



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°4

Diciembre 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 / enero 2022



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°4

Diciembre 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 / enero 2022

REQUIRENTE

**SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y
EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO**

Subsecretaría 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°4
Diciembre 2021

SUBSECRETARÍA ECONOMÍA Y EMT / enero 2022

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°4 diciembre, 2021. Convenio de Desempeño 2021, Instituto de Fomento Pesquero.



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°4

ZONA NORTE Y CENTRO SUR DE CHILE

RESUMEN: De acuerdo a las condiciones en el Pacífico Ecuatorial durante diciembre, 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 continúe durante el otoño 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), hubo presencia de focos oceánicos de ATSM positivas de alta intensidad y focos costeros de ATSM negativas, principalmente al norte de Caldera, que se intensificaron durante la primera quincena de enero de 2022.

En cuanto al análisis del ictioplancton, en la zona norte la abundancia media de huevos de anchoveta fue un 98% inferior 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 y 12 millas náuticas, con la mayor abundancia de huevos en la estación de 5 mn y de larvas en la de 12 mn. En la estación de 5 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 cuatro meses anteriores. En Coliumo el dato mensual de IGS no estuvo disponible, debido a la veda biológica reproductiva de la anchoveta.

Durante diciembre 2021, la anomalía de la región El Niño 1+2 (-1,52) y El Niño 3.4 (-1,05) se fortalecieron y se mantuvieron negativas con respecto al mes anterior. 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 65% que las condiciones de La Niña continuarán hasta marzo-mayo 2022, 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, 2021a), estado que ha permanecido desde el reporte de octubre 2021 (NOAA, 2021b). Así mismo, de acuerdo a estos modelos de pronóstico se espera con una probabilidad de 51% que haya una transición a ENOS-neutral durante abril-junio 2022 (NOAA, 2021a). Por otro lado, la comisión Multisectorial del ENFEN de Perú, continúa 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: -0,47°C; sur: -0,02°C) (**Figura 1b**). Meridionalmente, se observó un predominio de ATSM negativas en la zona norte, y la aparición de ATSM positivas entre los 28°S y 38°S (**Figura 1c**). En cuanto a la serie del promedio mensual de clorofila-a, la concentración de la banda costera en la zona norte y sur se mantuvo similar respecto al mes anterior (**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 en la punta sur del Golfo de Arauco (**Figura 2a**). La temperatura superficial del mar (TSM, en °C) mostró un foco con TSM $> 20^{\circ}\text{C}$, que abarcó la zona norte desde Arica a Mejillones. 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**). Las ATSM asociadas a estas TSM mostraron un foco de valores positivos en el sector oceánico, entre Iquique y Mejillones que se extendió hacia el sureste llegando al borde costero, pero con valores de menor intensidad. También, se detectaron focos oceánicos con ATSM negativas importantes, al sur de Coquimbo (**Figura 2c**). La distribución espacial de la clorofila-a mostró las mayores concentraciones al sur de los 33°S en el sector costero, entre Arica y Mejillones y al interior de las bahías de Coquimbo, Mejillones y de Antofagasta. Así mismo, se detectó una extensión de aguas productivas (> 1 mg/m³) hacia el sector oceánico al sur de Constitución, posiblemente provocado por una corriente hacia fuera de la costa asociada a la surgencia costera (**Figura 2d**).

Las mediciones *in-situ* de la columna de agua mostraron una condición fría en Arica e Iquique durante diciembre. Las anomalías en dichas estaciones fueron negativas en toda la columna de agua, que se fortalecieron respecto a noviembre (**Figura 3a y b**). En Mejillones, por otro lado, las anomalías mostraron una condición cálida en un estrato subsuperficial (**Figura 3c**). La estación del sur (Coliumo a 5 mn), durante diciembre, a diferencia de noviembre, mostró anomalías positivas en los primeros 10 metros de profundidad (**Figura 3d**).

