



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°3

Noviembre 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 / diciembre 2021



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°3

Noviembre 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 / diciembre 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

Jefe Sección de Oceanografía y Plancton
Hernán Reyes Rivas

JEFATURA DE PROYECTO

Jessica Bonicelli Proaño



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°3

Noviembre 2021

SUBSECRETARÍA ECONOMÍA Y EMT / diciembre 2021

AUTORES

Jessica Bonicelli Proaño
Francisca Osorio Zúñiga
Úrsula Cifuentes Ojeda
Adrián Bustamante Maino

COLABORADORES

Guillermo Galindo Pérez
Angélica Varas Sandoval
Andrés Varas Gómez

Cita: Bonicelli, J., Osorio, F., Cifuentes, U. & 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°3 noviembre, 2021. Convenio de Desempeño 2021, Instituto de Fomento Pesquero.



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°3

ZONA NORTE Y CENTRO SUR DE CHILE

RESUMEN: De acuerdo a las condiciones en el Pacífico Ecuatorial durante noviembre, el sistema de seguimiento de la NOAA mantuvo el estatus del ENOS como “Advertencia de La Niña”, que significa la presencia de La Niña en el Pacífico, que se ha mantenido desde septiembre de 2021, y se espera que esta condición se mantenga durante el verano del hemisferio sur. Paralelamente, la comisión Multisectorial del ENFEN de Perú mantuvo el estatus El Niño y La Niña costeros como “No activo”, dado que la temperatura superficial del mar en la región Niño 1+2 se ha mantenido cerca del promedio. En el mar de Chile (18°S – 41°S), hasta noviembre, las condiciones térmicas superficiales se han mantenido cercanas al promedio, solo con algunos focos oceánicos y costeros con ATSM negativas cercanas a -1°C.

En cuanto al análisis del ictioplancton, en las estaciones de la zona norte (Arica, Iquique y Mejillones) la abundancia media de huevos de anchoveta fue un 68% inferior al promedio histórico mensual, encontrándose las mayores abundancias en la estación de Arica. 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 12 mn y de larvas en la de 5 mn. En las estaciones de 5 mn y 12 mn también se registraron huevos de sardina común. El valor mensual de IGS de anchoveta en la zona norte indicó actividad reproductiva de la anchoveta (>5%), sin embargo, la abundancia media de huevos en esta zona disminuyó en relación a los tres meses anteriores (1698 huevos/10 m²). En Coliumo el dato mensual de IGS registró actividad reproductiva de la anchoveta (>6%), acorde con la magnitud de la abundancia media de huevos observada en esta localidad.

Durante noviembre 2021 la anomalía negativa de la región El Niño 1+2 se fortaleció (-1°C) con respecto al mes anterior (-0,2°C), mientras que la anomalía de la región El Niño 3.4, se mantuvo negativa y con el mismo valor que octubre (-0,86). El indicador bimensual ENOS Multivariado MEIv2, ha reflejado condiciones ambientales frías (MEIv2 menor a -0,5) en el Pacífico Ecuatorial, desde mayo-junio 2020 hasta la actualidad (**Figura 1a**) y los modelos de pronóstico publicados en el boletín de la NOAA indican con una probabilidad del 95% que las condiciones de La Niña continuarán hasta el verano del hemisferio sur, por lo que el sistema de alerta de la NOAA mantuvo el estado de “Advertencia de La Niña” en su último boletín de diciembre (NOAA, 2021), estado que permanecido desde el reporte de octubre 2021 (NOAA, 2021b). Por otro lado, la comisión Multisectorial del ENFEN de Perú, continua con el estatus El Niño y La Niña costeros como “No activo”, dado que es más probable que la temperatura superficial del mar en la región Niño 1+2 permanezca cerca del promedio hasta el término del verano del 2022 (ENFEN 2021). En el mar de Chile, el promedio de las ATSM mostró una condición neutra con valores negativos de baja intensidad (norte: -0,38°C; sur: -0,41°C) (**Figura 1b**). Meridionalmente, se observó un predominio de ATSM negativas cercanas a cero, y la aparición de ATSM positivas alrededor de los 26°S (**Figura 1c**). En cuanto a la serie del promedio mensual de clorofila-a, la concentración de la banda costera en la zona sur durante noviembre 2021 se duplicó respecto al mes anterior, mientras que en la zona norte disminuyó con respecto a octubre (**Figura 1d**). Meridionalmente, se observó una alta cobertura de concentraciones > 10 mg/m³ al sur de los 33°S (**Figura 1e**).



En términos espaciales, predominó el viento con dirección sur, y su magnitud se debilitó con respecto al mes previo. Las magnitudes > 8 m/s, ocuparon un área menor a la registrada en octubre (Bonicelli *et al.*, 2021), detectándose entre Coquimbo y Talcahuano (**Figura 2a**). La temperatura superficial del mar (TSM, en $^{\circ}\text{C}$) mostró un foco con TSM $> 20^{\circ}\text{C}$, que abarcó toda la zona norte desde Arica a Iquique. La TSM disminuyó gradualmente hacia el sur donde se observaron TSM $< 14^{\circ}\text{C}$ al sur de Valparaíso, con un foco costero con TSM $< 12^{\circ}\text{C}$ frente a Corral (**Figura 2b**). En un contexto histórico (2002-2021), estos valores estuvieron cercanos a lo esperado en gran parte del área de estudio, con excepción de la zona al norte de Caldera, donde se observaron ATSM positivas cercanas a 1°C y focos dispersos de ATSM negativas en el sector oceánico, entre Arica y los 34°S y cerca de la costa entre Arica y Mejillones (**Figura 2c**). La distribución espacial de la clorofila-*a* mostró las mayores concentraciones al sur de los 33°S en el sector costero, y una extensión de aguas productivas (> 1 mg/m³) hacia el sector oceánico al sur de Constitución, asociadas a giros de meso-escala (**Figura 2d**).

