



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°2

Octubre 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 / noviembre 2021



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°2

Octubre 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 / noviembre 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°2

Octubre 2021

SUBSECRETARÍA ECONOMÍA Y EMT / noviembre 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°2 octubre, 2021. Convenio de Desempeño 2021, Instituto de Fomento Pesquero.



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°2

ZONA NORTE Y CENTRO SUR DE CHILE

RESUMEN: De acuerdo a las condiciones en el Pacífico Ecuatorial durante octubre, 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 desde septiembre de 2021, y se espera que esta condición se mantenga hasta 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 es más probable que la temperatura superficial del mar en la región Niño 1+2 se mantenga cerca del promedio hasta el verano del 2022. En el mar de Chile (18°S – 41°S) aún se observan condiciones térmicas superficiales cercanas al promedio durante octubre, sin embargo, aparecieron anomalías negativas cercanas a -1°C en el sector costero y positivas cercanas a +1°C en el sector oceánico al norte de Mejillones. Durante la primera y segunda quincena de noviembre las anomalías negativas en la costa de Chile central, Norte de Chile y Perú central se mantienen coherentes al desarrollo de La Niña en el Ecuador. En el sector oceánico las anomalías meridionales centradas en los 83°W manifiestan el inicio de un evento vinculado al aumento de la temperatura en el Pacífico Sur en la banda zonal (30°-40°S) que conecta Australia y América.

En cuanto al análisis del ictioplancton, en la zona norte la abundancia media de huevos de anchoveta fue un 43% inferior al promedio histórico mensual y su distribución espacial en las tres estaciones no estuvo acorde con el patrón histórico de referencia. En Coliumo se encontraron huevos y larvas de anchoveta en todas las estaciones (5, 12 y 18 millas náuticas), con la mayor abundancia de huevos en la estación de 5 mn y de larvas en la de 12 mn. También, se registraron huevos y larvas de sardina común y huevos de merluza común en esta localidad. El valor mensual de IGS de anchoveta en la zona norte indicó actividad reproductiva de la anchoveta (>5%), acorde con la magnitud de la abundancia media de huevos observada en esta zona (8754 huevos/10 m²). En Coliumo el dato mensual de IGS registró actividad reproductiva intensa de la anchoveta (>7%), acorde con el aumento en la abundancia media de huevos en relación a los tres meses anteriores.

Durante octubre 2021 las anomalías negativas de la región El Niño 3.4 se fortalecieron (Niño 3.4 = -0,83°C) con respecto al mes anterior (-0,28°C) mientras que las anomalías de la región El Niño 1+2, aunque cambiaron de signo a negativo, se mantuvieron cerca del promedio (Niño 1+2 = -0,21°C). 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 (NOAA 2021a) indican con una probabilidad del 90% 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 noviembre (NOAA, 2021a), estado que se ha mantenido 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 verano del 2022 (ENFEN 2021).

En el mar de Chile, el promedio de las ATSM costeras muestran una condición fría con anomalías negativas cercanas a -1°C (-0,7°C) en la zona norte, mientras que, la zona sur muestra una condición



neutral con temperaturas cercanas al promedio (ATSM promedio = $-0,35^{\circ}\text{C}$) (**Figura 1b**). En cuanto a la serie mensual de clorofila-a, las concentraciones de la banda costera durante octubre 2021 se incrementaron respecto al mes anterior (**Figura 1d**) y espacialmente se observan altas concentraciones a lo largo de toda la costa al sur Iquique (**Figura 1e**)

En términos espaciales, predominó el viento con dirección sur y la magnitud se fortaleció con respecto al mes anterior, dado que aumentó la cobertura espacial de magnitudes $> 8 \text{ m/s}$ entre Coquimbo y los 38°S . Las magnitudes más débiles ($< 5 \text{ m/s}$) se encontraron en el sector costero al norte de Coquimbo y se extendieron hacia el sector oceánico al norte de Mejillones (**Figura 2a**). La temperatura superficial del mar (TSM, en $^{\circ}\text{C}$) muestra un foco cálido oceánico con valores de TSM $> 18^{\circ}\text{C}$ y ATSM $> +1^{\circ}\text{C}$ que abarca toda la zona norte desde Arica a Mejillones (**Figura 2b y c**). La TSM disminuyó gradualmente hacia el sur donde se observaron TSM $< 12^{\circ}\text{C}$ al noroeste de Punta Lavapie (37°S) y al sur de 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 Mejillones, donde se observaron ATSM negativas cercanas a -1°C y positivas cercanas a $+1^{\circ}\text{C}$ en el sector costero y oceánico respectivamente (**Figura 2c**). La distribución espacial de clorofila-a mostró diversos focos costeros productivos ($> 10 \text{ mg/m}^3$) entre los 21°S y 37°S y al interior de la bahía de Corral (**Figura 2d**).