La estación costera de Arica mostró una columna de agua más estratificada que el mes anterior, con temperaturas $> 15^{\circ}\text{C}$ en la capa superficial y $< 13^{\circ}\text{C}$ bajo los 30 m de profundidad, sin embargo, la salinidad se mantuvo similar al mes previo con salinidades alrededor de 34,8 en toda la columna de agua. Con respecto al mes previo se detectó una oxigenación de la capa superficial, pero permanecieron niveles bajos de oxígeno bajo los 10 m de profundidad (< 1 mL/L), posiblemente por la fuerte estratificación que dificulta la ventilación de estratos más profundos. Al igual que el mes anterior, se observaron concentraciones de clorofila-a mayores a 1 $\mu\text{g/L}$ en los primeros 10 m (**Figura 4 a-d**). En Iquique, la temperatura y la salinidad mostraron una condición muy similar al mes previo, con temperaturas $> 15^{\circ}\text{C}$ en los primeros 4 m y $< 13^{\circ}\text{C}$ bajo los 30 m de profundidad, y salinidades cercanas a 34,8 en toda la columna de agua. En cuanto al oxígeno, con respecto a octubre, se detectó un aumento de las concentraciones en los primeros metros de profundidad y la isólinea de 1 mL/L se mantuvo cerca de los 15 m. La clorofila-a presentó valores > 1 $\mu\text{g/L}$ en los primeros 25 m de profundidad (**Figura 4 a-d**). En Mejillones, la temperatura se mantuvo similar al mes previo con valores $> 15^{\circ}\text{C}$ en los primeros metros de profundidad y $< 13^{\circ}\text{C}$ que alcanzaron los 25 m. La salinidad estuvo cerca de 34,8 en toda la columna de agua. A diferencia de las otras estaciones de monitoreo, en Mejillones hubo una intrusión de agua pobre en oxígeno hasta la superficie y toda la columna de agua presentó concentraciones de clorofila-a por encima de 1 $\mu\text{g/L}$ (**Figura 4 a-d**). En la zona centro-sur, la columna de agua mostró una fuerte estratificación térmica y valores de salinidad homogéneos en toda la columna de agua de las 3 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 (239 huevos/10 m²) fue un 98% menor a la media histórica mensual 1997-2020 (15394



huevos/10 m²). En cuanto a su distribución en las tres estaciones, el 66,7% de los huevos se concentraron en Mejillones y el 33,3% restante en Iquique (**Tabla 1**), a diferencia del patrón histórico de referencia 1997-2020, donde la mayor abundancia de diciembre se encuentra en Arica.

En Coliumo se encontraron huevos de anchoveta en las estaciones ubicadas a 5 y 12 millas náuticas (mn) (**Tabla 1**). La mayor abundancia de huevos de anchoveta se observó en la estación de Coliumo 5 mn (6809 huevos/10 m²), mientras que la de larvas en la de 12 mn (299 larvas/10 m²). La abundancia media de huevos de anchoveta en Coliumo fue de 3666 huevos/10 m², disminuyendo con respecto a los siete meses anteriores (**Figura 6b**). Además, se destacó la presencia de huevos de sardina común en la estación de 5 mn (0-25 m; 338 huevos/10 m²) y de huevos de merluza común en la estación de 12 mn (lance 0-80 m; 75 huevos/10 m²) (**Tabla 1**).

Durante diciembre el dato mensual de IGS de anchoveta en la zona norte alcanzó un valor de 5,6%, 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 cuatro meses anteriores (239 huevos/10 m²) (**Figura 6a**). En Coliumo el valor de IGS mensual no estuvo disponible, debido a la veda biológica reproductiva de la anchoveta establecida para las regiones de Ñuble y Biobío (IFOP, 2021) (**Figura 6b**).

Durante la primera quincena de enero de 2022, se observó en la distribución de ATSM una alta cobertura de anomalías cercanas a 0°C en el sector oceánico y focos costeros importantes de ATSM negativas (<-1°C) entre Arica y Mejillones y positivas (>+1°C) entre Valparaíso y Talcahuano (**Figura 7**).



Referencias

Díaz E. 2021. Monitoreo reproductivo semana N°51, Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta (20 al 26 diciembre 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%2051-2021\(zona%20norte\).pdf](https://www.ifop.cl/wp-content/contenidos/uploads/boletines/pelagica_zona_norte/2021/monitoreo-reproductivo/Informe%20reproductivo%2051-2021(zona%20norte).pdf)

ENFEN, 2021. Comisión multisectorial encargada del estudio nacional del fenómeno “El Niño”. Comunicado Oficial ENFEN N°01-2022

<https://www.dhn.mil.pe/Archivos/oceanografia/enfen/comunicado-oficial/01-2022.pdf>

IFOP. 2021. Boletín técnico semanal Pesquería pelágica centro-sur, 2021. Boletín semana 52 (20 al 26 de diciembre 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%2052%20\(20%20al%2026%20de%20diciembre%202021\).pdf](https://www.ifop.cl/wp-content/contenidos/uploads/boletines/pelagica_centro_sur/2021/Semanales/Boletin%20sem%2052%20(20%20al%2026%20de%20diciembre%202021).pdf)

NOAA, 2021a. El Niño/Oscilación del sur (ENOS). Discusión diagnóstica. 13 de enero, 2022.

https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_disc_jan2022/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

