



REPORTE N° 114

SEGUIMIENTO MENSUAL DE LA CONDICIÓN DEL RECURSO ANCHOVETA (*Engraulis ringens*) CON ENFASIS EN LA ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE HUEVOS Y LARVAS DE PECES

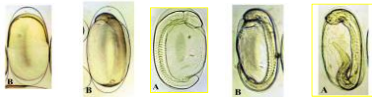


ABRIL 2024

REPORTE N° 114



Seguimiento Mensual de la Condición del Recurso Anchoveta (*Engraulis ringens*) con Énfasis en la Abundancia y Distribución de Huevos y Larvas de Peces



**Centro de Investigación Aplicada del
Mar S.A., CIAM**

Director Ejecutivo: Jorge Oliva López

Autor: Mauricio Braun Alegría

**Toma de muestras: Mauricio Braun Alegría
Ulises Parker Pereira**

• Abril 2024 •

SEGUIMIENTO MENSUAL DE LA CONDICIÓN DEL RECURSO ANCHOVETA CON ÉNFASIS EN LA ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE HUEVOS Y LARVAS DE PECES

Reporte N° 114

RESUMEN EJECUTIVO

Metodológicamente, se realizó el muestreo bio-oceanográfico entre el 11 y el 19 de marzo 2024, a bordo de las lanchas de servicio y PAM de Corpesca S.A. “Oviedo”, “Tornado” y “Albatros” para los puertos de desembarque de Arica, Iquique y Mejillones, respectivamente. Cabe mencionar, que frente al puerto de Mejillones, solo se realizó la transecta sur, no pudiéndose continuar con el monitoreo debido a problemas técnicos de la embarcación (al paio). Las estaciones costeras de frecuencia de observación mensual, se localizaron a 1, 3 y 5 mn de la costa frente a Mejillones, Iquique y Arica, con el fin de recabar los datos oceanográficos y biológico-pesqueros; y posteriormente, procesar y analizar la información para determinar y evaluar las condiciones bio-oceanográficas correspondientes al mes de marzo 2024 en la zona norte del país. Los principales resultados del monitoreo bio-oceanográfico realizado durante marzo 2024 en la zona norte, son los siguientes:

Durante marzo 2024, en la franja comprendida entre la costa y las 5 mn, la temperatura superficial del mar (**TSM**), fluctuó entre 16,36°C registrado a 1 mn al sur de punta Angamos y 22,06°C medido a 1 mn al norte de Arica, con un promedio general para la zona de 19,40°C \pm 1,597, temperatura promedio 0,5°C más baja, respecto a la reportada durante el mes de febrero 2024; observándose las menores temperaturas frente al puerto de Mejillones.

Las **TSM** de los puertos de desembarque de Arica y Mejillones, fueron 0,7°C más altas y 2,5°C más frías, respecto a las reportadas en el mes de febrero 2024, respectivamente; presentando Iquique respecto al mes enero 2024, una TSM 1,1°C más alta. Los promedios por localidad fueron iguales a 20,85 \pm 0,8; 19,14 \pm 0,6 y 17,02 \pm 0,7°C, para Arica, Iquique y Mejillones, respectivamente.

Entre Arica y punta Angamos se observaron salinidades superficiales comprendidas entre 34,627 y 34,865 ups con un promedio para la zona de estudio de 34,794 \pm 0,073 ups. Estas salinidades, se presentan asociadas a un rango térmico comprendido entre 19,77°C y 19,85°C y densidades comprendidas entre 24,046 y 25,420 Kg/m³.

Cabe señalar que las **TSM** del presente mes, fueron 1°C más altas respecto a las registradas durante marzo 2023 y similares a las medidas en marzo de los años 2018 y 2020.

Con respecto a marzo 2023, las **TSM** registradas durante el presente mes, frente a los puertos de desembarque de la flota industrial, fueron 1,9°C más altas frente al puerto de Arica, similares en Iquique y 0,2°C más altas al oeste de Mejillones.

La profundidad de la isoterma de 15 °C, para este mes, se pudo detectar en posiciones relativamente más profundas, con la excepción de Mejillones, donde se presentó en una posición más somera y cuyos promedios correspondieron a 37, 36 y 14 m para Arica, Iquique y Mejillones, respectivamente.

La tendencia a largo plazo del oxígeno disuelto en la capa superficial (0 a 10 m de profundidad), es a mantener la misma condición observada en las últimas campañas. La actual campaña, presenta una tendencia al aumento de los valores de este gas para la región de Arica, mientras que, en los puertos de Iquique y Mejillones, las concentraciones registraron una disminución con respecto al mes precedente. No obstante, lo anterior, las localidades de estudio, exhibieron un rango de valores dentro de la tendencia mostrada en los últimos meses, las que en promedio se centran cerca de los 5 mL O₂/L .

La serie de tiempo de la clorofila-*a*, con respecto al mes anterior, muestra un aumento en las concentraciones de este pigmento, frente a los puertos de Arica y Mejillones, mientras que Iquique, registra una disminución en sus valores de producción primaria.

A escala regional, los pronósticos para el trimestre abril – junio 2024, prevé 79% de probabilidad de condiciones neutras. A partir de este trimestre, seguirían las mayores probabilidades de condiciones neutras y se daría un posible desarrollo de “La Niña” a partir del trimestre junio – agosto 2024 (Boletín El Niño/La Niña en América Latina, **CIIFEN**, Marzo 2024).

La biomasa zooplanctónica fluctuó entre 148 y 1.461 con un promedio general para la zona de 755, cifra 19% y 179% mayor, respecto a la obtenida durante febrero 2024 y marzo 2023.

Las mayores biomásas promedio se registraron frente al puerto de Mejillones (802), exhibiendo Arica e Iquique, valores promedio muy similares iguales a 773 y 714 ml de zooplancton/1.000 m³, respectivamente.

Con respecto al mes de febrero, los puertos de desembarque de Arica y Mejillones, exhiben tasas de cambio positivas en sus valores promedio de producción secundaria de 29% y 19% respectivamente.

En relación al mes de marzo 2023, las biomásas promedio del presente mes, experimentan frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones un fuerte incremento de 186%, 305% y 227%, respectivamente; observándose en general un zooplancton constituido mayoritariamente por el grupo de los copépodos, decápodos y abundante fitoplancton. Cabe señalar que durante marzo 2024, debido a problemas técnicos de la plataforma de trabajo, no fue posible monitorear la transecta norte, en el puerto de Mejillones.

Las biomásas estimadas durante el presente mes, se constituyen en el segundo registro más alto de la serie meses de marzo 2002-2024, apreciándose nuevamente una comunidad dominada principalmente por organismos del mesozooplancton.

El procesamiento y análisis de las muestras de zooplancton recolectadas durante marzo 2024, frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones, permitió cuantificar la presencia de

325.938 huevos y 11.523 larvas de peces, cifras 130% y 37% mayor, respecto a las obtenidas en el mes precedente, para las respectivas fases de desarrollo.

Se registra la presencia de huevos de sardina española frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones.

Para anchoveta, se identificaron 15 estaciones positivas para huevos y 14 para larvas de anchoveta, en las cuales se recolectaron 285.311 huevos y 8.145 larvas, ambas cifras referidas a un área de superficie de mar de 10m², lo que representó una frecuencia porcentual de 100% y 93%, para los respectivos estadios de desarrollo; reflejando actividad reproductiva en la zona explorada, siendo ésta, en cuanto a intensidad, el registro más alto para la fase de huevos y el décimo segundo para los estadios larvales de anchoveta, respectivamente para el período enero 2022- marzo 2024, indicativo del desarrollo de su pick secundario aperiódico de desove.

Durante el presente mes, se registra una abundancia de huevos y larvas de la especie, 116% y 32% mayor, respecto al mes de febrero.

La abundancia y distribución geográfica de huevos y larvas de anchoveta, muestra que las mayores densidades de los productos del desove, y particularmente el estadio de huevos, se registran frente al puerto de Arica, situación que se ha mantenido desde diciembre 2022 hasta la fecha; para disminuir hacia el sur de la zona de estudio, presentando ambos estadios de desarrollo cobertura latitudinal y longitudinal máxima .

La abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta obtenida en marzo 2024, señala respecto a lo reportado el mes pasado, que los niveles de abundancia de esta especie analizada en términos de la densidad promedio por estaciones positivas y totales, muestra un incremento de 58% para el estadio de huevos y de +4% y -3% para las fases larvarias, respectivamente.

Las densidades expresadas en la serie de abundancia de huevos y larvas de anchoveta para el periodo octubre 2014 – marzo 2024, reflejan nuevamente, que la postura ha sido permanente a través del tiempo, con alzas importantes en las épocas de pick primario y secundario de desove. Durante el presente mes, se registra un alza en la abundancia de huevos y larvas de anchoveta, con tasas de cambio positivas e iguales a 116% y 32%, respectivamente.

El resultado de lo anterior, se vio reflejado en la abundancia de huevos de anchoveta estimada en marzo 2024, la cual fue 129%, 1962%, 4603%, 138%, 5097%, 281%, 1002%, 5309% y 1178% mayor respecto a las obtenidas en marzo de los años 2023, 2022, 2021, 2020, 2019, 2018, 2017, 2016 y 2015. Por su parte las larvas exhiben un incremento en sus niveles de abundancia de 90%, 257%, 14%, 45%, 362%, 415% y 193%, respecto a los meses de marzo de 2022, 2021, 2020, 2018, 2017, 2016 y 2015 y 29% menor respecto al año 2023.

Para sardina española, se aprecia una alta frecuencia de ocurrencia frente al puerto de Mejillones. Es importante señalar que a partir del mes de abril 2023 y hasta la fecha, su presencia ha sido habitual en los puertos monitoreados.

INTRODUCCIÓN

El presente reporte contiene los resultados obtenidos de la realización del monitoreo mensual de la condición del recurso Anchoveta con énfasis en la abundancia y distribución de huevos y larvas de peces, efectuado entre el 11 y el 19 de marzo 2024, frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones.

OBJETIVO GENERAL

Conocer las variaciones mensuales en la zona costera de la abundancia y distribución espacial de los estadios tempranos de peces.

METODOLOGÍA

Zona de estudio

El monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas correspondiente al mes de marzo 2024, abarcó la zona marítima de las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, comprendida entre Arica (18°25'S) y Mejillones (23°04'S), donde se establecieron para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones, dos transectas perpendiculares a la costa equidistantes cada 2 mn con estaciones programadas a 1, 3 y 5 mn (**Figs. 1, 2 y 3**).

Plataforma de trabajo y programación de estaciones in situ

Para el desarrollo de esta actividad, se utilizó como plataforma de trabajo las lanchas de servicio y PAM de Corpesca S.A. “Oviedo”, “Tornado” y “Albatros” para los puertos de desembarque de Arica, Iquique y Mejillones, respectivamente. En el **Cuadro 1**, se consigna el número total de transectas y estaciones realizadas, el rango latitudinal y las fechas de inicio y término de esta actividad.

Cuadro 1

Programación de estaciones *in situ* realizadas durante marzo 2024.

Número de Transectas	Nº Estaciones	Duración en días	Rango latitudinal	Fecha Inicio y Término
5	15	7	18°25' – 23°04' LS	11 al 19 marzo 2024

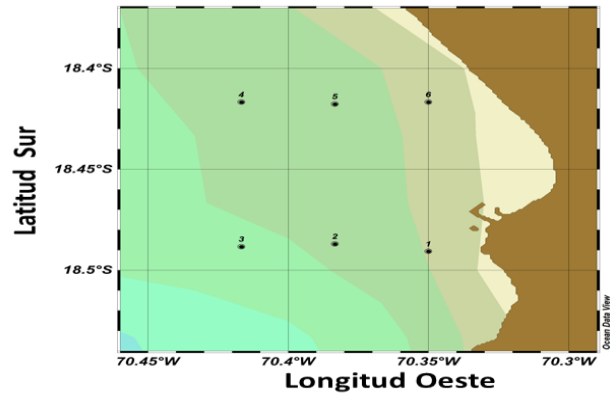


Figura 1. Área de estudio y localización de las estaciones de muestreo en Arica.

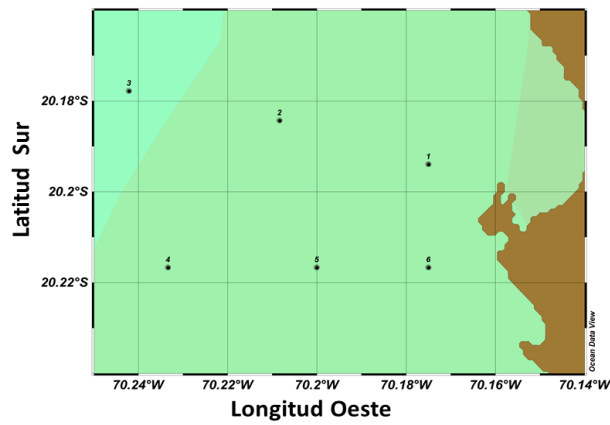


Figura 2. Área de estudio y localización de las estaciones de muestreo en Iquique.

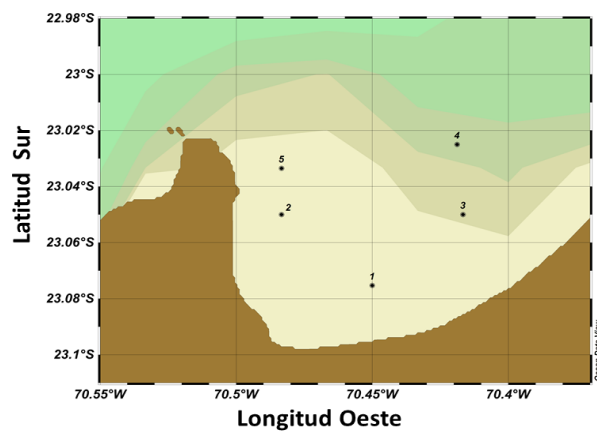


Figura 3. Área de estudio y localización de las estaciones de muestreo en Mejillones.