Las mediciones *in-situ* de la columna de agua mostraron condiciones térmicas heterogéneas entre las estaciones costeras de la zona norte. En Arica, las anomalías de temperatura mostraron una estructura de doble capa, con anomalías negativas bajo los 10 m que se fortalecieron respecto a septiembre y con anomalías cercanas a cero en superficie (**Figura 3a**). En Iquique, en cambio, las anomalías negativas estuvieron cercanas a cero en toda la columna de agua y fueron de menor magnitud a lo observado en septiembre 2021 (**Figura 3b**). Mejillones, por otro lado, mostró una condición cálida en los primeros 20 m con anomalías $> +1^{\circ}\text{C}$ (**Figura 3c**). La estación del sur (Coliumo a 5 mn) mostró una condición normal con temperaturas cercanas al promedio en toda la columna (**Figura 3d**).

La estación costera de Arica mostró una fuerte estratificación térmica con temperaturas $> 15^{\circ}\text{C}$ en los primeros 5 m y $< 13^{\circ}\text{C}$ bajo los 10 m de profundidad, así mismo, se observaron salinidades homogéneas alrededor de 35 en toda la columna de agua, una intrusión de agua hipóxica ($< 1 \text{ mL/L}$) que alcanzó los 10 m de profundidad y concentraciones de clorofila-a mayores a $5 \mu\text{g/L}$ en los primeros 15 m (**Figura 4 a-d**). En Iquique la estratificación fue más débil que en Arica, con temperaturas que disminuyeron gradualmente desde la superficie ($15,5^{\circ}\text{C}$) hacia el fondo ($12,2^{\circ}\text{C}$). En Iquique la salinidad mostró valores cercanos a 34,8 en toda la columna de agua, la isolinia de 1 mL/L de oxígeno disuelto estuvo a 30 m de profundidad y los primeros 5 m mostraron valores de clorofila-a $> 5 \mu\text{g/L}$ (**Figura 4 a-d**). Mejillones también mostró una fuerte estratificación térmica como Arica (**Figura 4a**), aunque a diferencia de dicha estación, la columna de agua en Mejillones fue de las más oxigenadas de la zona norte (**Figura 4c**) y la menos productiva, con concentraciones de clorofila-a $< 1 \mu\text{g/L}$ en toda la columna de agua (**Figura 4d**). En la zona centro-sur, la estación de 12 mn fue la que presentó la estratificación térmica más fuerte, con temperaturas de 12°C en superficie y de 9°C en el fondo, mientras que las otras estaciones (5mn y 18 mn) mostraron una columna de agua con valores de temperatura, salinidad y densidad homogéneos (**Figura 5**).

En las estaciones costeras de la zona norte (Arica, Iquique y Mejillones) durante octubre 2021, la abundancia media de huevos de anchoveta ($8754 \text{ huevos}/10 \text{ m}^2$) fue un 43% menor a la media histórica



mensual 1997-2019 (12533 huevos/10 m²). En cuanto a su distribución en las tres estaciones, el 54,5% de los huevos se concentraron en Mejillones, seguido de Iquique, con un 28,8% y Arica (16,7%) (**Tabla 1**), a diferencia del patrón histórico de referencia 1997-2019, donde la mayor abundancia de octubre se encuentra en Arica (**Tabla 1**).

En Coliumo se encontraron huevos y larvas 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 5 mn (62741 huevos/10 m²), mientras que la de larvas fue en la de 12 mn (271 larvas/10 m²). La abundancia media de huevos de anchoveta en Coliumo fue de 24685 huevos/10 m², aumentando con respecto a los tres meses anteriores (**Figura 6b**). Además, se destacó la presencia de huevos de sardina común en las estaciones de 5 mn y 18 mn (lances 0-80 m y 0-25 m); y de larvas de esta especie en la estación de 12 mn y 18 mn. La mayor abundancia de huevos de sardina común se registró en la estación de 5 mn, en los 0-25 m de profundidad, con un valor superior a 9000 huevos/10 m² (9059 huevos/10 m²). También, se encontraron huevos de merluza común en la estación de 12 mn (lance 0-25 m) y 18 mn (lances 0-80 m y 50-80 m) (**Tabla 1**).

Durante octubre el dato mensual de IGS de anchoveta en la zona norte alcanzó un valor de 5,1%, indicando actividad reproductiva de la anchoveta (>5%) (Díaz, 2021), lo cual estuvo acorde con la disminución en la abundancia media de huevos en relación al mes anterior, pero con una magnitud superior a 8000 huevos/10 m² (8754 huevos/10 m²) (**Figura 6a**). En Coliumo el valor de IGS mensual fue de 7,1%, indicando actividad reproductiva intensa de la anchoveta (>7%) (IFOP, 2021), lo que estuvo acorde con el incremento en la abundancia media de huevos en esta localidad, en comparación a los tres meses anteriores (24685 huevos/10 m²) (**Figura 6a**).

Durante la primera quincena de noviembre 2021, se observó en la distribución de ATSM una alta cobertura de anomalías negativas cercanas a 0°C en todo el sector costa-océano (**Figura 7**). En comparación con el mes anterior, la distribución de ATSM, negativas y neutras se mantiene similar, pero, hubo una notable disminución de las ATSM positivas, y que ahora son neutras, que formaban el foco cálido ubicado frente a la zona norte, como también la desaparición del foco cálido del sector oceánico, que era de menor intensidad y extensión que el anterior, que se ubicaba entre Caldera y Coquimbo.