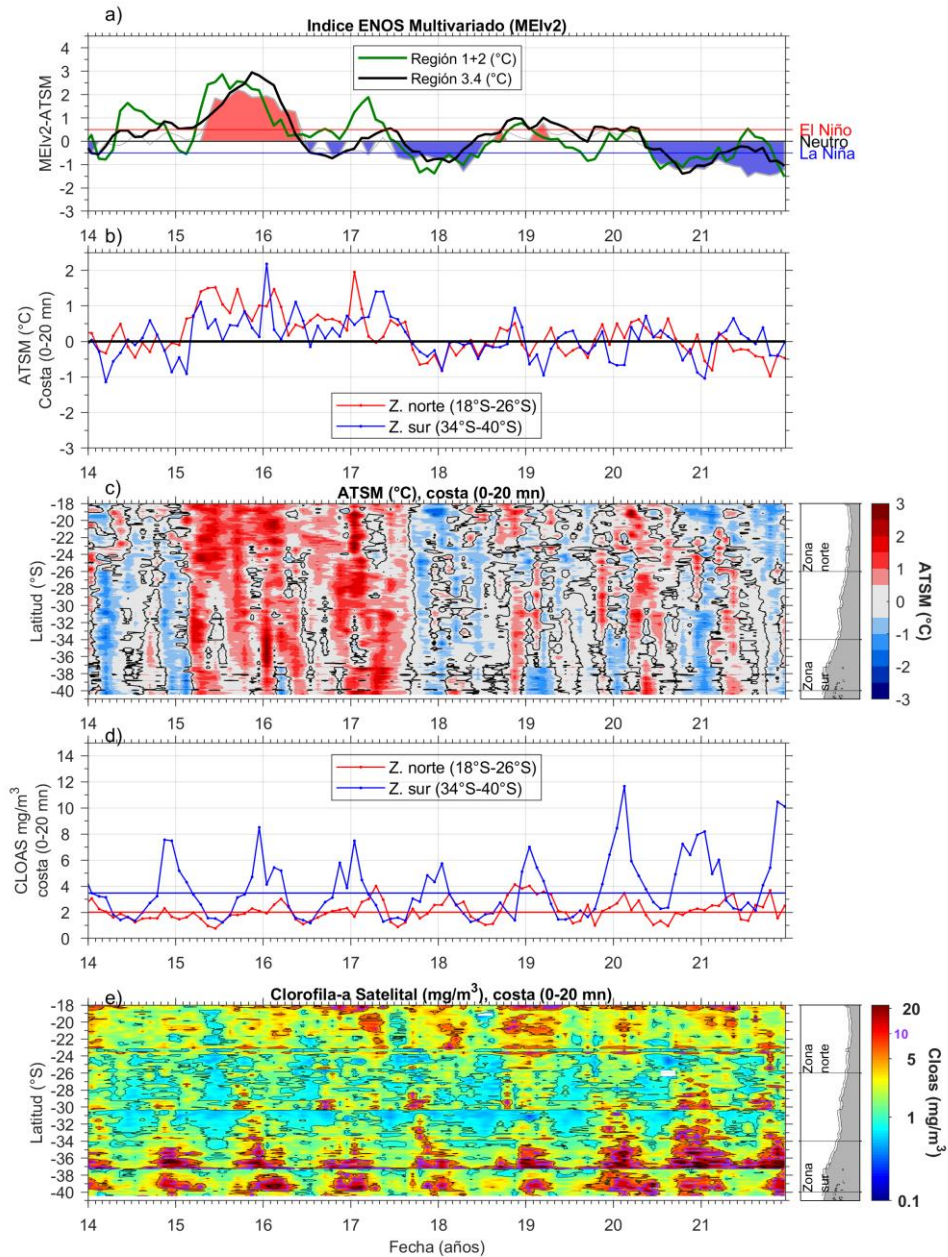


Figura 1 Series de tiempo para el periodo enero 2014 – diciembre 2021 de a) Índice ENOS Multivariado MEIv2 (línea gris), ATSM de la región Niño3.4 (línea negra) y ATSM de la región Niño1+2 (línea verde). Diagramas de Hovmöller de c) ATSM (°C) y e) clorofila-a satelital (mg/m³) en la banda costera (0-20 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