Las mediciones *in-situ* de la columna de agua mostraron una condición fría en Arica e Iquique durante noviembre. Las anomalías en dichas estaciones fueron negativas en toda la columna de agua, que se fortalecieron en superficie respecto a Octubre (**Figura 3a y b**). En Mejillones, por otro lado, las anomalías mostraron una condición cálida en superficie y neutral en el resto de la columna de agua (**Figura 3c**). La estación del sur (Coliumo a 5 mn), durante noviembre, al igual que octubre, mostró anomalías negativas en toda la columna de agua, pero, de mayor magnitud (**Figura 3d**).

La estación costera de Arica mostró temperaturas $< 15^{\circ}\text{C}$ en toda la columna de agua, y una intrusión de agua con temperaturas $< 13^{\circ}\text{C}$ que alcanzó los 10 m de profundidad, comparable a lo observado durante noviembre de 2017. Así mismo, se observaron salinidades alrededor de 34,8 en toda la columna de agua, una intrusión de agua hipóxica (< 1 mL/L), que alcanzó los 8 m de profundidad y concentraciones de clorofila-*a* mayores a 1 $\mu\text{g/L}$ en los primeros 10 m (**Figura 4 a-d**). En Iquique, se encontraron temperaturas $> 15^{\circ}\text{C}$ en los primeros 4 m y las temperaturas $< 13^{\circ}\text{C}$ se detectaron bajo los 30 m de profundidad. La salinidad mostró valores cercanos a 34,8 en toda la columna de agua, la isolínea de 1 mL/L de oxígeno disuelto estuvo a 15 m de profundidad y los primeros 5 m mostraron valores de clorofila-*a* > 1 $\mu\text{g/L}$ (**Figura 4 a-d**). En Mejillones, también se detectaron temperaturas $> 15^{\circ}\text{C}$ en los primeros metros de profundidad y temperaturas $< 13^{\circ}\text{C}$ que alcanzaron los 20 m. La salinidad, a diferencia de las otras estaciones del norte, fue menor a 34,8 en toda la columna de agua. La columna de agua en Mejillones fue la más oxigenada de la zona norte, con valores > 5 mL/L en los primeros 5 m y la más productiva con valores de clorofila-*a* > 5 $\mu\text{g/L}$ en una capa subsuperficial (**Figura 4 a-d**). En la zona centro-sur, la columna de agua mostró valores homogéneos de temperatura, salinidad y densidad en toda la columna de agua en las tres estaciones (5mn, 12 mn y 18 mn) (**Figura 5**).

En las estaciones costeras de la zona norte (Arica, Iquique y Mejillones), la abundancia media de huevos de anchoveta (1698 huevos/10 m²) fue un 68% menor a la media histórica mensual 1997-2019 (5344 huevos/10 m²). El 85,9% de los huevos de anchoveta se concentraron en Arica, seguido de Mejillones (10,9%) e Iquique (3,1%) (**Tabla 1**), acorde con el patrón histórico de referencia 1997-2019.

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 12 mn (42766 huevos/10 m²), mientras que la de larvas en la de 5 mn (281 larvas/10 m²). La abundancia media de huevos de anchoveta en Coliumo fue de 18641 huevos/10 m², disminuyendo en un 32%



respecto al mes anterior (**Figura 6b**). Además, se destacó la presencia de huevos de sardina común en las estaciones de 5 mn y 12 mn (lances 0-80 m, 0-25 m y 25-50 m); con la mayor abundancia en la estación de 12 mn, (0-80 m de profundidad), mostrando un valor superior a 5000 huevos/10 m² (5264 huevos/10 m²). También se encontraron huevos de merluza común en la estación de 12 mn (lance 0-80 m) y 18 mn (lances 0-80 m y 50-80 m) (**Tabla 1**).

Durante noviembre el dato mensual de IGS de anchoveta en la zona norte alcanzó un valor de 6,1%, indicando actividad reproductiva de la anchoveta (>5%) (Díaz, 2021), lo cual no estuvo acorde con la disminución en la abundancia media de huevos en relación a los tres meses anteriores (1698 huevos/10 m²) (**Figura 6a**). En Coliumo el valor de IGS mensual fue de 6,7%, también indicando actividad reproductiva de la anchoveta (IFOP, 2021), lo que estuvo acorde con la magnitud de la abundancia media de huevos observada en esta localidad (18641 huevos/10 m²) (**Figura 6b**).

Durante la primera quincena de diciembre 2021, se observó en la distribución de ATSM una alta cobertura de anomalías negativas cercanas a 0°C en todo el sector costa-océano. Sin embargo, en comparación con el mes anterior, la distribución de ATSM mostró un enfriamiento en el sector costero entre Arica y Mejillones y al sur de Talcahuano, con ATSM < -2°C frente a Corral (**Figura 7**).