Durante la cuarta semana de noviembre (centrada en el 24 de noviembre), aparecen anomalías positivas significativas en la banda zonal (30°-40°S) que conecta Australia y América del Sur (**Figura 8**), que se está manifestando en aguas más cálidas en una banda meridional centrada en los 83°W, alimentando la posibilidad de incremento de los vientos zonales y meridionales favorables a la surgencia potenciando el efecto del enfriamiento local generado por La Niña.



Referencias

Díaz E. 2021. Monitoreo reproductivo semana N°43, Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta (25 al 31 octubre 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/biologico-pesquero/INF%20SEM%20_B-P_PPN%20N%C2%B043_2021.pdf

ENFEN, 2021. Comisión multisectorial encargada del estudio nacional del fenómeno “El Niño”. Comunicado Oficial ENFEN N°11-2021

<https://www.dhn.mil.pe/Archivos/oceanografia/enfen/comunicado-oficial/11-2021.pdf>

IFOP. 2021. Boletín técnico semanal Pesquería Pelágica Centro-sur, 2021. Boletín semana 43: 18 al 24 de octubre 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%B019%20sem%2043%20\(18%20al%2024%20de%20octubre%20%202021\).pdf](https://www.ifop.cl/wp-content/uploads/boletines/pelagica_centro_sur/2021/Reproductivo/Monitoreo%20Reproductivo%20V-XIV%20Region%20N%C2%B019%20sem%2043%20(18%20al%2024%20de%20octubre%20%202021).pdf)

NOAA, 2021a. El Niño/Oscilación del sur (ENOS). Discusión diagnóstica. 11 de noviembre, 2021.

https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_disc_nov2021/ensodisc_S.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

