INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°1
Septiembre 2021
Convenio de Desempeño 2021

Condiciones bio-oceanográficas y evaluación del stock desovante de anchoveta entre las regiones de Arica y Parinacota y Antofagasta, año 2021.

SUBSECRETARÍA ECONOMÍA Y EMT / octubre 2021

BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°1

Septiembre 2021

Convenio de Desempeño 2021

Condiciones bio-oceanográficas y evaluación del stock desovante de anchoveta entre las regiones de Arica y Parinacota y Antofagasta, año 2021

SUBSECRETARÍA ECONOMÍA Y EMT / octubre 2021

REQUIRENTE
SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO
Subsecretaria de Economía y EMT
Julio Alberto Pertuze Salas

EJECUTOR
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Director Ejecutivo
Luis Parot Donoso

Jefe (I) División Investigación Pesquera
Sergio Lillo Vega

Jefe Departamento de Oceanografía y Medio Ambiente
Jaime Letelier Pino

JEFATURA DE PROYECTO
Jessica Bonicelli Proaño

BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°1

Septiembre 2021

SUBSECRETARÍA ECONOMÍA Y EMT / octubre 2021

AUTORES
Milena Pizarro Revello
Francisca Osorio Zúñiga
Úrsula Cifuentes Ojeda
Tomas Berger Muñoz
Jessica Bonicelli Proaño
Adrián Bustamante Maino

COLABORADORES
Guillermo Galindo Pérez
Angélica Varas Sandoval
Andrés Varas Gómez

Cita: Pizarro, M., Osorio, F., Cifuentes, U., Berger, T., Bonicelli, J. & Bustamante, A. (2021). Condiciones bio-oceanográficas y evaluación del stock desovante de anchoveta entre las regiones de Arica y Parinacota y Antofagasta, año 2021. Boletín Bio-Oceanográfico N°1 septiembre, 2021. Convenio de Desempeño 2021, Instituto de Fomento Pesquero.

BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°1

ZONA NORTE Y CENTRO SUR DE CHILE

RESUMEN: La condición ENOS La Niña en el Pacífico Ecuatorial se declaró en septiembre de 2021, y se espera que esta condición fría se mantenga hasta el verano del hemisferio sur (87% de probabilidad) (NOAA, 2021). A nivel local, en las costas de Chile (18°S-41°S) aún se observan condiciones térmicas superficiales cercanas al promedio histórico durante septiembre, sin embargo, en la columna de agua de las estaciones costeras de la zona norte (Arica, Iquique y Mejillones) se registraron anomalías negativas de 1-2°C en aguas subsuperficiales (~8 m), a diferencia de la estación fija de la zona centro sur (Coliumo a 5 mn), donde las anomalías estuvieron negativas pero cercanas a 0°C en toda la columna de agua. Las condiciones oceanográficas observadas en las estaciones costeras mostraron características de surgencia activa, con una columna de agua con temperatura y salinidad homogéneas y con bajo contenido de oxígeno disuelto (<1 mL/L) en aguas someras (>20 m de profundidad) en las estaciones costeras de la zona norte. La información satelital de clorofila-*a* durante el mes de septiembre, mostró que los focos costeros tuvieron una menor cobertura especial, en comparación con el mismo mes del año previo (septiembre 2020). Durante septiembre de 2021, en la zona norte la abundancia media de huevos de anchoveta fue un 82% superior al promedio histórico mensual, mientras que su distribución espacial en las tres estaciones no estuvo acorde con el patrón histórico de referencia. En Coliumo se encontraron huevos de anchoveta en las estaciones ubicadas a 5, 12 y 18 millas náuticas, con la mayor abundancia de huevos en la estación de 5 mn y de larvas en la de 18 mn. En la estación de 5 mn también se registraron huevos de sardina común, mientras que la de 12 mn presentó huevos de merluza común. El valor mensual de IGS de anchoveta en la zona norte indicó actividad reproductiva de la anchoveta (>5%), lo que estuvo acorde con el aumento en la abundancia media de huevos en relación a los meses anteriores. En Coliumo, el dato mensual de IGS no estuvo disponible debido a la veda biológica reproductiva de la anchoveta en esta localidad. Durante la primera quincena de octubre aumentó la cobertura de ATSM negativas entre 0,5°C y 1°C en toda la zona, mientras las ATSM levemente positivas, ≤ +0,5°C se mantuvieron sólo en el área de Coquimbo.

En la región ecuatorial, durante septiembre 2021, se desarrolló una condición La Niña, con anomalías de temperatura (ATSM, en °C) negativas en el Pacífico central (Niño 3.4 = 0,29ºC), y positivas en el Pacífico oriental (Niño 1+2 = 0,1°C) (**Figura 1a**). Sin embargo, el indicador bi-mensual ENOS Multivariado MEIv2, ha reflejado condiciones ambientales frías (MEIv2 umbral -0,5) en el Pacífico ecuatorial, desde mayo-junio 2020 hasta la actualidad, con valores negativos más intenso en el último tiempo, específicamente durante los meses de junio-julio 2021 (MEIv2 de -1,5), manteniéndose levemente menores en los meses posteriores hasta agosto-septiembre 2021 (MEIv2 de -1,4) (**Figura 1a**). Esta condición ambiental, junto a los resultados de modelación analizados mensualmente por el Centro de Predicción del Clima de la NOAA, indican que la condición de ENOS-neutral terminó el mes agosto y que este nuevo evento frío La Niña se mantendrá en los próximos meses, con una probabilidad de 87% entre diciembre y febrero de 2022, verano del hemisferio sur. Por lo anterior, el estatus del sistema de alerta de la NOAA cambió a “Advertencia de La Niña” en su último boletín del mes de octubre (NOAA, 2021).