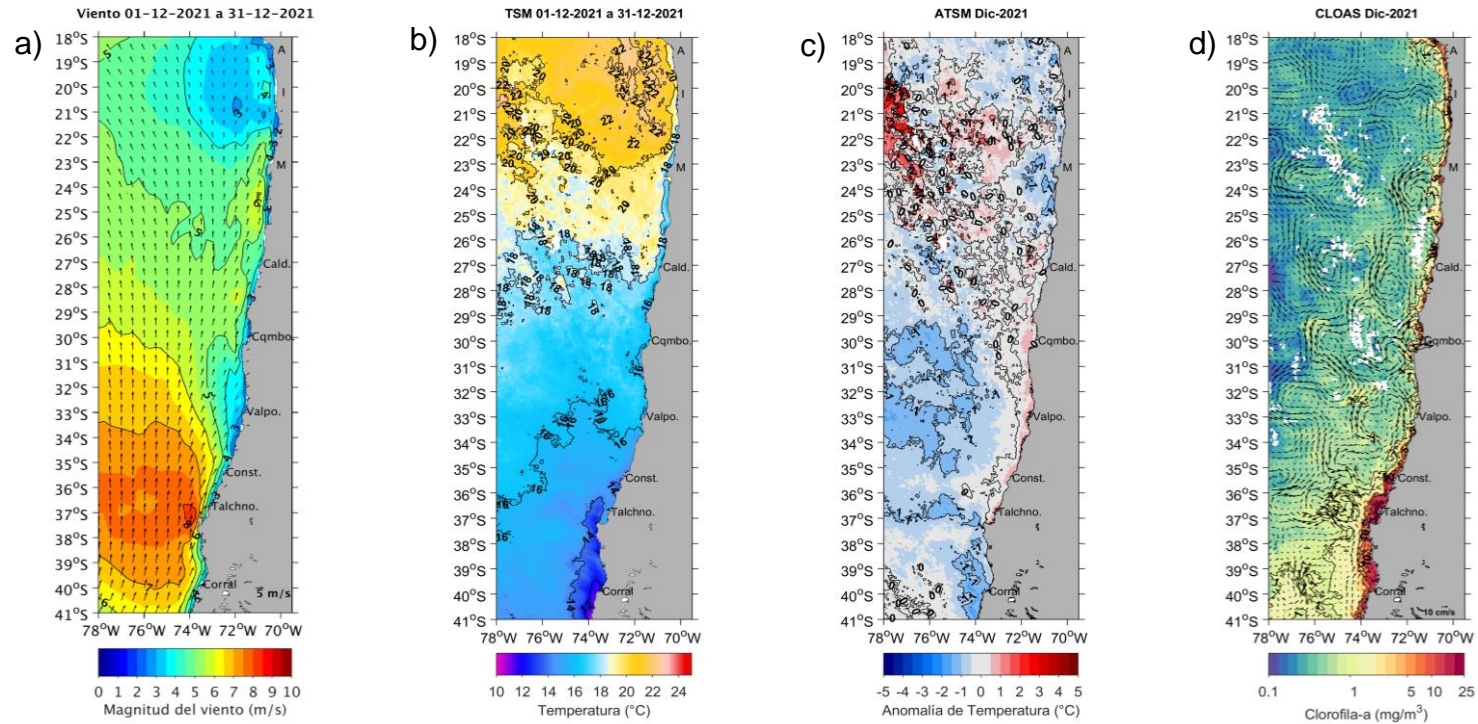


Figura 2. Distribución mensual de diciembre 2021: a) viento promedio (m/s), b) temperatura superficial del mar (TSM, °C), c) anomalía de temperatura superficial del mar (ATSM, °C) y d) concentración de clorofila-a (mg/m³) con la corriente geostrofica en vectores (cm/s). A: Arica, I: Iquique, M: Mejillones, Cald: Caldera, Cqambo: Coquimbo, Valpo: Valparaíso, Const: Constitución, Talchno: Talcahuano. Nota: El viento promedio correspondió al producto ERA5 de 1 hora, resolución de 0,25°x0,25° y distribuido por COPERNICUS ; 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 geostroficas promedio son obtenidas del producto (NRT-L4) diario, de resolución 28x28 km² y distribuido por [CMEMS](#).