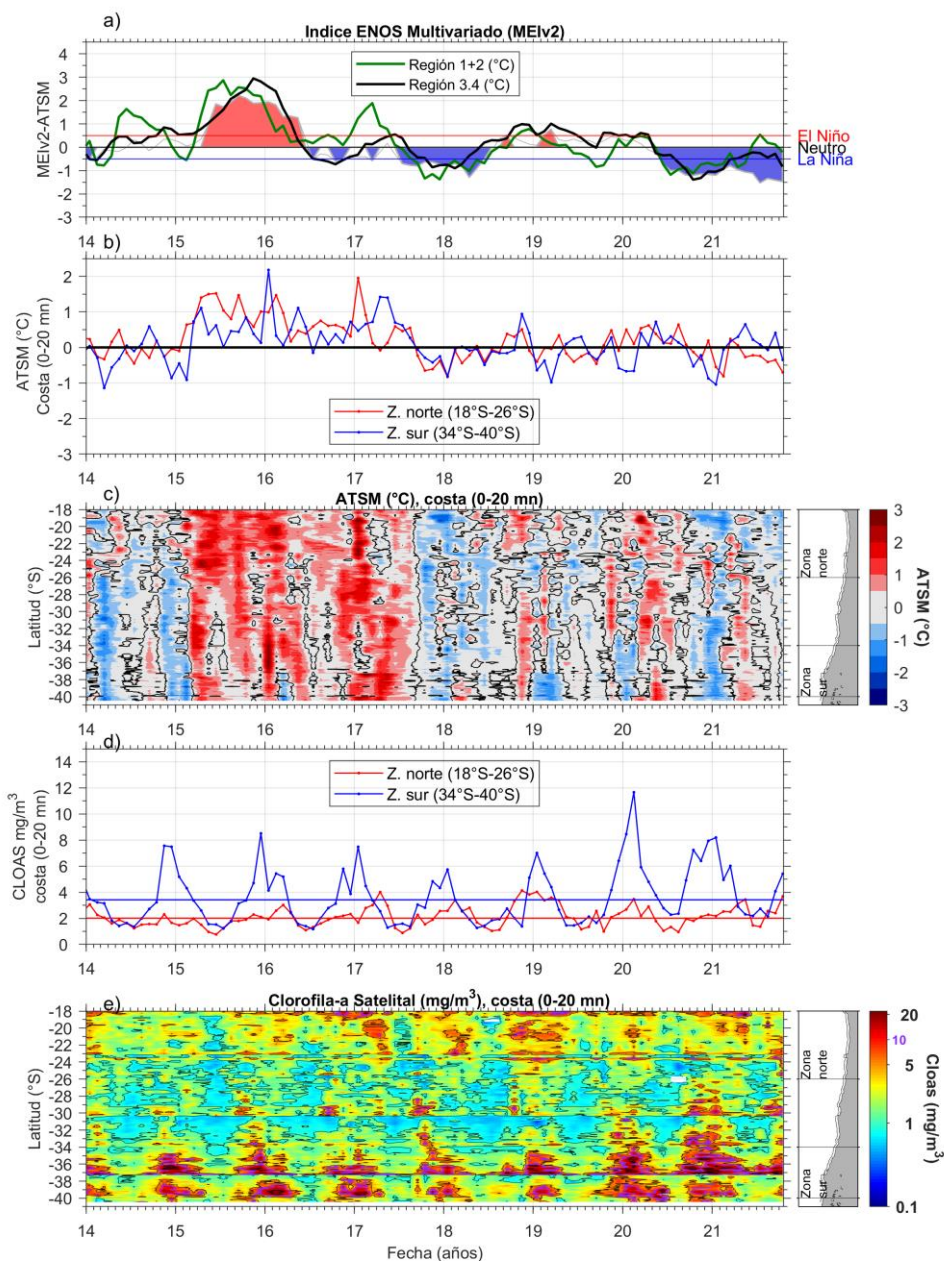


Figura 1 Series de tiempo para el período enero 2014 – octubre 2021 de a) Índice ENOS Multivariado MElv2 (línea gris), ATSM de la región Niño3.4 (línea negra) y ATSM de la región Niño1+2 (línea verde). Diagramas de Hovmöller de c) ATSM (°C) y e) clorofila-a satelital (mg/m³) en la banda costera (0-20 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

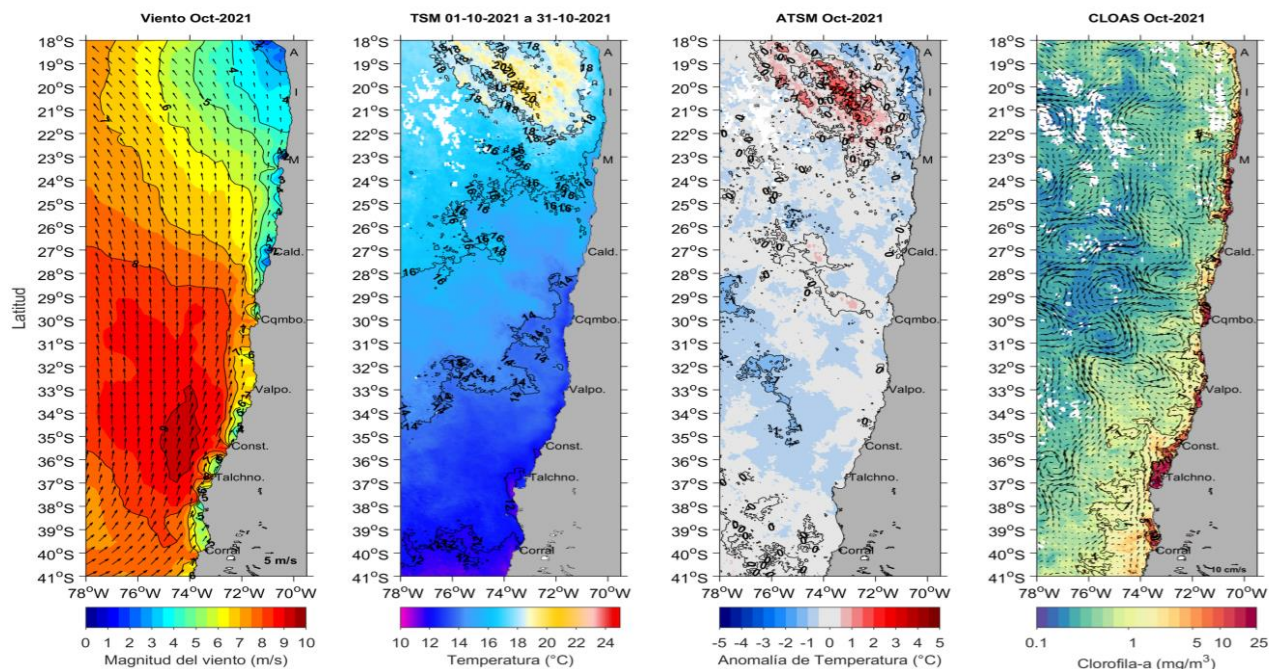


Figura 2. Distribución mensual de octubre 2021: a) viento promedio (m/s), b) temperatura superficial del mar (TSM, °C), c) anomalía de temperatura superficial del mar (ATSM, °C) y d) concentración de clorofila-a (mg/m^3) con la corriente geostrófica en vectores (cm/s). A: Arica, I: Iquique, M: Mejillones, Cald: Caldera, Cqmb: Coquimbo, Valpo: Valparaíso, Const: Constitución, Talchno: Talcahuano. Nota: El viento promedio correspondió al producto (NRT-L4) de 6 horas, resolución de $28 \times 28 \text{ km}^2$ y distribuido por [CMEMS](#); 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 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](#).

