



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°10

Junio 2023

Convenio de Desempeño 2022

Condiciones bio-oceanográficas y evaluación del stock desovante de anchoveta entre las regiones de Arica y Parinacota y Antofagasta, año 2022.

SUBSECRETARÍA ECONOMÍA Y EMT / julio 2023



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°10

Junio 2023

Convenio de Desempeño 2022

Condiciones bio-oceanográficas y evaluación del stock desovante de anchoveta entre las regiones de Arica y Parinacota y Antofagasta, año 2022

SUBSECRETARÍA ECONOMÍA Y EMT / julio 2023

REQUIRENTE

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

Subsecretaria de Economía y EMT
Javiera Constanza Petersen Muga

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Director Ejecutivo

Gonzalo Pereira Puchy

Jefe División Investigación Pesquera

Dr. Carlos Montenegro Silva

Jefe Departamento de Oceanografía y Medio Ambiente

Dr. Jaime Letelier Pino

JEFATURA DE PROYECTO

Dra. Jessica Bonicelli Proaño



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°10

Junio 2023

SUBSECRETARÍA ECONOMÍA Y EMT / julio 2023

AUTORES

Jessica Bonicelli Proaño
Francisca Osorio Zúñiga
Adrián Bustamante Maino

COLABORADORES

Guillermo Galindo Pérez
Angélica Varas Sandoval
Andrés Varas Gómez

Citar boletín como: Bonicelli, J., Osorio, F. y Bustamante, A. 2023. Condiciones bio-oceanográficas y evaluación del stock desovante de anchoveta entre las regiones de Arica y Parinacota y Antofagasta, año 2022. Boletín Bio-Oceanográfico N°10 junio, 2023. Convenio de Desempeño 2022, Instituto de Fomento Pesquero.



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°10: JUNIO 2023

ZONA NORTE Y CENTRO SUR DE CHILE

RESUMEN: De acuerdo a las condiciones en el Pacífico Ecuatorial durante junio, el sistema de seguimiento de la NOAA mantuvo el estatus del ENOS “Advertencia de El Niño” (El Niño activo) y se espera que perdure hasta el verano del hemisferio sur. Por otro lado, la Comisión Multisectorial del ENFEN de Perú mantuvo la Alerta de El Niño, proceso de calentamiento costero que se pronostica continuará hasta el verano. El sistema de monitoreo del cambio climático de IFOP (S.A.P.O. Chile) está advirtiendo de la presencia de El Niño Costero en la costa de Perú y una condición cálida desde la costa norte de Chile hasta Papudo (32,50°S).

En el mar de Chile (18°S – 41°S), en junio de 2023 se observó a nivel superficial ATSM positivas de alta intensidad (>1°C) principalmente en el sector costero, desde Arica a Caldera, las que se fortalecieron y extendieron en cobertura en la primera quincena de julio.

En el muestreo de junio de 2023 en la zona norte, la abundancia media de huevos de anchoveta fue un 13% superior al promedio histórico mensual, con las mayores abundancias en Mejillones. En la zona centro-sur, en el muestreo de Coliumo, se encontraron huevos de anchoveta en las estaciones de 5, 12 y 18 mn, con la mayor abundancia en la estación más costera. En las estaciones de 12 y 18 mn, además, se registraron huevos de merluza común. El valor mensual de IGS de anchoveta en la zona norte no estuvo disponible, mientras que el IGS de la zona centro-sur señala que Coliumo se encontró bajo el umbral que indica actividad reproductiva (<5%), lo cual estuvo acorde con la baja abundancia de huevos de anchoveta de esta zona.

Desde mayo-junio 2020 el indicador bimensual ENOS Multivariado MEIv2, reflejó condiciones ambientales frías en el Pacífico Ecuatorial (MEIv2 umbral -0,5). Sin embargo, desde enero hasta junio 2023 el indicador se ha debilitado de forma progresiva alcanzando valores positivos cercanos a cero en mayo-junio 2023 (0,23) (**Figura 1a**). En junio 2023, la anomalía de temperatura superficial de mar (ATSM) promedio mensual en las regiones Niño_{3,4} y Niño₁₊₂ se fortalecieron respecto al mes anterior, alcanzando ATSM positivas de 0,88°C y 2,63°C, respectivamente. De acuerdo a las condiciones en el Pacífico Ecuatorial durante mayo, el sistema de seguimiento de la NOAA declaró el estatus del ENOS “Advertencia de El Niño” (El Niño activo) y según los modelos de pronóstico publicados en el último boletín de la NOAA, del 13 de julio del 2023, este mes (junio) se presentaron condiciones débiles de El Niño, sin embargo los pronósticos favorecen la intensificación de El Niño y que este alcance su máxima intensidad, de moderada a fuerte, en verano del hemisferio sur (NOAA 2023). Por otro lado, según el comunicado de la Comisión Multisectorial del ENFEN (Perú), publicado el 16 de marzo (ENFEN, 2023a), se declaró el estado de “Alerta de El Niño costero” (El Niño costero activo), el cual se ha mantenido y se espera que esta condición continúe desarrollándose hasta el verano de 2024, con una magnitud de moderada a fuerte (ENFEN, 2023b).

Localmente y respecto al mes anterior, la ATSM promedio de la zona norte aumentó en 0,9°C, alcanzando una ATSM positiva de 2,09°C, mientras que, en la zona sur también aumentó respecto al mes anterior, pero se mantuvo cerca de cero (+0,31°C) (**Figura 1b**). En la zona norte se observó una alta cobertura de ATSM positivas de alta intensidad (>1°C) que fueron debilitándose hacia el sur,



alcanzando valores neutros ($<0,5^{\circ}\text{C}$) en la zona sur (**Figura 1c**). La concentración promedio de clorofila-a se mantuvo inferior a 1 mg/m^3 en la zona norte mientras que en la zona sur exhibió un ligero incremento respecto al mes anterior, superando el valor de 1 mg/m^3 (**Figura 1d**). Meridionalmente, se observó una alta cobertura de concentraciones $<1\text{ mg/m}^3$, principalmente entre los 18°S y 34°S , lo que se ha venido observando en lo que va del 2023 (**Figura 1e**).