RESULTADOS

CONDICIÓN OCEANOGRÁFICA FRENTE A LA COSTA NORTE DE CHILE MARZO 2024

Durante marzo 2024, en la franja comprendida entre la costa y las 5 mn, la temperatura superficial del mar (**TSM**), fluctuó entre 16,36°C registrado a 1 mn al sur de punta Angamos y 22,06°C medido a 1 mn al norte de Arica, con un promedio general para la zona de $19,40^{\circ}\text{C} \pm 1,597$, temperatura promedio 0,5°C más baja, respecto a la reportada durante el mes de febrero 2024; observándose las menores temperaturas frente al puerto de Mejillones.

Las **TSM** de los puertos de desembarque de Arica y Mejillones, fueron 0,7°C más altas y 2,5°C más frías, respecto a las reportadas en el mes de febrero 2024, respectivamente; presentando Iquique respecto al mes enero 2024, una TSM 1,1°C más alta. Los promedios por localidad fueron iguales a $20,85 \pm 0,8$; $19,14 \pm 0,6$ y $17,02 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$, para Arica, Iquique y Mejillones, respectivamente (**Fig. 4, Tabla 1**).

Entre Arica y punta Angamos se observaron salinidades superficiales comprendidas entre 34,627 y 34,865 ups con un promedio para la zona de estudio de $34,794 \pm 0,073$ ups. Estas salinidades, se presentan asociadas a un rango térmico comprendido entre 19,77°C y 19,85°C y densidades comprendidas entre 24,046 y 25,420 Kg/m³(**Fig. 5, Tabla 1**).

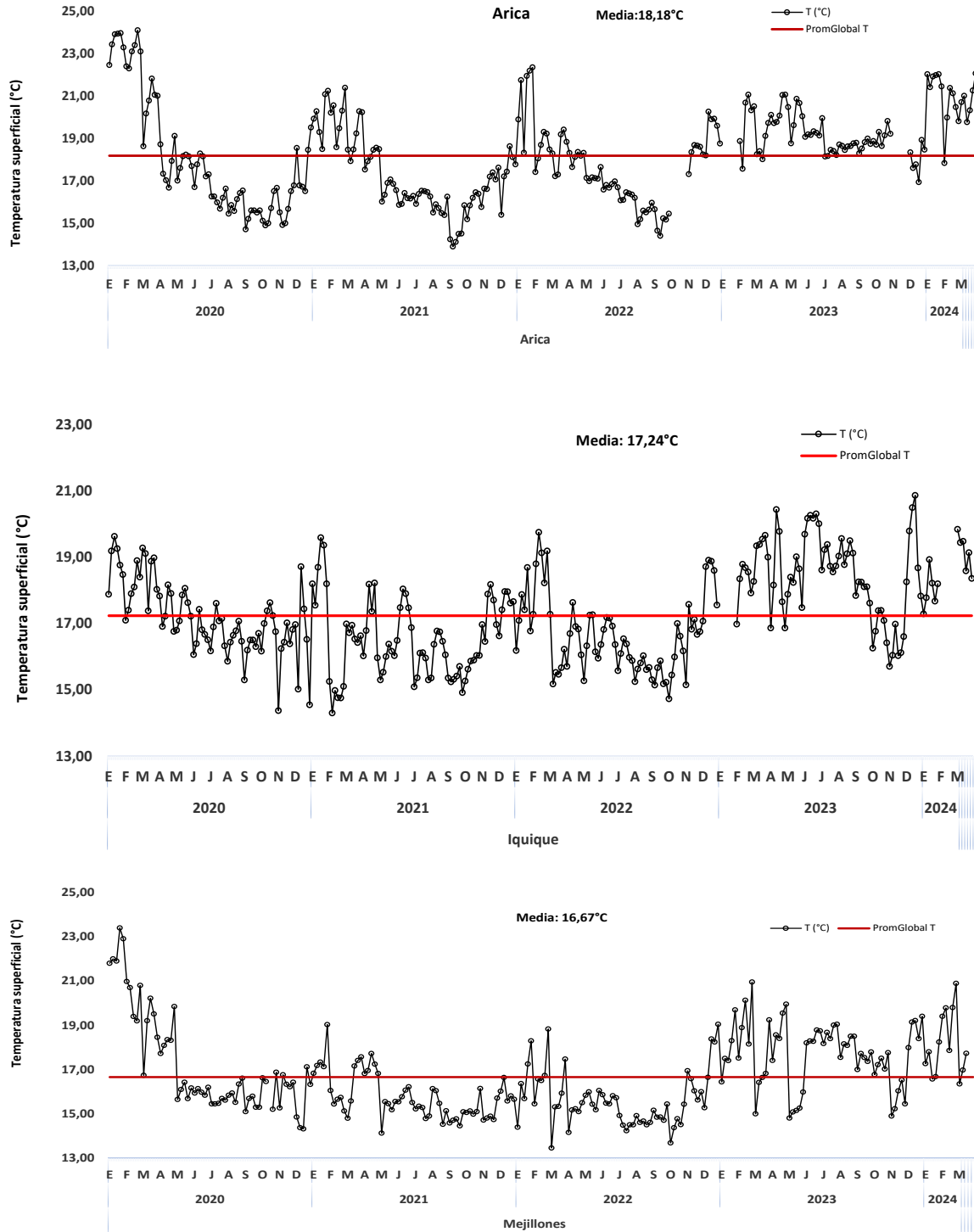


Figura 4. Temperatura superficial del mar (TSM °C) para los puertos de desembarque de Arica, Iquique y Mejillones. Enero 2020 – marzo 2024.

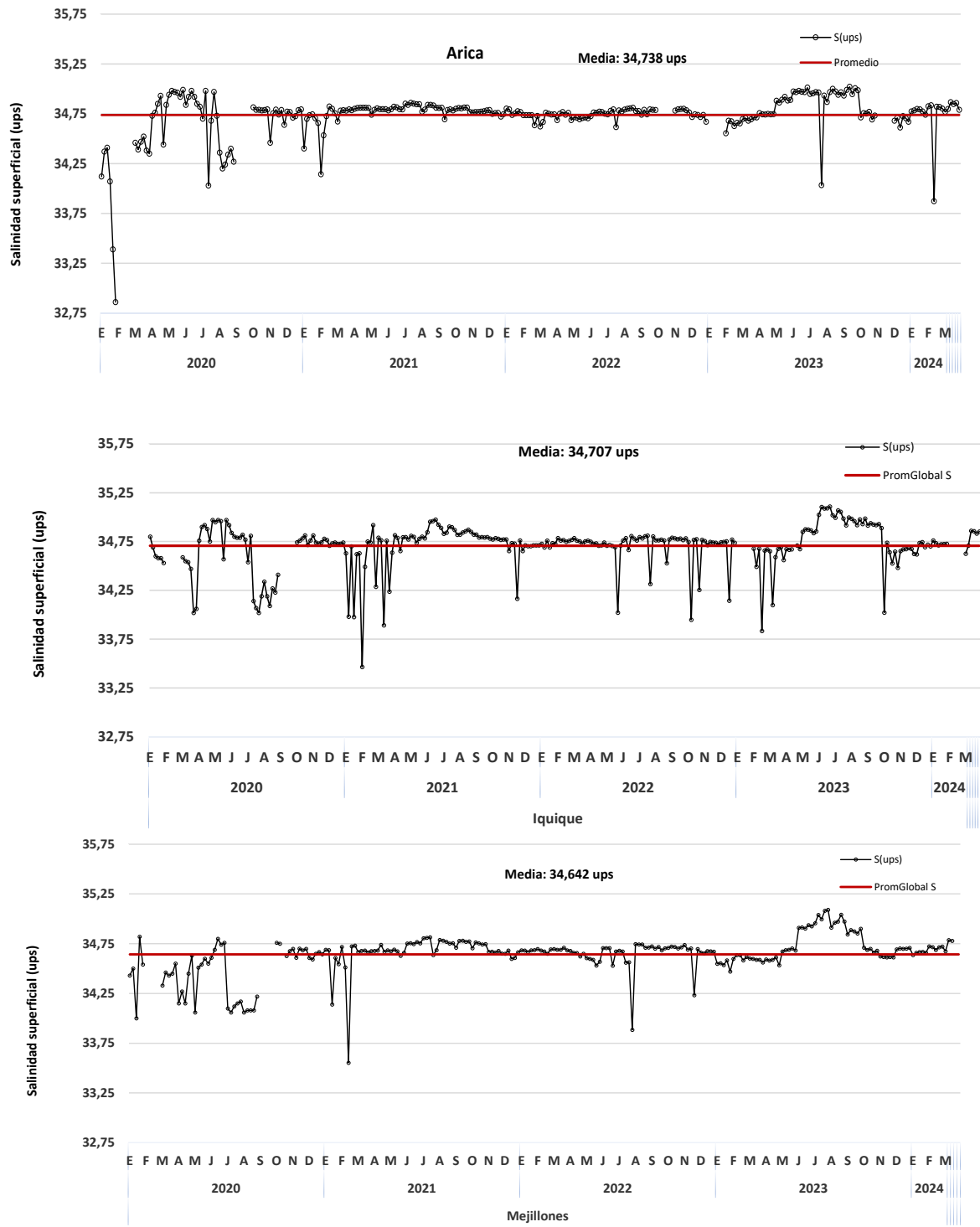


Figura 5. Salinidad superficial promedio (ups) para los puertos de desembarque de Arica, Iquique y Mejillones. Enero 2020 – marzo 2024.

Tabla 1. Estadígrafos de la temperatura (°C), salinidad (ups) y densidad (Kg/m³) superficial (1m) frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones durante marzo 2024.

1 m	T (°C)	S (ups)	D (Kg/m ³)
Global			
Promedio	19,403	34,794	24,745
Min	16,357	34,627	24,046
Max	22,062	34,865	25,420
DS	1,597	0,073	0,409
Arica			
Promedio	20,853	34,821	24,400
Min	19,767	34,768	24,046
Max	22,062	34,865	24,725
DS	0,791	0,041	0,231
Iquique			
Promedio	19,143	34,790	24,803
Min	18,359	34,627	24,369
Max	19,846	34,861	25,074
DS	0,570	0,098	0,255
Mejillones			
Promedio	17,023	34,746	25,317
Min	16,357	34,675	25,172
Max	17,732	34,786	25,420
DS	0,688	0,062	0,129

Cabe señalar que las **TSM** del presente mes, fueron 1°C más altas respecto a las registradas durante marzo 2023 y similares a las medidas en marzo de los años 2018 y 2020.

Con respecto a marzo 2023, las **TSM** registradas durante el presente mes, frente a los puertos de desembarque de la flota industrial, fueron 1,9°C más altas frente al puerto de Arica, similares en Iquique y 0,2°C más altas al oeste de Mejillones (**Fig.6**).

TSM PROMEDIO MESES MARZO 2017 a 2024

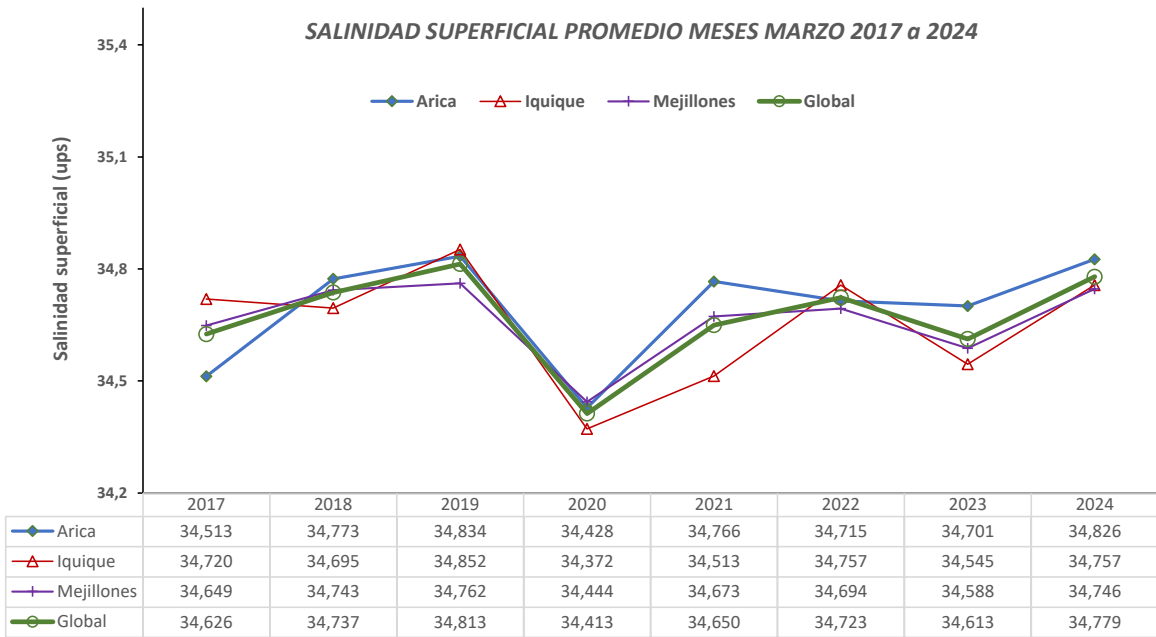
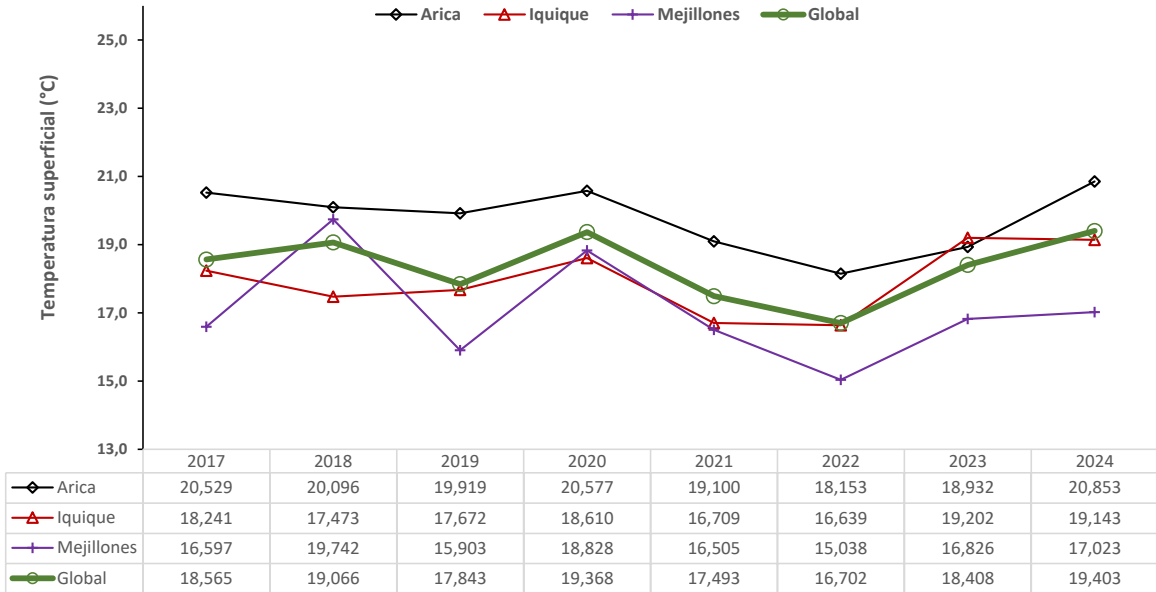