A lo largo de la costa de Chile (18°S-41°S) la temperatura superficial del mar (TSM, en °C) estuvo menos cercana al promedio histórico, en relación a los meses previos, tanto en la zona norte (18°S-26°S ATSM negativa, <0,5°C), como en la centro-sur (34°S-40°S, ATSM positiva, <0,5°C) de Chile (**Figura 1b y 1c**), condición que se ha mantenido desde marzo en la zona norte y desde junio en la zona centro-sur. En cuanto a la serie mensual de clorofila-*a*, las concentraciones de la banda costera durante septiembre 2021 fueron acordes al mínimo invernal esperado, con valores similares al promedio anual en la serie de la zona norte (18°S-26°S, de 2 mg/m^3 en septiembre) y a lo observado el mismo mes del año anterior, mientras que en la serie de la zona centro-sur (34°S-40°S, de 2,8 mg/m^3 en septiembre) la concentración mensual estuvo bajo el promedio anual (3,5 mg/m^3) y bajo la concentración del mismo mes del año anterior (5 mg/m^3) (**Figura 1d y 1e**).

En términos espaciales para la zona de estudio, la magnitud promedio del viento sur, durante el mes de septiembre, fue débil en la costa a moderado en el sector oceánico (entre 3-9 m/s). En la costa, la excepción se dio en los extremos del sistema de bahías de Coquimbo con vientos >8 m/s, foco que se extendió hasta los 75°W (**Figura 2a**). Al sur de los 35°S el viento promedio tuvo dirección suroeste-oeste, alcanzando magnitudes ~6 m/s de Constitución al sur (**Figura 2a**). La TSM en la franja costera de la zona de estudio, disminuyó gradualmente de norte a sur, con un valor máximo de 19°C en Arica (18°30'S) y un valor mínimo de 11°C en los 41°S (**Figura 2b**). En un contexto histórico (2002-2021), los valores de TSM del mes de septiembre 2021 estuvieron cercanos a lo esperado, ya que las ATSM se mantuvieron en un rango de ±0,5°C, con un predominio de valores cercanos a cero al sur de Caldera y negativos >0,5°C al norte de esta localidad, con la excepción de un foco de +1°C ubicado cerca de la costa de Arica (**Figura 2c**). La distribución espacial de clorofila-*a* mostró diversos focos costeros más productivos (>10 mg/m^3), de mayor cobertura entre 20°S y Antofagasta (24°S), Caldera (27°S), en el área de Coquimbo (28°20'S-30°10'S), Valparaíso (33°S) y de Constitución (35°S) a 37°S (**Figura 2d**). Adicionalmente, el mes de septiembre 2021 y en comparación con el año previo (septiembre 2020), mostró que: la magnitud del viento en la franja costera fue similar en la zona norte (entre 18°S-29°S) y menos intenso en la zona centro-sur (>35°S); también presentó condiciones térmicas cercanas al promedio histórico, sin embargo, este año hay una tendencia fría al norte de Caldera; en términos de clorofila-*a* septiembre fue menos productivo con focos costeros de menor cobertura espacial al sur de Valparaíso que en mismo mes del año anterior (Bonicelli *et al.*, 2020).

Las mediciones *in-situ* de la columna de agua en las estaciones costeras, mostraron condiciones térmicas más frías en Arica e Iquique (**Figura 3a-c**), con ATSM máximas negativas cercanas a -2°C y -1°C en subsuperficie (~8 m), mientras que en la estación costera de la zona sur (Coliumo a 5 mn), las anomalías negativas estuvieron cercanas a 0°C en los primeros 10 m (**Figura 3d**). Respecto a agosto 2021, en Iquique y Mejillones las ATSM de septiembre fueron menos negativas, mientras que en Arica y Coliumo las ATSM fueron más negativas.

Las estaciones costeras en el norte y sur, mostraron indicios de surgencia, por lo que la menor temperatura, reflejada en la ATSM negativas en la vertical, se deberían a este proceso local, consistente con los valores de ATSM a nivel superficial de la zona costera; con ZMO ubicadas desde los 20 m y núcleos de fluorescencia de 1 mg/m^3 en Iquique y Mejillones y de 5 mg/m^3 en Arica (**Figura 5**).

El análisis del ictioplancton en las estaciones de la zona norte, la abundancia media de huevos de anchoveta (154819 huevos/10 m^2) fue un 82% mayor a la media histórica mensual 1997-2019 (27977 huevos/10 m^2). En cuanto a su distribución en las tres estaciones, el 55,2% de los huevos se concentraron en Iquique, seguido de Mejillones, con un 29,7% y Arica (15,1%) (**Tabla 1**), a diferencia del patrón histórico de referencia 1997-2019, donde la mayor abundancia de septiembre se encuentra en Arica. También se destacó la presencia de larvas de jurel, en el lance integrado de la estación de Iquique (477 larvas/10 m^2) (**Tabla 1**).

