



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°1

Septiembre 2022

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 / octubre 2022



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°1

Septiembre 2022

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 / octubre 2022

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

Carlos Montenegro Silva

Jefe Departamento de Oceanografía y Medio Ambiente

Jaime Letelier Pino

JEFATURA DE PROYECTO

Jessica Bonicelli Proaño



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°1

Septiembre 2022

SUBSECRETARÍA ECONOMÍA Y EMT / octubre 2022

AUTORES

Jessica Bonicelli Proaño
Francisca Osorio Zúñiga
Adrián Bustamante Maino

COLABORADORES

Guillermo Galindo Pérez
Angélica Varas Sandoval
Andrés Varas Gómez

Cita: Bonicelli, J., Osorio, F. & Bustamante, A. (2022). 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°1 septiembre, 2022. Convenio de Desempeño 2022, Instituto de Fomento Pesquero.



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°1: septiembre 2022

ZONA NORTE Y CENTRO SUR DE CHILE

RESUMEN: De acuerdo a las condiciones en el Pacífico Ecuatorial durante septiembre, 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 la región, proceso que se ha mantenido desde septiembre de 2021, y se espera que esta condición continúe hasta el verano del hemisferio sur. En el mar de Chile (18°S – 41°S) se observaron ATSM negativas que cubrieron gran parte de la zona de estudio, con focos de alta intensidad ($<-1^{\circ}\text{C}$) al norte de Caldera. Dicha condición se siguió observando durante la primera quincena de octubre.

En cuanto al ictioplancton, en la zona norte, la abundancia media de huevos de anchoveta fue un 19% inferior al promedio histórico mensual, con las mayores abundancias en Arica. En Coliumo se encontraron huevos y larvas de anchoveta sólo en la estación ubicada a 12 mn, con la mayor abundancia de huevos en el estrato de 25-50 m de profundidad. En esta estación también se observaron huevos y larvas de sardina común. En las estaciones de 12 mn y 18 mn además se registraron huevos de merluza común.

El valor mensual de IGS de anchoveta en la zona norte indicó una alta actividad reproductiva de la anchoveta ($>6\%$), acorde con el incremento en la abundancia media de huevos con respecto a los once meses anteriores. En Coliumo el IGS mensual indicó actividad reproductiva de la anchoveta ($>5\%$), sin embargo, la abundancia media de huevos en esta localidad disminuyó en relación a los meses anteriores.

Durante septiembre 2022, la anomalía de temperatura superficial de mar (ATSM) de la región El Niño 1+2 ($-1,12^{\circ}\text{C}$) y El Niño 3.4 ($-0,93^{\circ}\text{C}$) se mantuvo negativa y con un valor absoluto $> 0,5^{\circ}\text{C}$. El indicador bimensual ENOS Multivariado MEIv2, ha reflejado condiciones ambientales frías en el Pacífico Ecuatorial (MEIv2 menor a -0,5), desde mayo-junio 2020 hasta agosto 2022 (**Figura 1a**). Los modelos de pronóstico, publicados en el boletín de la NOAA, indican, con una probabilidad de 75%, que la condición de La Niña continúe hasta diciembre 2022-febrero 2023 y con una probabilidad de 54% de que haya una transición a ENOS neutral durante febrero-abril 2023. Por ello, el sistema de alerta de la NOAA mantuvo el estado de “Advertencia de La Niña” en su último boletín del 13 de octubre 2022 (NOAA, 2022), estado que ha permanecido desde octubre 2021 (NOAA, 2021).

En el mar de Chile, durante septiembre, la ATSM promedio del sector costero (0 – 20 mn) mostró valores negativos en ambas zonas, aunque de baja intensidad (norte: $-0,52^{\circ}\text{C}$; sur: $-0,35^{\circ}\text{C}$) (**Figura 1b**). Meridionalmente, se observó una alta cobertura de ATSM neutras al sur de los 24°S y focos costeros de anomalías negativas al norte de dicha latitud (**Figura 1c**). En cuanto a la serie del promedio mensual de clorofila-a, la concentración promedio de la banda costera presentó un incremento respecto a agosto en ambas zonas (**Figura 1d**). Meridionalmente, se observó un aumento en cobertura de concentraciones por sobre 5 mg/m^3 (**Figura 1e**).

