INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°7
Marzo 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 / abril 2023

BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°7

Marzo 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 / abril 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°7

Marzo 2023

SUBSECRETARÍA ECONOMÍA Y EMT / abril 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°7 marzo, 2023. Convenio de Desempeño 2022, Instituto de Fomento Pesquero.

BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°7: MARZO 2023

ZONA NORTE Y CENTRO SUR DE CHILE

RESUMEN: De acuerdo a las condiciones en el Pacífico Ecuatorial durante marzo, el sistema de seguimiento de la NOAA cambio el estatus del ENOS a "Vigilancia de El Niño". Se espera que las condiciones ENSO-neutral de la región persistan hasta otoño y que un nuevo proceso cálido El Niño se desarrolle entre mayo-julio 2023, lo que a la fecha tienen una probabilidad de 62%. Por otro lado, el sistema de Monitoreo del cambio climático (S.A.P.O. Chile) está advirtiendo de la presencia de El Niño Costero al mismo tiempo que el Boletín de Alerta de Climático (BAC) de la CPPS está mostrando aguas más cálidas de los normal a lo largo de la costa sudamericana, mientras que la Comisión Multisectorial del ENFEN de Perú ya declaró una condición cálida El Niño costero en la costa de Perú.

En el mar de Chile (18°S – 41°S) se observó en marzo de 2023 una cobertura significativa de anomalías positivas y de gran intensidad que se fortalecieron y ampliaron su distribución en la primera quincena de abril.

En cuanto al ictioplancton, durante marzo de 2023, en la zona norte la abundancia media de huevos de anchoveta fue un 90% inferior al promedio histórico mensual, con las mayores abundancias en Arica. En Coliumo se encontraron huevos de anchoveta en las estaciones de 5, 12 y 18 millas náuticas, con la mayor abundancia de huevos y de larvas en la estación más costera. En esta estación además se registraron larvas de sardina común y de jurel.

El valor mensual de IGS de anchoveta en la zona norte no estuvo disponible, mientras que en Coliumo se observó bajo el umbral de actividad reproductiva de la anchoveta (<5%), concordando con la abundancia media de huevos registrada en esta localidad.

En marzo 2023, la anomalía de temperatura superficial de mar (ATSM) en la región $Niño_{3.4}$ se mantuvo cerca de cero (-0,01°C), mientras que en la región $Niño_{1+2}$ se mantuvo positiva y aumentó su intensidad (+1,52°C) respecto al mes anterior. Por otro lado, el indicador bimensual ENOS Multivariado MEIv2, ha reflejado condiciones ambientales frías en el Pacífico Ecuatorial (MEIv2 menor a -0,5) desde mayo-junio 2020, sin embargo, desde enero hasta marzo 2023 ha presentado valores mayores a -1, que son los mayores de la serie desde junio 2022 **(Figura 1a**). Según los modelos de pronóstico publicados en el último boletín de la NOAA, del 13 de abril del 2023, se espera que continúen la condición ENSO-neutral durante el otoño de hemisferio sur y que un nuevo periodo cálido El Niño se inicie entre mayo-julio 2023, esto con una probabilidad de 62% (NOAA 2023). Por otro lado, según el comunicado de la Comisión Multisectorial del ENFEN (Perú), publicado el 30 de marzo, se declaró el estado de "Alerta de El Niño costero", y se espera que esta condición continúe desarrollándose por lo menos hasta julio de este año y con una mayor probabilidad de magnitud débil (ENFEN, 2023). El sistema de Monitoreo SAPO Chile () y el Boletín de Alerta Climático de la CPPS (BAC, febrero 2023), muestra claramente aguas significativamente más calidad entre Ecuador y la costa Norte de Chile

Localmente y respecto al mes anterior, la ATSM promedio de la zona norte se mantuvo positiva y aumento su intensidad (+1,1°C), mientras que en la zona sur se tornó positiva, pero de baja intensidad (+0,3°C) (**Figura 1b**). A lo largo de la costa, al norte de los 26,5°S, se observó una alta cobertura de

ATSM positivas de alta intensidad (>1°C) (**Figura 1c**). La concentración promedio de clorofila-*a* disminuyó respecto al mes anterior alcanzando valores inferiores a 2 mg/m^3 en ambas zonas (**Figura 1d**). Meridionalmente se observó una baja cobertura de concentraciones > 5 mg/m^3 (**Figura 1e**).

En términos espaciales, la magnitud del viento promedio disminuyó respecto a febrero con magnitudes inferiores a 7 m/s y magnitudes débiles (<4m/s) a lo largo de todo el sector costero, que se extendieron hacia el oeste al norte de Caldera (**Figura 2a**). La temperatura superficial del mar (TSM) promedio del mes mostró valores > 21°C al norte de Coquimbo y máximas que bordearon los 26°C al norte de los 21°S. Hacia el sur, la TSM fue disminuyendo, donde se encontraron mínimas de 15°C frente a Corral (**Figura 2b**). Las ATSM asociadas a estas TSM tuvieron una alta cobertura espacial con valores positivos de alta intensidad al norte de Constitución, principalmente en el sector costero (**Figura 2c**). De acuerdo a la distribución espacial del promedio mensual de clorofila-*a*, se observó una disminución respecto a febrero en la cobertura espacial de concentraciones > 5 mg/m^3 en el sector costero. También, se detectó una baja actividad geostrófica en el sector oceánico respecto al mes anterior (**Figura 2d)**.