Figura 6. Temperatura y salinidad superficial del mar promedio (°C y ups) para los puertos de desembarque de Arica, Iquique y Mejillones. Meses de marzo 2017 a 2024.

La profundidad de la isoterma de 15 °C, para este mes, se pudo detectar en posiciones relativamente más profundas, con la excepción de Mejillones, donde se presentó en una posición más somera y cuyos promedios correspondieron a 37, 36 y 14 m para Arica, Iquique y Mejillones, respectivamente (**Figs. 7, 8 y 9**).

La tendencia a largo plazo del oxígeno disuelto en la capa superficial (0 a 10 m de profundidad), es a mantener la misma condición observada en las últimas campañas. La actual campaña, presenta una tendencia al aumento de los valores de este gas para la región de Arica, mientras que en los puertos de Iquique y Mejillones, las concentraciones registraron una disminución con respecto al mes precedente. Sin embargo, las localidades de estudio, exhibieron un rango de valores dentro de la tendencia mostrada en los últimos meses, las que en promedio se centran cerca de los 5 mL O₂/L (**Fig. 10**).

La serie de tiempo de la clorofila-*a*, con respecto al mes anterior, muestra un aumento en las concentraciones de este pigmento, frente a los puertos de Arica y Mejillones, mientras que Iquique, registra una disminución en sus valores de producción primaria (**Fig. 11**).

A escala regional, los pronósticos para el trimestre abril – junio 2024, prevé 79% de probabilidad de condiciones neutras. A partir de este trimestre, seguirían las mayores probabilidades de condiciones neutras y se daría un posible desarrollo de “La Niña” a partir del trimestre junio – agosto 2024 (Boletín El Niño/La Niña en América Latina, **CIIFEN**, Marzo 2024).

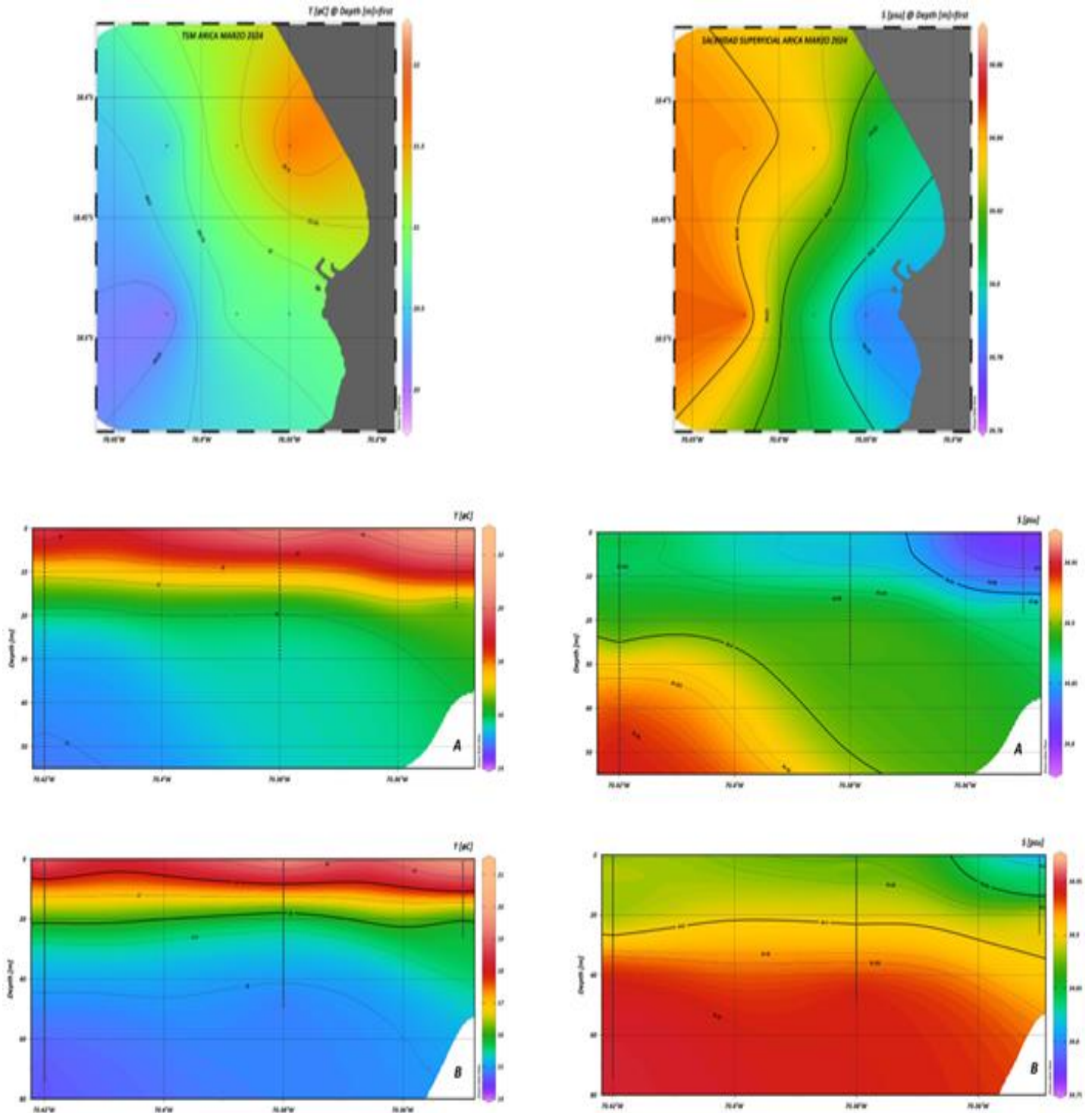


Figura 7. Distribución superficial y vertical de temperatura (°C) (panel izquierdo) y salinidad (ups) (panel derecho) en Arica durante marzo 2024.

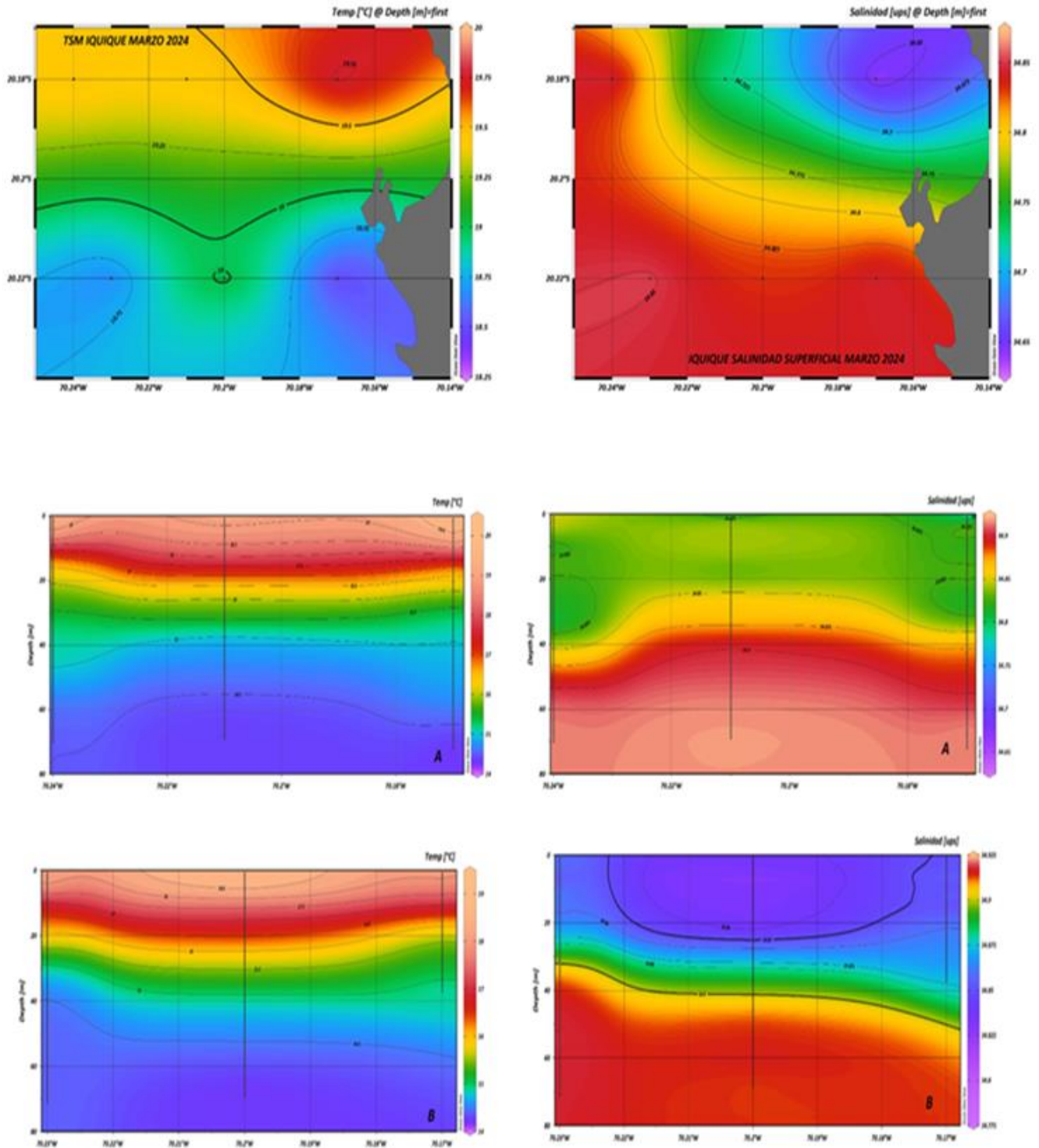


Figura 8. Distribución superficial y vertical de temperatura (°C) (panel izquierdo) y salinidad (ups) (panel derecho) en Iquique durante marzo 2024.

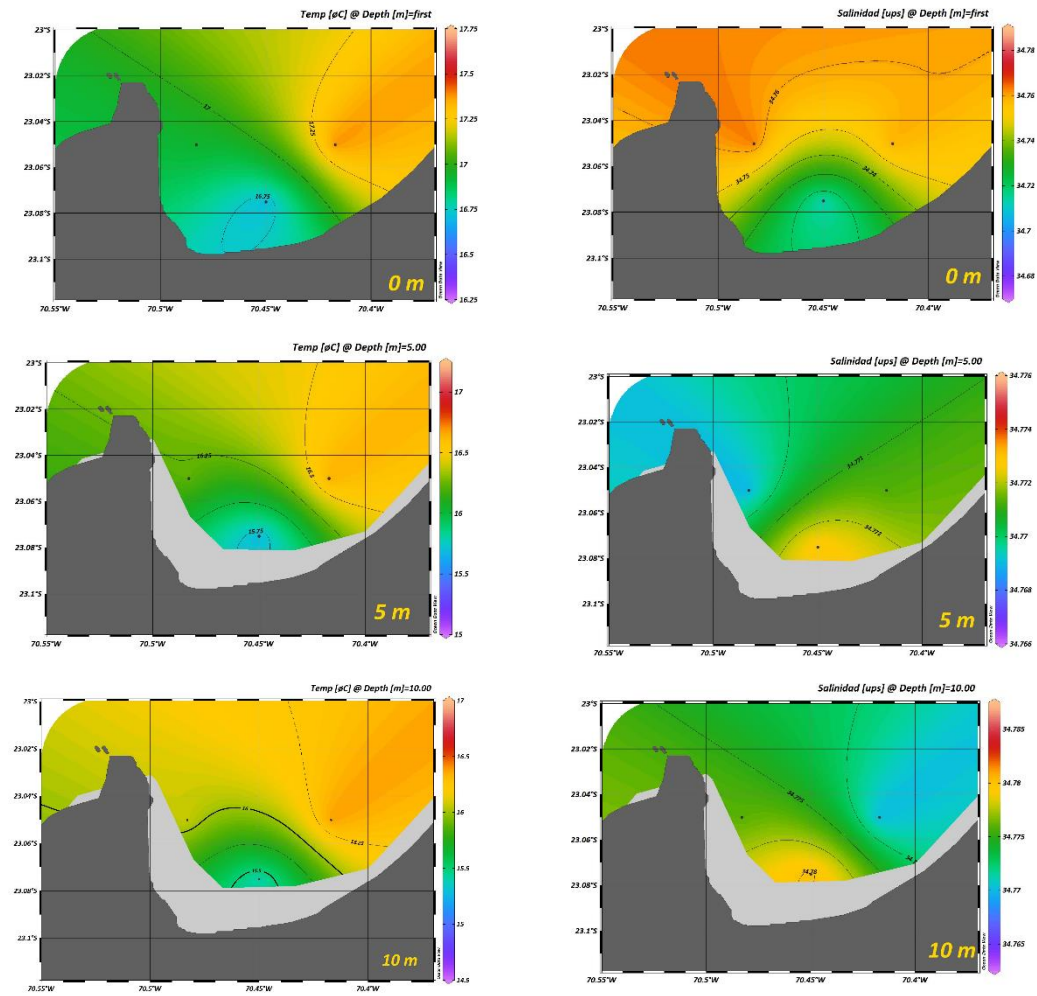


Figura 9. Distribución de temperatura (°C) (panel izquierdo) y salinidad (psu) (panel derecho) a 0, 5 y 10 m de profundidad en Mejillones durante marzo 2024.