La magnitud del viento aumentó con respecto al mes previo (Bonicelli, 2022) presentando las más altas intensidades ($> 8 \text{ m/s}$) entre Coquimbo y Caldera, que fueron disminuyendo hacia la costa. Magnitudes de intensidad débil ($< 4 \text{ m/s}$) se presentaron en todo el sector costero, que se extendieron hacia el sector



oceánico al sur de los 38°S (**Figura 2a**). La temperatura superficial del mar (TSM) mostró valores $< 18^{\circ}\text{C}$ en toda el área de estudio, que fueron disminuyendo gradualmente hacia el sur, donde se observaron TSM $< 11^{\circ}\text{C}$ al sur de Corral (**Figura 2b**). Las ATSM, asociadas a esta distribución de TSM, tuvieron una amplia cobertura de valores entre $-0,5^{\circ}\text{C}$ y $+1^{\circ}\text{C}$ con focos costeros y oceánicos de ATSM negativas de alta intensidad ($>1^{\circ}\text{C}$, valor absoluto) al norte de Caldera (**Figura 2c**). De acuerdo a la distribución espacial del promedio mensual de clorofila-*a*, se observaron altas concentraciones ($> 5 \text{ mg/m}^3$) en gran parte del sector costero. También, se detectó una alta actividad geostrófica y una extensión hacia el sector oceánico de concentraciones de clorofila-*a* $> 1 \text{ mg/m}^3$ al sur de Constitución (**Figura 2d**).

Durante septiembre, al igual que agosto, las mediciones *in-situ* de la columna de agua en las estaciones de vigilancia mensual, mostraron una condición fría en Arica (**Figura 3a**), Iquique (**Figura 3b**) y Mejillones (**Figura 3c**). En Coliumo, durante septiembre las anomalías se tornaron negativas y $< -0,5^{\circ}\text{C}$ bajo los 10 m de profundidad (**Figura 3d**).

Las series de tiempo de las variables hidrográficas de las estaciones del norte mostraron una columna de agua relativamente homogénea (**Figura 4a**). La salinidad mostró 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 al oxígeno, en las tres estaciones la isolínea de 1 mL/L estuvo entre los 20 m y 30 m de profundidad (**Figura 4c**). Con respecto a la clorofila-*a*, en Arica e Iquique se observaron concentraciones $> 1 \mu\text{g/L}$ en toda la columna de agua y concentraciones $> 5 \mu\text{g/L}$ en los primeros 10 m. En Mejillones concentraciones $> 1 \mu\text{g/L}$ se detectaron en los primeros 30 m y $> 5 \mu\text{g/L}$ en los primeros 5 m de profundidad (**Figura 4d**).

En Coliumo, la columna de agua mostró temperaturas (rangos: $10,2^{\circ}\text{C} - 12,6^{\circ}\text{C}$) homogéneas en las tres estaciones de muestreo (5 mn, 12 mn y 18 mn) (**Figura 5a**). Sin embargo, en los primeros metros de profundidad de todas las estaciones se observó una baja salinidad (**Figura 5b**) y densidad (**Figura 5c**), lo cual estaría asociado principalmente al aporte de agua dulce por la descarga de ríos.

En relación al ictiopancton, la abundancia media de huevos de anchoveta de la zona norte (22770 huevos/10 m²) fue un 19% menor a la media histórica mensual 1997-2020 (27206 huevos/10 m²). En cuanto a su distribución en las tres estaciones, el 96,4% de los huevos se concentró en Arica, seguido de Iquique (2,9%) y Mejillones (0,7%) (**Tabla 1**), acorde con el patrón histórico de referencia 1997-2020. En su distribución vertical, la mayor abundancia de huevos en las estaciones de Iquique y Mejillones se encontró en el estrato de 0-10 m de profundidad, mientras que en Arica estuvo en el estrato de 10-25 m (**Tabla 1**).

En Coliumo sólo se registraron huevos y larvas de anchoveta en la estación ubicada a 12 mn, con la mayor abundancia de huevos en el estrato de 25-50 m (5831 huevos/10 m²), y de larvas en el de 50-80 m de profundidad (1013 larvas/10 m²) (**Tabla 1**). La abundancia media de huevos de anchoveta en Coliumo fue de 94 huevos/10 m², disminuyendo con respecto a los meses anteriores (**Figura 6b**). También, se observaron huevos y larvas de sardina común en la estación de 12 mn, mostrando las mayores abundancias en los estratos de 25-50 m y 50-80 m respectivamente (716 huevos/10 m² y 338 larvas/10 m² respectivamente). En las estaciones de 12 y 18 mn además se encontraron huevos de merluza común, con la mayor abundancia en el estrato de 25-50 m de la estación de 18 mn (2248 huevos/10 m²) (**Tabla 1**).



El dato mensual de septiembre del IGS de anchoveta de la zona norte fue de 6,1%, indicando una alta actividad reproductiva (>6%) (Díaz, 2022), lo que estuvo acorde con el aumento en la abundancia media de huevos en relación a los once meses anteriores (**Figura 6a**). En Coliumo el valor mensual de IGS de anchoveta fue de 5,5%, indicando actividad reproductiva (>5%) (IFOP, 2022), no obstante, la abundancia media de huevos disminuyó en comparación a los meses anteriores (**Figura 6b**).

Durante la primera quincena de octubre, al igual que septiembre (**Figura 2c**), hubo una alta cobertura de ATSM negativas con focos de alta intensidad al norte de Caldera (**Figura 7**).