En Coliumo se encontraron huevos de anchoveta en las estaciones ubicadas a 5, 12 y 18 millas náuticas (mn) (**Tabla 1**). La mayor abundancia de huevos de anchoveta se observó en la estación de Coliumo 5 mn (19635 huevos/10 m^2), mientras que la de larvas en la de 18 mn (256 larvas/10 m^2). La abundancia media de huevos de anchoveta en Coliumo fue de 8011 huevos/10 m^2, disminuyendo en un 59% con respecto al mes anterior (**Figura 6b**). Además, se destacó la presencia de huevos de sardina común en la estación de 5 mn (lances 0-25 m, 0-10 m y 10-25 m), con la mayor abundancia en los 0-25 m de profundidad (527 huevos/10 m^2); y de huevos de merluza común en la estación de 12 mn (lances 0-50 m, 0-10 m y 25-50 m) (**Tabla 1).**

Durante septiembre, el dato mensual de IGS de anchoveta estuvo disponible solo en la zona norte, alcanzando un valor de 6,3%, que indica actividad reproductiva de la anchoveta (>5%) (Díaz, 2021), lo cual estuvo acorde con el incremento en la abundancia media de huevos en relación a los meses anteriores, con una magnitud superior a la registrada en los cuatro años anteriores (154819 huevos/10 m^2) (**Figura 1a**). En Coliumo el valor de IGS mensual no estuvo disponible, debido a la veda biológica reproductiva de la anchoveta establecida en esta localidad (IFOP, 2021) (**Figura 6b**).

Durante la primera quincena de octubre se observó una alta cobertura de ATSM negativas en todo el sector costa-océano con valores entre -0,5°C y -1°C, de Arica (18°S) a 25°S, mientras que, al sur de esta latitud, el valor de las ATSM negativa disminuyeron manteniéndose cercanas a cero, con la excepción de un foco de valores levemente positivos (≤0,5°C) en el área de Coquimbo (**Figura 7**).

Referencias

Bonicelli, J., Cifuentes, U., Bustamante, A. & Osorio, F. (2020). Condiciones bio-oceanográficas y evaluación del stock desovante de anchoveta entre las regiones de Arica y Parinacota y Antofagasta, año 2020. Boletín Bio-Oceanográfico N°1 septiembre, 2020. Convenio de Desempeño 2020, Instituto de Fomento Pesquero. https://www.ifop.cl/wp-content/contenidos/uploads/boletines/OCE/BOLETIN_N%C2%B01_sept_2020.pdf

Díaz E. 2021. Monitoreo reproductivo semana N°38, Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta (20 al 26 septiembre 2021). Programa de seguimiento de las pesquerías pelágicas zona norte, año 2021. Convenio de desempeño 2021, Instituto de Fomento Pesquero. https://www.ifop.cl/wp-content/contenidos/uploads/boletines/pelagica_zona_norte/2021/monitoreo-reproductivo/Informe%20reproductivo%2038-2021(zona%20norte).pdf

IFOP. 2021. Boletín técnico semanal Pesquería Pelágica Centro-sur, 2021. Boletín semana 33: 09 al 15 de agosto 2021. Programa de seguimiento de las principales pesquerías pelágicas de la zona centro sur de Chile, regiones de Valparaíso y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, año 2021. Convenio de desempeño 2021, Instituto de Fomento Pesquero. https://www.ifop.cl/wp-content/contenidos/uploads/boletines/pelagica_centro_sur/2021/Semanales/Boletin%20sem%2033%20(09%20al%2015%20de%20agosto%202021).pdf

NOAA, 2021. El Niño/Oscilación del sur (ENOS). Discusión diagnóstica. 14 de octubre, 2021. https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_disc_oct2021/ensodisc_Sp.pdf