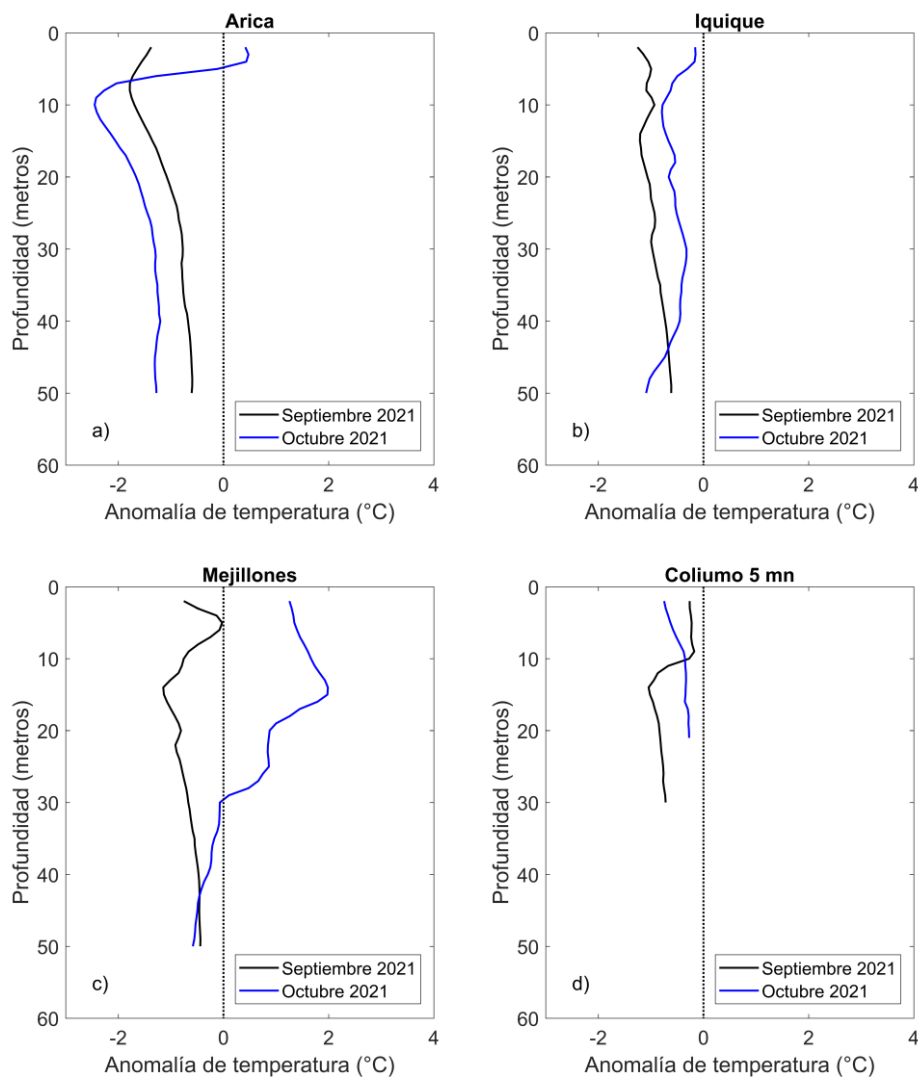


Figura 3. Perfiles de anomalía de temperatura de las estaciones costeras de Arica (a), Iquique (b), Mejillones (c) y Coliumo a 5 mn (d), durante septiembre 2021 (línea negra) y octubre 2021 (línea azul).