Referencias

Díaz E. 2022. Monitoreo reproductivo semana N°38, Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta (19 al 25 septiembre 2022). Programa de seguimiento de las pesquerías pelágicas zona norte, año 2022. Convenio de desempeño 2022, Instituto de Fomento Pesquero.

[https://www.ifop.cl/wp-content/uploads/boletines/pelagica_zona_norte/2022/monitoreo-reproductivo/Informe%20reproductivo%2038-2022\(zn\).pdf](https://www.ifop.cl/wp-content/uploads/boletines/pelagica_zona_norte/2022/monitoreo-reproductivo/Informe%20reproductivo%2038-2022(zn).pdf)

Bonicelli, J., Osorio, F. & Bustamante, A. (2022). 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°12 agosto, 2022. Convenio de Desempeño 2021, Instituto de Fomento Pesquero.

IFOP. 2022. Documento monitoreo reproductivo. Monitoreo del proceso reproductivo de sardina común y anchoveta entre las regiones de Valparaíso y Los Ríos, 2022. Boletín N°15 semana 38 (19 al 25 de septiembre 2022). 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 2022. Convenio de desempeño 2022, Instituto de Fomento Pesquero.

[https://www.ifop.cl/wp-content/uploads/boletines/pelagica_centro_sur/2022/Reproductivo/Monitoreo%20Reproductivo%20V-XIV%20Region%20N%C2%B015%20sem%2038%20\(19%20al%2025%20de%20septiembre%202022\).pdf](https://www.ifop.cl/wp-content/uploads/boletines/pelagica_centro_sur/2022/Reproductivo/Monitoreo%20Reproductivo%20V-XIV%20Region%20N%C2%B015%20sem%2038%20(19%20al%2025%20de%20septiembre%202022).pdf)

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

https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_disc_oct2022/ensodisc_Sp.pdf