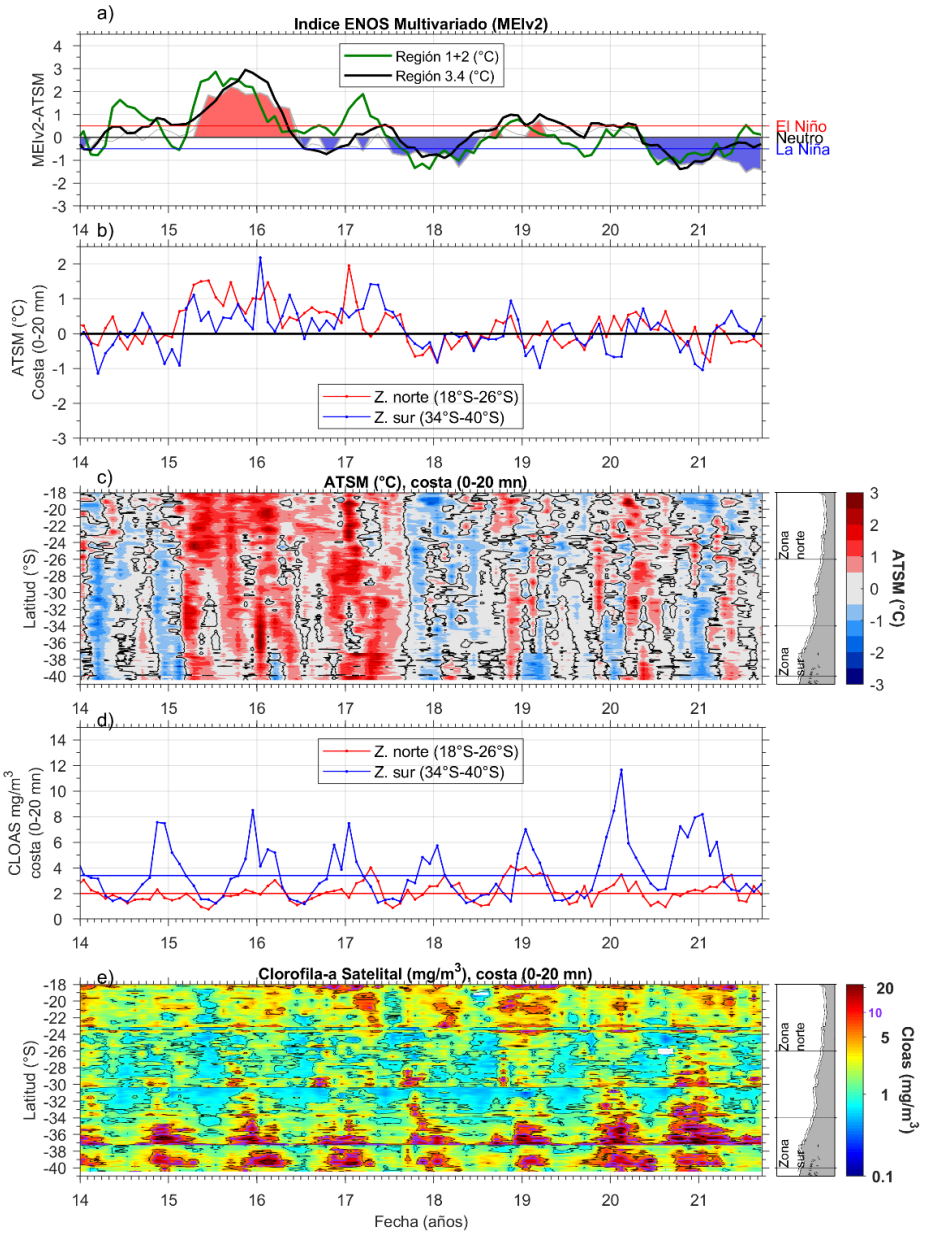

Figura 1 Series de tiempo para el período enero 2014 – septiembre 2021 de a) Índice ENOS Multivariado MEIv2 (línea gris), ATSM de la región Niño3.4 (línea negra) y ATSM de la región Niño1+2 (línea verde). Diagramas de Hovmöller de c) ATSM (°C) y e) clorofila-*a* satelital (mg/m^3) en la banda costera (0-20 mn). Promedio de la banda costera (<20 mn) de las series de b) ATSM (°C) y d) clorofila-*a* satelital (mg/m^3), entre 18°S-26°S (rojo) y 34°S-40°S (azul). En el primer panel los eventos declarados El Niño están marcados de rojo y La Niña de azul. Nota: Los promedios de clorofila-*a* en la banda costera (d, e) se generaron con información en logaritmo base 10.