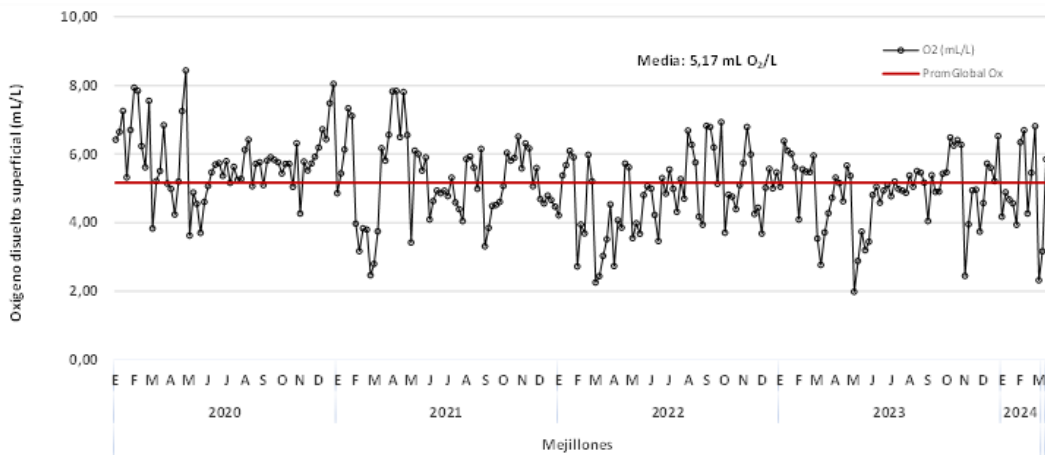
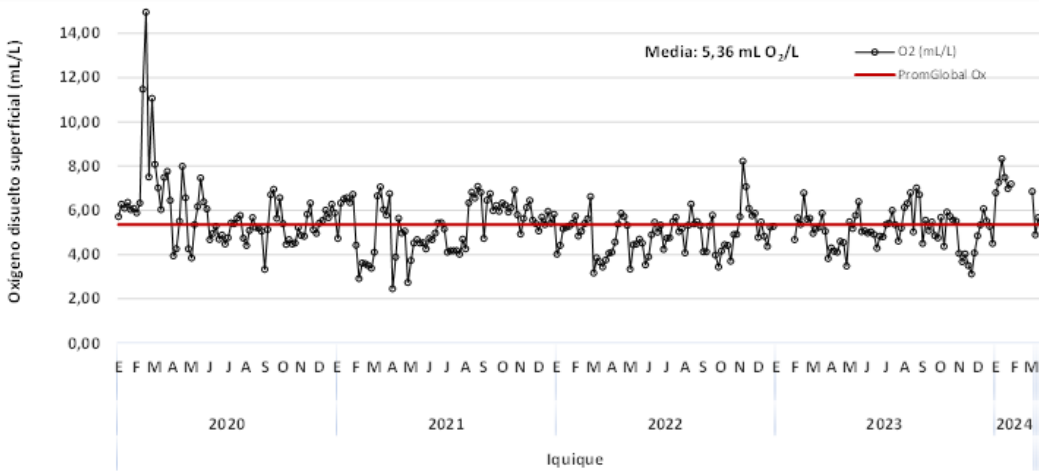
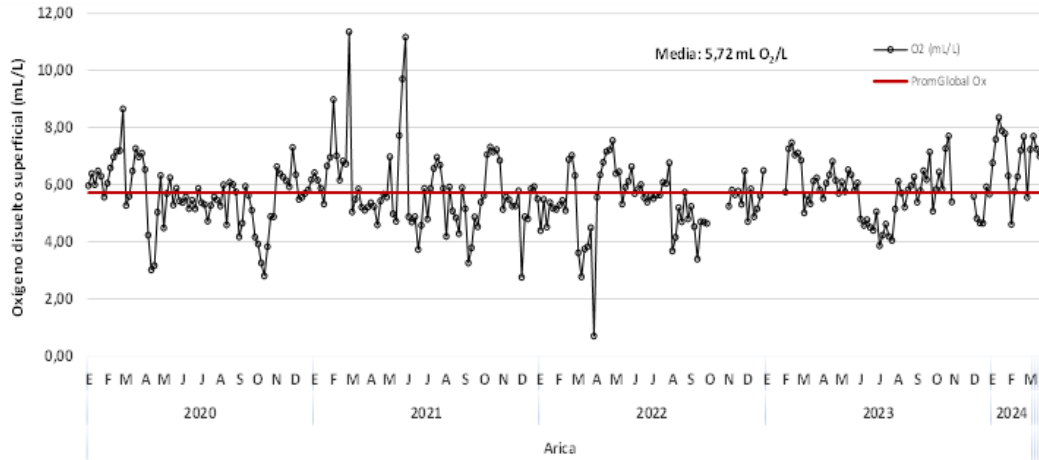


Figura 10. Variabilidad mensual del contenido de oxígeno disuelto (mL/L) en Arica, Iquique y Mejillones entre enero 2020 y marzo 2024. (línea roja promedio).

Tabla 2. Estadígrafos de la temperatura (°C), salinidad (ups) y densidad (Kg/m³) de la columna de agua frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones durante marzo 2024.

Global	T (°C)	S(ups)	D kg/m³
Mínimo	13,581	34,627	24,046
Máximo	22,062	34,970	26,503
Promedio	15,714	34,867	25,838
Desvest	1,693	0,051	0,487
Arica	T (°C)	S(ups)	D kg/m³
Mínimo	14,442	34,768	24,046
Máximo	22,062	34,970	26,383
Promedio	16,450	34,897	25,665
Desvest	1,834	0,041	0,537
Iquique	T (°C)	S(ups)	D kg/m³
Mínimo	14,124	34,627	24,369
Máximo	20,058	34,921	26,401
Promedio	15,775	34,871	25,841
Desvest	1,558	0,040	0,468
Mejillones	T (°C)	S(ups)	D kg/m³
Mínimo	13,581	34,643	25,172
Máximo	17,748	34,886	26,503
Promedio	14,559	34,817	26,070
Desvest	1,022	0,046	0,335

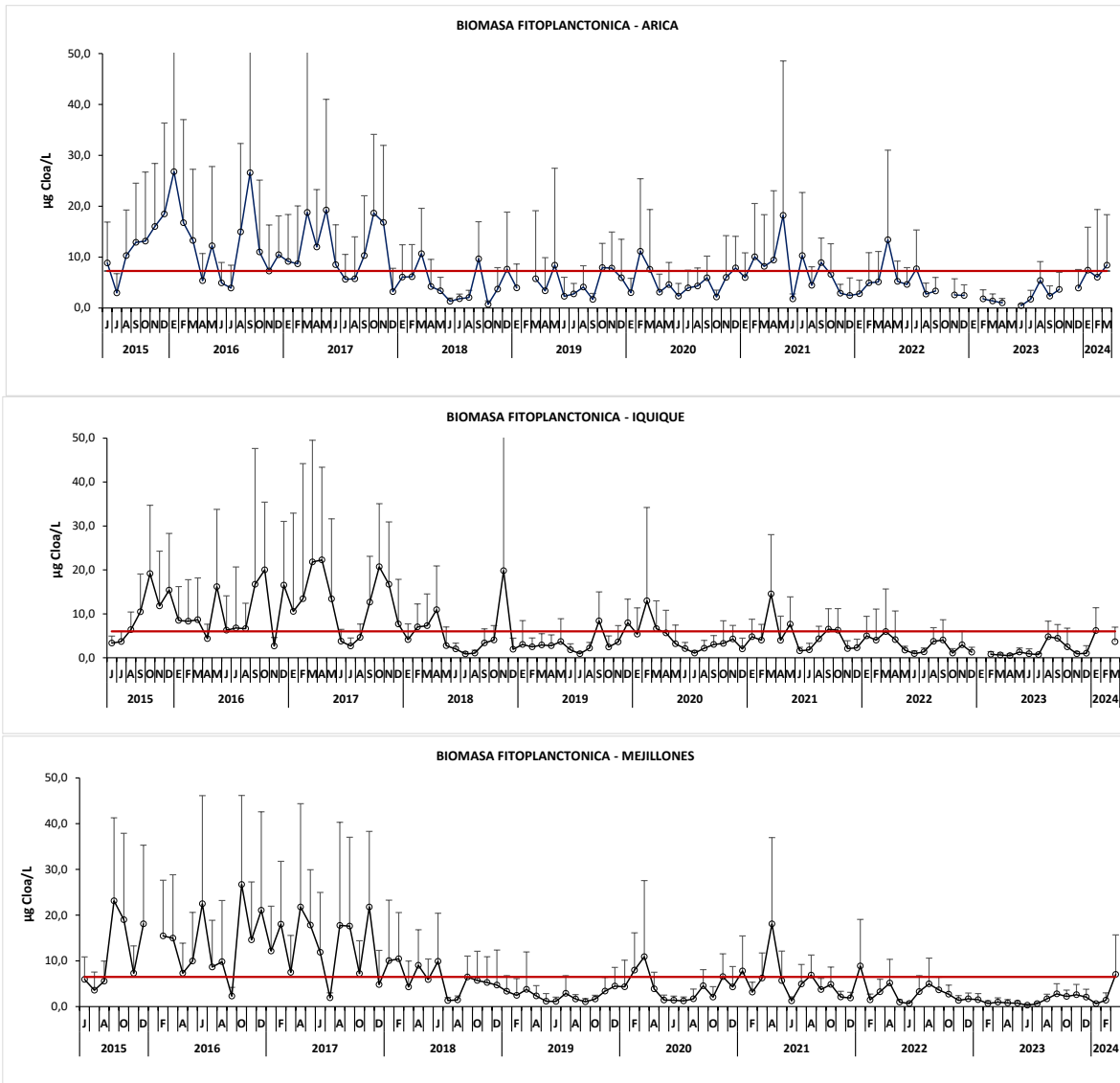


Figura 11. Variabilidad mensual de la biomasa fitoplanctónica ($\mu\text{gCloa/L}$) en Arica, Iquique y Mejillones entre junio 2015 y marzo 2024. (línea roja promedio).

1.1 Arica

El contenido de oxígeno disuelto fluctuó entre 0,44 y 7,88 mL O₂/L. Se detectaron altas concentraciones de este gas a nivel superficial, al norte y sur del área de estudio, registrándose en la estación 5, ubicada a 3 mn de la costa, la máxima concentración. La capa superficial se presentó bien oxigenada y se caracterizó por un gradiente de mayores concentraciones hacia el sector central de la grilla de estudio, destacando la presencia de dos núcleos de altas concentraciones ($\geq 7,5$ mL O₂/L), localizados en la línea de estaciones de 3 mn al norte y sur del área de estudio (**Figs. 12 y 13, Tabla 3**). La sección norte, estuvo representada por la presencia de un estrato bien oxigenado (> 5 mL O₂/L), que abarcó hasta los 10 m de profundidad. Bajo la capa superficial, la columna de agua muestra concentraciones inferiores a los 4 mL O₂/L, registrando menores concentraciones de este gas, en la capa más profunda. Al igual que la transecta anterior, la sección sur, también muestra una capa superficial bien oxigenada (≥ 5 mL O₂/L) que abarcó hasta 8 m de profundidad. Bajo este último estrato y en toda la columna de agua de la sección, se destacó la presencia de niveles de oxígeno disuelto comprendidos entre 3,5 y < 1 mL O₂/L, hacia los estratos de mayor profundidad (**Fig. 14**).