NOAA, 2021. 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

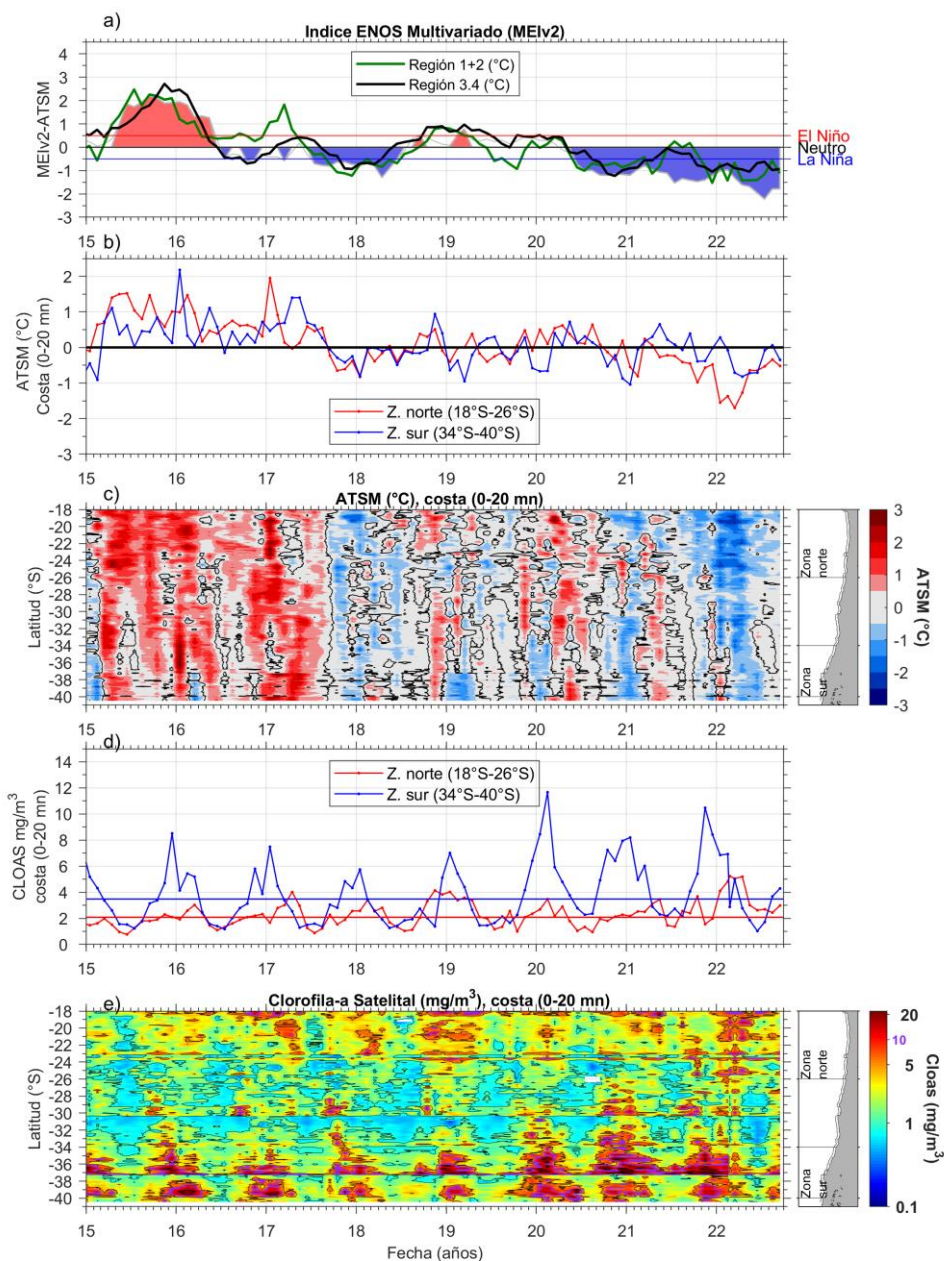


Figura 1 Series de tiempo para el período enero 2015 – septiembre 2022 de a) Índice ENOS Multivariado MEIv2.1 (línea gris), ATSM de la región Niño3.4 (línea negra) y ATSM de la región Niño1+2 (línea verde). Diagramas de Hovmöller de c) ATSM (°C) y e) clorofila-a satelital (mg/m³) en la banda costera (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

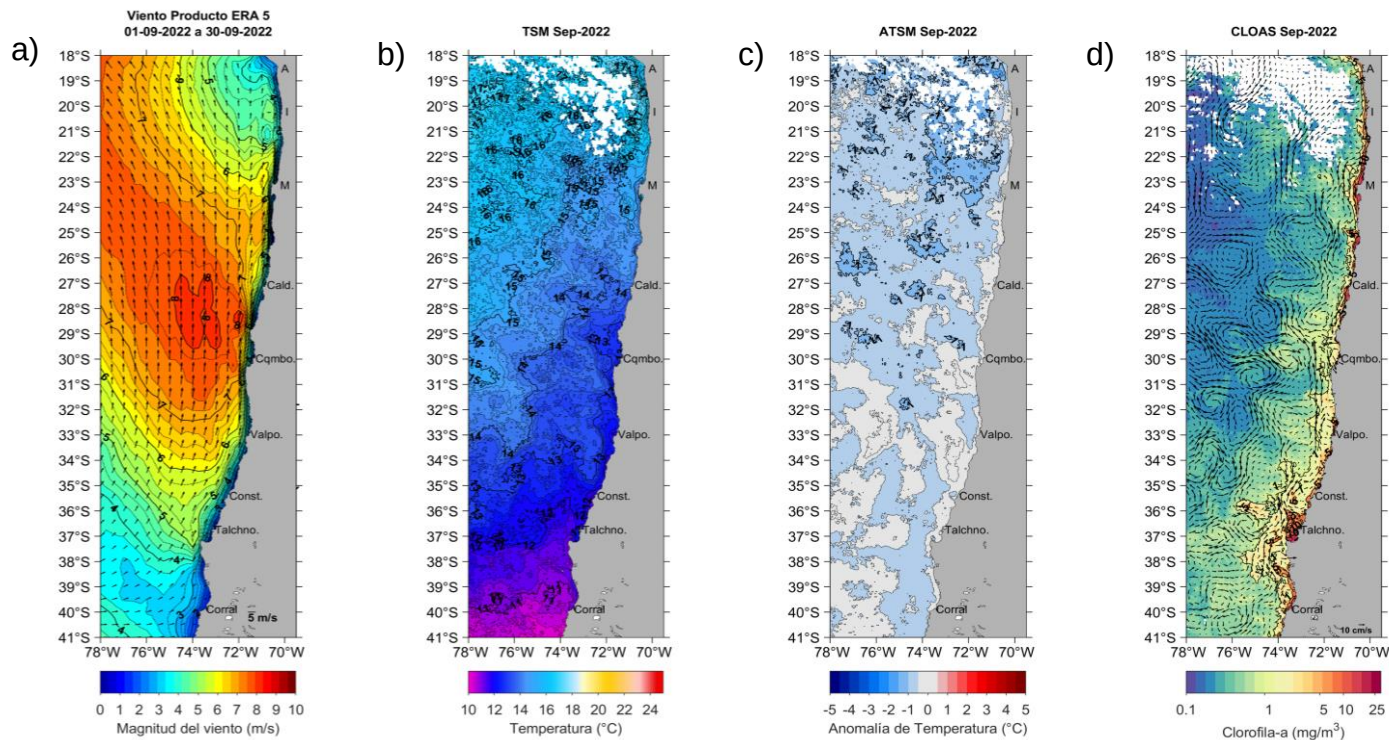


Figura 2. Distribución mensual de septiembre 2022: a) viento promedio (m/s), b) temperatura superficial del mar (TSM, °C), c) anomalía de temperatura superficial del mar (ATSM, °C) y d) concentración de clorofila-a (mg/m^3) con la corriente geostrófica en vectores (cm/s). A: Arica, I: Iquique, M: Mejillones, 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.

