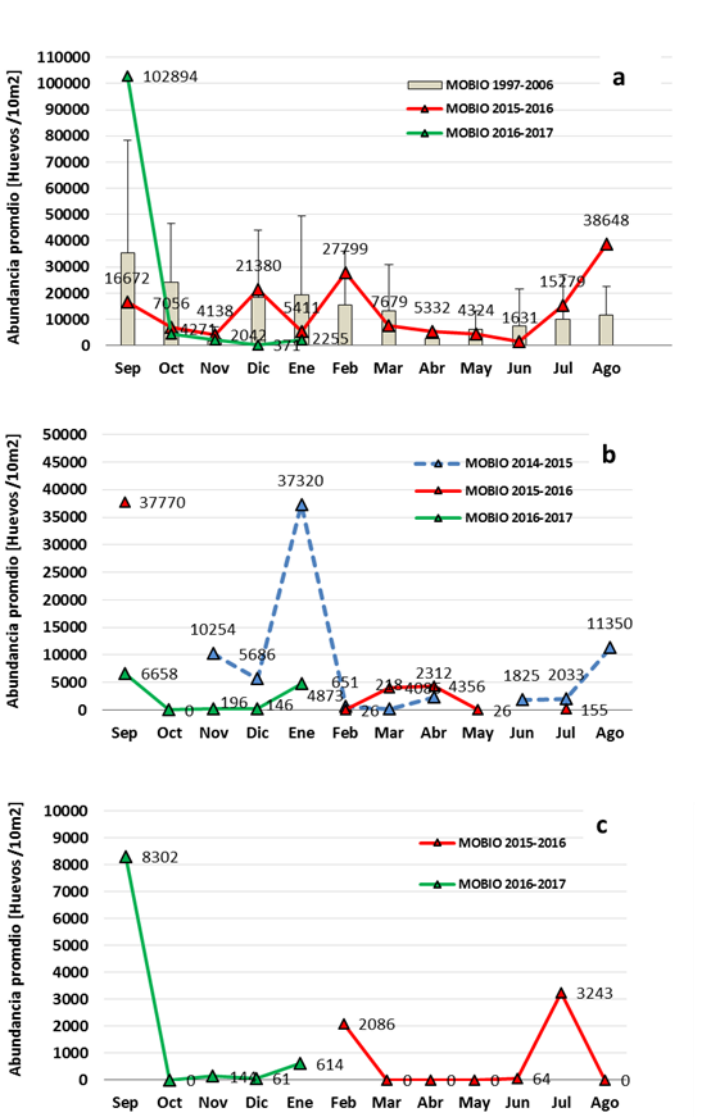

Figura 6. Promedio mensual de la densidad media de huevos de anchoveta por estación positiva (huevos/10 m^2) de a) Arica-Iquique-Mejillones, histórico (1997-2006) y en proyectos MOBIO años 2015-2016, b) promedio mensual de huevos de anchoveta de Coliumo a 5, 12 y 18 mn (MOBIO sur 2014, 2015 y 2016) y c) en Corral (MOBIO sur 2015, 2016).