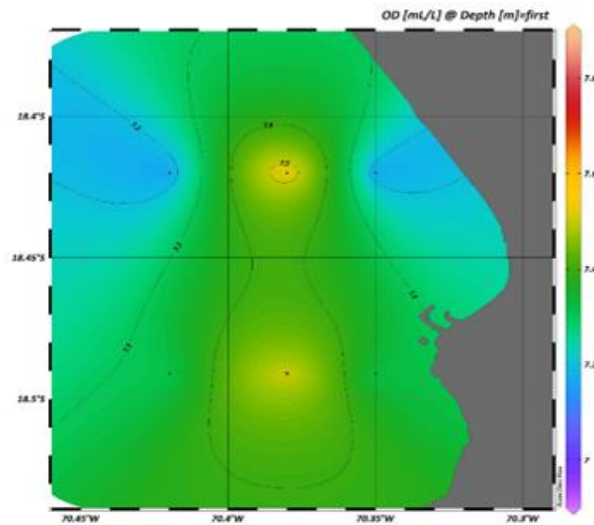
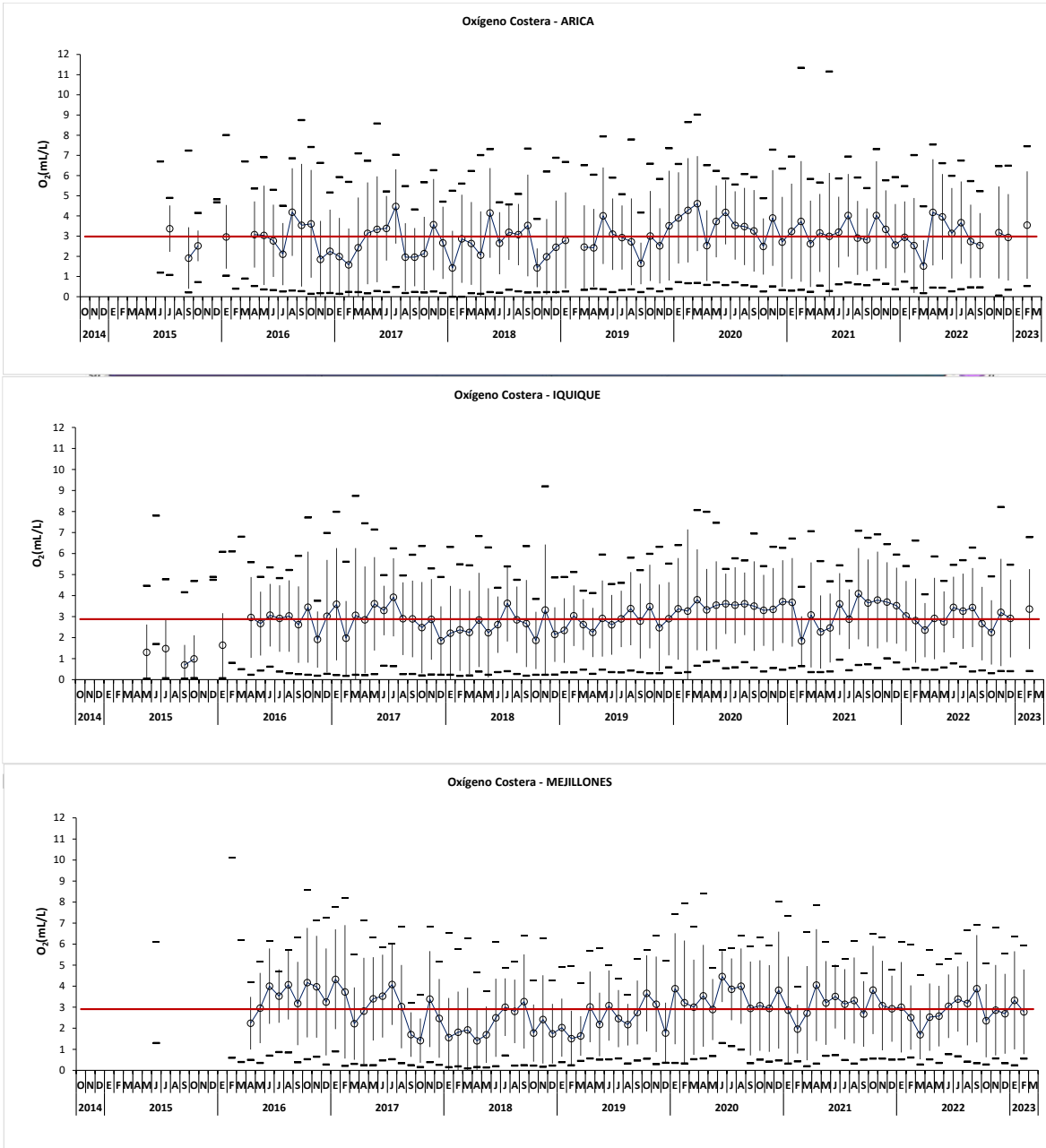


Figura 12. Distribución superficial de oxígeno disuelto (mL/L) en Arica durante marzo 2024.

Tabla 3. Estadígrafos de la concentración de clorofila a ($\mu\text{g/L}$) y contenido de oxígeno disuelto (mL/L) de la columna de agua frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones, marzo 2024.

Global	Cloa ($\mu\text{g/L}$)	O₂(mL/L)
Mínimo	0,00	0,37
Máximo	31,61	7,88
Promedio	6,11	3,61
Desvest	7,75	2,51
Arica		
Mínimo	0,03	0,44
Máximo	31,61	7,88
Promedio	8,40	4,27
Desvest	9,94	2,93
Iquique		
Mínimo	0,07	0,50
Máximo	10,59	6,85
Promedio	3,63	3,79
Desvest	3,34	2,14
Mejillones		
Mínimo	0,00	0,37
Máximo	27,53	5,85
Promedio	7,00	2,03
Desvest	8,67	1,67



Figuras 13. Variabilidad del promedio mensual de oxígeno disuelto (mL/L) en Arica, Iquique y Mejillones entre octubre 2014 y marzo 2024. (líneas horizontales: mínimos y máximos, líneas verticales: desviación estándar y línea roja promedio)

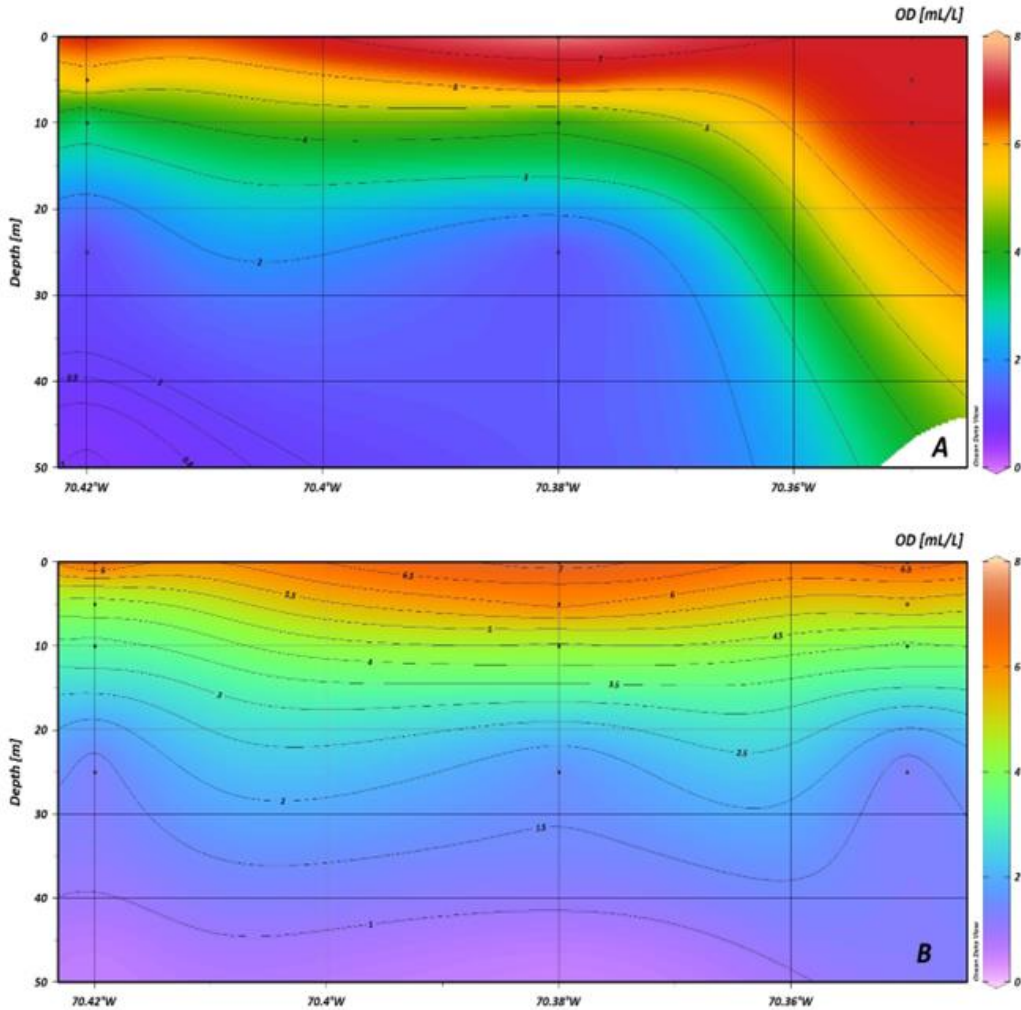


Figura 14. Secciones verticales de oxígeno disuelto (mL/L) en Arica durante marzo 2024. A: transecta norte, B: transecta sur.

La concentración de clorofila-*a* fluctuó entre 0,03 y 31,61 $\mu\text{g Cl-a/L}$. La máxima concentración de este pigmento se detectó a 5 m de profundidad de la estación 4, a 5 mn de la costa. La biomasa fitoplanctónica superficial mostró un núcleo de mayores concentraciones, ($> 3 \mu\text{g Cl-a/L}$) en todo el sector norte del área de estudio (Fig. 15; Tablas 3 y 4). La sección norte, se caracterizó por presentar un estrato subsuperficial (hasta 10 m de profundidad) de altos valores de este pigmento ($> 10 \mu\text{g Cl-a/L}$), que se extiende a través de toda la sección. Bajo los 20 m y en toda la columna de agua de la sección, dominaron concentraciones de clorofila-*a* inferiores a $5 \mu\text{g Cl-a/L}$. En la sección sur, la abundancia de la biomasa fitoplanctónica fue mayor respecto a la sección anterior, destacando un gradiente costa océano de altas concentraciones, las que no alcanzaron la zona más alejada de la costa, y bajo los 20 m de profundidad predominaron concentraciones inferiores a $7,5 \mu\text{g Cl-a/L}$ (Fig. 16).

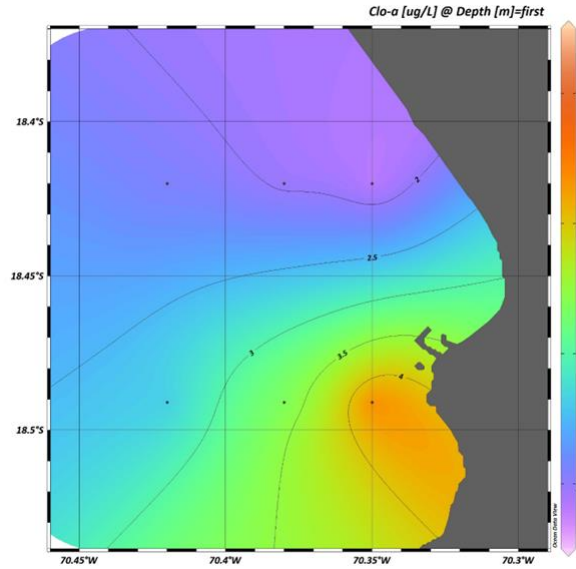


Figura 15. Distribución superficial de la biomasa fitoplanctónica ($\mu\text{g Cl-a/L}$) en Arica durante marzo 2024.

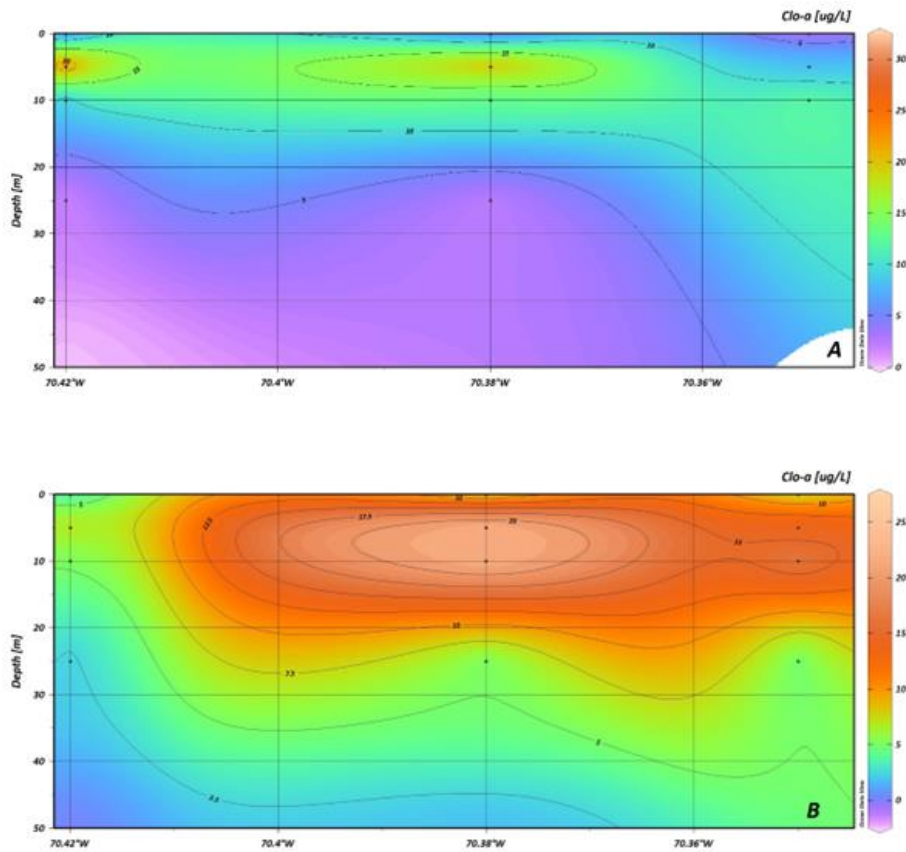


Figura 16. Secciones verticales de biomasa fitoplanctónica ($\mu\text{g Cl-a/L}$) en Arica durante marzo 2024. A: transecta norte, B: transecta sur.