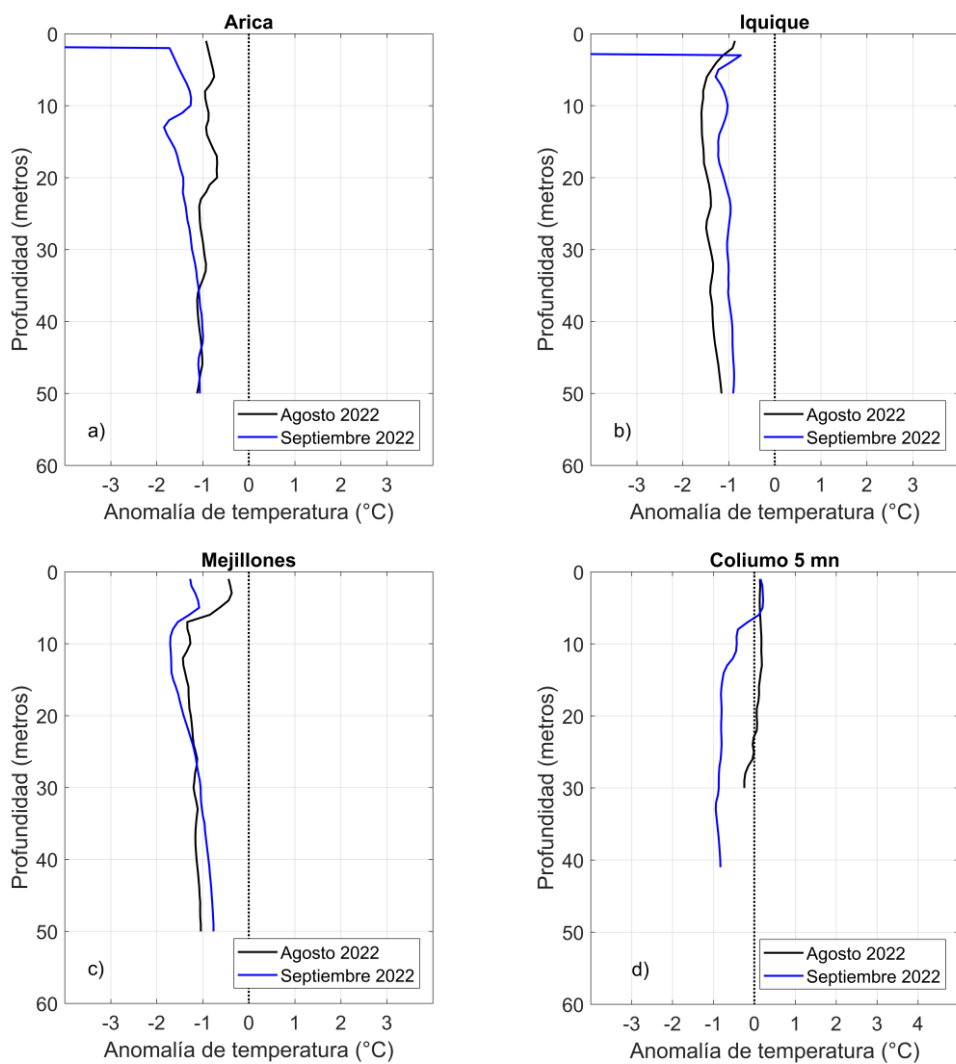


Figura 3. Perfiles de anomalía de temperatura de las estaciones costeras de Arica (a), Iquique (b), Mejillones (c) y Coliumo a 5 mn (d), durante agosto 2022 (línea negra) y septiembre 2022 (línea azul).