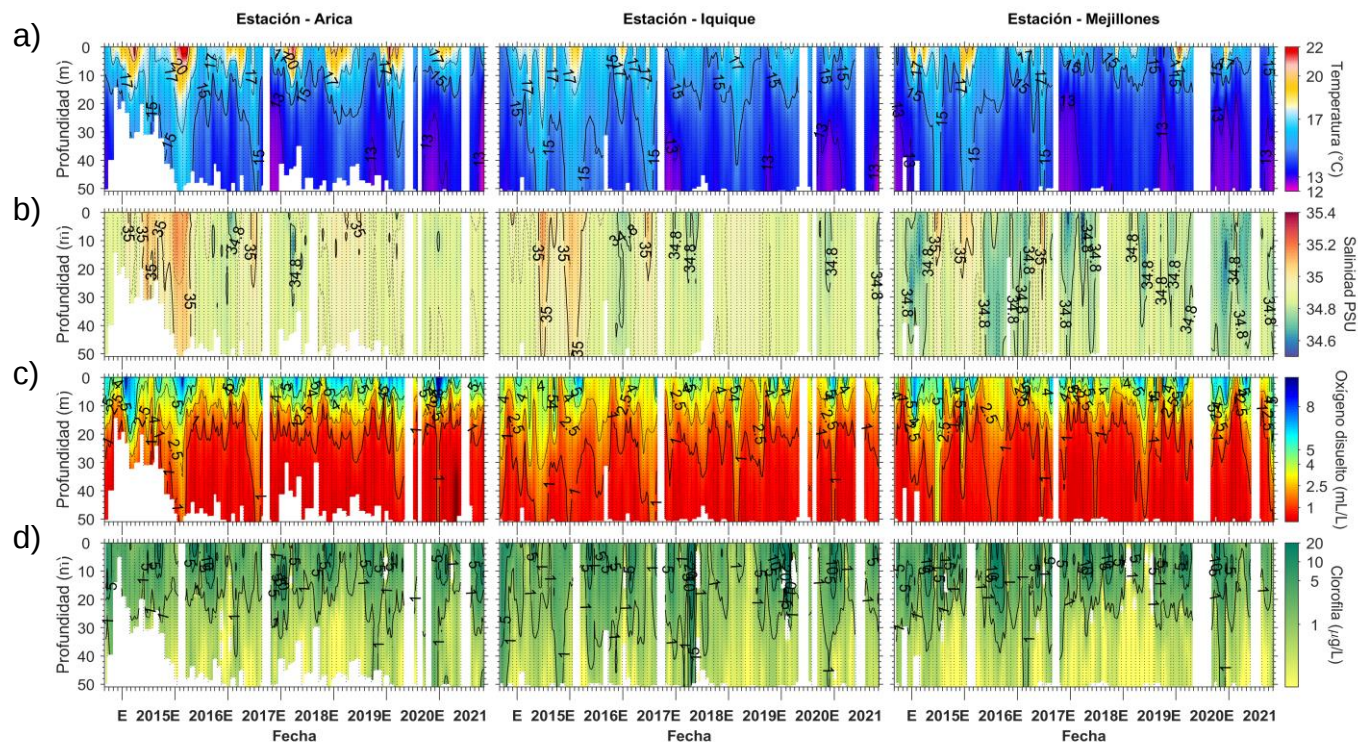


Figura 4. Series de tiempo mensual de (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad, (c) concentración de oxígeno disuelto (mL/L) y (d) clorofila-a ($\mu\text{g/L}$), en las estaciones costeras ($\sim 2 \text{ mn}$) de Arica (panel izquierdo), Iquique (panel medio) y Mejillones (panel derecho),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

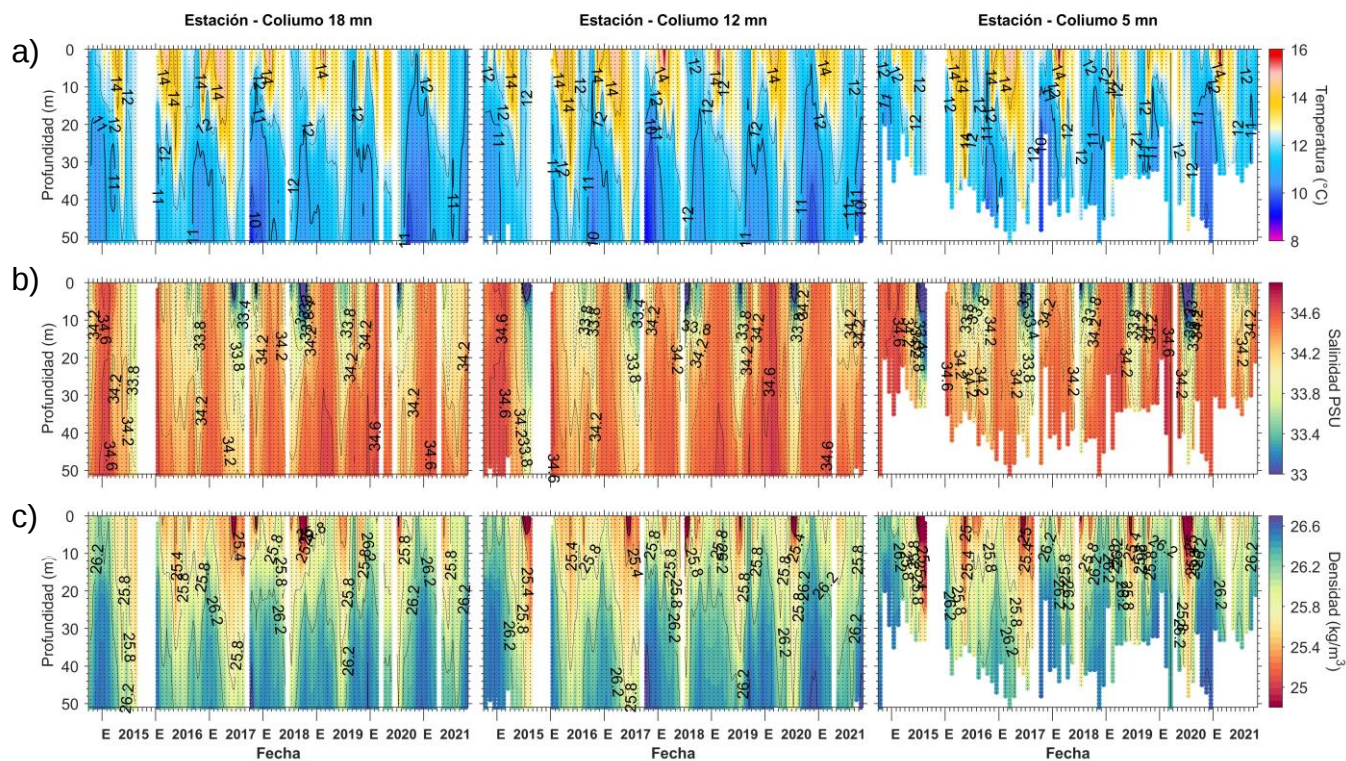


Figura 5. Serie de tiempo mensual de las estaciones costeras frente a Coliumo, entre octubre 2014 y octubre 2021, de: a) temperatura (°C), b) salinidad, c) densidad (kg/m³). Los paneles dispuestos en columnas de derecha a izquierda, representan la distancia de las estaciones de costa a océano (5 mn, 12 mn y 18 mn, respectivamente). Las franjas blancas indican los meses en que no se realizaron mediciones.