1.2 Iquique

El oxígeno disuelto fluctuó entre 0,5 y 6,9 mL O₂/L. La máxima de este gas se presentó en la capa superficial al norte de la grilla de estudio y se localizó a 1 mn de la costa (estación 1). La distribución superficial de este gas, presentó una columna de agua bien oxigenada, con concentraciones superiores a > 5 mL O₂/L, destacando dos núcleos de mayores valores al noroeste y sur oeste del área de estudio (> 6,0 mL O₂/L) (**Fig. 17**). En la componente vertical, la sección norte mostró una columna de agua superficial bien oxigenada con concentraciones mayores a 5 mL O₂/L, la que se extendió hasta los 10 m de profundidad, siendo más somera en el margen costero. Bajo este estrato, la columna de agua estuvo dominada por concentraciones menores a 4,5 mL O₂/L en toda la sección, destacando la presencia de concentraciones de 1 mL O₂/L en la capa de fondo. La sección sur se mostró más oxigenada que la sección anterior (> 6 mL O₂/L). Bajo los 20 m de profundidad, y a lo largo de toda la sección, dominó la presencia de niveles de oxígeno disuelto ≤ a 3,5 mL O₂/L, y en el estrato más profundo se observaron niveles iguales a 1 mL O₂/L (**Fig. 18**).

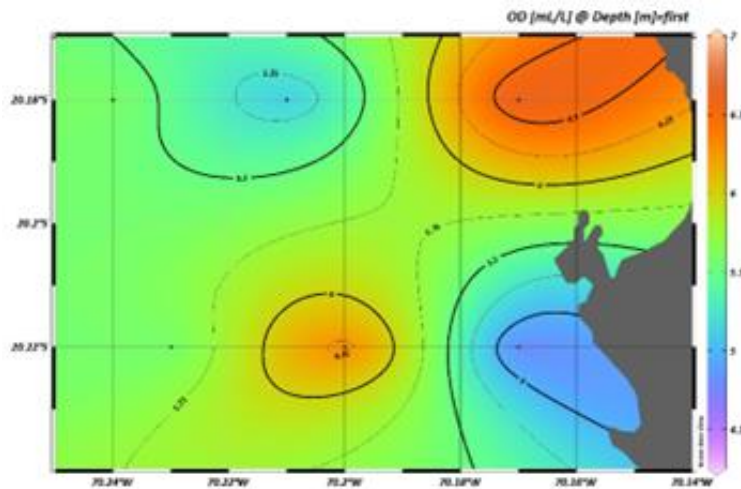


Figura 17. Distribución superficial de oxígeno disuelto (mL/L) en Iquique durante marzo 2024.

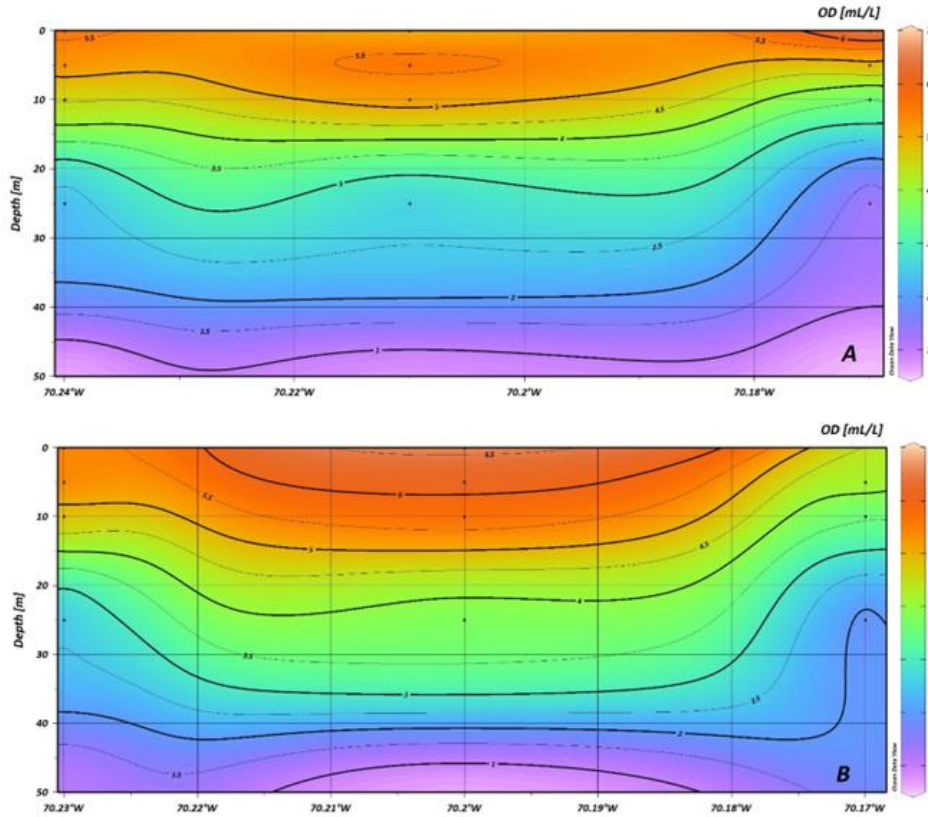


Figura 18. Secciones verticales de oxígeno disuelto (mL/L) en Iquique durante marzo 2024. A: transecta norte, B: transecta sur.

La concentración de clorofila-*a* fluctuó entre 0,07 y 10,6 $\mu\text{g Clo-a/L}$. La máxima concentración de este pigmento se detectó a los 10 m de profundidad de la estación 11 a 3 mn de la costa, transecta sur. La biomasa pigmentaria, se caracterizó por la presencia de un gradiente incremental de sus concentraciones hacia el sector más cercano a la costa (**Fig. 19, Tabla 4**). En el plano vertical de la sección norte, se observó un núcleo subsuperficial (10 m de profundidad) de mayores concentraciones ($\geq 6 \mu\text{g Clo-a/L}$), ubicado en el sector central de la transecta. Bajo este estrato, y en toda de la columna de agua de la sección, la biomasa fitoplanctónica disminuye gradualmente, dominando las concentraciones comprendidas entre 4 y 2 $\mu\text{g Cl-a/L}$. En la sección sur, se detectaron dos núcleos de mayores valores, uno subsuperficial (10 a 30 m) con concentraciones superiores a 8 $\mu\text{g Clo-a/L}$, que se ubicó al centro de la sección, y otro a 10 m, en el sector más alejado de la costa (7 $\mu\text{g Clo-a/L}$) (**Fig. 20**).

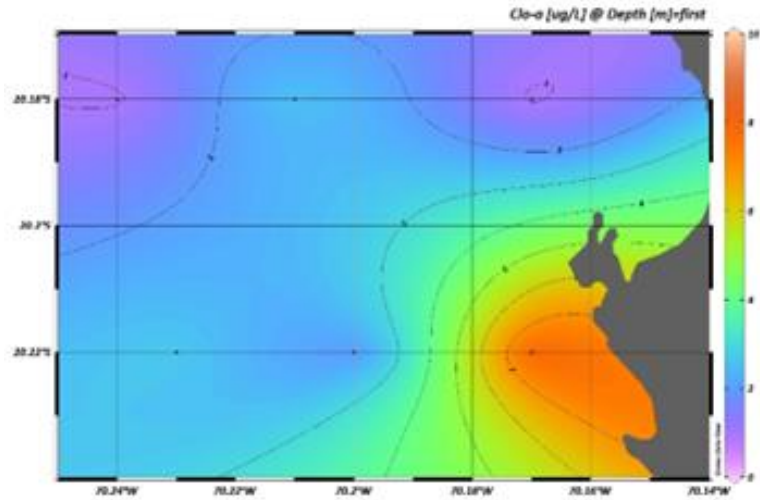


Figura 19. Distribución superficial de la biomasa fitoplanctónica ($\mu\text{g Chl-a/L}$) en Iquique durante marzo 2024.

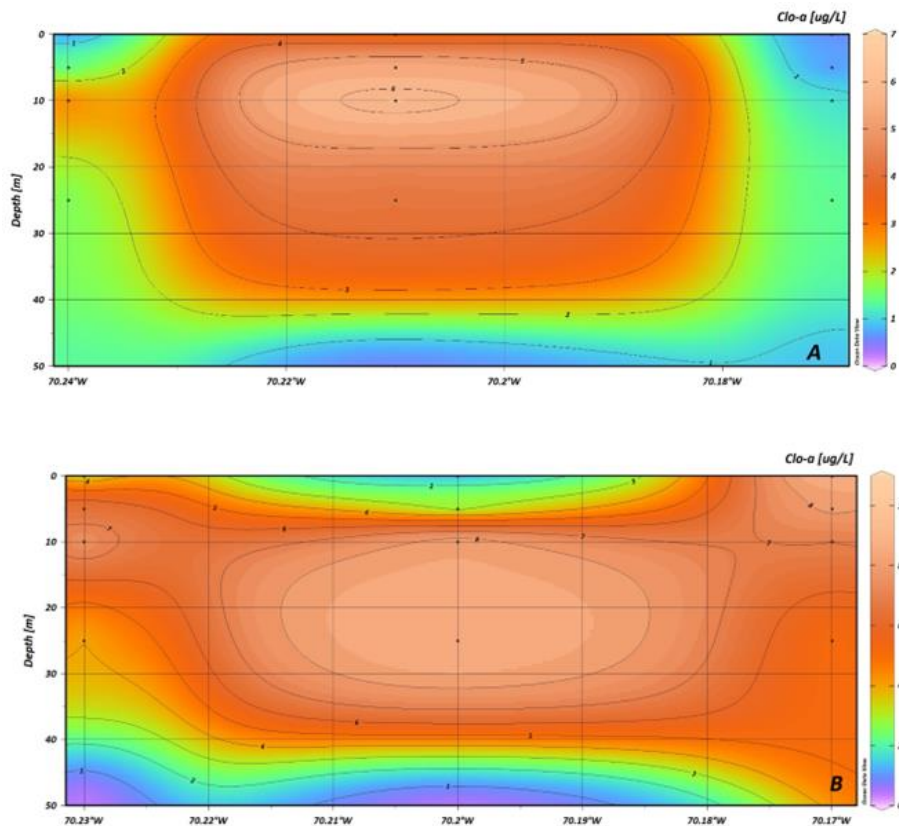


Figura 20. Secciones verticales de biomasa fitoplanctónica ($\mu\text{g Chl-a/L}$) en Iquique durante marzo 2024. A: transecta norte, B: transecta sur.

1.3 Mejillones

El oxígeno disuelto fluctuó entre 0,37 y 5,85 mL O₂/L. La mayor concentración de este gas se registró en el estrato superficial de la estación 15, localizada a 5 m al sur de este puerto. La distribución superficial de este gas muestra un estrato oxigenado (> 3 mL O₂/L), evidenciando la formación de un gradiente incremental de sus valores hacia el norte del área de estudio, donde destaca la formación de un núcleo de concentraciones mayores a 4 mL O₂/L al suroeste de la grilla de estudio. El estrato de los 5 m se caracteriza por menores concentraciones, mostrando un núcleo de niveles superiores a 3 mL O₂/L, y concentraciones menores a 3 mL O₂/L en todo el resto del área de estudio. Por otro lado, la capa de los 10 m de profundidad, mantiene el patrón observado a 5 m, con un núcleo costero de menores valores (**Figura 21, panel izquierdo**). Bajo los 30 m de profundidad, la columna de agua registró concentraciones muy escasas de este gas, evidenciando valores inferiores a 1 mL O₂/L, que denotan condiciones de anoxia (**Tabla 4**).

La concentración de clorofila-*a* fluctuó entre 0,0 y 27,53 µg Clo-a/L. El mayor valor de clorofila-*a* fue detectado al suroeste del área de estudio en el estrato de los 10 m de profundidad de la estación 15. La distribución en el estrato superficial de la biomasa fitoplanctónica, se caracterizó por la presencia de un núcleo de mayores concentraciones al sureste de la grilla de estudio, con concentraciones mayores a 7 µg Clo-a/L. En el estrato de los 5 m se observó un núcleo de altos valores al suroeste del área, cuyas concentraciones superaron los 11 µg Clo-a/L. Por otro lado, en la capa de 10 m de profundidad, el patrón cambia, destacándose la presencia del núcleo de mayores concentraciones en el sector suroeste de la grilla de estudio (> 20 µg Clo-a/L) (**Figura 21, panel derecho**). Bajo los 30 m de profundidad, las concentraciones de este pigmento bajan notoriamente en toda la columna de agua, no sobrepasando los 1 µg Clo-a/L (**Tabla 4**).

Tabla 4. Valores de biomasa fitoplanctónica (Cloa) ($\mu\text{g Clo-a/L}$) y oxígeno disuelto ($\text{O}_2 \text{ mL/L}$) registrados en Mejillones durante marzo 2024.