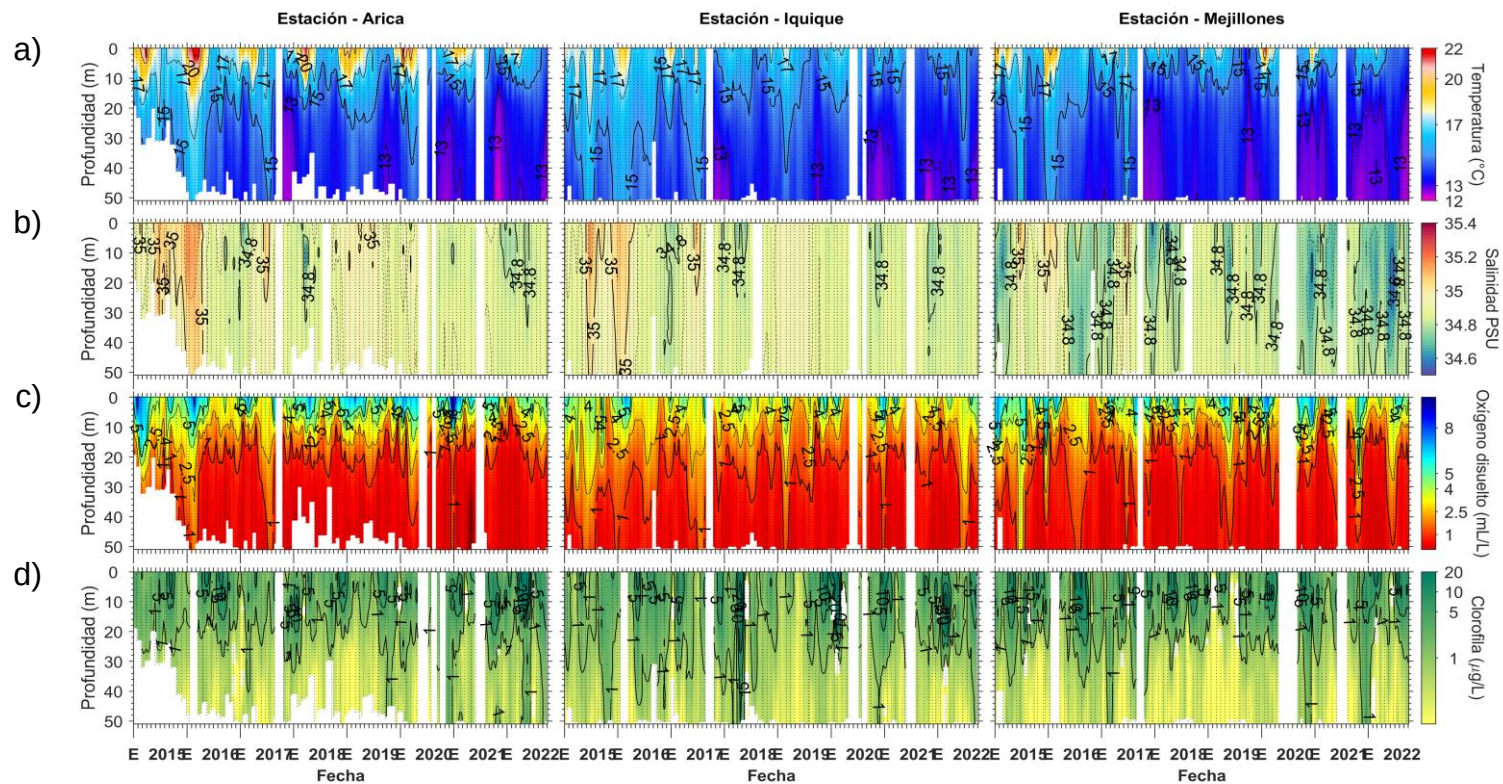


Figura 4. Series de tiempo mensual de (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad, (c) concentración de oxígeno disuelto (mL/L) y (d) clorofila-a ($\mu\text{g/L}$), en las estaciones costeras ($\sim 2 \text{ mn}$) de Arica (panel izquierdo), Iquique (panel medio) y Mejillones (panel derecho), entre enero 2015 y septiembre 2022. Las franjas blancas indican los meses en que no se realizaron mediciones.