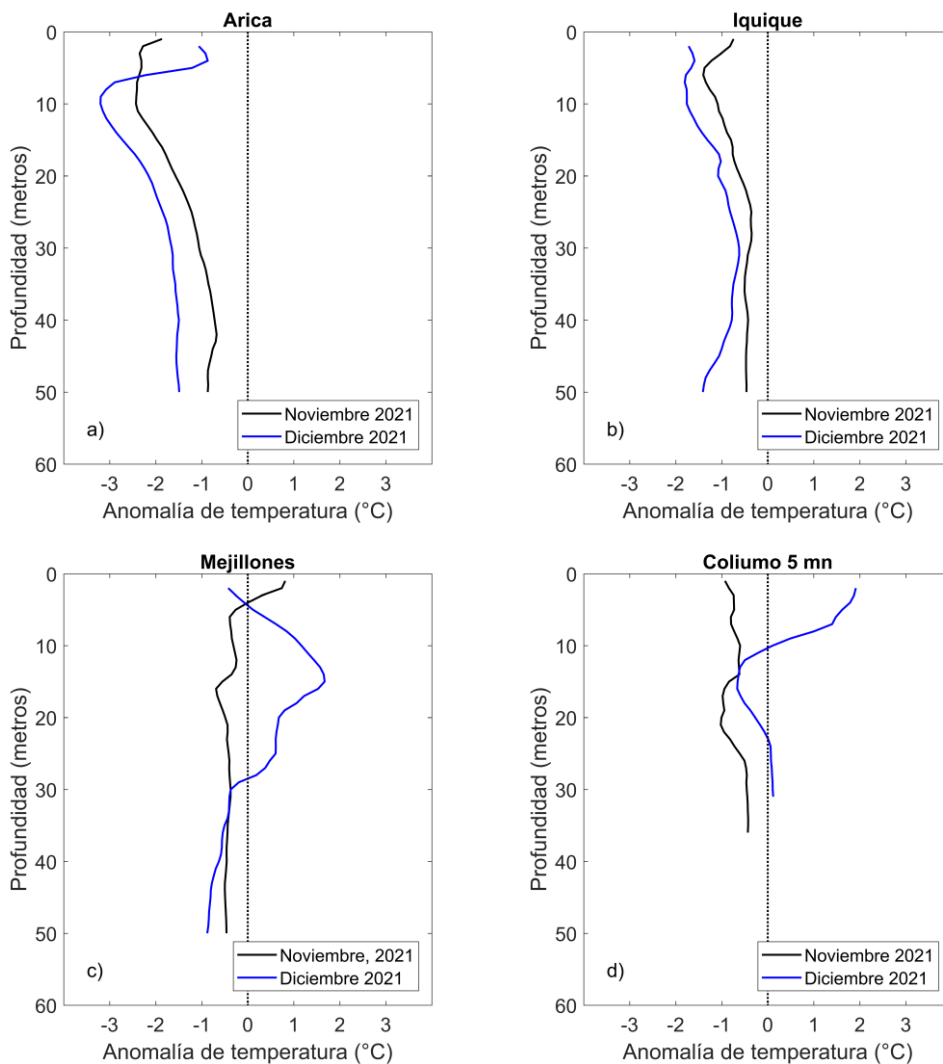


Figura 3. Perfiles de anomalía de temperatura de las estaciones costeras de Arica (a), Iquique (b), Mejillones (c) y Coliumo a 5 mn (d), durante noviembre 2021 (línea negra) y diciembre 2021 (línea azul).