La magnitud del viento mostró magnitudes débiles ($<5\text{ m/s}$) al sur de Coquimbo y a lo largo de sector costero, y las mayores magnitudes ($>7\text{ m/s}$) se observaron entre Caldera y Coquimbo (**Figura 2a**). La temperatura superficial del mar (TSM) promedio del mes mostró valores $> 19^{\circ}\text{C}$ al norte de los 22°S . Hacia el sur, la TSM fue disminuyendo, hasta mínimas de 12°C frente a Corral (**Figura 2b**). Las ATSM asociadas a estas TSM en general mostraron una mayor cobertura de valores neutros principalmente en el sector oceánico. Sin embargo, también se evidenciaron ATSM positivas de alta intensidad en el sector costero, desde Arica hasta Caldera, y en focos aislados entre Caldera y Constitución (**Figura 2c**). De acuerdo al promedio mensual de la concentración de clorofila-a, al norte de Valparaíso no se observaron concentraciones $> 1\text{ mg/m}^3$. Hacia el sur de Valparaíso, el sector costero presentó concentraciones $> 1\text{ mg/m}^3$ que alcanzaron valores $> 5\text{ mg/m}^3$, en focos aislados, frente a Constitución, Talcahuano y Corral. Adicionalmente, en el sector oceánico se evidenciaron concentraciones $>0,25\text{ mg/m}^3$ en los centros de los giros de meso escala (**Figura 2d**).

En junio 2023, la anomalía de temperatura en la vertical de la estación de Arica, Iquique y Mejillones mantuvieron la condición positiva en toda la columna de agua detectada en mayo (**Figura 3a, 3b y 3c**). En Mejillones la anomalía positiva se fortaleció respecto al mes anterior en toda la columna de agua. Sin embargo, en Arica e Iquique si bien se registran valores menores que el mes anterior, se destacan altos valores de anomalía positiva ($>+2^{\circ}\text{C}$). En Coliumo, la anomalía negativa evidenciada en mayo se debilitó, encontrándose valores cercanos a cero en toda la columna de agua durante junio (**Figura 3d**).

Las estaciones de monitoreo de la zona norte presentaron temperaturas superiores a 15°C en toda la columna de agua, y temperaturas en superficie de $18,6^{\circ}\text{C}$ en Arica, $18,4^{\circ}\text{C}$ en Iquique y $18,9^{\circ}\text{C}$ en Mejillones (**Figura 4a**). La salinidad presentó valores cercanos a 35 en toda la columna de agua en las tres estaciones (**Figura 4b**). En cuanto al oxígeno no se observaron concentraciones por debajo de 2 mL/L en la columna de agua de las estaciones del norte (**Figura 4c**). La clorofila mostró una columna de agua poco productiva con concentraciones inferiores $1\text{ }\mu\text{g/L}$ en Iquique y Mejillones, e inferiores a $2\text{ }\mu\text{g/L}$ en Arica (**Figura 4d**). Esta condición refleja el efecto de El Niño costero desde la costa de Perú hacia el mar del norte de Chile, y que se está acoplado a El Niño que inició en mayo. Tanto el aumento de temperatura, salinidad y oxígeno, y la disminución de la clorofila, en la columna de agua, es un claro efecto de la intrusión de aguas cálidas anómalas hacia la costa. Esta condición es similar a la observada durante el verano del 2016, cuando estuvo en desarrollo uno de los Niños más fuertes de las últimas décadas (El Niño 2015-2016).

La serie de Coliumo en junio tuvo temperaturas entre $12,3^{\circ}\text{C}$ y $12,7^{\circ}\text{C}$ en superficie, disminuyendo a $11,5^{\circ}\text{C}$ a los 80 m de profundidad (**Figura 5a**). Por otro lado, la salinidad mostró valores < 32 y la densidad valores < 24 en los primeros 5 m (**Figura 5b y 5c**), lo cual está asociado con el aporte de agua dulce.



En las estaciones de la zona norte, la abundancia media de huevos de anchoveta (4297 huevos/10 m²) fue un 13% mayor a la media histórica mensual 1997-2021 (3724 huevos/10 m²). En cuanto a su distribución en las tres estaciones, el 53,7% de los huevos se concentraron en Mejillones, seguido de Arica (43,2%) e Iquique (3,1%) (**Tabla 1**), acorde con el patrón histórico de referencia 1997-2021. En su distribución vertical, la mayor abundancia de huevos en las estaciones de Arica y Mejillones se encontró en el estrato de 0-10 m de profundidad (**Tabla 1**).

En Coliumo se registraron huevos de anchoveta en las estaciones de 5, 12 y 18 millas náuticas (mn), con la mayor abundancia de huevos en la estación de 5 mn (673 huevos/10 m²), mientras que la de larvas en la de 12 mn (0-80 m, 482 larvas/10 m²) (**Tabla 1**). La abundancia media de huevos de anchoveta en esta localidad fue de 320 huevos/10 m², disminuyendo en relación a los tres meses anteriores (**Figura 6b**). En las estaciones de 12 y 18 mn también se observaron huevos de merluza común, los que presentaron la mayor abundancia en el estrato 0-80 m de la estación de 12 mn (1654 huevos/10 m²) (**Tabla 1**).