Referencias

- Bonicelli, J., Osorio, F., Cifuentes, U. & 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°2 octubre, 2021. Convenio de Desempeño 2021, Instituto de Fomento Pesquero.
- Díaz E. 2021. Monitoreo reproductivo semana N°47, Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta (22 al 28 noviembre 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/uploads/boletines/pelagica_zona_norte/2021/monitoreo-reproductivo/Informe%20reproductivo%2047-2021\(zona%20norte\).pdf](https://www.ifop.cl/wp-content/uploads/boletines/pelagica_zona_norte/2021/monitoreo-reproductivo/Informe%20reproductivo%2047-2021(zona%20norte).pdf)
- ENFEN, 2021. Comisión multisectorial encargada del estudio nacional del fenómeno “El Niño”. Comunicado Oficial ENFEN N°12-2021
- <https://www.dhn.mil.pe/Archivos/oceanografia/enfen/comunicado-oficial/12-2021.pdf>
- IFOP. 2021. Documento monitoreo reproductivo. Monitoreo del proceso reproductivo de sardina común y anchoveta entre las regiones de Ñuble y Biobío. Reporte N°24 (22 al 28 de noviembre 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/uploads/boletines/pelagica_centro_sur/2021/Reproductivo/Monitoreo%20Reproductivo%20V-XIV%20Region%20N%C2%B024%20sem%2048%20\(22%20al%2028%20de%20noviembre%202021\).pdf](https://www.ifop.cl/wp-content/uploads/boletines/pelagica_centro_sur/2021/Reproductivo/Monitoreo%20Reproductivo%20V-XIV%20Region%20N%C2%B024%20sem%2048%20(22%20al%2028%20de%20noviembre%202021).pdf)
- NOAA, 2021a. El Niño/Oscilación del sur (ENOS). Discusión diagnóstica. 9 de diciembre, 2021.
- https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_disc_dec2021/ensodisc_Sp.pdf
- NOAA, 2021b. El Niño/Oscilación del sur (ENOS). Discusión diagnóstica. 14 de octubre, 2021.
- https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_disc_oct2021/ensodisc_Sp.pdf