En marzo 2023, respecto de febrero, las mediciones *in-situ* de la anomalía de temperatura en las estaciones de Arica se mantuvo positiva en la superficie (**Figura 3a**), mientras que en Mejillones se tornó positiva en toda la columna de agua (**Figura 3b**). Por otro lado, en Iquique se mantuvieron negativas en toda la columna de agua (**Figura 3c**). Finalmente, la anomalía en Coliumo presentó valores negativos en toda la vertical (**Figura 3d**).

Las series de tiempo de temperatura en las estaciones fijas mostraron en marzo una alta estratificación térmica en Arica (Temperatura $_{superficial}$ = 19,6°C, Temperatura $_{fondo}$ = 13,4°C) y Mejillones (Temperatura $_{superficial}$ = 20,1°C, Temperatura $_{fondo}$ = 14°C), mientras que, en Iquique se presentó una columna de agua más homogénea térmicamente, con registros que fluctuaron entre 16,9°C en superficie y 13,2°C en el fondo (**Figura 4a**). La serie de salinidad mostró en marzo valores cercanos a 34,8 en toda la columna de agua de las tres estaciones, valores que reflejan la predominancia de la masa de agua Ecuatorial Subsuperficial (**Figura 4b**). En cuanto a la serie de oxígeno para el mismo mes, de todas las estaciones, Iquique fue la que presentó la columna de agua menos oxigenada (< 3,5 mL/L). La isolínea de 1 mL/L llego a los 15 m de profundidad en Arica e Iquique, mientras que estuvo ubicada a mayor profundidad (>30m) en Mejillones (**Figura 4c**). En cuanto a la clorofila-*a*, las concentraciones en marzo fueron inferiores a 3,5 µg/L en Iquique y Mejillones, mientras que en Arica hubo concentraciones mayores a 5 µg/L en los primeros 8 metros de profundidad (**Figura 4d**).

La serie de Coliumo presentó en marzo una alta estratificación térmica en las tres estaciones con temperaturas cercanas a 14°C en superficie y a 11°C cerca del fondo (**Figura 5a**). Por otro lado, la salinidad mostró valores cercanos a 34,6 en toda la columna de agua de las tres estaciones (**Figura 5b)**. La densidad presentó una distribución similar a la temperatura en la columna de agua (**Figura 5c**)

En relación al ictioplancton, en las estaciones de la zona norte, la abundancia media de huevos de anchoveta (875 huevos/10 m^2) fue un 90% menor a la media histórica mensual 1997-2021 (9613 huevos/10 m^2). En cuanto a su distribución en las tres estaciones, el 90,9% de los huevos se concentraron en Arica, seguido de Iquique (9,1%) y Mejillones (0,0%) (**Tabla 1**), acorde con el patrón histórico de referencia 1997-2021.

En Coliumo se registraron huevos de anchoveta en las estaciones de 5, 12 y 18 millas náuticas (mn), con la mayor abundancia de huevos y de larvas en la estación de 5 mn (0-25 m, 2677 huevos/10 m^2 y 535 larvas/10 m^2 respectivamente) (**Tabla 1**). La abundancia media de huevos de anchoveta en esta localidad (1404 huevos/10 m^2) aumentó en un 94% en relación al mes anterior (**Figura 6b**). En la estación de 5 mn también se observaron larvas de sardina común y larvas de jurel (382 larvas/10 m^2 y 459 larvas/10 m^2) (**Tabla 1**).

Durante marzo el dato mensual de IGS de anchoveta de la zona norte no estuvo disponible (Hernández, 2023) (**Figura 6a**). En la Región del Biobío, que contienen la localidad de Coliumo, el IGS mensual fue de 2,7%, indicando una baja actividad reproductiva (<5%) (IFOP, 2023), lo que estuvo acorde con la abundancia media de huevos de anchoveta observada en este sector (1404 huevos/10 m^2) (**Figura 6b**).

Durante la primera quincena de abril 2023, las ATSM positivas de la zona norte se fortalecieron y ampliaron su cobertura hacia el océano y hacia el sur del área de estudio (**Figura 7, panel izquierdo).** Este fortalecimiento se observó a lo largo de la costa sudamericana, con mayor intensidad en la costa de Perú, con ATSM que superaron 6°C (**Figura 7, panel derecho**).