El dato mensual de IGS de junio para anchoveta de la zona norte no estuvo disponible (Díaz, 2023) (**Figura 6a**). En la zona centro-sur, el IGS mensual fue de 4,4%, indicando una baja actividad reproductiva de la anchoveta (<5%) (IFOP, 2023), lo que estuvo acorde con la baja abundancia media de huevos registrada en Coliumo (**Figura 6b**).

Durante la primera quincena de julio 2023, las ATSM positivas de la zona norte se fortalecieron y las ATSM mayores a 1°C aumentaron su cobertura (**Figura 7, panel izquierdo**). A lo largo de la costa sudamericana la imagen diaria de ATSM del 19 de julio mostró ATSM positivas de alta intensidad (> + 4°C) que cubrieron toda la costa del Perú y parte de la costa de Ecuador (**Figura 7, panel derecho**).



Referencias

Díaz E. 2023. Boletín reproductivo semanal N°26 (Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta) (26 junio al 02 julio 2023). Programa de seguimiento de las principales Pesquerías Pelágicas de la zona norte, entre las Regiones de Arica y Parinacota y Coquimbo, año 2023. Convenio de desempeño 2023, Instituto de Fomento Pesquero.

[https://www.ifop.cl/wp-content/contenidos/uploads/boletines/pelagica_zona_norte/2023/monitoreo-reproductivo/Informe%20reproductivo%2026-2023\(zn\).pdf](https://www.ifop.cl/wp-content/contenidos/uploads/boletines/pelagica_zona_norte/2023/monitoreo-reproductivo/Informe%20reproductivo%2026-2023(zn).pdf)

ENFEN, 2023a. Comisión multisectorial encargada del estudio nacional del fenómeno “El Niño”. Comunicado Oficial ENFEN N°03-2023.

<https://www.dhn.mil.pe/Archivos/oceanografia/enfen/comunicado-oficial/03-2023.pdf>

ENFEN, 2023b. Comisión multisectorial encargada del estudio nacional del fenómeno “El Niño”. Comunicado Oficial ENFEN N°10-2023.

<https://www.dhn.mil.pe/Archivos/oceanografia/enfen/comunicado-oficial/10-2023.pdf>

IFOP. 2023. Documento Monitoreo reproductivo. Monitoreo del proceso reproductivo de sardina común y anchoveta entre las regiones de Valparaíso y Los Ríos, 2023. Boletín N°01: semana 24 (12 al 18 de junio 2023). 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 2023. Convenio de desempeño 2023, Instituto de Fomento Pesquero.

[https://www.ifop.cl/wp-content/contenidos/uploads/boletines/pelagica_centro_sur/2023/Reproductivo/Monitoreo%20Reproductivo%20V-XIV%20Region%20N%C2%B001%20sem%2024%20\(12%20al%2018%20de%20junio%202023\).pdf](https://www.ifop.cl/wp-content/contenidos/uploads/boletines/pelagica_centro_sur/2023/Reproductivo/Monitoreo%20Reproductivo%20V-XIV%20Region%20N%C2%B001%20sem%2024%20(12%20al%2018%20de%20junio%202023).pdf)

NOAA, 2023. El Niño/Oscilación del sur (ENOS), discusión diagnóstica. 13 de julio, 2023.

https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_disc_jul2023/ensodisc_Sp.pdf