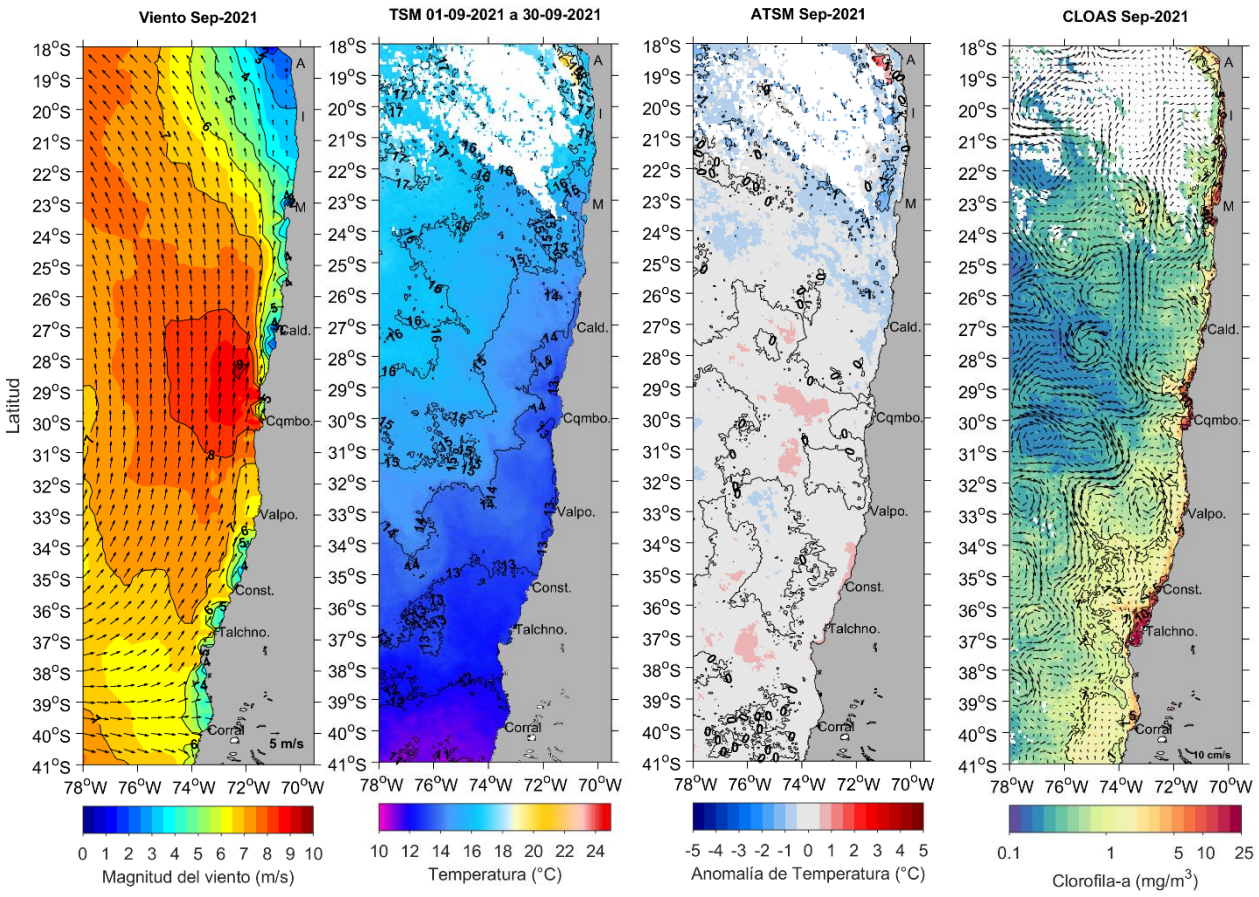

Figura 2. Distribución mensual de septiembre 2021: a) viento promedio (m/s), b) temperatura superficial del mar (TSM, °C), c) anomalía de temperatura superficial del mar (ATSM, °C) y d) concentración de clorofila-*a* (mg/m^3) con la corriente geostrófica en vectores (cm/s). A: Arica, I: Iquique, M: Mejillones, Cald: Caldera, Cqmbo: Coquimbo, Valpo: Valparaíso, Const: Constitución, Talchno: Talcahuano. Nota: El viento promedio correspondió al producto (NRT-L4) de 6 horas, resolución de 28x28 km^2 y distribuido por CMEMS; la TSM y el cálculo de su anomalía corresponden al producto (L4) diario (promedio día y noche) de resolución 4x4 km^2 del satélite MODIS-A; la clorofila corresponde al producto (L4) mensual de resolución 4x4 km^2 del satélite MODIS-A, mientras que las corrientes geostróficas promedio son obtenidas del producto (NRT-L4) diario, de resolución 28x28 km^2 y distribuido por CMEMS.

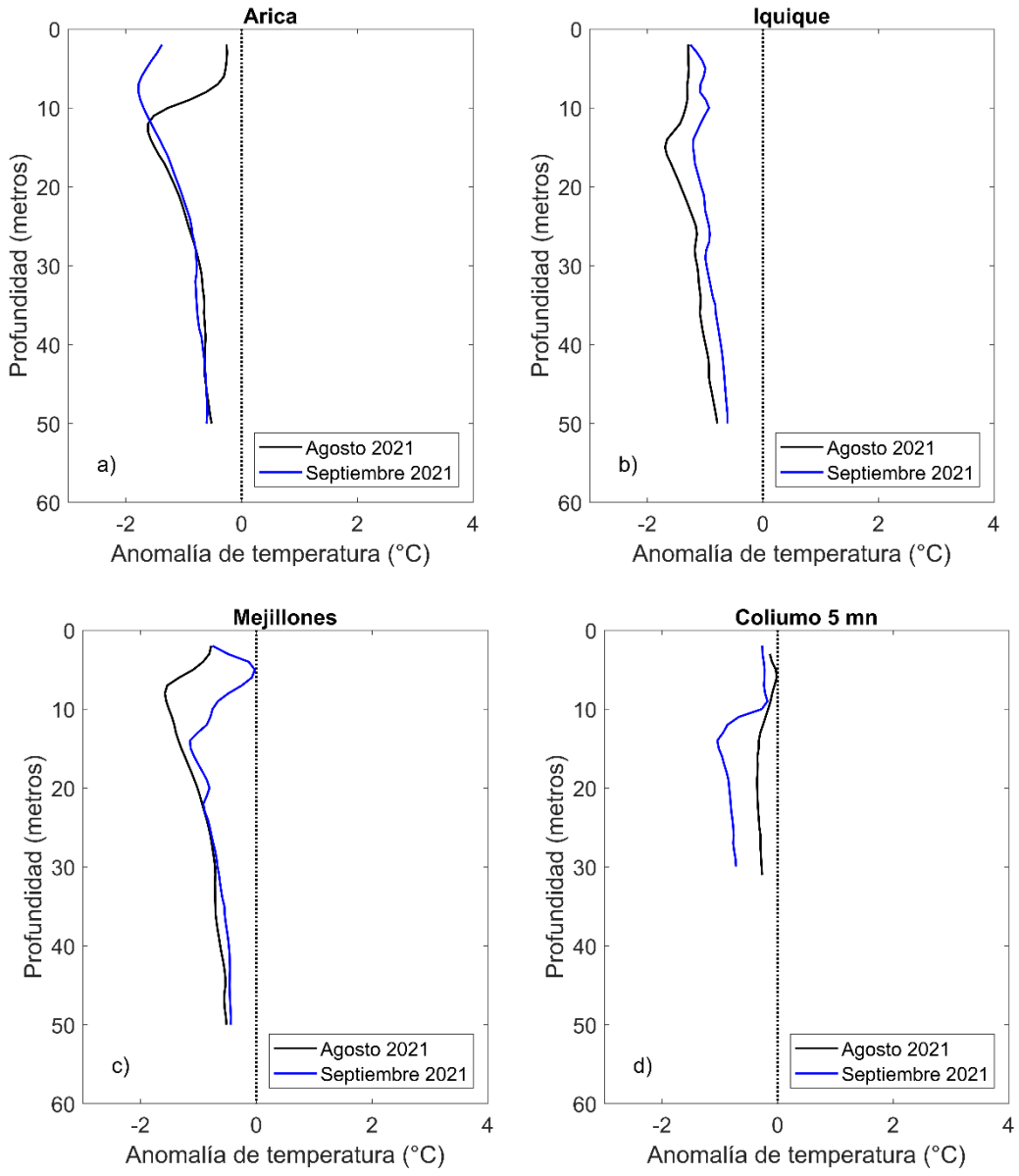

Figura 3. Perfiles de anomalía de temperatura de las estaciones costeras de Arica (a), Iquique (b), Mejillones (c) y Coliumo a 5 mn (d), durante agosto 2021 (línea negra) y septiembre 2021 (línea azul).