Referencias

BAC, febrero 2023. Boletín de Alerta Climático N°383. Comité Regional para el Estudio del Fenómeno El Niño. Comisión Permanente del Pacífico Sur.

http://cpps.dyndns.info/cpps-docs-web/dircient/bac/BACCompleto.pdf

ENFEN, 2023. Comisión multisectorial encargada del estudio nacional del fenómeno "El Niño". Comunicado Oficial ENFEN N°04-2023.

https://www.dhn.mil.pe/Archivos/oceanografia/enfen/comunicado-oficial/04-2023.pdf

Hernández C. 2023. Boletín semanal N°12 (Regiones de Arica y Parinacota a Coquimbo) (20 al 26 de marzo de 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/Biologicos_Pesqueros/INF%20SEM%20_B-P_PPN%20N%C2%B012_2023.pdf

IFOP. 2023. Boletín técnico semanal, Pesquería pelágica centro-sur, 2023. Boletín semana 13 (27 de marzo al 02 de abril 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/Semanales/Boletin%20sem%2013%20(27%20de%20marzo%20al%2002%20de%20abril%202023).pdf

NOAA, 2023. El Niño/Oscilación del sur (ENOS), discusión diagnóstica. 9 de marzo, 2023.

https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_disc_apr2023/ensodisc_Sp.pdf

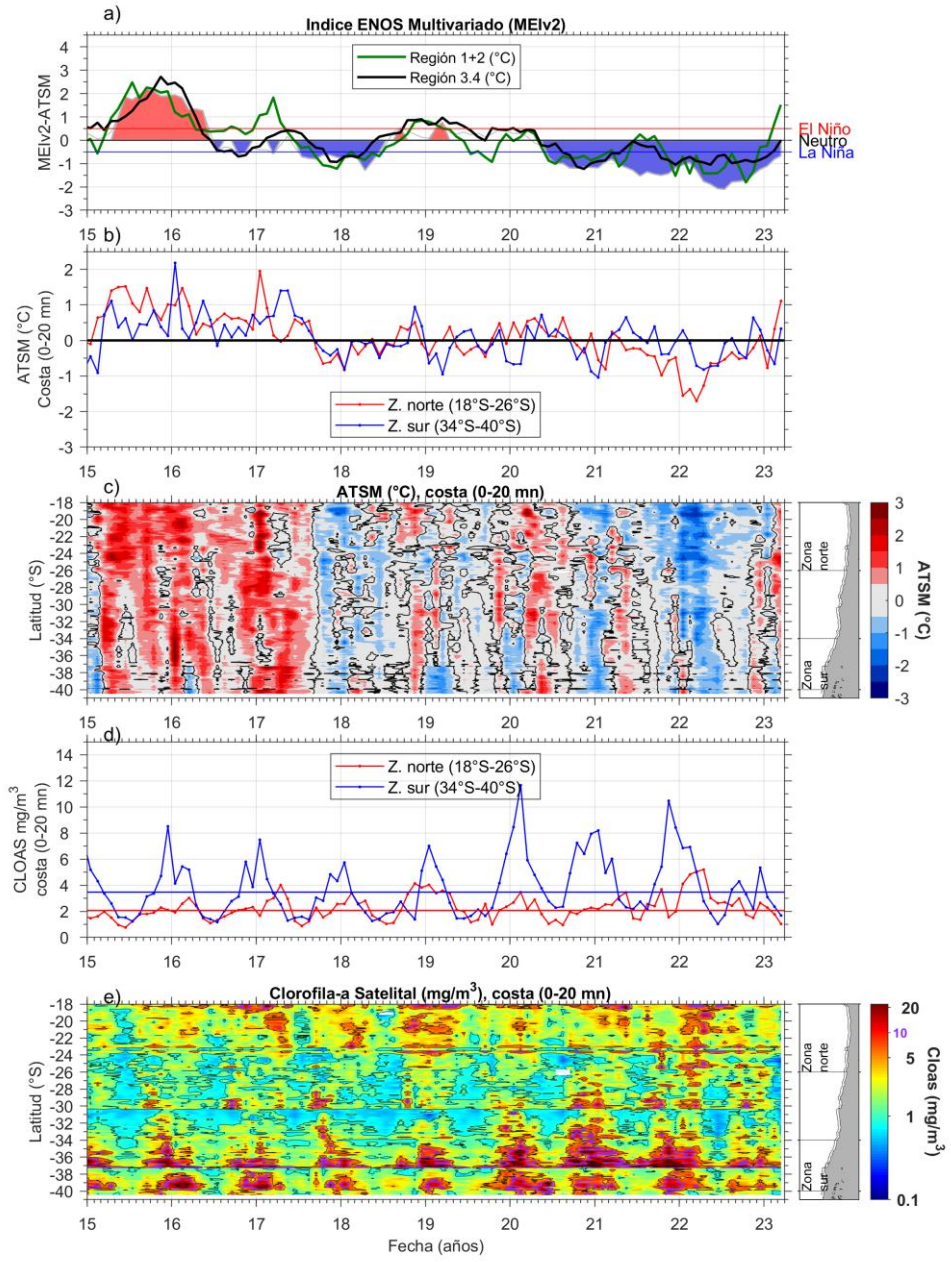

Figura 1. Series de tiempo para el período enero 2015 – marzo 2023 de a) Índice ENOS Multivariado MEIv2.1 (línea gris), ATSM de la región Niño3.4 (línea negra) y ATSM de la región Niño1+2 (línea verde). Diagramas de Hovmöller de c) ATSM (°C) y e) clorofila-*a* satelital (mg/m^3) en la banda costera (0-20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