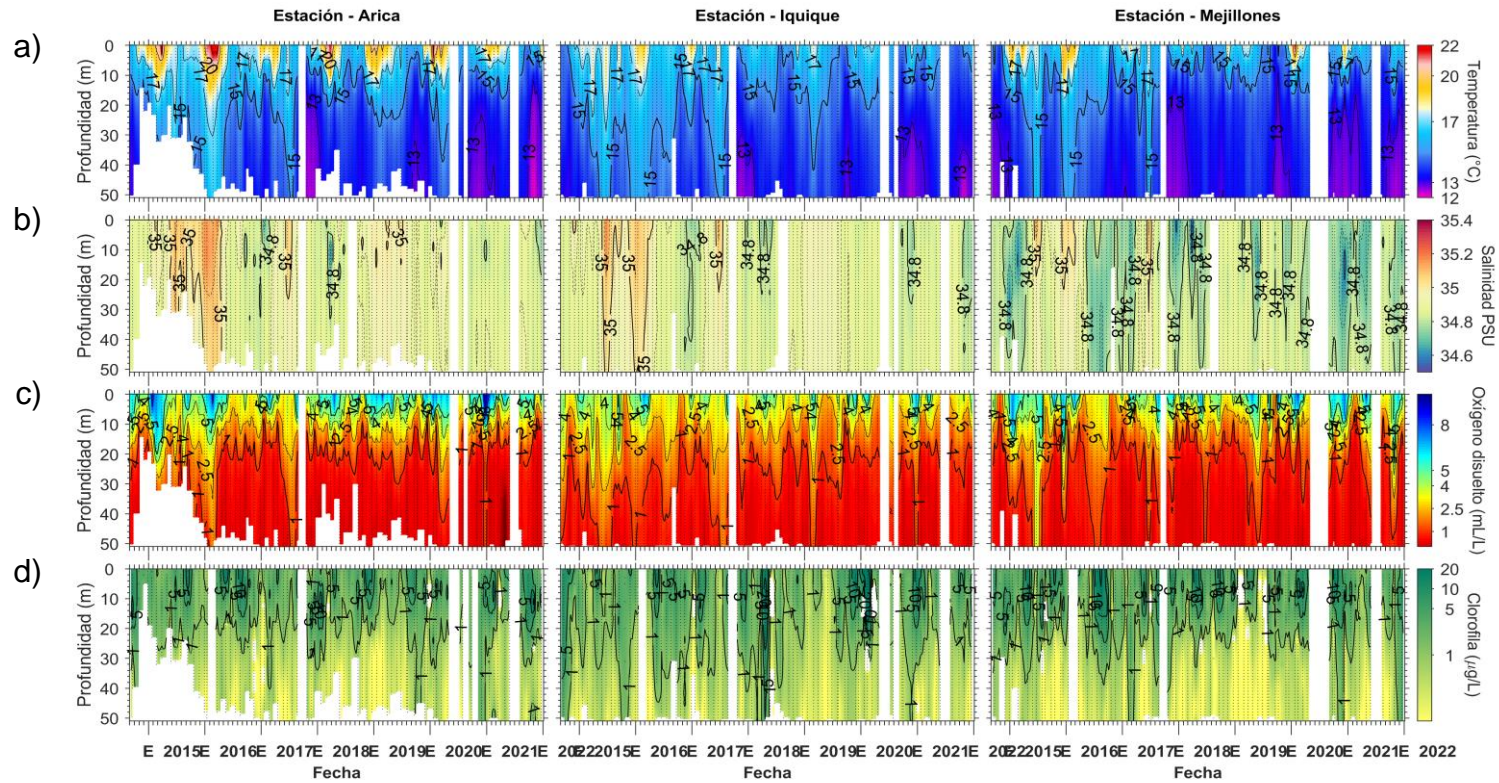


Figura 4. Series de tiempo mensual de (a) temperatura (°C), (b) salinidad, (c) concentraci3n de oxigeno disuelto (mL/L) y (d) clorofila-a (µg/L), en las estaciones costeras (~2 mn) de Arica (panel izquierdo), Iquique (panel medio) y Mejillones (panel derecho), entre septiembre 2014 y diciembre 2021. Las franjas blancas indican los meses en que no se realizaron mediciones.