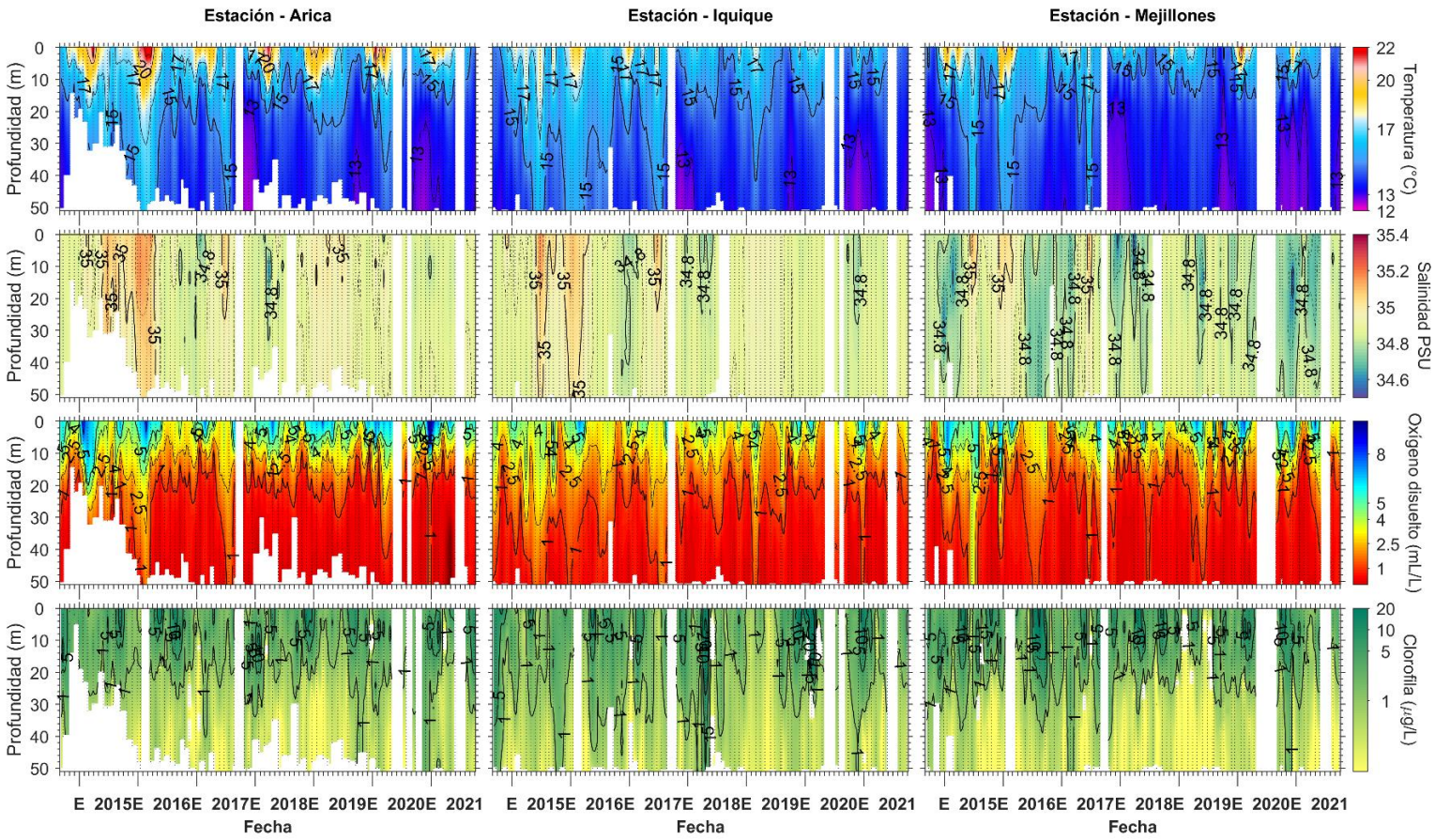

Figura 4. Series de tiempo mensual de (a) temperatura (°C), (b) salinidad, (c) concentración de oxígeno disuelto (mL/L) y (d) clorofila-*a* (µg/L), en las estaciones costeras (~2 mn) de Arica (panel izquierdo), Iquique (panel medio) y Mejillones (panel derecho), entre septiembre 2014 y septiembre 2021. Las franjas blancas indican los meses en que no se realizaron mediciones. Nota: en septiembre 2021 el dato de clorofila correspondió al valor crudo del sensor de fluorescencia el que se ajustará con la información discreta en el boletín del próximo mes.