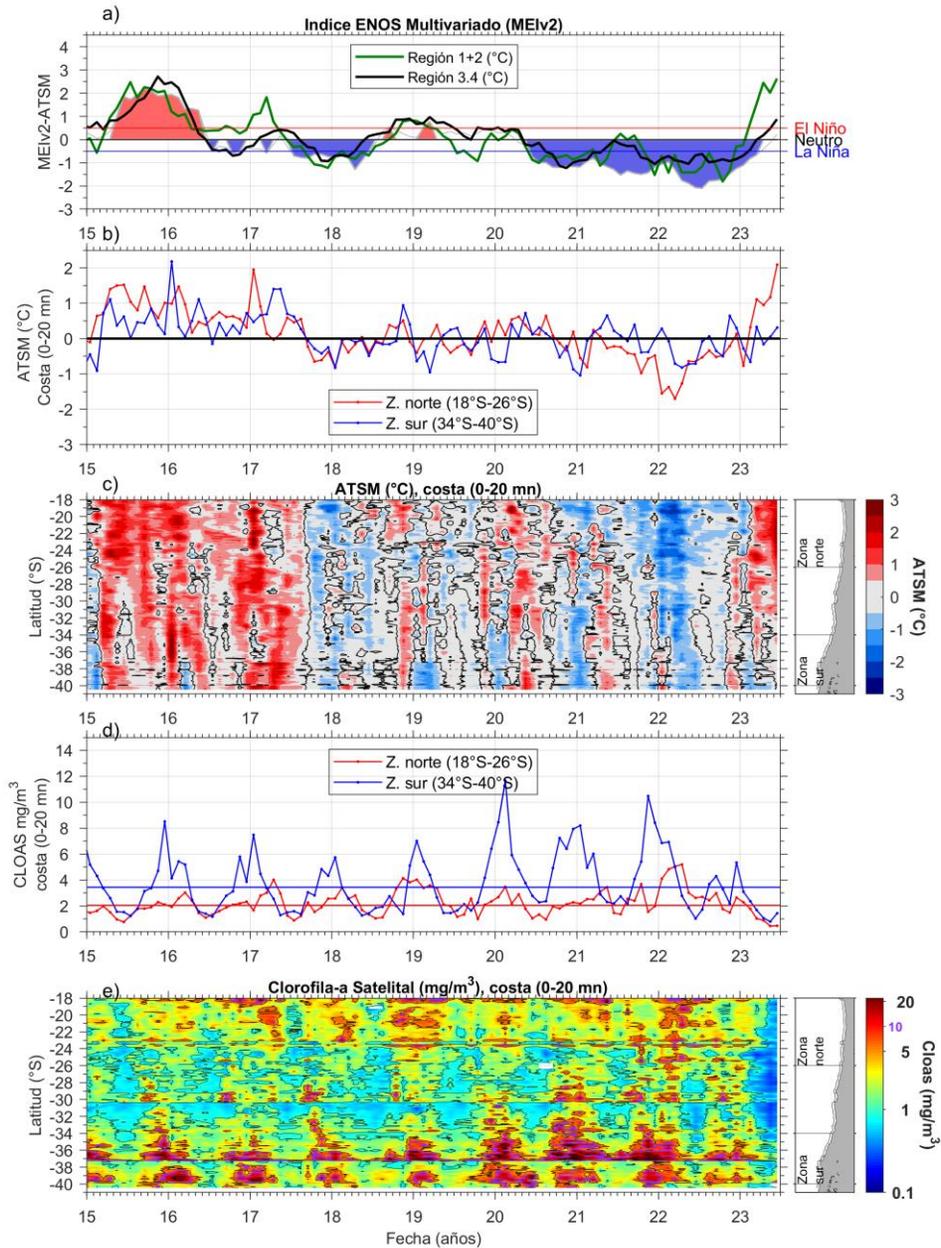


Figura 1. Series de tiempo para el período enero 2015 – junio 2023 de a) Índice ENOS Multivariado MEIv2.1 (línea gris), ATSM de la región Niño3.4 (línea negra) y ATSM de la región Niño1+2 (línea verde). Diagramas de Hovmöller de c) ATSM (°C) y e) clorofila-a satelital (mg/m^3) en la banda costera (0-20 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 (d, e) se generaron con información en logaritmo base 10.

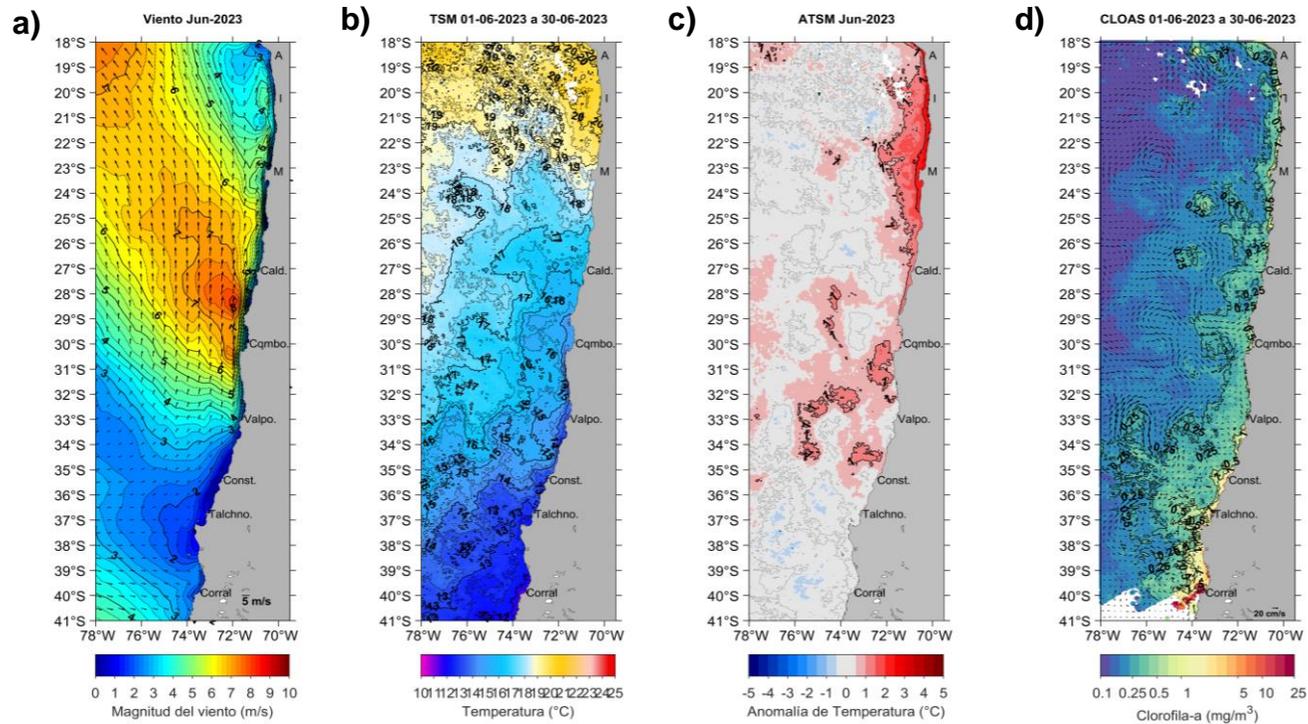


Figura 2. Distribución espacial en junio 2023 de: a) viento promedio (m/s), b) temperatura superficial del mar (TSM, °C), c) anomalía de temperatura superficial del mar (ATSM, °C) y d) concentración de clorofila-a (mg/m^3) con la corriente geostrófica en vectores (cm/s). A: Arica, I: Iquique, M: Mejillones, Cald: Caldera, Cqmb: Coquimbo, Valpo: Valparaíso, Const: Constitución, Talchno: Talcahuano. Nota: El viento promedio correspondió al producto ERA5 de 1 hora, resolución de $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ y distribuido por COPERNICUS; la TSM y el cálculo de su anomalía corresponden al producto (L4) diario (promedio día y noche) de resolución $4 \times 4 \text{ km}^2$ del satélite MODIS-A; la clorofila-a corresponde al producto (L4) mensual de resolución $4 \times 4 \text{ km}^2$ del satélite MODIS-A, mientras que las corrientes geostróficas promedio son obtenidas del producto (NRT-L4) diario, de resolución $28 \times 28 \text{ km}^2$ y distribuido por CMEMS.