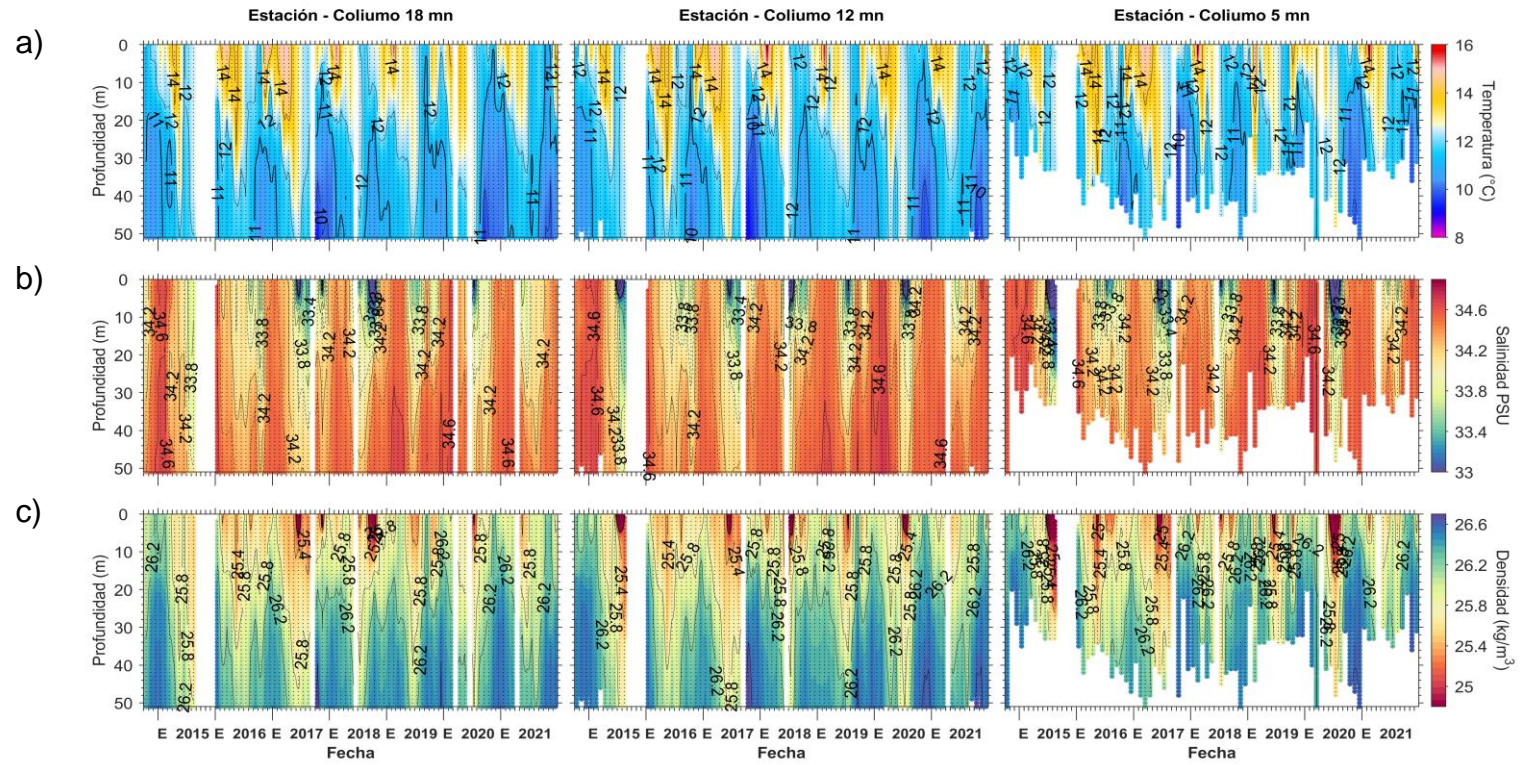


Figura 5. Serie de tiempo mensual de las estaciones costeras frente a Coliumo, entre octubre 2014 y diciembre 2021, de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad, c) densidad (kg/m^3). Los paneles dispuestos en columnas de derecha a izquierda, representan la distancia de las estaciones de costa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