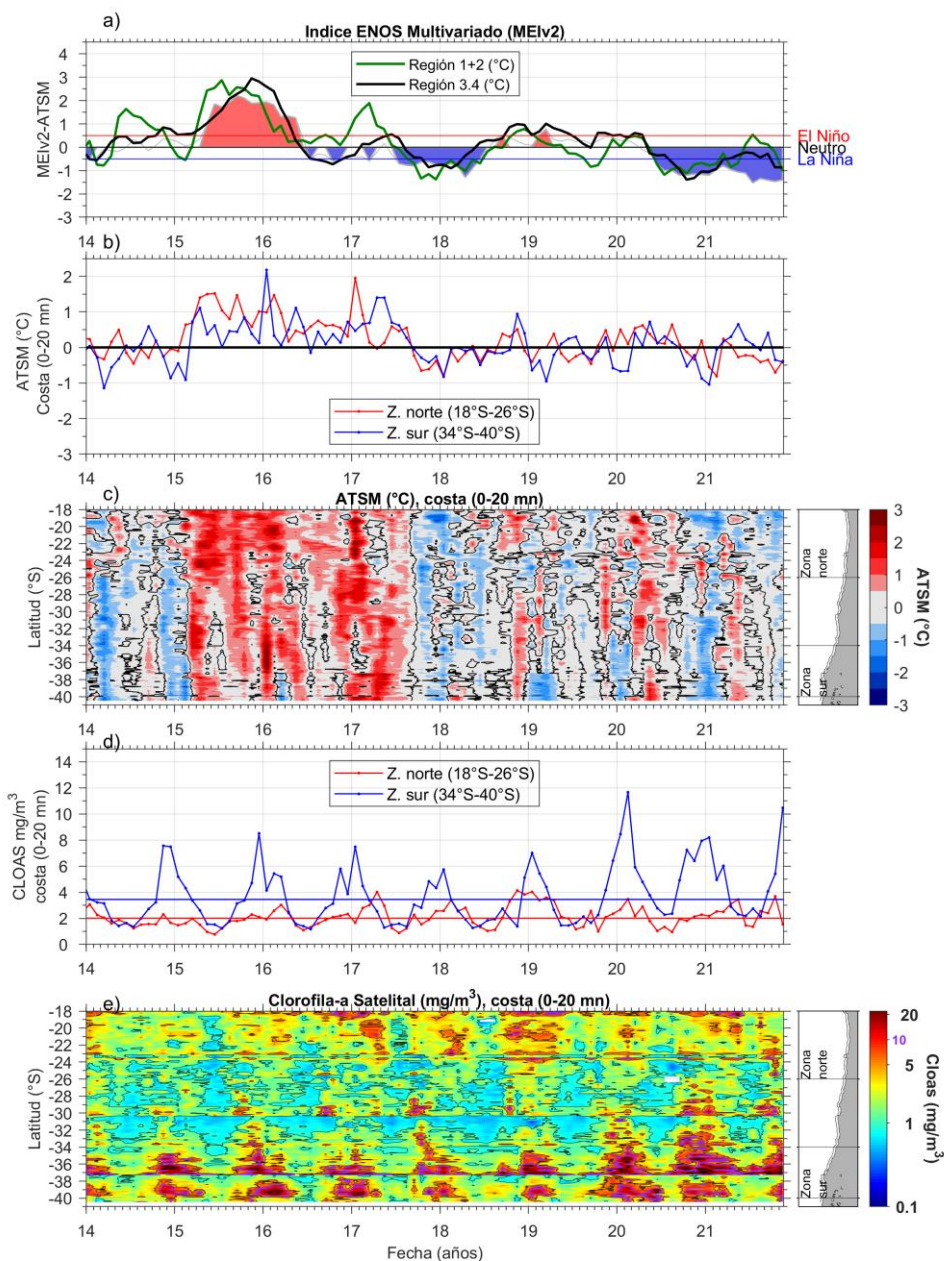


Figura 1 Series de tiempo para el período enero 2014 – noviembre 2021 de a) Índice ENOS Multivariado MElv2 (línea gris), ATSM de la región Niño3.4 (línea negra) y ATSM de la región Niño1+2 (línea verde). Diagramas de Hovmöller de c) ATSM (°C) y e) clorofila-a satelital (mg/m³) en la banda costera (0-20 mn). Promedio de la banda costera (<20 mn) de las series de b) ATSM (°C) y d) clorofila-a satelital (mg/m³), 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 (d, e) se generaron con información en logaritmo base 10

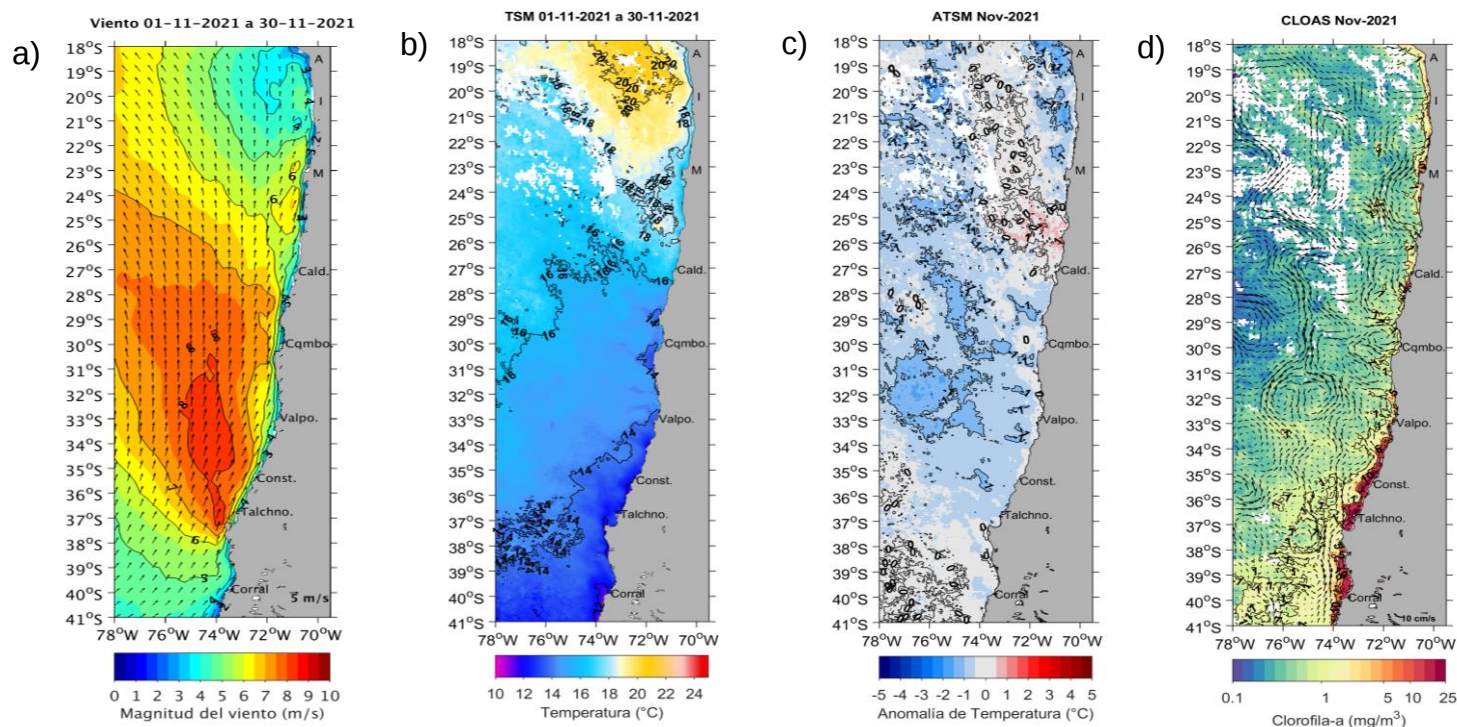


Figura 2. Distribución mensual de octubre 2021: a) viento promedio (m/s), b) temperatura superficial del mar (TSM, °C), c) anomalía de temperatura superficial del mar (ATSM, °C) y d) concentración de clorofila-a (mg/m³) con la corriente geostrófica en vectores (cm/s). A: Arica, I: Iquique, M: Mejillones, Cald: Caldera, Cqmb: Coquimbo, Valpo: Valparaíso, Const: Constitución, Talchno: Talcahuano. Nota: El viento promedio correspondió al producto (NRT-L4) de 6 horas, resolución de 28x28 km² y distribuido por [CMEMS](#); la TSM y el cálculo de su anomalía corresponden al producto (L4) diario (promedio día y noche) de resolución 4x4 km² del satélite [MODIS-A](#); la clorofila corresponde al producto (L4) mensual de resolución 4x4 km² del satélite [MODIS-A](#), mientras que las corrientes geostróficas promedio son obtenidas del producto (NRT-L4) diario, de resolución 28x28 km² y distribuido por [CMEMS](#).