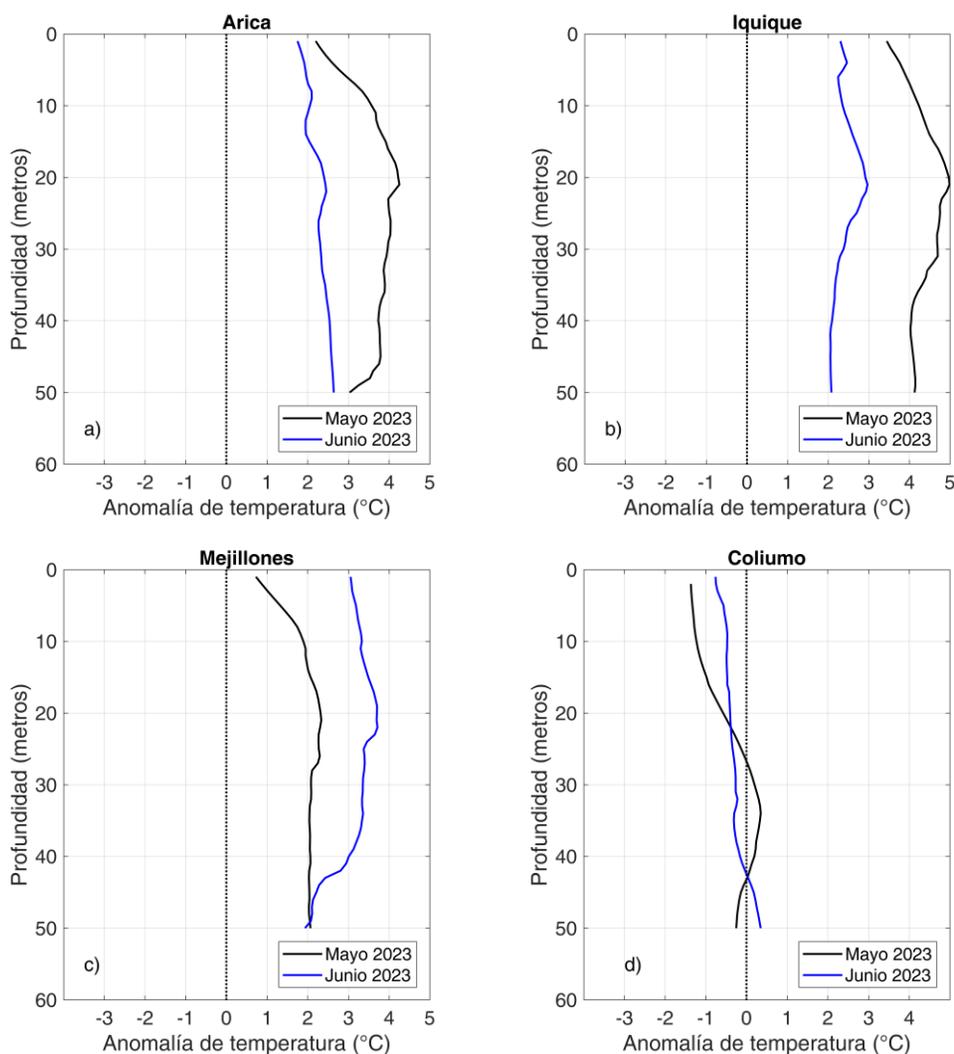


Figura 3. Perfiles de anomalía de temperatura de las estaciones costeras de Arica (a), Iquique (b), Mejillones (c) y Coliumo a 12 mn (d), durante mayo 2023 (línea negra) y junio 2023 (línea azul).