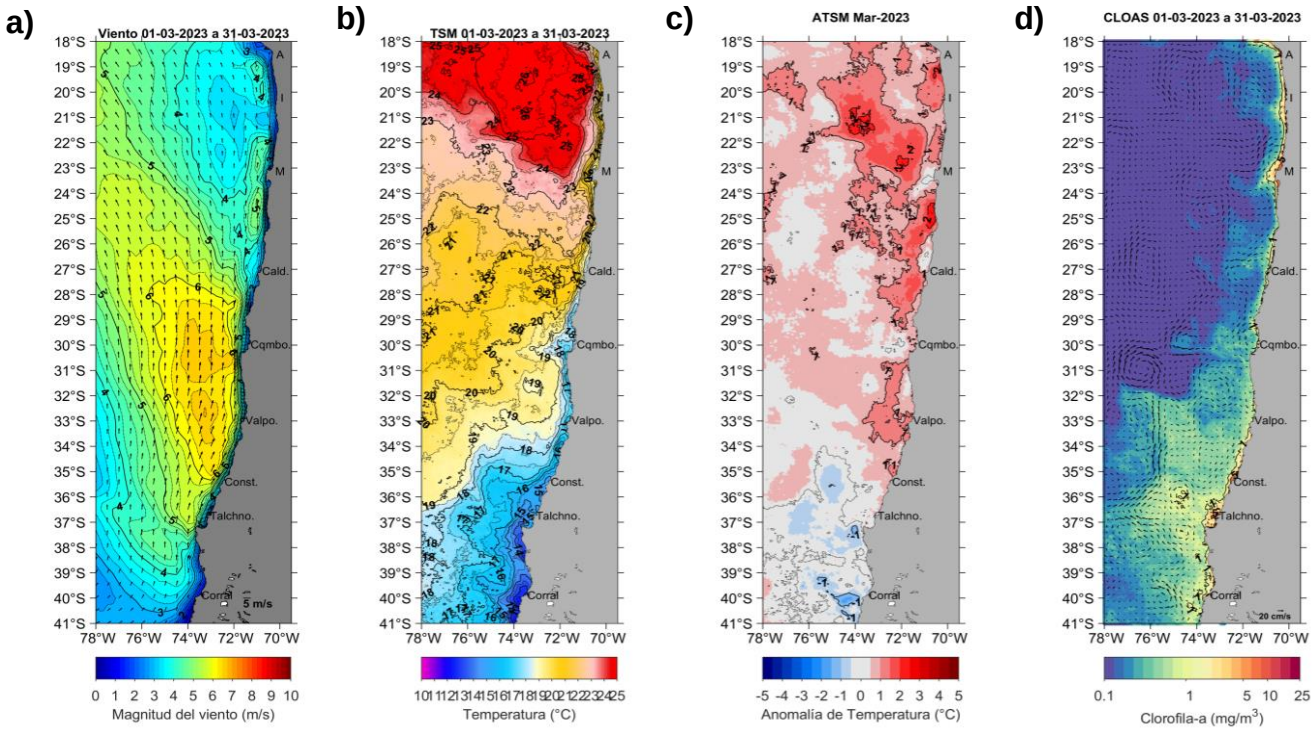

Figura 2. Distribución espacial de marzo 2023 de: a) viento promedio (m/s), b) temperatura superficial del mar (TSM, °C), c) anomalía de temperatura superficial del mar (ATSM, °C) y d) concentración de clorofila-*a* (mg/m^3) con la corriente geostrófica en vectores (cm/s). A: Arica, I: Iquique, M: Mejillones, Cald: Caldera, Cqmbo: 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 km^2 del satélite MODIS-A; la clorofila-*a* 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.