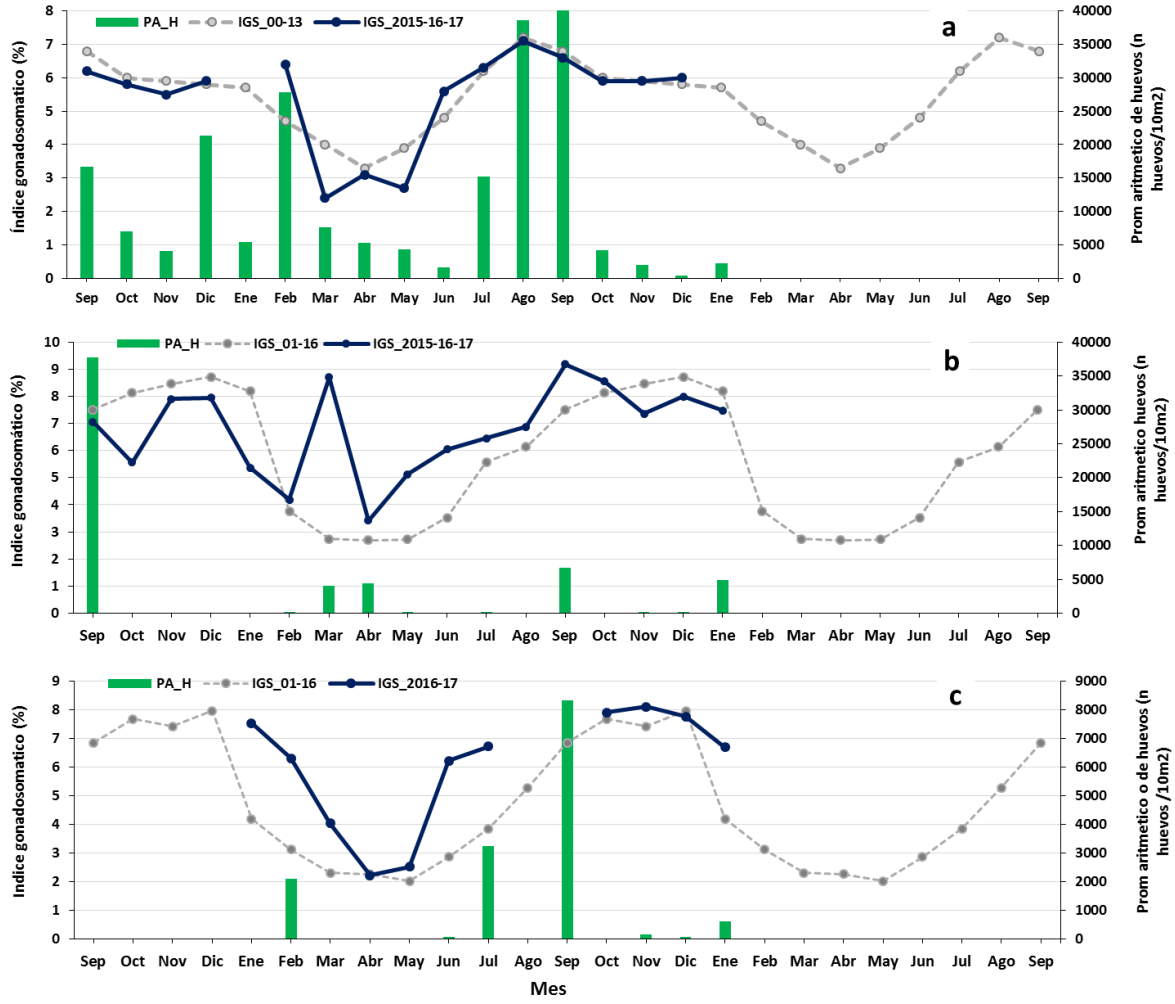

Figura 7. Índice gonadosomático medio mensual (IGS) (línea azul), promedio histórico del IGS (línea gris) y promedio aritmético de huevos (huevos/10 m^2) de anchoveta (barra verde) entre: a) Arica y Mejillones, años 2015-2016 b) Coliumo (5, 12 y 18 mn) (b) y c) en Corral. La escala de abundancia de huevos en la zona norte fue ajustada al valor máximo del promedio histórico del mes. El dato de septiembre de 2016 excede en un 76% este valor (abundancia prom sept: 102.894 h/10m^2).