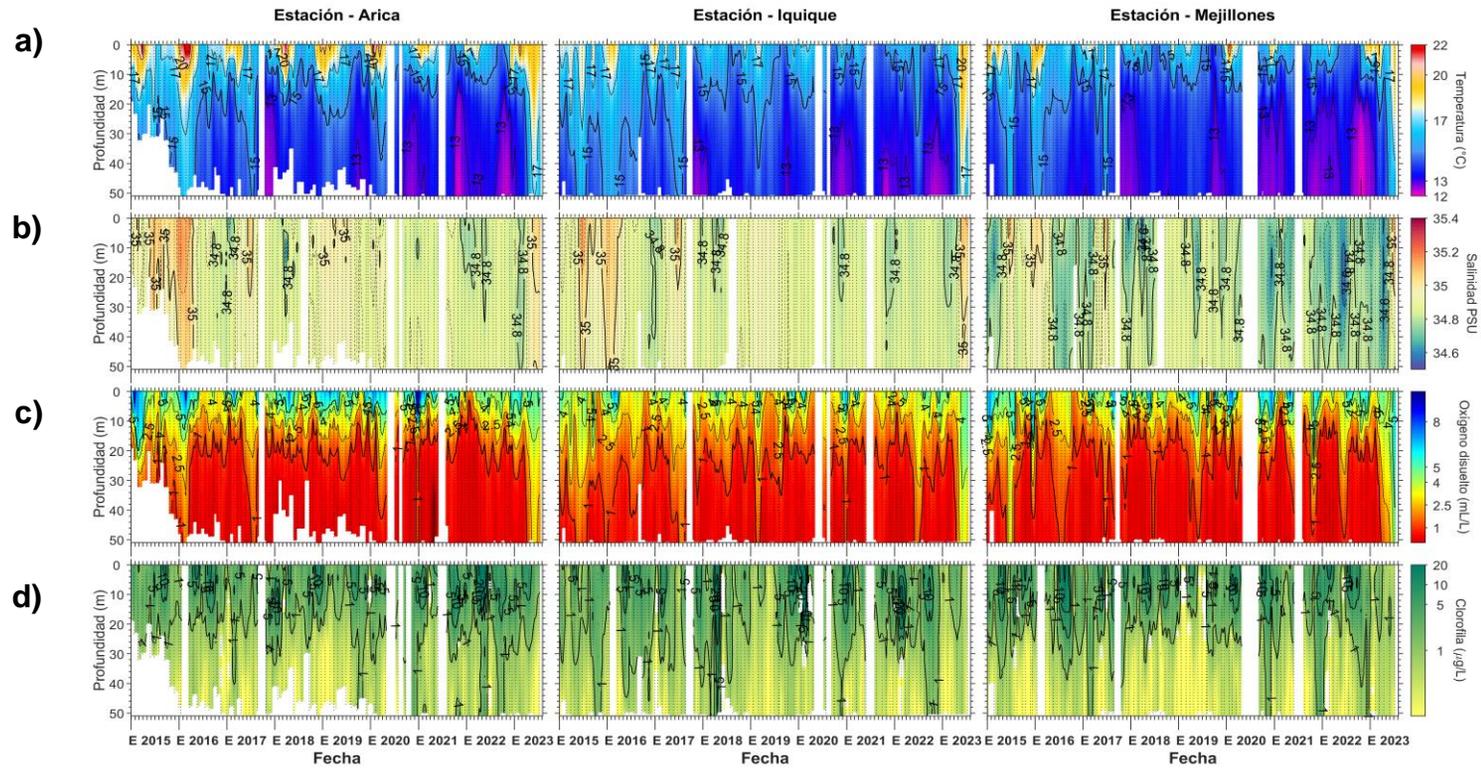


Figura 4. Series de tiempo mensual de (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad, (c) concentraci3n de oxigeno disuelto (mL/L) y (d) clorofila-a ($\mu\text{g/L}$), en las estaciones costeras (~ 2 mn) de Arica (panel izquierdo), Iquique (panel medio) y Mejillones (panel derecho), entre enero 2015 y junio 2023. Las franjas blancas indican los meses en que no se realizaron mediciones.

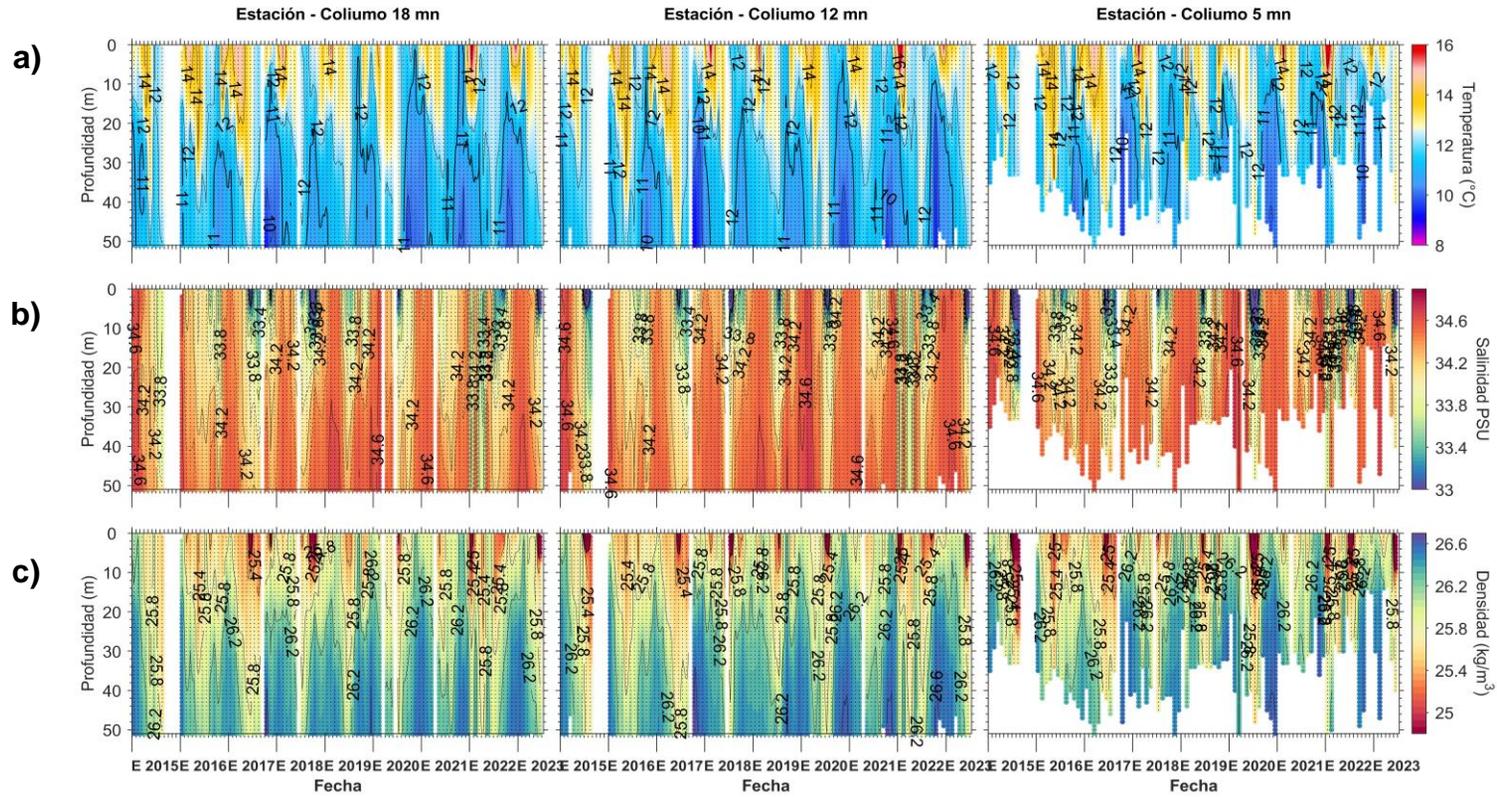


Figura 5. Serie de tiempo mensual de las estaciones costeras frente a Coliumo, entre enero 2015 y junio 2023, de: a) temperatura (°C), b) salinidad, c) densidad (kg/m³). Los paneles dispuestos en columnas de derecha a izquierda, representan la distancia de las estaciones de costa a océano (5 mn, 12 mn y 18 mn, respectivamente). Las franjas blancas indican los meses en que no se realizaron mediciones.