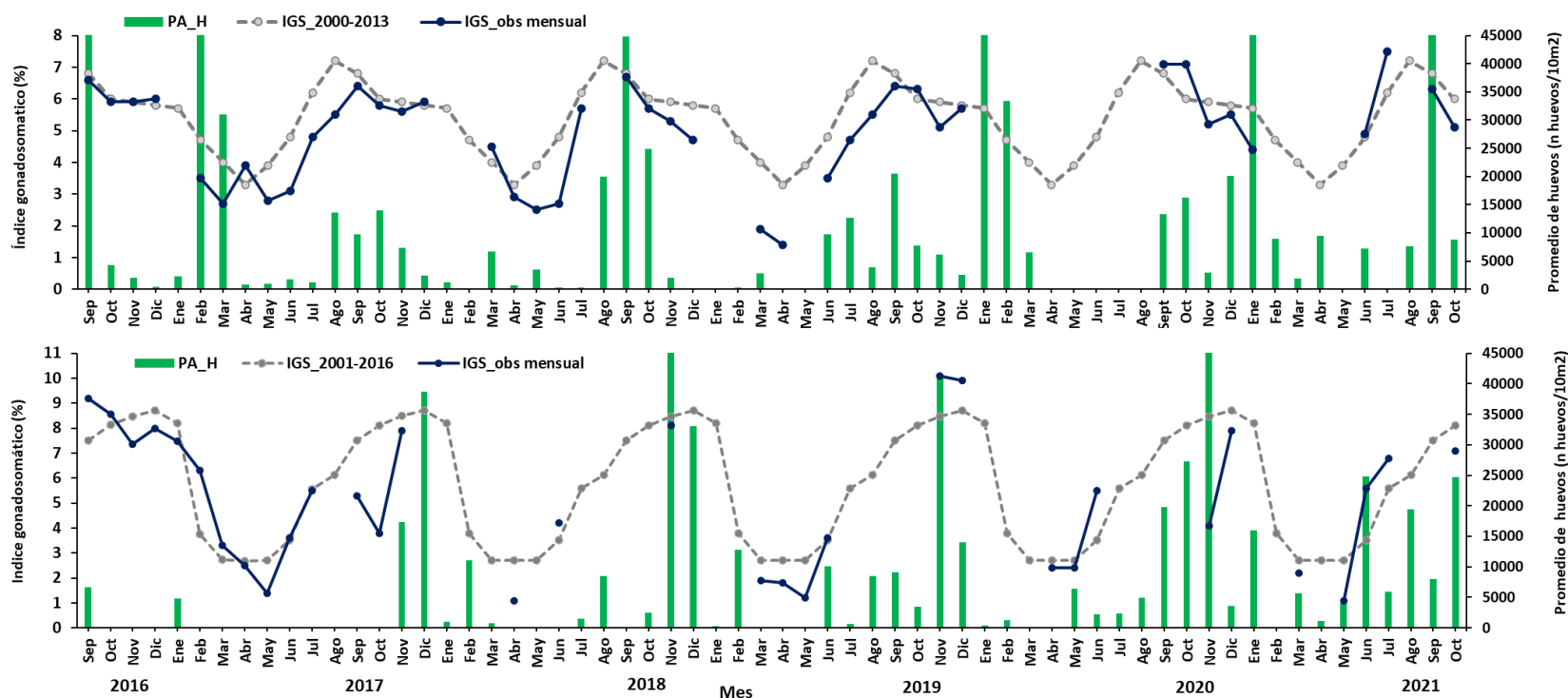


Figura 6. Análisis comparativo del índice gonadosomático medio mensual (IGS) observado (línea azul), promedio histórico del IGS (línea gris) y promedio aritmético de huevos (huevos/10 m²) de anchoveta (barra verde), periodo 2016-2021, entre: a) Arica y Mejillones y b) Coliumo (5, 12 y 18 mn). La escala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