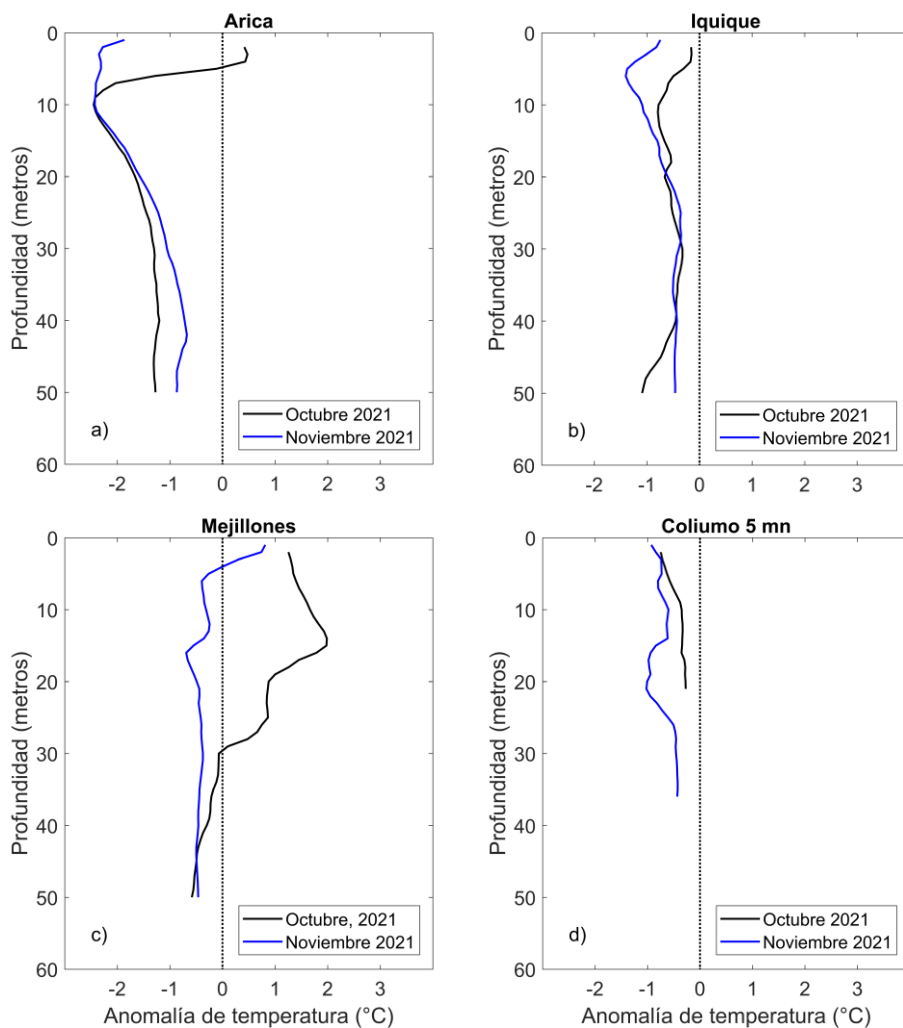


Figura 3. Perfiles de anomalía de temperatura de las estaciones costeras de Arica (a), Iquique (b), Mejillones (c) y Coliumo a 5 mn (d), durante octubre 2021 (línea negra) y noviembre 2021 (línea azul).