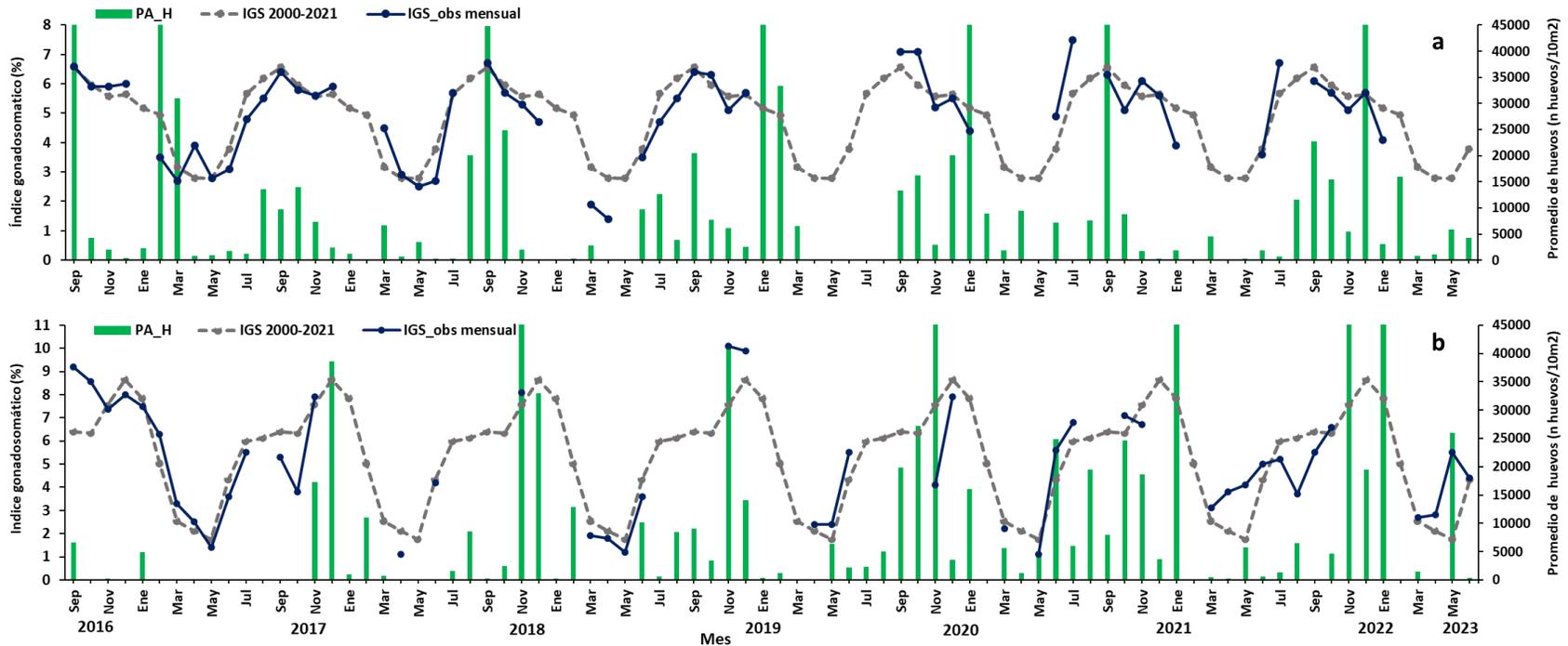


Figura 6. Análisis comparativo del índice gonadosomático medio mensual (IGS) observado (línea azul), promedio histórico del IGS (línea gris) y promedio aritmético de huevos (huevos/10 m²) de anchoveta (barra verde), periodo 2016-2022, entre: a) Arica y Mejillones y b) Coliumo (5, 12 y 18 mn). La escala de abundancia de huevos fue ajustada al valor máximo del promedio histórico del mes (45.000 huevos/10m²). Los datos de septiembre de 2016, febrero 2017, enero 2020, septiembre 2021 y diciembre 2022 de la zona norte; noviembre de 2018 y de 2020; enero 2022; noviembre 2022; enero 2023 de Coliumo, exceden este valor (abundancia prom norte sept 2016: 102.894 huevos/10m²; feb 2017: 52.309 huevos/10m²; jun 2018: 45.916 huevos/10m²; enero 2020: 67.694 huevos/10m²; sept 2021:154.819 huevos/10m²; dic 2022:63.415 huevos/10m². Coliumo: nov 2018:300.901 huevos/10m²; nov 2020:112.468 huevos/10m²; enero 2022:74.121 huevos/10m²; nov 2022:60.913 huevos/10m²; ene 2023:72.446 huevos/10m²).