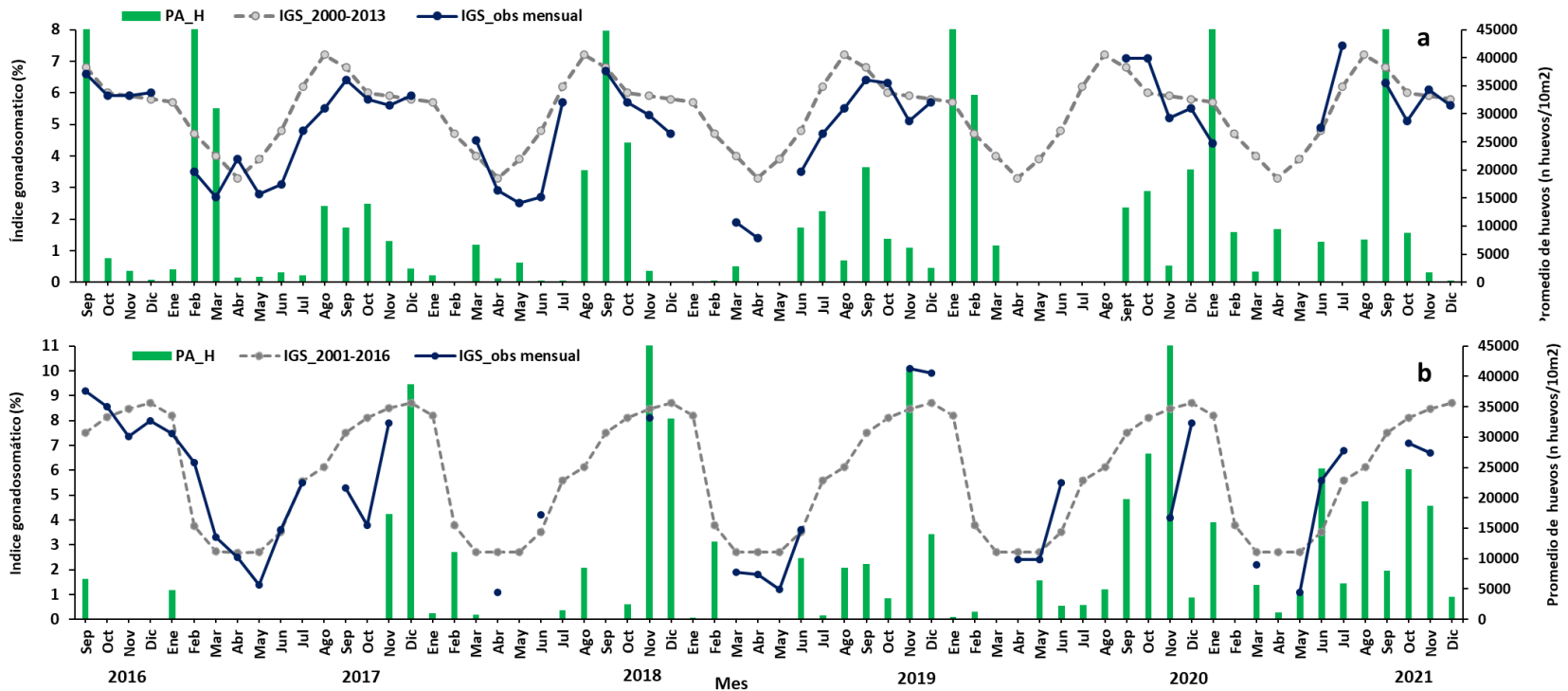


Figura 6. Análisis comparativo del índice gonadosomático medio mensual (IGS) observado (línea azul), promedio histórico del IGS (línea gris) y promedio aritmético de huevos (huevos/10 m²) de anchoveta (barra verde), periodo 2016-2021, entre: a) Arica y Mejillones y b) Coliumo (5, 12 y 18 mn). La escala 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, noviembre de 2018 y 2019 Coliumo, 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).

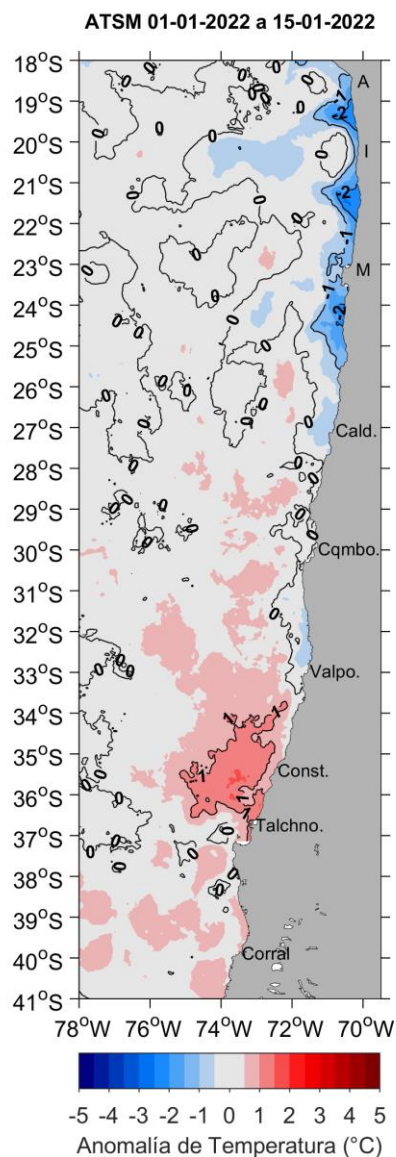


Figura 7. Distribución espacial del promedio de la anomalía de temperatura superficial del mar (ATSM, °C) durante las 2 primeras semanas de enero 2022 (del 1 al 15 de enero 2022). Nota: el promedio de las ATSM se calcula de las imágenes diarias de ATSM del producto [MUR](#), con resolución 1x1 km² y 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 diciembre 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 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 32149 |
| | 0-10 m | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 995 | 253056 |
| | 10-25 m | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 318 | 71089 |
| | 25-50 m | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 175 | 31513 |
| Iquique | 0-50 m | 159 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 111 | 317037 |
| | 0-10 m | 0 | 0 | 0 | 0 | 80 | 0 | 0 | 477 | 631845 |
| | 10-25 m | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 | 4244 |
| | 25-50 m | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 1592 |
| Mejillones | 0-50 m | 318 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 871 | 21478 |
| | 0-10 m | 159 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1957 | 304348 |
| | 10-25 m | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 133 | 71361 |
| | 25-50 m | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 64 | 92982 |
| Coliumo 5 mn | 0-25 m | 6809 | 338 | 0 | 900 | 56 | 0 | 0 | 430 | 1140823 |
| Coliumo 12 mn | 0-80 m | 523 | 0 | 75 | 0 | 299 | 0 | 75 | 746 | 611155 |
| | 0-25 m | 823 | 0 | 0 | 0 | 224 | 0 | 75 | 1942 | 1028778 |
| | 25-50 m | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 414 | 471099 |
| | 50-80 m | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 75 | 159 | 181437 |
| Coliumo 18 mn | 0-80 m | 0 | 0 | 0 | 0 | 75 | 0 | 0 | 114 | 216451 |
| | 0-25 m | 0 | 0 | 0 | 0 | 150 | 0 | 76 | 1846 | 1221037 |
| | 25-50 m | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 127 | 299211 |
| | 50-80 m | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 53 | 187272 |



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Almte. Manuel Blanco Encalada 839

Fono 56-32-2151500

Valparaíso, Chile

www.ifop.cl



www.ifop.cl