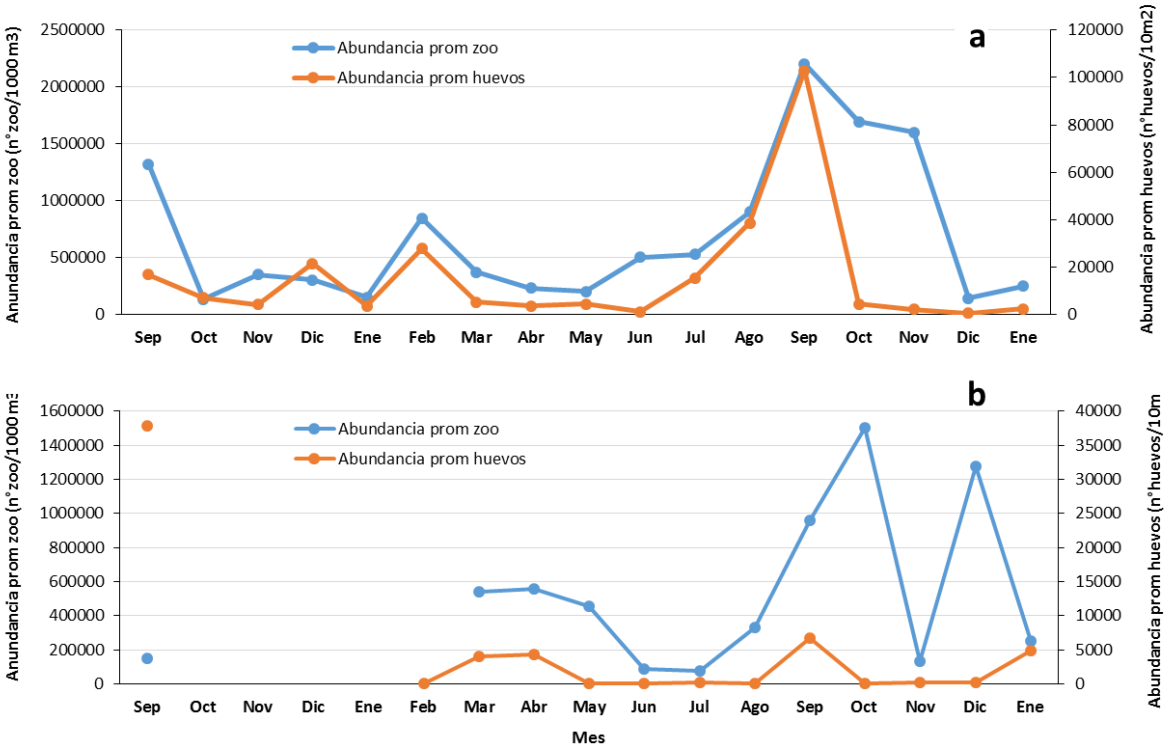

Figura 8. Series de tiempo para la abundancia promedio del zooplancton y los huevos de anchoveta, en el periodo comprendido entre septiembre del 2015, hasta diciembre de 2016, correspondiente a: a) zona norte (Arica-Iquique-Mejillones) y b) sur (Coliumo 5, 12 y 18 mn) de Chile.

Tabla 1. Resumen de la abundancia relativa del ictioplancton (individuos en 10 m^2) 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 enero de 2017.

		Huevos				Larvas				Zooplancton	
Estación	Estrato	*Engraulis ringens*	*Srangomera bentincki*	*Merluccius gayi*	Otras especies	*Engraulis ringens*	*Strangomera bentincki*	*Merluccius gayi*	Otras especies	Biomasa (mL/1000 m3)	Abundancia (ind/1000 m3)
Arica	0-50 m	5411	0	0	80	159	0	0	80	216	111604
	0-10 m	0	0	0	0	0	0	0	0	521	314286
	10-25 m	0	0	0	0	0	0	0	0	561	54519
	25-50 m	239	0	0	0	0	0	0	80	273	78109
Iquique	0-50 m	557	0	0	318	716	0	0	0	128	414986
	0-10 m	557	0	0	557	159	0	0	0	599	1910764
	10-25 m	716	0	0	637	80	0	0	0	134	1488050
	25-50 m	955	0	0	716	318	0	0	0	653	1135730
Mejillones	0-50 m	796	0	0	159	477	0	0	0	145	210093
	0-10 m	716	0	0	159	159	0	0	0	1289	1406742
	10-25 m	796	0	0	557	318	0	0	80	135	885624
	25-50 m	716	0	0	637	80	0	0	0	420	597958
Coliumo 5 mn	0-50 m	6957	0	0	1483	0	0	0	0	239	425739
	0-25 m	2784	0	0	685	0	0	0	0	286	548766
	25-50 m	4450	0	51	818	0	0	0	0	504	993127
Coliumo 12 mn	0-80 m	4604	0	0	818	0	0	0	0	101	166158
	0-25 m	3836	0	0	665	0	0	0	0	207	169341
	25-50 m	6809	56	56	788	0	0	0	0	477	589510
	50-80 m	1944	0	0	870	0	0	0	0	509	313217
Coliumo 18 mn	0-80 m	3058	0	46	1232	0	0	0	0	124	158359
	0-25 m	1780	0	0	456	0	0	0	0	334	359690
	25-50 m	1963	0	0	456	0	0	0	0	398	365420
	50-80 m	4757	51	0	818	0	0	0	0	371	382502
Corral	0-50 m	614	0	0	102	0	0	0	0	127	25146
	0-25 m	320	0	0	46	0	0	0	0	271	36287
	25-50 m	3274	0	0	563	0	0	0	0	366	170614

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. Journal of Geophysical Research: Oceans 106: 11.451-11.467.

Böhm G. 2017. Boletín semanal biológico-pesquero N°2. Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Pelágicas de la Zona Norte de Chile. XV – IV Regiones, año 2017. Instituto de Fomento Pesquero, 12 pp.
http://www.ifop.cl/wpcontent/contenidos/uploads/boletines/pelagica_zona_norte/Biologicos_Pesqueros/2017/INF%20SEM%20_B-P_PPN%20N%C2%B02_2017.pdf

IRIDL. 2017. 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, Enero de 2017.

http://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/ENSO/SST_Plots/Weekly_Anomaly.html?T=22-28%20Jan%202017

NOAA. 2016. El Niño/Oscilación del Sur (ENSO). Recent evolution. Current Status and Predictions. 10 de noviembre de 2016.
http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/lanina/enso_evolution-status-fcsts-web.pdf

NOAA. 2017. El Niño/Oscilación del Sur (ENSO). Recent evolution. Current Status and Predictions. 9 de febrero de 2017.
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: 363–382.

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
Almte. Manuel Blanco Encalada 839
Fono 56-32-2151500
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl

www.ifop.cl