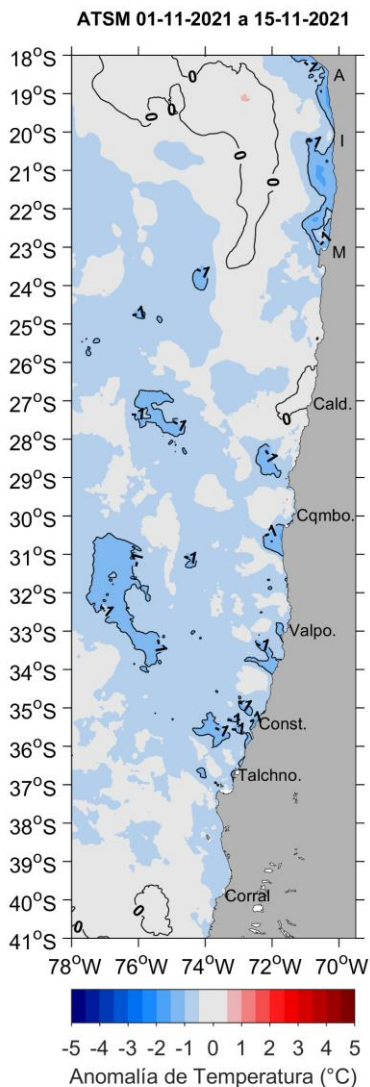


Figura 7. Distribución espacial del promedio de la anomalía de temperatura superficial del mar (ATSM, °C) durante las 2 primeras semanas de noviembre 2021 (del 1 al 15 de noviembre 2021). Nota: el promedio de las ATSM se calcula de las imágenes diarias de ATSM del producto [MUR](#), con resolución 1x1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

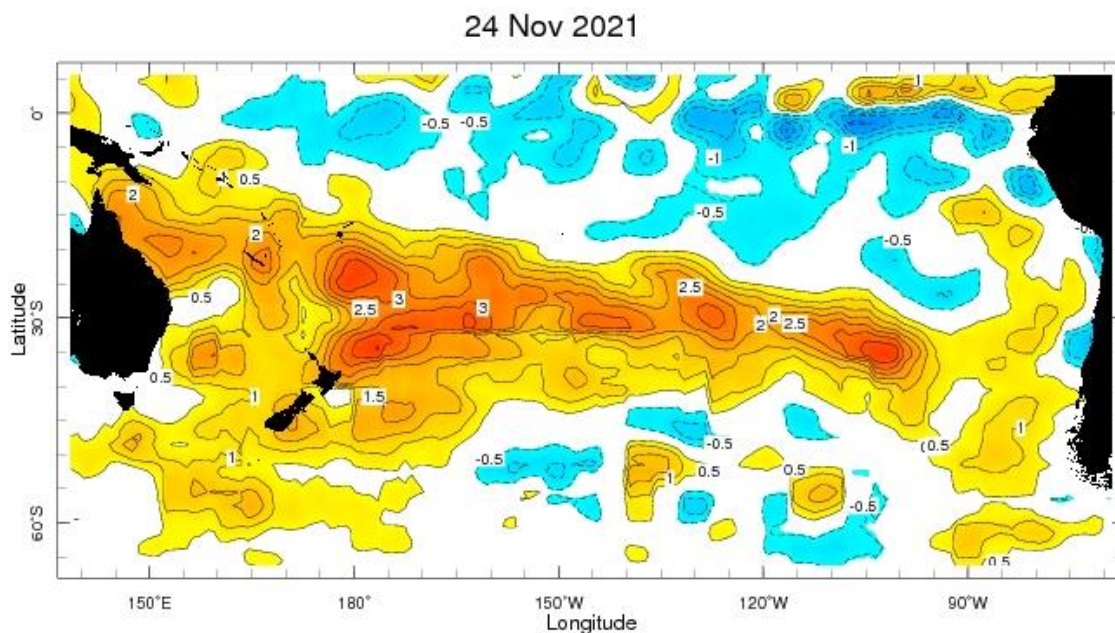


Figura 8. Distribución espacial del promedio semanal de la anomalía de temperatura superficial del mar (ATSM, °C) centrada el 24 de noviembre de 2021. Fuente: International Research Institute for Climate and Society (IRI).



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 octubre 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	160	149492
	0-10 m	4218	0	0	0	239	0	80	600	2030001
	10-25 m	0	0	0	0	0	0	0	320	131006
	25-50 m	159	0	0	0	0	0	0	207	142690
Iquique	0-50 m	7560	0	0	18780	239	0	80	630	578844
	0-10 m	2546	0	0	80	398	0	0	756	655718
	10-25 m	2069	0	0	8037	0	0	80	716	971906
	25-50 m	1353	0	0	3899	0	0	0	334	692642
Mejillones	0-50 m	14324	0	0	159	1273	0	0	553	534024
	0-10 m	10345	0	0	159	239	0	0	1032	1152307
	10-25 m	22839	0	0	0	477	0	0	521	517024
	25-50 m	2626	0	0	80	80	0	0	500	528726
Coliumo 5 mn	0-25 m	62741	9059	0	7090	225	0	675	382	718107
Coliumo 12 mn	0-80 m	1954	0	0	54	271	54	0	144	563408
	0-25 m	814	0	54	0	54	0	217	589	511842
	25-50 m	706	0	0	0	380	54	0	302	369239
	50-80 m	543	0	0	109	0	0	0	225	251465
Coliumo 18 mn	0-80 m	9361	102	256	51	102	0	102	443	994718
	0-25 m	3223	153	0	153	716	102	307	430	875989
	25-50 m	512	0	0	0	102	0	102	318	253375
	50-80 m	0	0	51	0	102	0	51	557	693916



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Almte. Manuel Blanco Encalada 839

Fono 56-32-2151500

Valparaíso, Chile

www.ifop.cl



www.ifop.cl