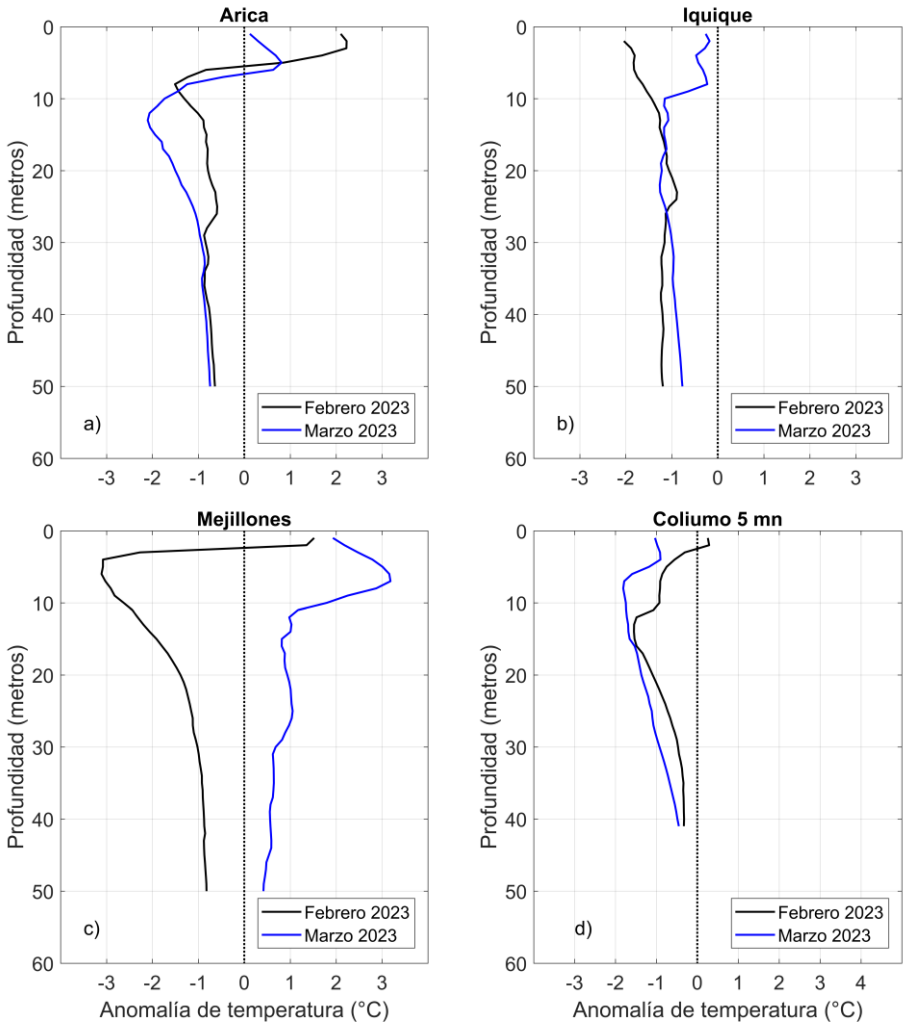

Figura 3. Perfiles de anomalía de temperatura de las estaciones costeras de Arica (a), Iquique (b), Mejillones (c) y Coliumo a 5 mn (d), durante febrero 2023 (línea negra) y marzo 2023 (línea azul).

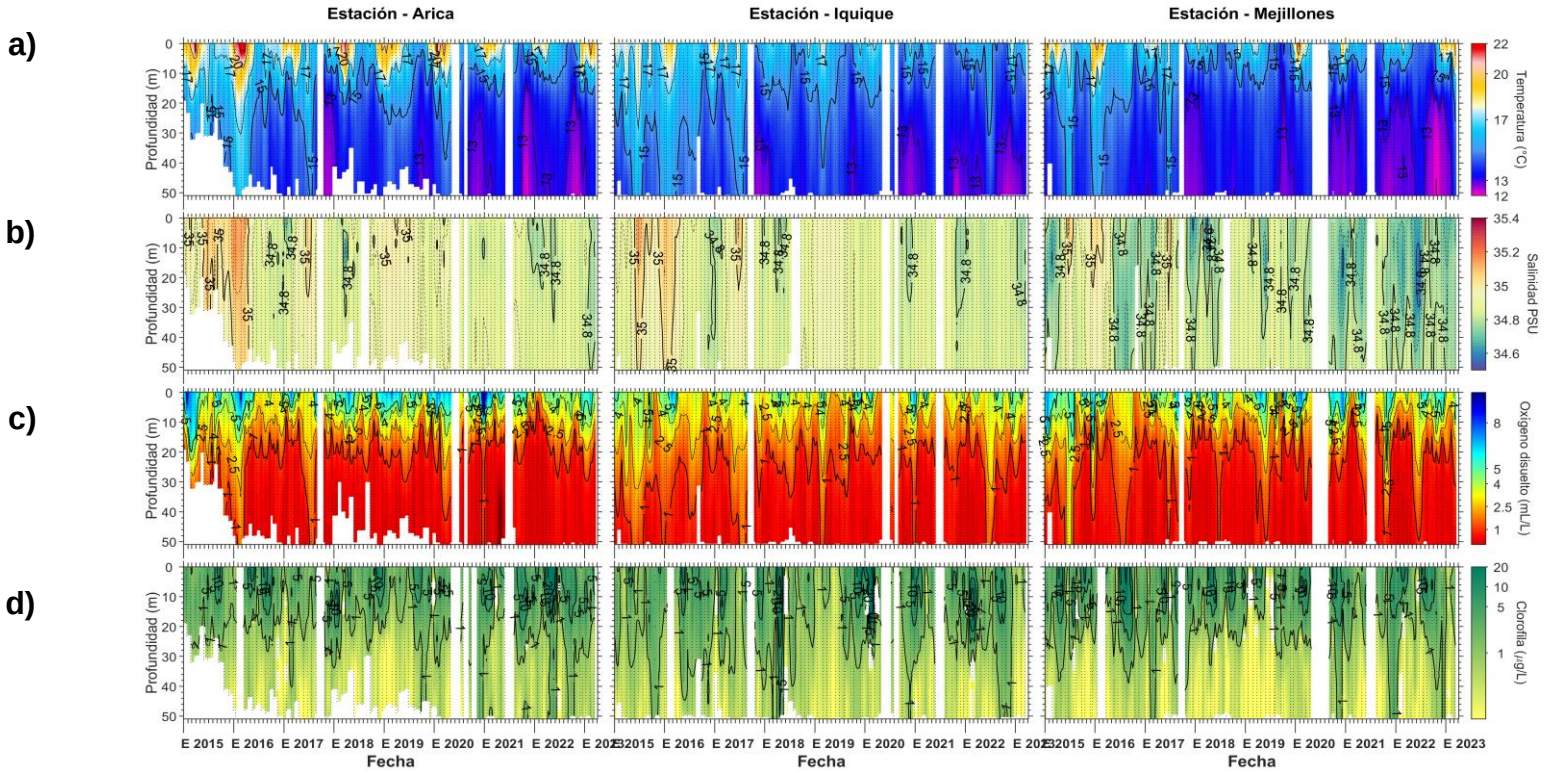

Figura 4. Series de tiempo mensual de (a) temperatura (°C), (b) salinidad, (c) concentración de oxígeno disuelto (mL/L) y (d) clorofila-*a* (µg/L), en las estaciones costeras (~2 mn) de Arica (panel izquierdo), Iquique (panel medio) y Mejillones (panel derecho), entre enero 2015 y marzo 2023. Las franjas blancas indican los meses en que no se realizaron mediciones.