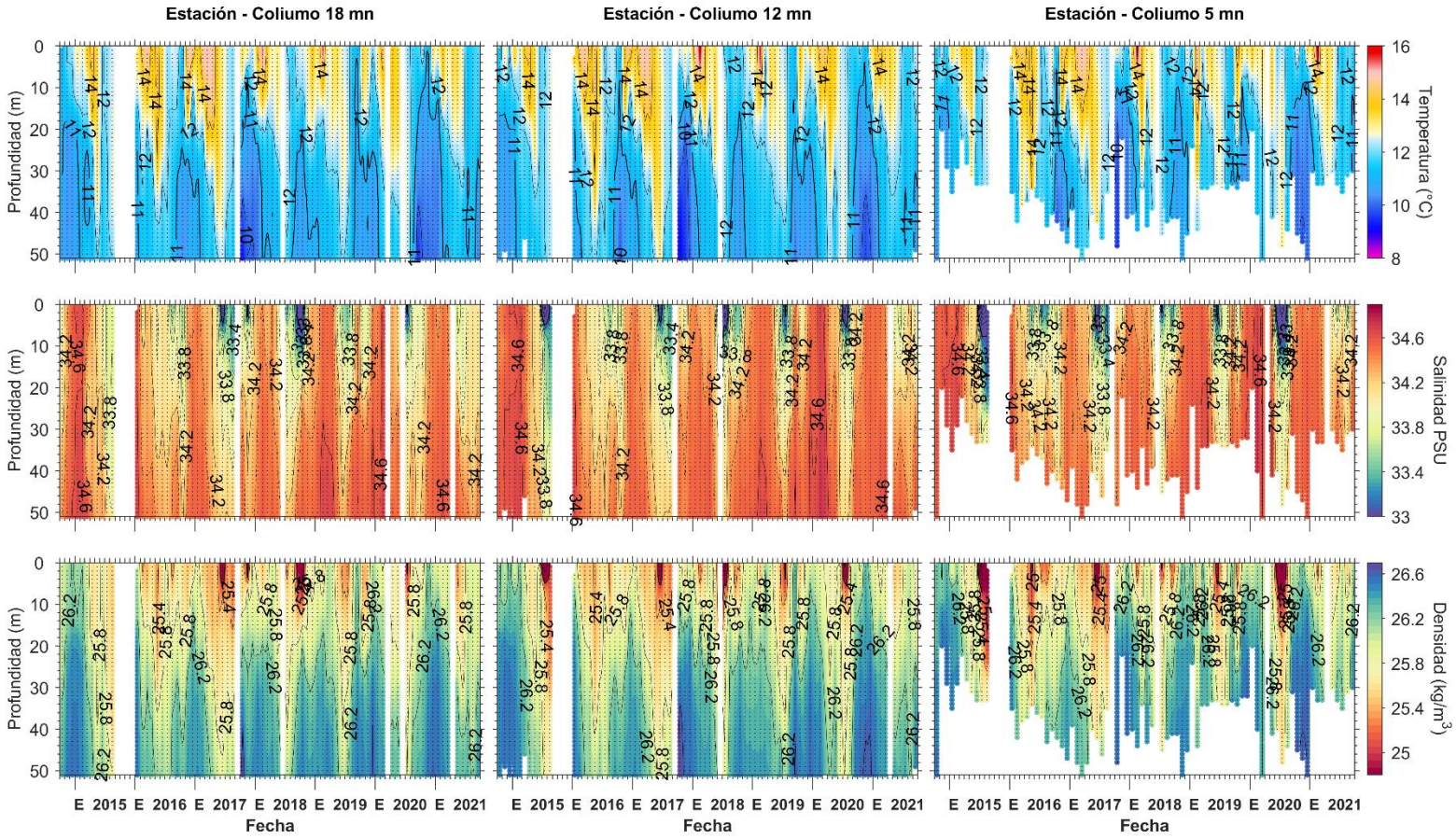

Figura 5. Serie de tiempo mensual de las estaciones costeras frente a Coliumo, entre octubre 2014 y septiembre 2021, de: a) temperatura (ºC), b) salinidad, c) densidad (kg/m^3). Los paneles dispuestos en columnas de derecha a izquierda, representan la distancia de las estaciones de costa a océano (5 mn, 12 mn y 18 mn, respectivamente). Las franjas blancas indican los meses en que no se realizaron mediciones.