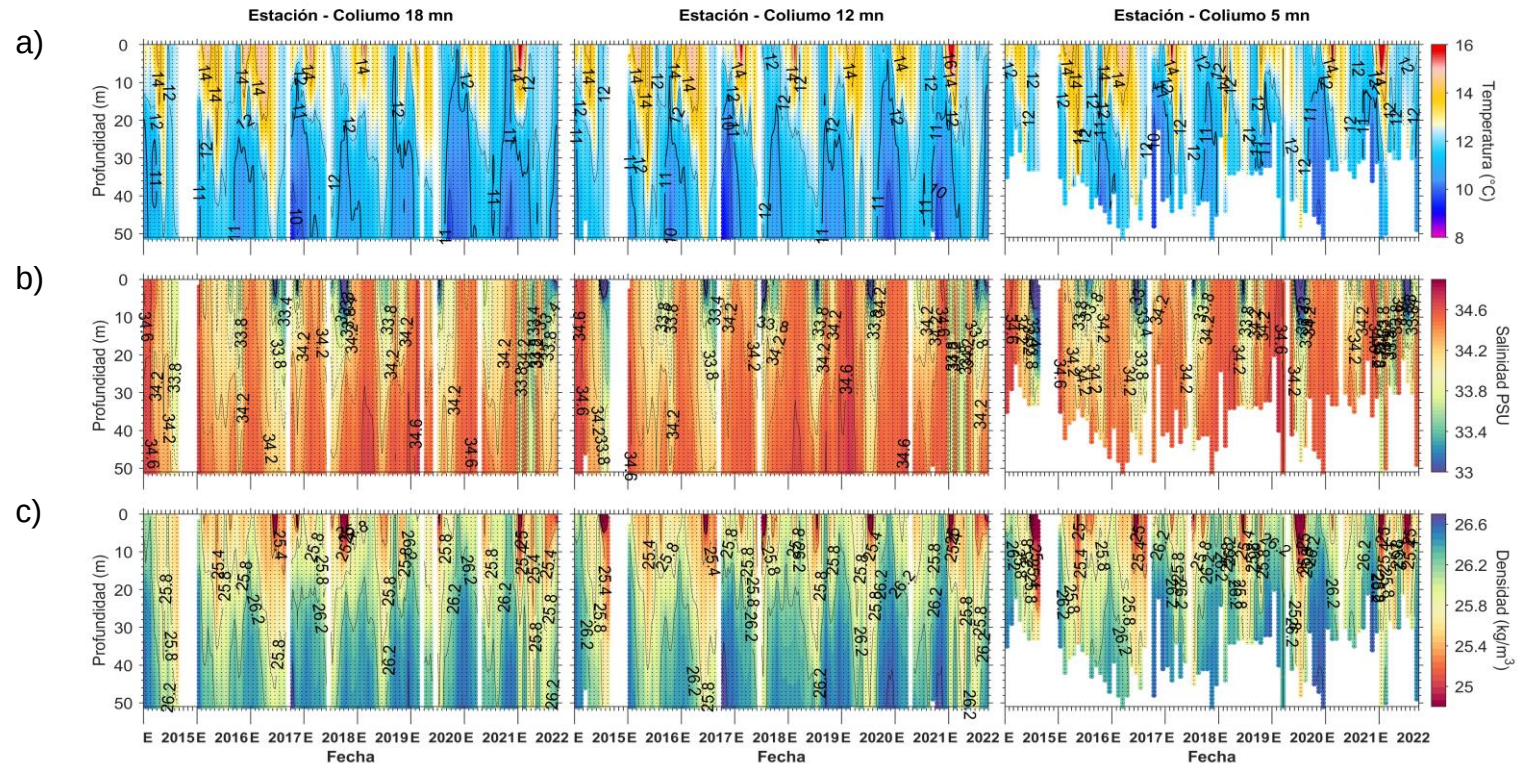


Figura 5. Serie de tiempo mensual de las estaciones costeras frente a Coliumo, entre enero 2015 y septiembre 2022, de: a) temperatura (°C), b) salinidad, c) densidad (kg/m³). Los paneles dispuestos en columnas de derecha a izquierda, representan la distancia de las estaciones de costa a océano (5 mn, 12 mn y 18 mn, respectivamente). Las franjas blancas indican los meses en que no se realizaron mediciones.