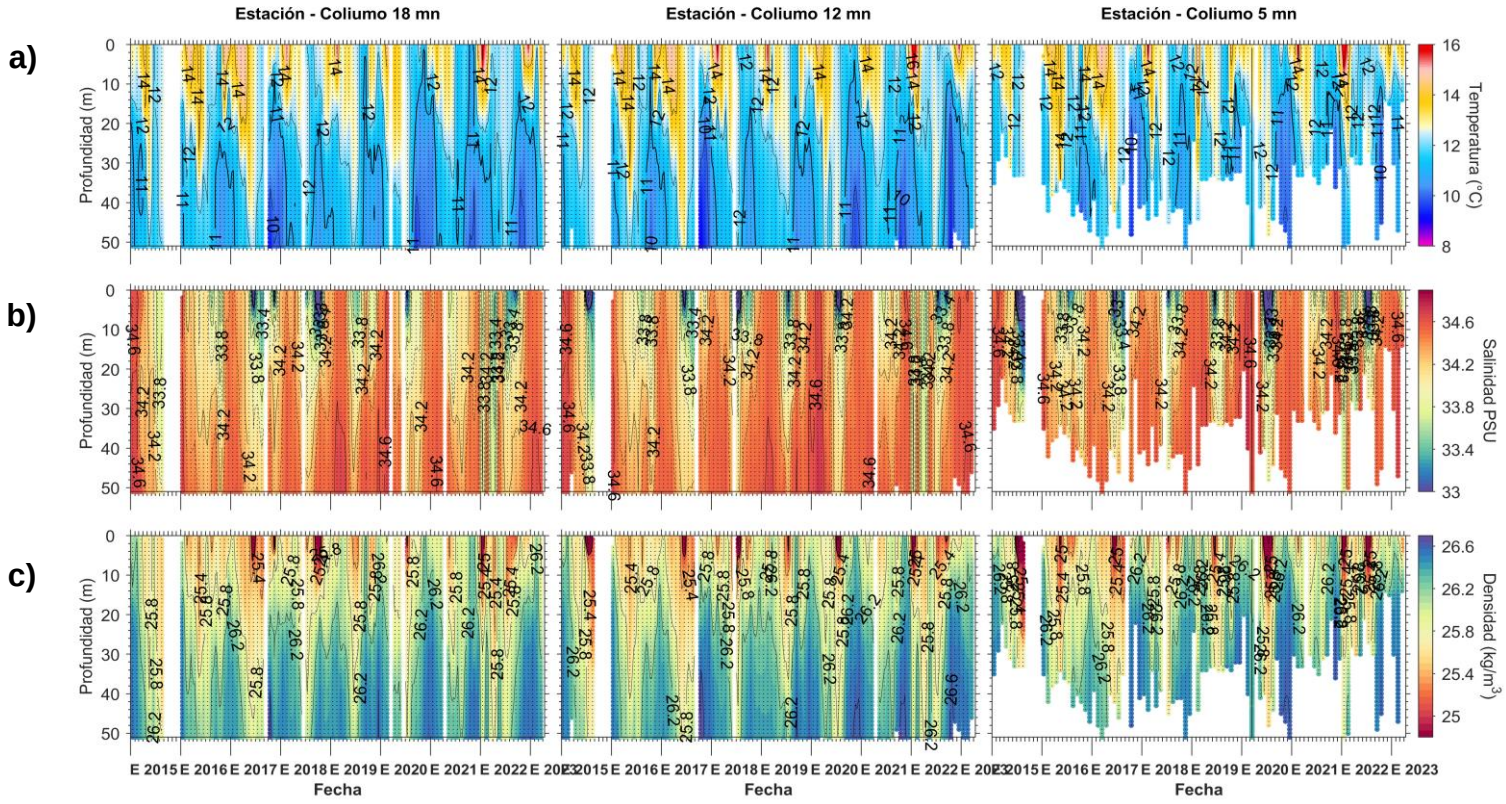

Figura 5. Serie de tiempo mensual de las estaciones costeras frente a Coliumo, entre enero 2015 y marzo 2023, de: a) temperatura (°C), b) salinidad, c) densidad (kg/m^3). Los paneles dispuestos en columnas de derecha a izquierda, representan la distancia de las estaciones de costa a océano (5 mn, 12 mn y 18 mn, respectivamente). Las franjas blancas indican los meses en que no se realizaron mediciones.