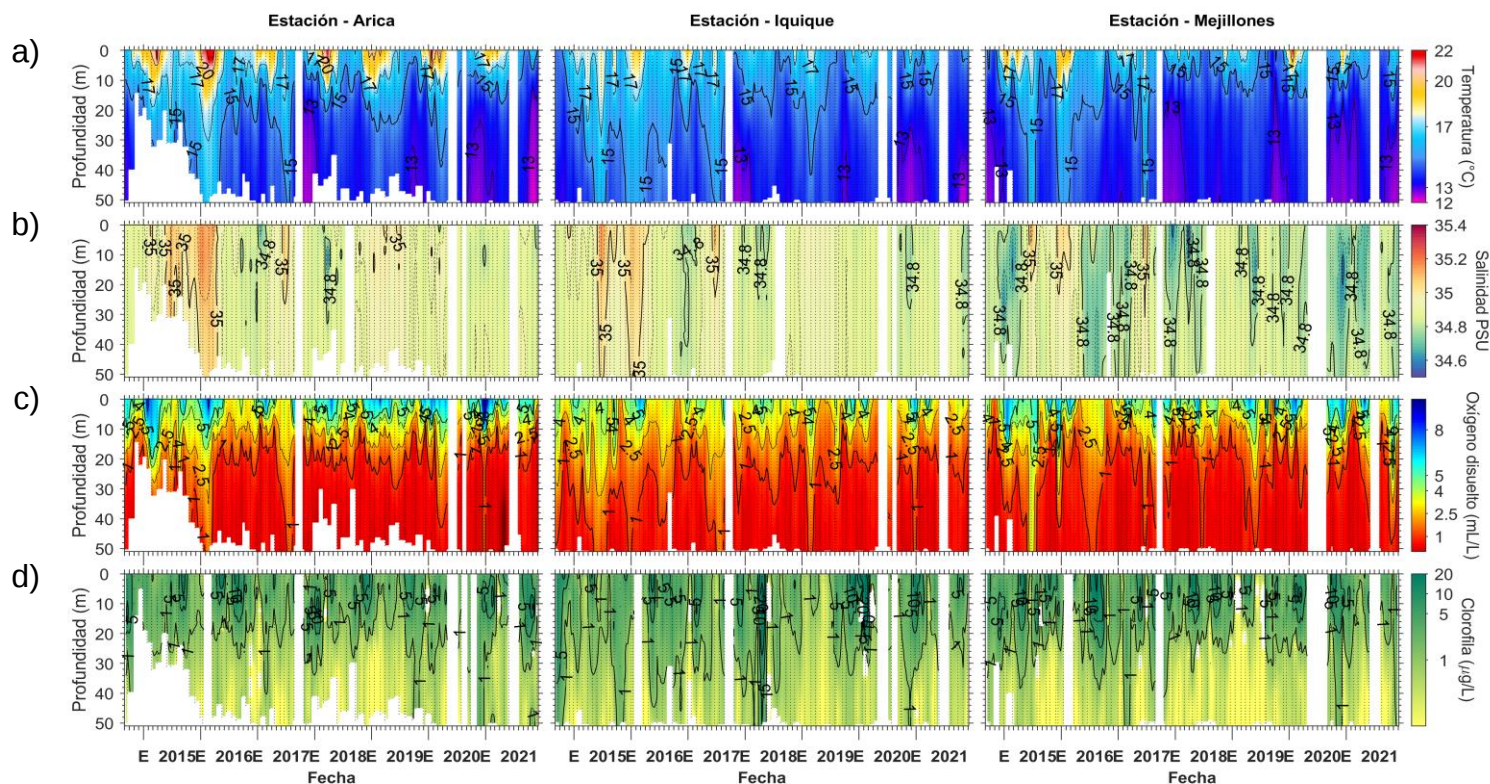


Figura 4. Series de tiempo mensual de (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad, (c) concentración de oxígeno disuelto (mL/L) y (d) clorofila-a ($\mu\text{g/L}$), en las estaciones costeras (~ 2 mn) de Arica (panel izquierdo), Iquique (panel medio) y Mejillones (panel derecho), entre septiembre 2014 y noviembre 2021. Las franjas blancas indican los meses en que no se realizaron mediciones.