N° Estación	Z(m)	Cloa ($\mu\text{g/L}$)	O_2(mL/L)
13	0	9,35	2,32
	5	3,76	1,61
	10	0,89	1,16
	25	0,22	0,42
14	0	2,94	3,16
	5	14,83	2,91
	10	21,42	2,37
	25	0,73	0,40
	50	0,02	0,37
15	0	5,31	5,85
	5	9,19	4,14
	10	27,53	2,84
	25	1,80	0,43
	50	0,00	0,39

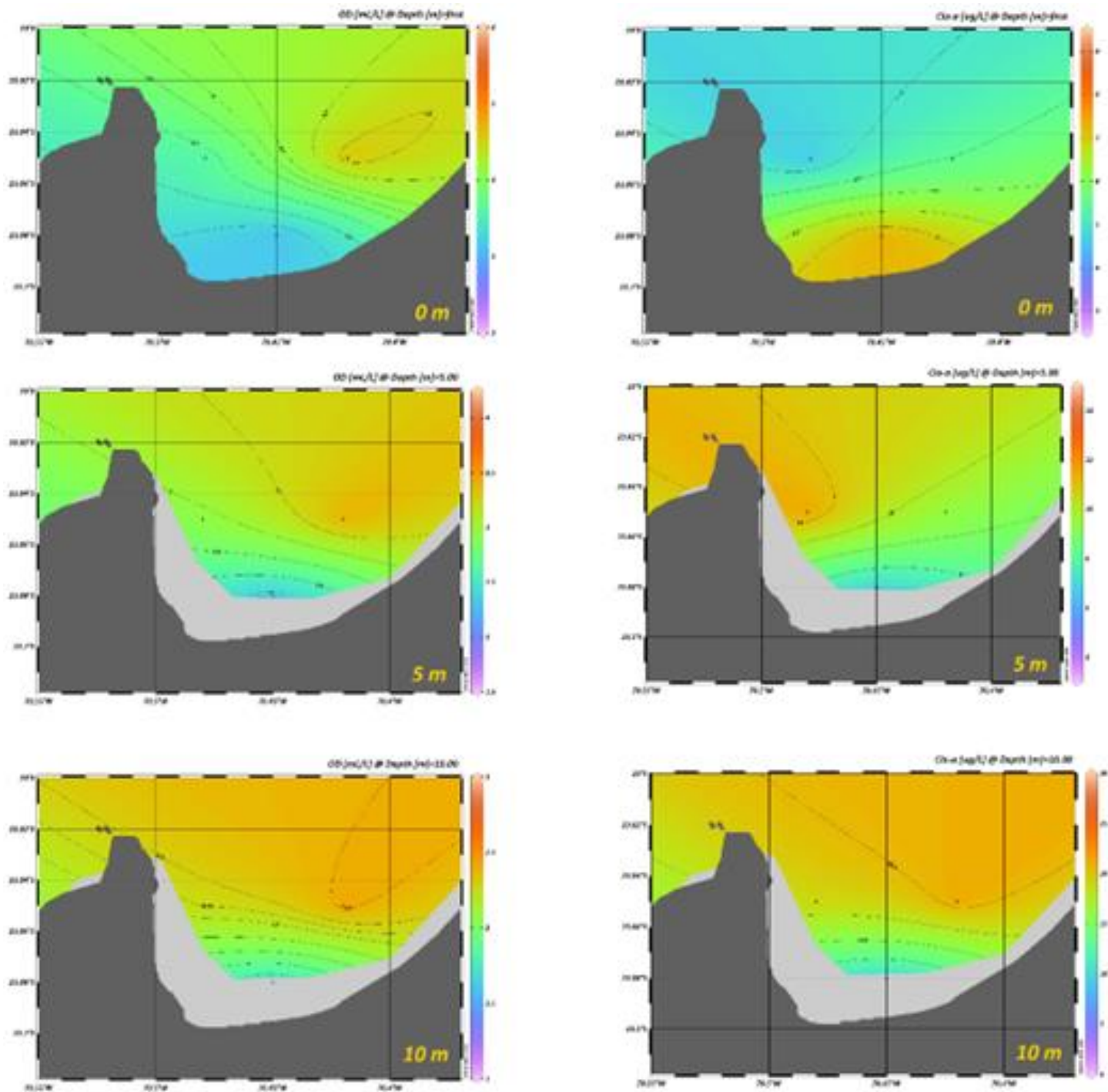


Figura 21. Distribución del oxígeno disuelto (mL/L) (panel izquierdo) y de la biomasa fitoplanctónica ($\mu\text{g Cio-a/L}$) (panel derecho) en Mejillones a 0, 5 y 10 m de profundidad, durante marzo 2024.

2. Estimación de la biomasa zooplanctónica

En marzo 2024, la biomasa zooplanctónica expresada en ml de zooplancton presentes en 1.000 m³ de agua filtrada, fluctuó entre 148 y 1.461 con un promedio general para la zona de 755 (DS = 406,33), cifra 19% y 179% mayor, respecto a la obtenida durante febrero 2024 y marzo 2023, respectivamente (**Fig. 22**). Se observa una clara dominancia de valores categorizados en el rango de densidad 301-900 ml/1.000 m³, el que representó más del 67% de la biomasa total. Como tendencia general, se aprecia un incremento de la biomasa hacia el sur de la zona de estudio.

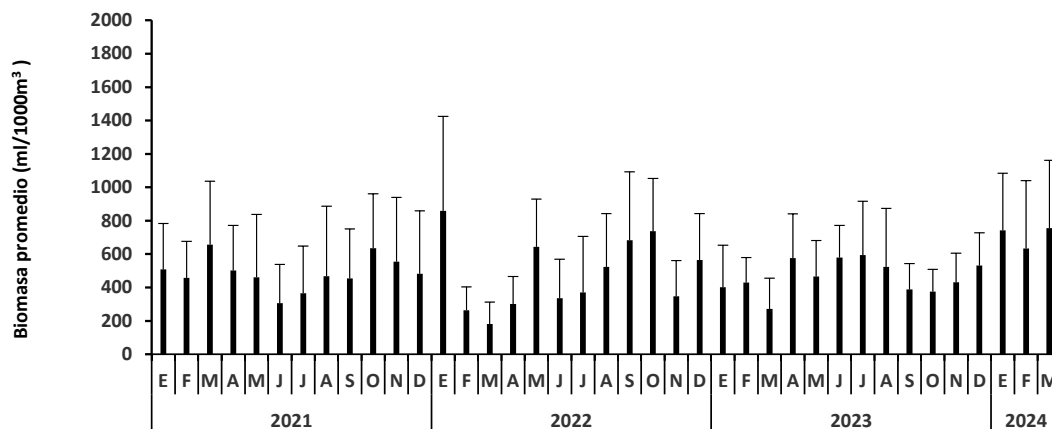


Figura 22. Estimación de la biomasa zooplanctónica, zona norte. Enero 2021 – marzo 2024.

Las mayores biomazas promedio se observaron frente al puerto de Mejillones (802), exhibiendo Arica e Iquique, valores promedio muy similares iguales a 773 y 714 ml de zooplancton/1.000 m³, respectivamente (**Cuadro 2**).

Cuadro 2

Estadígrafos de la biomasa zooplanctónica para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones durante marzo 2024.

<i>Puertos</i>	<i>N</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Promedio</i>	<i>Dest</i>	<i>CV(%)</i>
<i>Arica</i>	6	180	1461	773	541,10	0,70
<i>Iquique</i>	6	148	1193	714	394,05	0,55
<i>Mejillones</i>	5	624	942	802	162,14	0,20

En la figura 23 se muestra la biomasa zooplanctónica con respecto a la distancia de la costa (mn) para las localidades de estudio, observándose que las más altas biomazas se registraron a 5 mn al oeste de los puertos Arica e Iquique y a 1 mn frente al puerto de Mejillones, respectivamente.

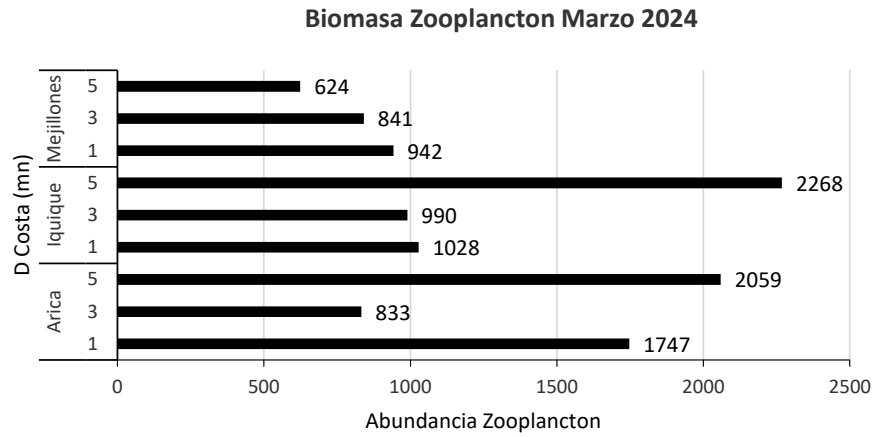


Figura 23. Abundancia y distribución de la biomasa zooplanctónica con respecto a la distancia de la costa (mn). Marzo 2024.

Con respecto al mes de febrero 2024, los puertos de desembarque de Arica y Mejillones, exhiben tasas de cambio positivas en sus valores promedio de producción secundaria de 29% y 19%, respectivamente.

En relación al mes de marzo 2023, las biomazas promedio del presente mes, experimentan frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones un fuerte incremento de 186%, 305% y 227%, respectivamente, observándose en general un zooplancton constituido mayoritariamente por el grupo de los copépodos, decápodos y abundante fitoplancton (**Fig. 24**). Cabe señalar que durante marzo 2024, debido a problemas técnicos de la plataforma de trabajo, no fue posible monitorear la transecta norte, en el puerto de Mejillones.

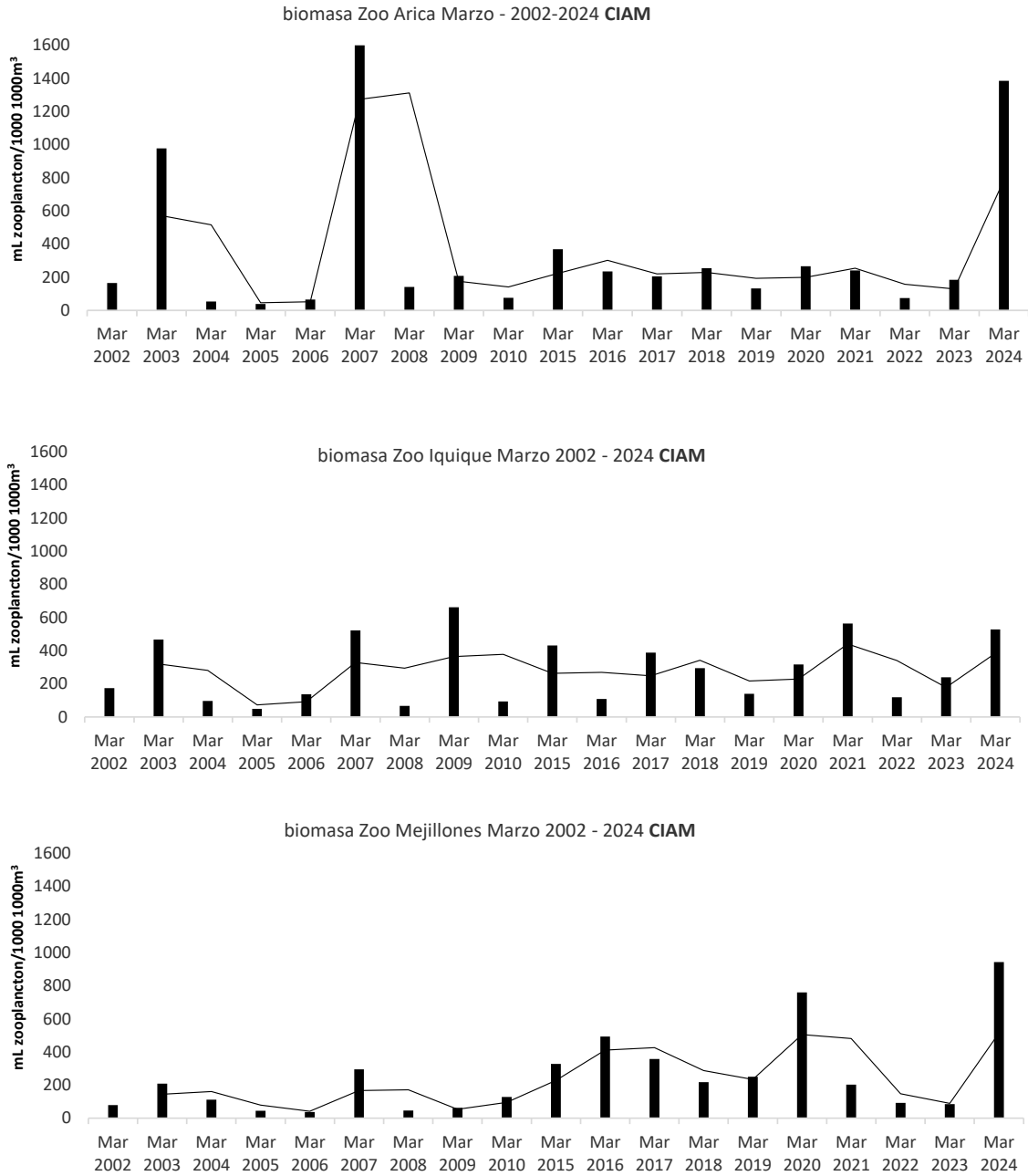


Figura 24. Biomasa zooplanctónica promedio (mL/1000m³) de las estaciones costeras de monitoreo frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones para la serie meses febrero 2002 - 2024.

En términos comparativos y para la serie histórica analizada, meses marzo 2002 a 2024, las biomاسas estimadas durante el presente mes frente a las localidades de Arica y Mejillones, se constituyen en el segundo registro más alto de la serie analizada, apreciándose nuevamente una comunidad dominada principalmente por organismos del mesozooplankton (**Fig. 25**).