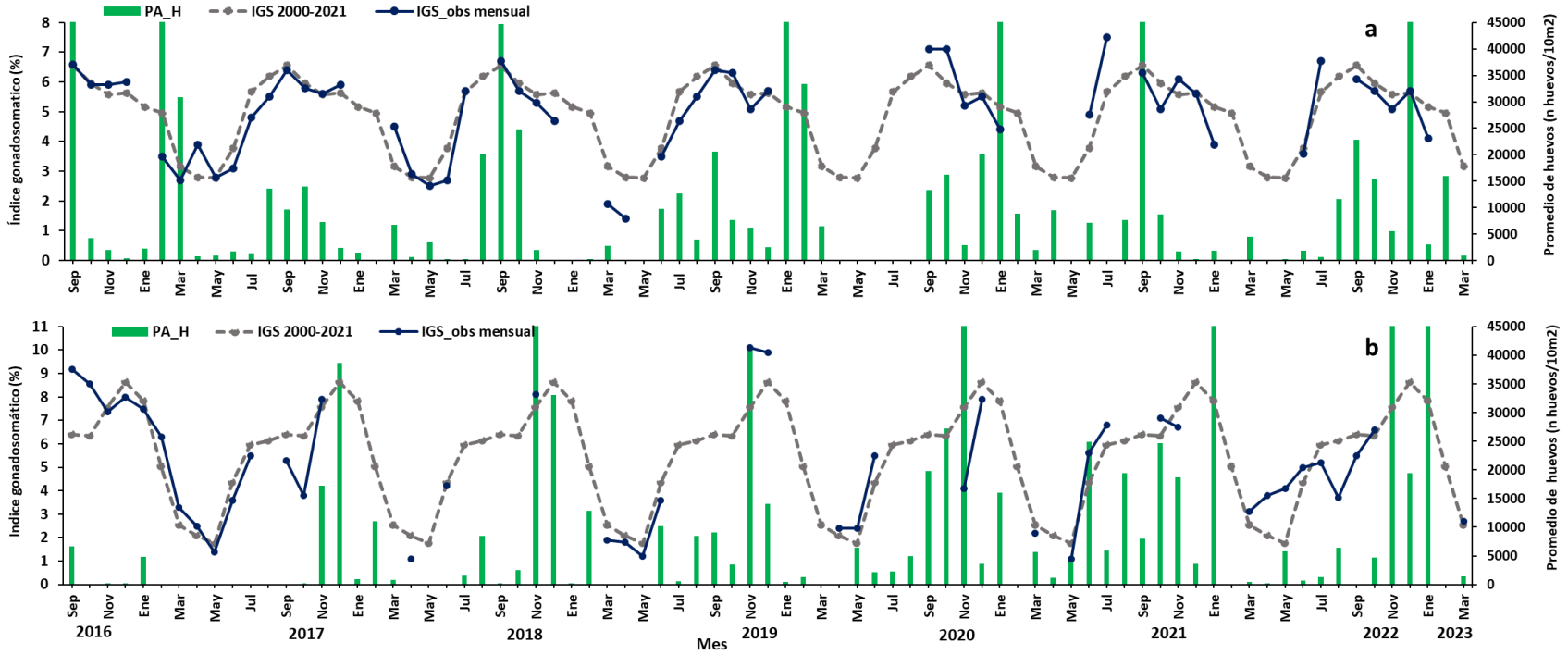

Figura 6. Análisis comparativo del índice gonadosomático medio mensual (IGS) observado (línea azul), promedio histórico del IGS (línea gris) y promedio aritmético de huevos (huevos/10 m^2) de anchoveta (barra verde), periodo 2016-2022, entre: a) Arica y Mejillones y b) Coliumo (5, 12 y 18 mn). La escala de abundancia de huevos fue ajustada al valor máximo del promedio histórico del mes (45.000 huevos/10m^2). 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/10m^2; feb 2017: 52.309 huevos/10m^2; jun 2018: 45.916 huevos/10m^2; enero 2020: 67.694 huevos/10m^2; sept 2021:154.819 huevos/10m^2; dic 2022:63.415 huevos/10m^2. Coliumo: nov 2018:300.901 huevos/10m^2; nov 2020:112.468 huevos/10m^2; enero 2022:74.121 huevos/10m^2; nov 2022:60.913 huevos/10m^2; ene 2023:72.446 huevos/10m^2).