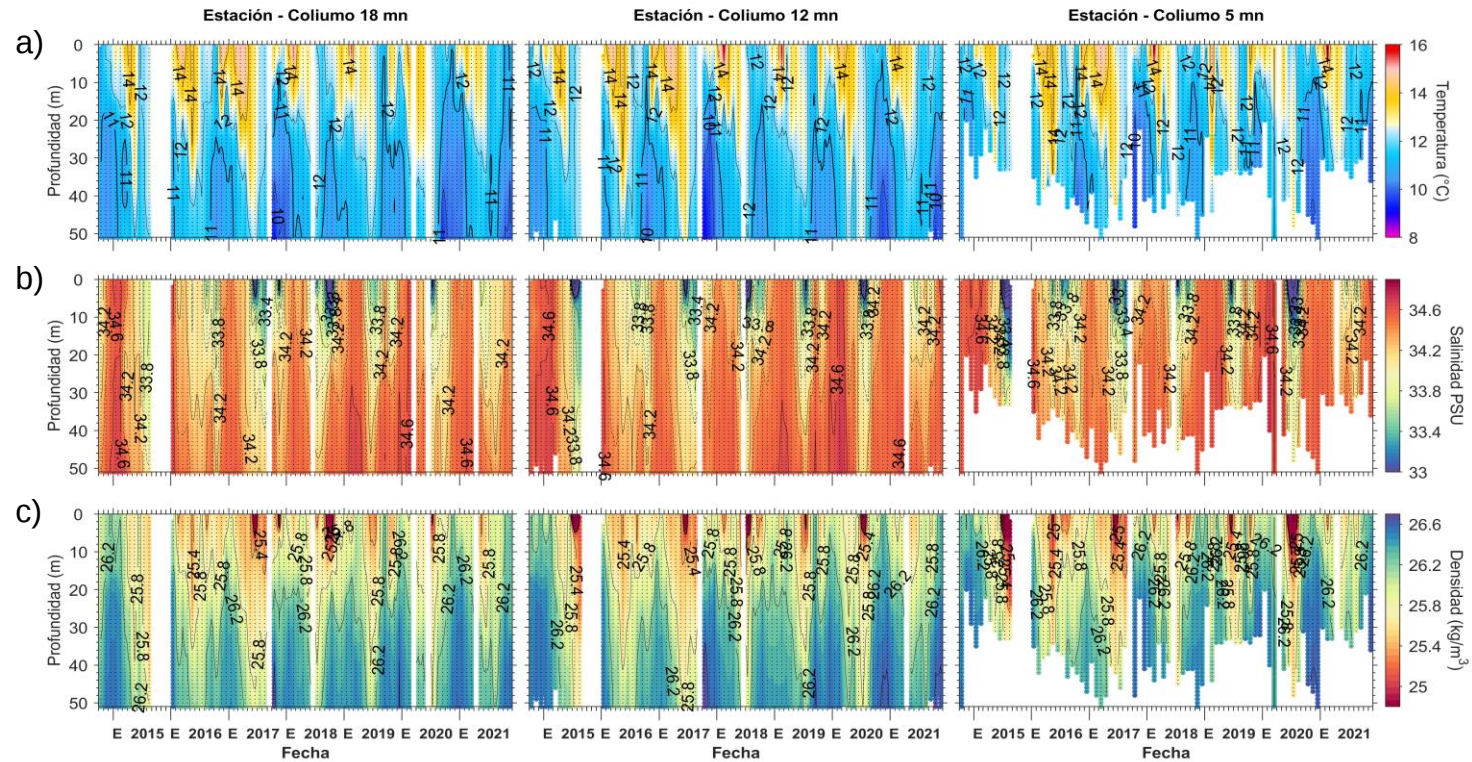


Figura 5. Serie de tiempo mensual de las estaciones costeras frente a Coliumo, entre octubre 2014 y noviembre 2021, de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad, c) densidad (kg/m^3). Los paneles dispuestos en columnas de derecha a izquierda, representan la distancia de las estaciones de costa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