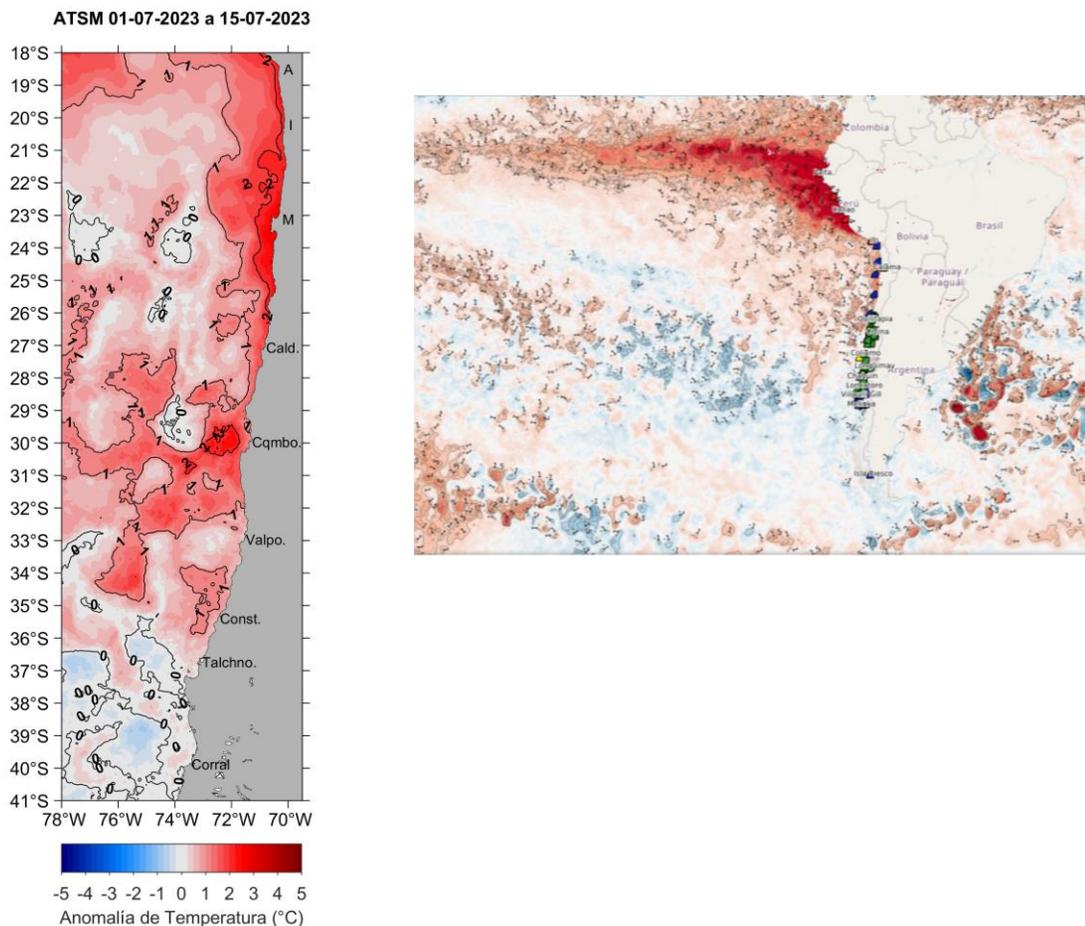


Figura 7. a) Distribuci3n espacial del promedio de la anomalia de temperatura superficial del mar (ATSM, °C) durante las 2 primeras semanas de julio 2023 (del 1 al 15 de julio 2023). Nota: el promedio de las ATSM se calcula de las imágenes diarias de ATSM del producto [MUR](#), con resoluci3n 1x1 km² y distribuidas por el repositorio [ERDDAP-NOAA](#). b).ATSM del 19 de julio de 2023 en la costa de Chile, Perú, Ecuador y Colombia (Sistema S.A.P.O. <https://gjscc.ifop.cl/>)



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 junio de 2023.

Estación	Estrato	Huevos (n°huevos/10 m ²)				Larvas (n°larvas/10 m ²)				Zooplancton	
		<i>Engraulis ringens</i>	<i>Strangomera bentincki</i>	<i>Merluccius gayi</i>	Otras especies	<i>Engraulis ringens</i>	<i>Strangomera bentincki</i>	<i>Merluccius gayi</i>	Otras especies	Biomasa (mL/1000 m ³)	Abundancia (ind/1000 m ³)
Arica	0-50 m	5570	0	0	239	796	0	0	0	238	238300
	0-10 m	7480	0	0	239	1273	0	0	239	1015	2578310
	10-25 m	716	0	0	0	239	0	0	0	228	325724
	25-50 m	318	0	0	159	398	0	0	0	189	189627
Iquique	0-50 m	398	0	0	239	239	0	0	0	388	190758
	0-10 m	80	0	0	159	0	0	0	0	621	590089
	10-25 m	398	0	0	239	0	0	0	0	572	258461
	25-50 m	0	0	0	80	0	0	0	159	103	98039
Mejillones	0-50 m	6923	0	0	637	716	0	0	0	285	398981
	0-10 m	2626	0	0	0	557	0	0	159	536	727814
	10-25 m	1114	0	0	0	80	0	0	0	469	315545
	25-50 m	557	0	0	398	80	0	0	80	276	306577
Coliumo 5 mn	0-25 m	673	0	0	75	0	0	0	0	613	117775
Coliumo 12 mn	0-80 m	207	0	1654	0	482	0	482	551	206	128518
	0-25 m	0	0	183	0	0	0	0	61	470	206265
	25-50 m	69	0	207	0	0	0	276	0	231	140693
	50-80 m	0	0	792	0	183	0	244	488	312	165521
Coliumo 18 mn	0-80 m	80	0	318	0	0	0	0	0	117	48144
	0-25 m	159	0	0	0	80	0	0	0	294	162338
	25-50 m	0	0	157	0	0	0	0	0	199	167431
	50-80 m	0	0	313	0	0	0	0	0	126	85944



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Almte. Manuel Blanco Encalada 839

Fono 56-32-2151500

Valparaíso, Chile

www.ifop.cl



www.ifop.cl