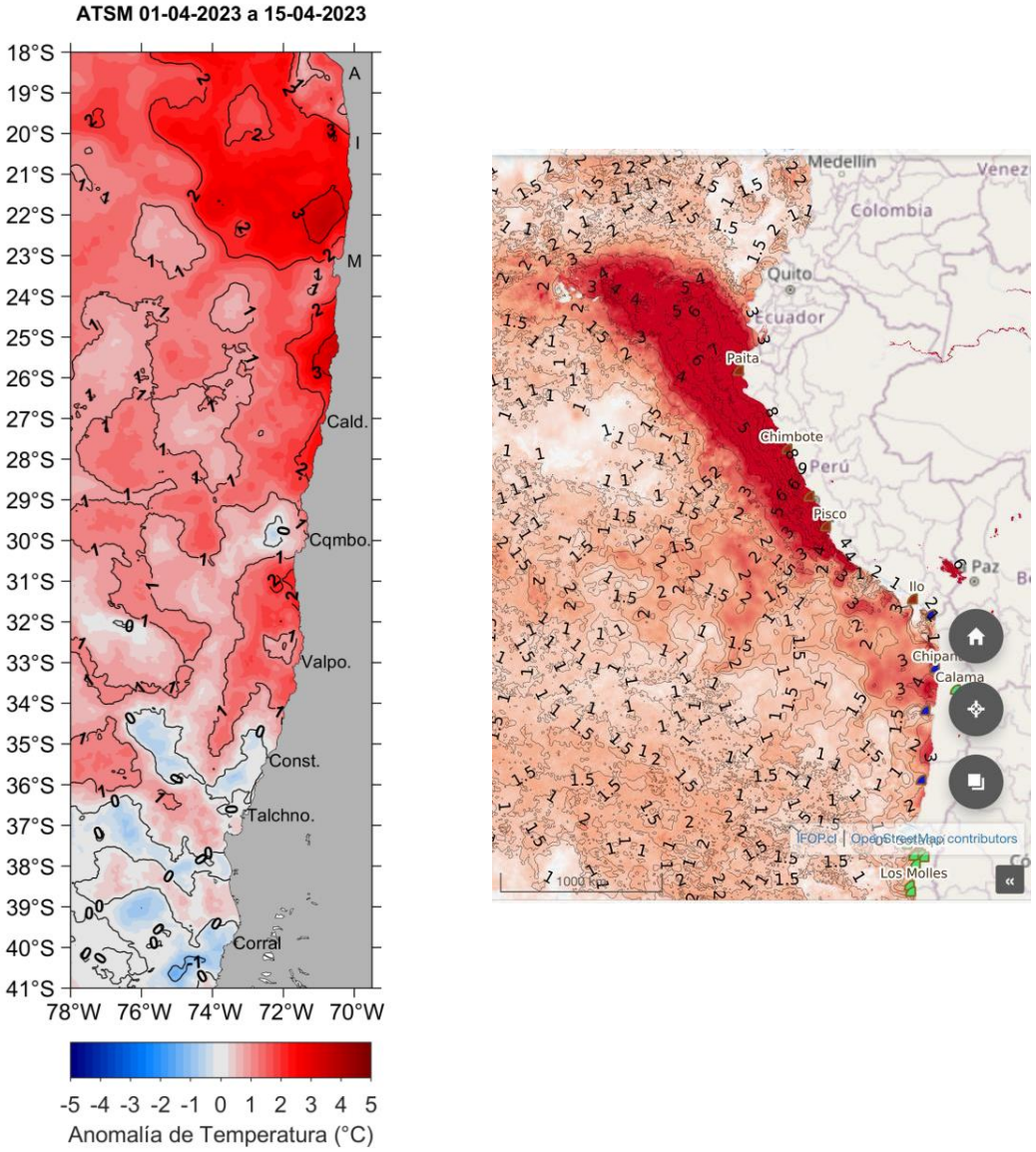

Figura 7. Distribución espacial del promedio de la anomalía de temperatura superficial del mar (ATSM, °C) durante las 2 primeras semanas de abril 2023 (del 1 al 15 de abril 2023) (panel izquierdo). Nota: el promedio de las ATSM se calcula de las imágenes diarias de ATSM del producto MUR , con resolución 1x1 km^2 y distribuidas por el repositorio ERDDAP-NOAA. ATSM del 17 de abril de 2023 en la costa de Chile, Perú y Ecuador (el Sistema S.A.P.O. https://giscc.ifop.cl/) (panel derecho).

Tabla 1. Resumen de la abundancia relativa del ictioplancton (individuos/10 m^2) de las distintas especies encontradas en las zonas 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 marzo de 2023.

Estación	Estrato	Huevos (n°huevos/10 m^2)			Larvas (n°larvas/10 m^2)				Zooplancton	
		Engraulis ringens	*Strangomera bentincki*	Otras especies	*Engraulis ringens*	*Strangomera bentincki*	*Trachurus murphyi*	Otras especies	Biomasa (mL/1000 m^3)	Abundancia (ind/1000 m^3)
Arica	0-50 m	1592	0	0	0	0	0	0	267	672270
	0-10 m	3899	0	318	0	0	0	0	1253	4545465
	10-25 m	0	0	0	0	0	0	0	623	228122
	25-50 m	4615	0	398	0	0	0	0	326	214541
Iquique	0-50 m	159	0	159	0	0	0	0	227	314490
	0-10 m	159	0	159	80	0	0	80	1214	2858423
	10-25 m	0	0	0	0	0	0	0	146	127854
	25-50 m	0	0	0	0	0	0	0	103	37879
Mejillones	0-50 m	0	0	0	0	0	0	0	895	413803
	0-10 m	0	0	0	0	0	0	0	1373	548289
	10-25 m	0	0	0	0	0	0	0	119	32892
	25-50 m	0	0	0	0	0	0	0	88	48383
Coliumo 5 mn	0-25 m	2677	0	0	535	382	459	306	676	1344541
Coliumo 12 mn	0-80 m	1385	0	0	0	0	0	0	142	257831
Coliumo 18 mn	0-80 m	149	0	0	74	0	0	0	256	284887

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Almte. Manuel Blanco Encalada 839

Fono 56-32-2151500

Valparaíso, Chile

www.ifop.cl

www.ifop.cl