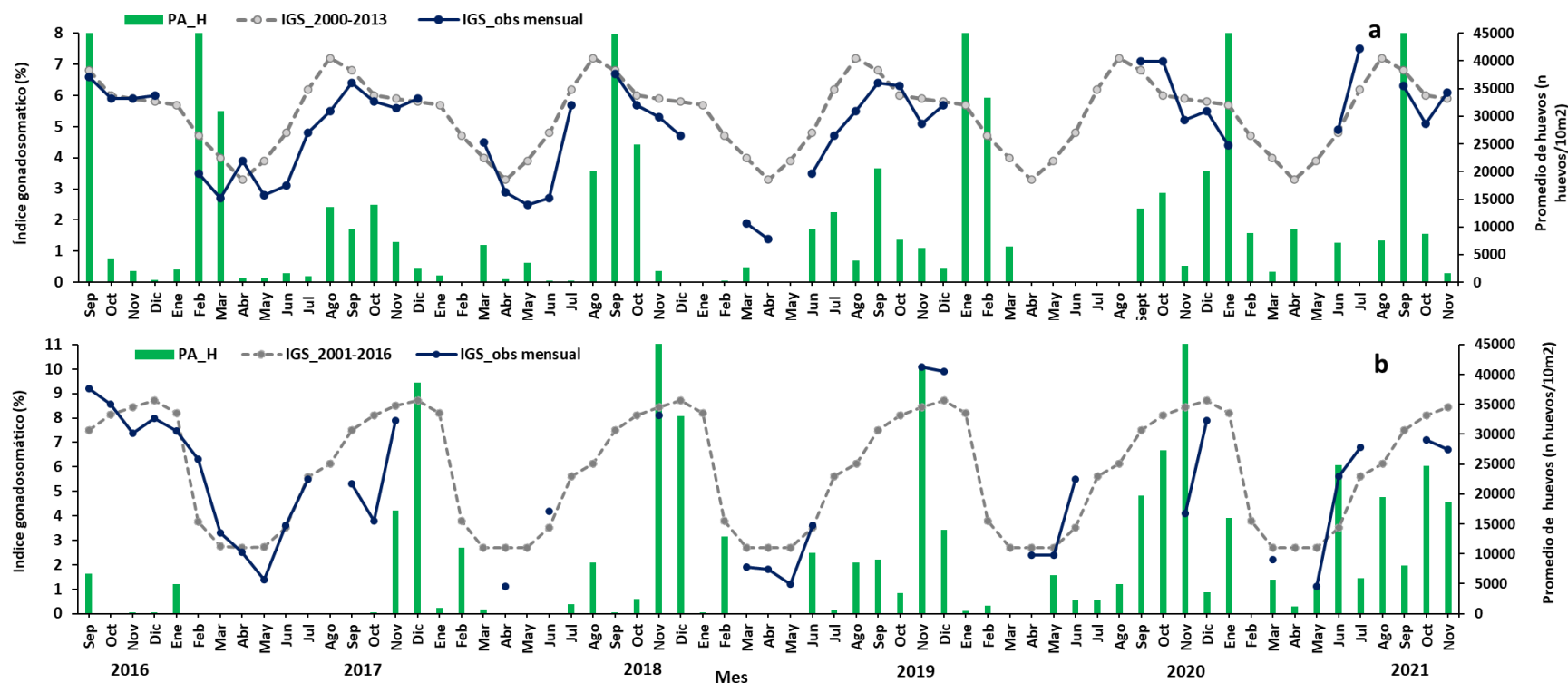


Figura 6. Análisis comparativo del índice gonadosomático medio mensual (IGS) observado (línea azul), promedio histórico del IGS (línea gris) y promedio aritmético de huevos (huevos/10 m²) de anchoveta (barra verde), periodo 2016-2021, entre: a) Arica y Mejillones y b) Coliumo (5, 12 y 18 mn). La escala de abundancia de huevos en la zona norte fue ajustada al valor máximo del promedio histórico del mes (45.000 huevos/10m²). Los datos de septiembre de 2016, febrero de 2017, enero 2020 y septiembre 2021 de la zona norte, exceden este valor (abundancia prom sept 2016: 102.894 huevos/10m²; feb 2017: 52.309 huevos/10m²; jun 2018: 45.916 huevos/10m²; nov 2018: 300.901 huevos/10m², enero 2020: 67.694 huevos/10m²; septiembre 2021: 154.819 huevos/10m²).

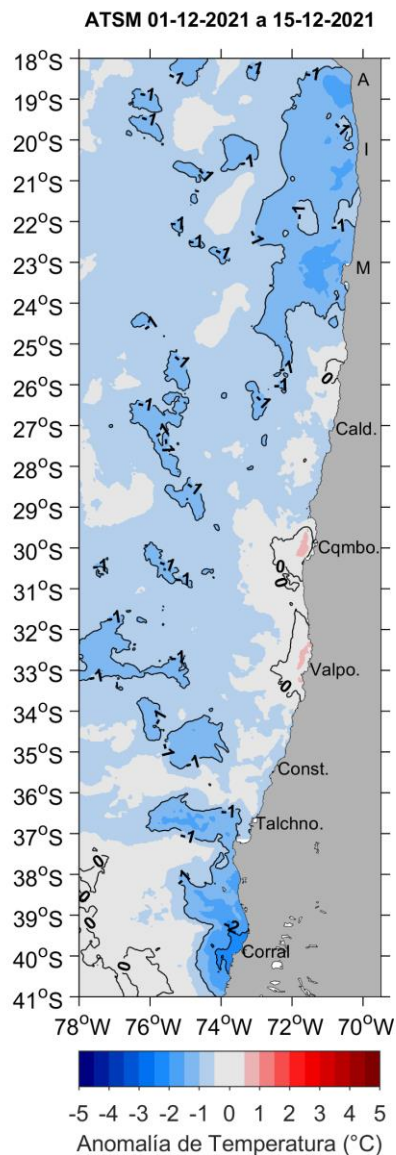


Figura 7. Distribución espacial del promedio de la anomalía de temperatura superficial del mar (ATSM, °C) durante las 2 primeras semanas de diciembre 2021 (del 1 al 15 de diciembre 2021). Nota: el promedio de las ATSM se calcula de las imágenes diarias de ATSM del producto [MUR](#), con resolución 1x1 km² y distribuidas por el repositorio [ERDDAP-NOAA](#).



Tabla 1. Resumen de la abundancia relativa del ictioplancton (individuos/10 m²) de las distintas especies encontradas en las zonas norte y centro-sur, además de la biomasa (ml/1000 m³) y abundancia (ind/1000 m³) del zooplancton correspondiente a cada estación de muestreo, durante el mes de noviembre de 2021.

Estación	Huevos (n°huevos/10 m ²)					Larvas (n°larvas/10 m ²)			Zooplancton	
	Estrato	<i>Engraulis ringens</i>	<i>Strangomera bentincki</i>	<i>Merluccius gayi</i>	Otras especies	<i>Engraulis ringens</i>	<i>Strangomera bentincki</i>	Otras especies	Biomasa (mL/1000 m ³)	Abundancia (ind/1000 m ³)
Arica	0-50 m	4377	0	0	80	0	0	0	135	162497
	0-10 m	2149	0	0	0	0	0	0	517	1935324
	10-25 m	0	0	0	0	0	0	0	292	110347
	25-50 m	80	0	0	0	0	0	0	95	45837
Iquique	0-50 m	159	0	0	80	0	0	0	176	421774
	0-10 m	318	0	0	0	0	0	0	798	1005125
	10-25 m	80	0	0	0	0	0	0	133	215685
	25-50 m	80	0	0	0	0	0	0	64	71301
Mejillones	0-50 m	557	0	0	159	0	0	0	499	880016
	0-10 m	398	0	0	0	159	0	0	1263	1499937
	10-25 m	0	0	0	0	0	0	0	1152	1227694
	25-50 m	0	0	0	0	0	0	80	311	407237
Coliumo 5 mn	0-25 m	7428	113	0	0	281	0	0	255	690096
Coliumo 12 mn	0-80 m	42766	5264	54	11234	0	0	0	602	424944
	0-25 m	14219	1628	0	3853	0	0	0	1225	891268
	25-50 m	271	109	0	109	0	0	0	286	100586
	50-80 m	326	0	0	109	0	0	0	199	154911
Coliumo 18 mn	0-80 m	5729	0	51	563	0	0	0	517	763944
	0-25 m	4859	0	0	512	153	0	51	684	865803
	25-50 m	307	0	0	51	0	0	0	525	522028
	50-80 m	51	0	51	102	0	0	0	318	1702427



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Almte. Manuel Blanco Encalada 839

Fono 56-32-2151500

Valparaíso, Chile

www.ifop.cl



www.ifop.cl