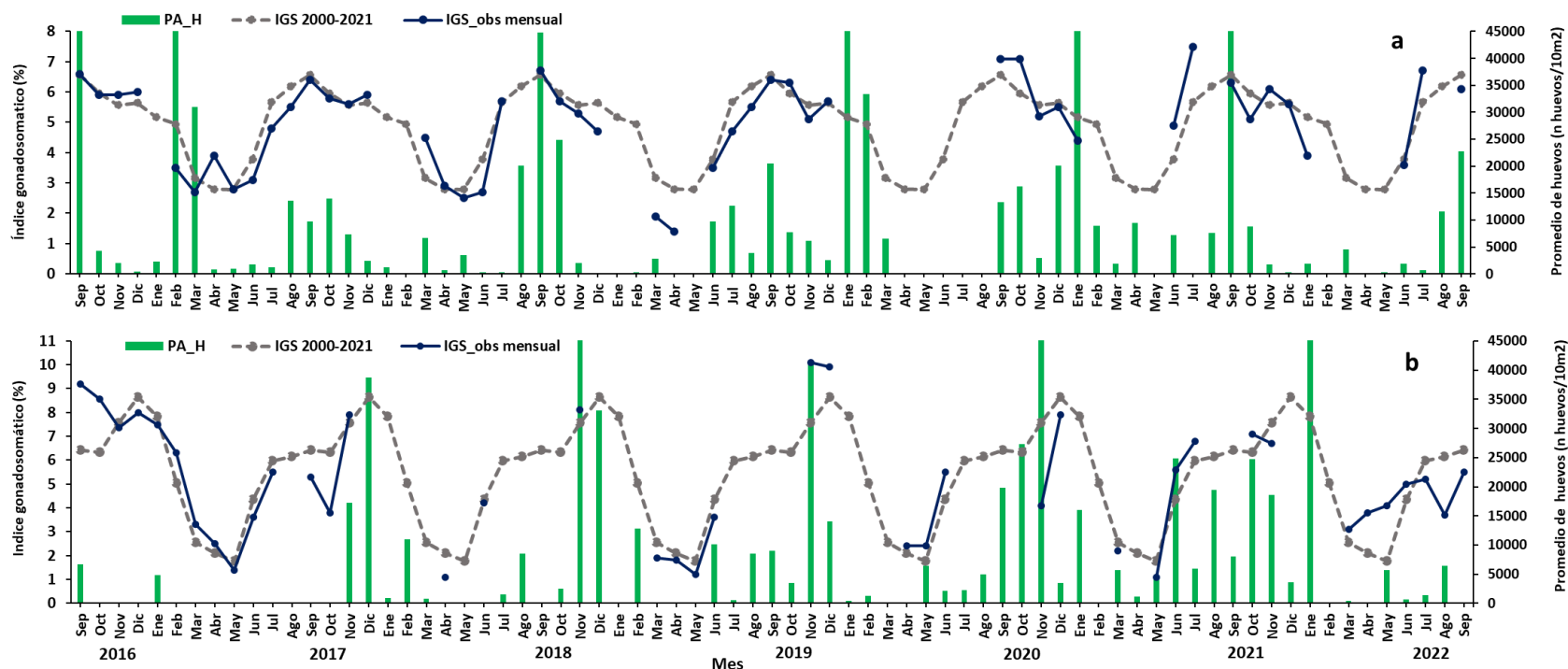


Figura 6. Análisis comparativo del índice gonadosomático medio mensual (IGS) observado (línea azul), promedio histórico del IGS (línea gris) y promedio aritmético de huevos (huevos/10 m²) de anchoveta (barra verde), periodo 2016-2022, entre: a) Arica y Mejillones y b) Coliumo (5, 12 y 18 mn). La escala 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 de 2017, enero 2020 y septiembre 2021 de la zona norte; noviembre de 2018 y de 2020 y enero 2022 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. Coliumo: nov 2018: 300.901 huevos/10m²; nov 2020: 112.468 huevos/10m²; enero 2022: 74.121 huevos/10m²).

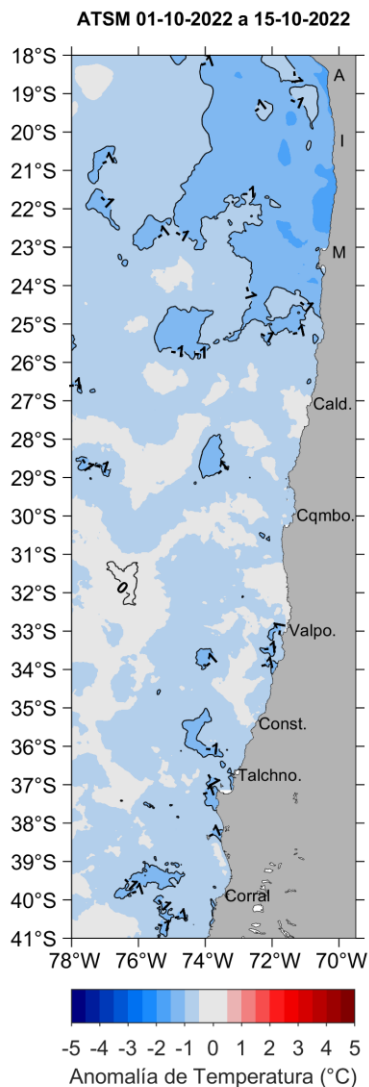


Figura 7. Distribución espacial del promedio de la anomalía de temperatura superficial del mar (ATSM, °C) durante las 2 primeras semanas de octubre 2022 (del 1 al 15 de octubre 2022). Nota: el promedio de las ATSM se calcula de las imágenes diarias de ATSM del producto [MUR](#), con resolución 1x1 km² 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 septiembre de 2022.

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>	<i>Trachurus murphyi</i>	<i>Merluccius gayi</i>	Otras especies	Biomasa (mL/1000 m ³)	Abundancia (ind/1000 m ³)
Arica	0-50 m	65853	0	0	92	3836	0	0	0	31	508	1433218
	0-10 m	4408	0	0	54	2715	0	0	0	81	935	1742911
	10-25 m	112792	0	0	0	1736	0	0	0	0	1678	1966508
	25-50 m	1779	0	0	47	140	0	0	0	0	171	122650
Iquique	0-50 m	1949	0	0	686	830	0	253	0	72	577	1210295
	0-10 m	605	0	0	178	71	0	0	0	0	563	1483123
	10-25 m	508	0	0	580	725	0	145	0	0	867	1840321
	25-50 m	116	0	0	23	23	0	0	0	0	186	540482
Mejillones	0-50 m	507	0	0	0	320	0	0	0	27	668	372926
	0-10 m	467	0	0	216	252	0	36	0	0	890	1737239
	10-25 m	64	0	0	0	64	0	0	0	0	775	708409
	25-50 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	531	204410
Coliumo 12 mn	0-80 m	94	0	421	140	234	327	0	47	47	286	247486
	0-25 m	87	43	260	43	390	217	87	43	0	454	562772
	25-50 m	5831	716	153	153	205	102	0	51	0	326	346321
	50-80 m	281	56	450	0	1013	338	56	169	225	564	908244
Coliumo 18 mn	0-80 m	0	0	1715	296	0	0	0	0	0	271	451204
	0-25 m	0	0	73	0	73	0	0	0	0	565	733386
	25-50 m	0	0	2248	70	0	0	0	0	0	263	170614
	50-80 m	0	0	1949	0	0	0	0	0	0	259	90188



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Almte. Manuel Blanco Encalada 839

Fono 56-32-2151500

Valparaíso, Chile

www.ifop.cl



www.ifop.cl