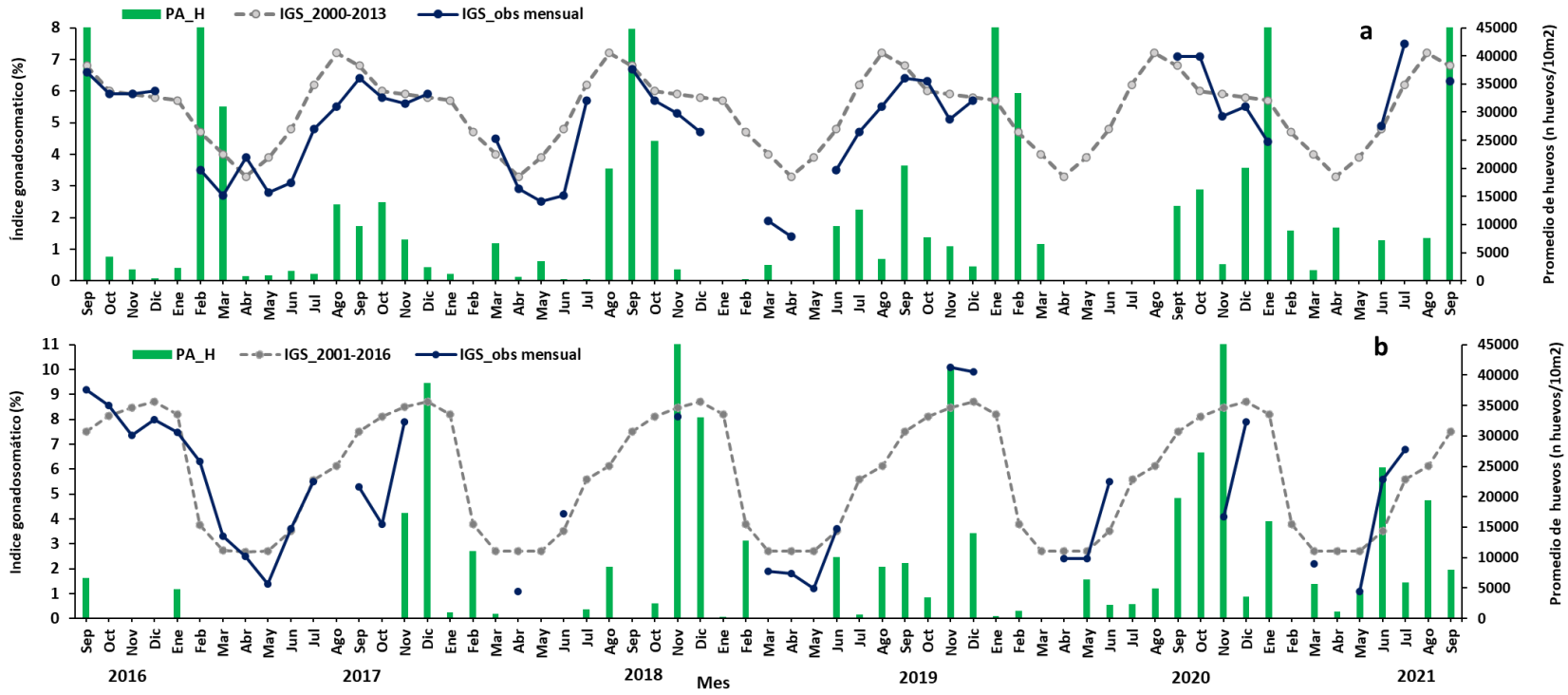

Figura 6. Análisis comparativo del índice gonadosomático medio mensual (IGS) observado (línea azul), promedio histórico del IGS (línea gris) y promedio aritmético de huevos (huevos/10 m^2) de anchoveta (barra verde), periodo 2016-2021, entre: a) Arica y Mejillones y b) Coliumo (5, 12 y 18 mn). La escala de abundancia de huevos en la zona norte fue ajustada al valor máximo del promedio histórico del mes (45.000 huevos/10m^2). Los datos de septiembre de 2016, febrero de 2017, enero 2020 y septiembre 2021 de la zona norte, noviembre de 2018 y 2019 Coliumo, exceden este valor (abundancia prom sept 2016: 102.894 huevos/10m^2; feb 2017: 52.309 huevos/10m^2; jun 2018: 45.916 huevos/10m^2; nov 2018: 300.901 huevos/10m^2, enero 2020: 67.694 huevos/10m^2; septiembre 2021:154.819 huevos/10m^2).

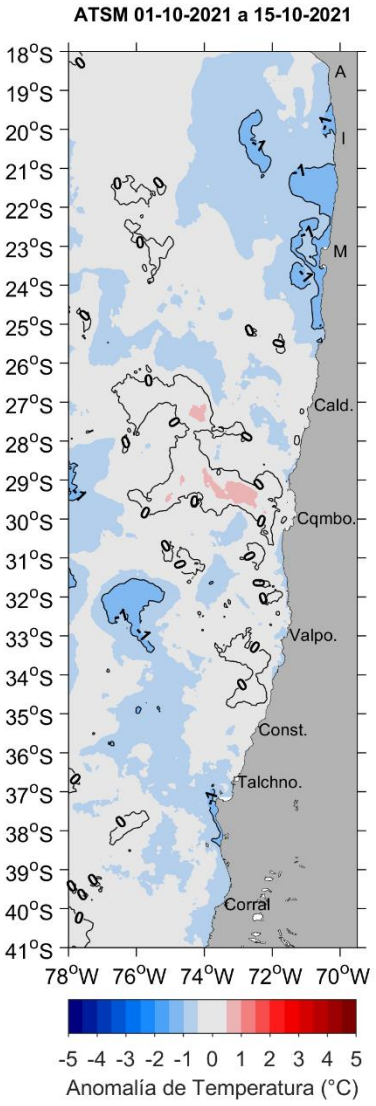

Figura 7. Distribución espacial del promedio de la anomalía de temperatura superficial del mar (ATSM, °C) durante las 2 primeras semanas de octubre 2021 (del 1 al 15 de octubre 2021). Nota: el promedio de las ATSM se calcula de las imágenes diarias de ATSM del producto MUR , con resolución 1x1 km^2 y distribuidas por el repositorio ERDDAP-NOAA.

Tabla 1. Resumen de la abundancia relativa del ictioplancton (individuos/10 m^2) de las distintas especies encontradas en la zona norte y centro-sur, además de la biomasa (ml/1000 m^3) y abundancia (ind/1000 m^3) del zooplancton correspondiente a cada estación de muestreo, durante el mes de septiembre de 2021.

Estación	Huevos (n°huevos/10 m^2)					Larvas (n°larvas/10 m^2)					Zooplancton	
	Estrato	*Engraulis ringens*	*Strangomera bentincki*	*Merluccius gayi*	Otras especies	*Engraulis ringens*	*Strangomera bentincki*	*Merluccius gayi*	*Trachurus murphyi*	Otras especies	Biomasa (mL/1000 m^3)	Abundancia (ind/1000 m^3)
Arica	0-50 m	69992	0	0	54	699	0	0	0	108	483	530638
Iquique	0-50 m	256558	0	0	7958	2865	0	0	477	318	793	1606249
Mejillones	0-50 m	137908	0	0	0	2149	0	0	0	159	678	1508141
Coliumo 5 mn	0-25 m	19635	527	0	287	0	0	0	96	192	1340	1532132
	0-10 m	7758	287	0	144	0	0	0	0	48	756	993127
	10-25 m	11877	239	0	144	0	0	0	96	144	584	539005
Coliumo 12 mn	0-50 m	4091	0	332	55	221	0	0	0	387	2233	3994577
	0-10 m	3759	0	55	0	221	0	0	0	387	1114	2266366
	10-25 m	55	0	0	55	0	0	0	0	0	849	997371
	25-50 m	276	0	276	0	0	0	0	0	0	271	730839
Coliumo 18 mn	0-50 m	307	0	0	102	256	0	51	0	256	1215	3894840
	0-10 m	153	0	0	0	102	0	0	0	153	477	2476451
	10-25 m	51	0	0	51	51	0	0	0	0	451	763944
	25-50 m	102	0	0	51	102	0	51	0	102	286	654445

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Almte. Manuel Blanco Encalada 839

Fono 56-32-2151500

Valparaíso, Chile

www.ifop.cl

www.ifop.cl