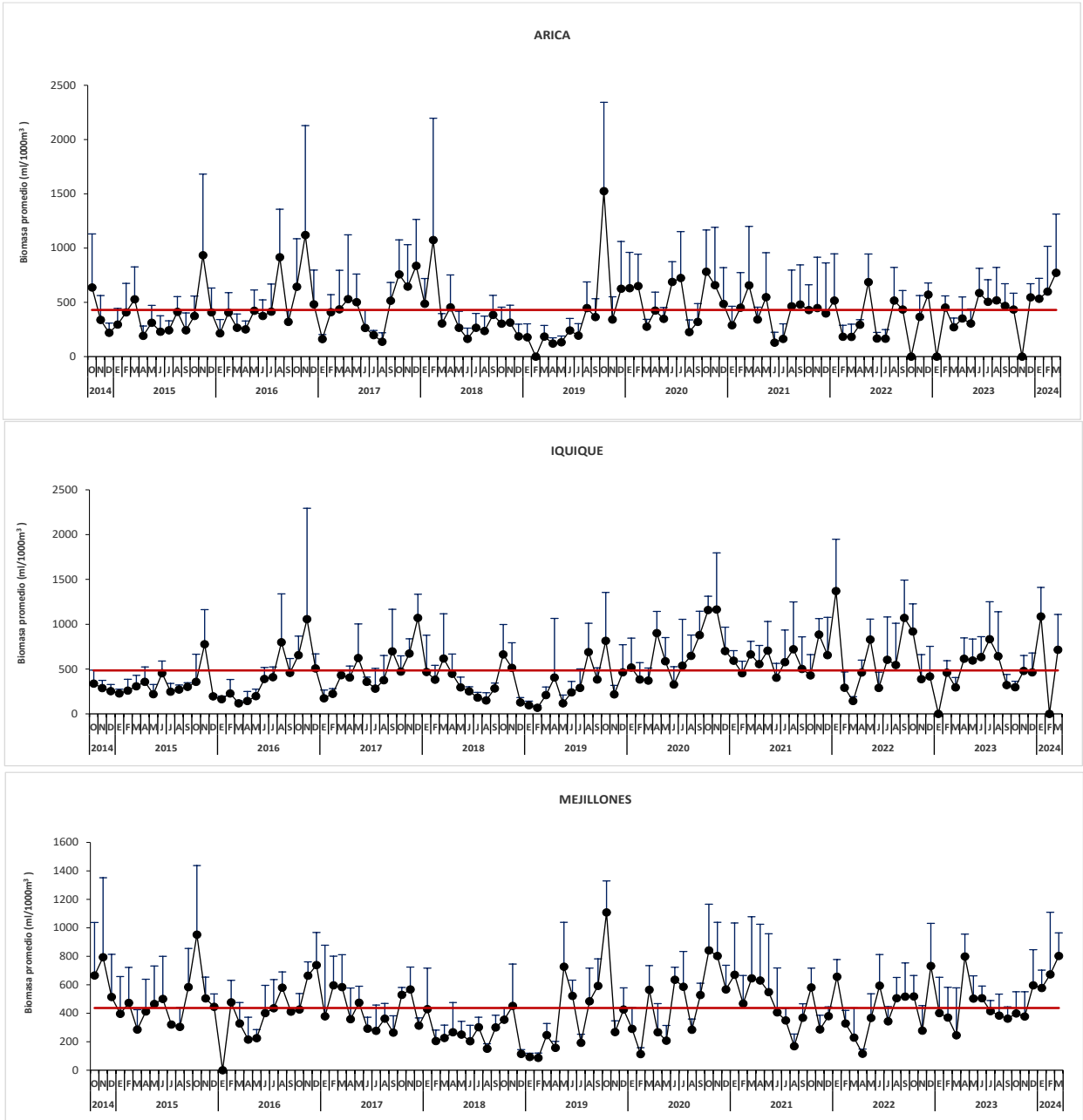


Figura 25. Variabilidad mensual de la biomasa zooplanctónica (ml de zooplancton/1.000 m³) en Arica, Iquique y Mejillones entre octubre 2014 y marzo 2024 (Línea vertical es desviación estándar y línea roja es promedio).

3. Distribución y abundancia de huevos y larvas de peces

El procesamiento y análisis de las 15 muestras de zooplancton recolectadas durante marzo 2024, frente a los puertos de desembarque de Arica, Iquique y Mejillones, permitió cuantificar la presencia de 325.938 huevos y 11.523 larvas de peces, cifras 130% y 37% mayor, con respecto a las obtenidas durante febrero, para las respectivas fases de desarrollo. De este total, el 88% de los huevos y el 71% de las fases larvales, correspondieron a las especies objetivo del estudio. Cabe destacar la presencia de huevos de sardina española, frente a los tres puertos de desembarque de la flota industrial. El detalle del número de huevos y larvas por especie, correspondiente a la totalidad de las muestras procesadas se entrega en la **Tabla 5**.

3.1 Anchoqueta, *Engraulis ringens*

Para esta especie se identificaron 15 estaciones positivas para huevos y 14 para larvas de anchoqueta, en las cuales se recolectaron 285.311 huevos y 8.145 larvas, ambas cifras referidas a un área de superficie de mar de 10m², lo que representó una frecuencia porcentual de 100% y 93% para los respectivos estadios de desarrollo; reflejando actividad reproductiva en la zona explorada, siendo ésta, en cuanto a intensidad, el registro más alto para la fase de huevos y el décimo segundo para los estadios larvales de anchoqueta, respectivamente para el período enero 2022- marzo 2024, indicativo del desarrollo de su pick secundario aperiódico de desove (**Fig. 26**).

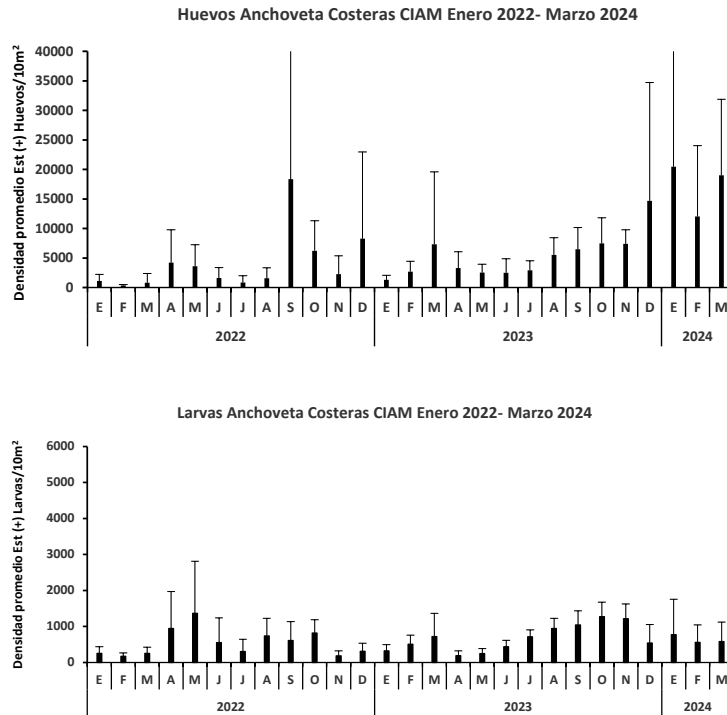


Figura 26. Variabilidad temporal de la densidad promedio Est(+) de huevos y larvas de anchoqueta, zona norte. Enero 2022– marzo 2024.

Las densidades del ictioplancton de anchoveta v/s el IGS, han presentado un comportamiento fluctuante a través de los años, es decir, bajos IGS y relativamente altas densidades de huevos y larvas y viceversa, para exhibir ambas variables, durante el cuatrimestre julio-octubre y el primer trimestre del año, valores relativamente altos, concordantes con los pick primario y secundario de desove, que caracteriza a esta especie en la zona norte de Chile; y luego una disminución, producto del descenso en la intensidad de su actividad ovárica y de desove. Durante el presente mes, se registra una densidad de huevos y larvas de la especie, 116% y 32% mayor, respecto al mes de febrero 2024 (Tabla 5; Fig. 27).

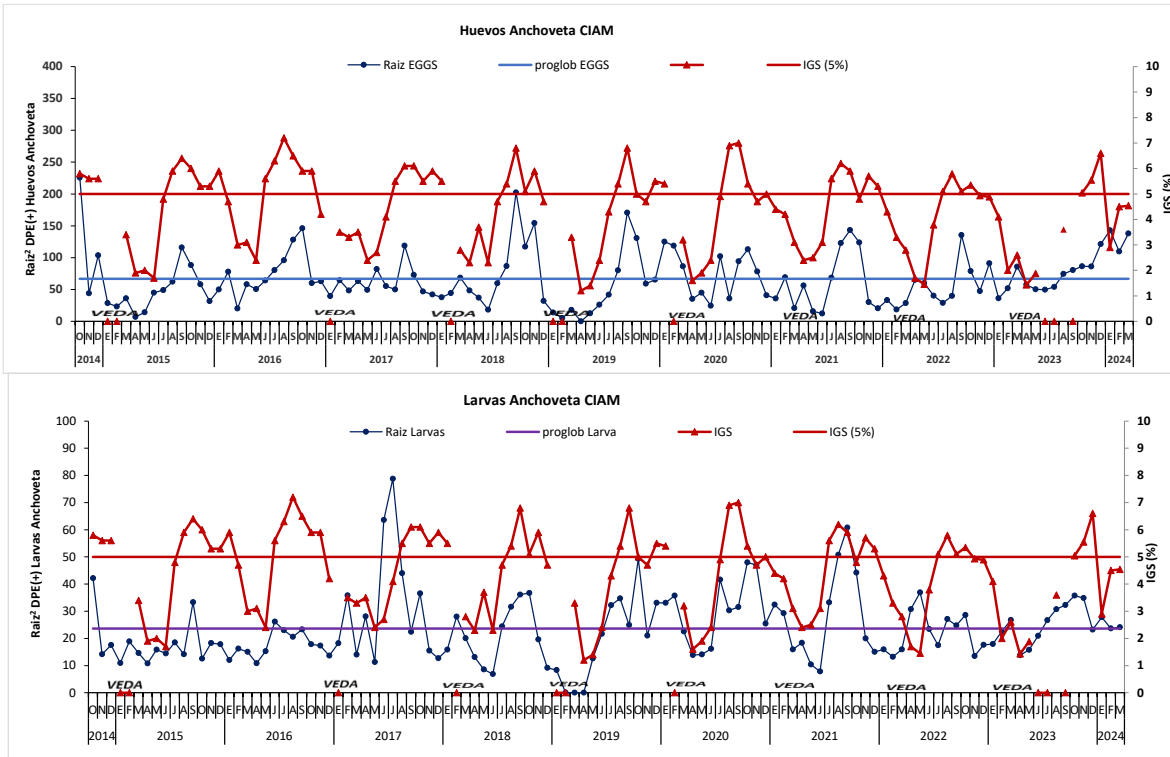


Figura 27. Variabilidad temporal de la densidad promedio por estaciones positivas de huevos y larvas de anchoveta e índice gonadosomático, entre octubre 2014 y marzo 2024.

La abundancia y distribución geográfica de huevos y larvas de anchoveta, muestra que las mayores densidades de los productos del desove, y particularmente el estadio de huevos, se registran frente al puerto de Arica, situación que se ha mantenido desde diciembre 2022 hasta la fecha; para disminuir hacia el sur de la zona de estudio, presentando ambos estadios de desarrollo cobertura latitudinal y longitudinal máxima (Fig. 28).

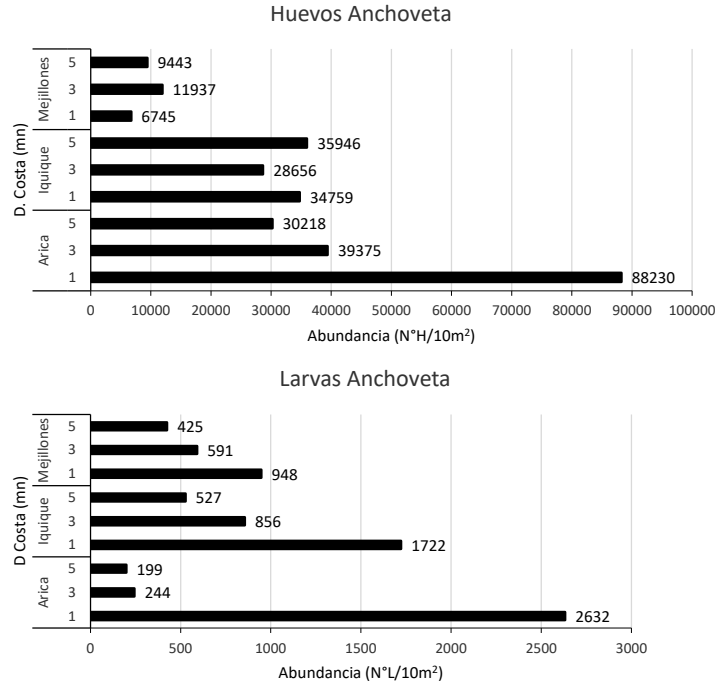


Figura 28. Abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta con respecto a la distancia de la costa (mn), para los puertos de Arica y Mejillones. Marzo 2024.

La fase de huevos exhibió abundancias que fluctuaron entre 675 y 44.273 huevos/10m². La media de huevos por estación positiva fue igual a 19.021 (DS = 12862,73) cifra 58% mayor, respecto a la obtenida durante el mes de febrero 2024. Esta fase de desarrollo, presentó cobertura latitudinal y longitudinal máxima, concentrándose más del 45% de ellos en la línea de estaciones de 1 mn, exhibiendo sus niveles de abundancia, una tendencia decreciente hacia el sur de la zona de estudio (**Tabla 5**).

Las áreas de mayor abundancia (≥ 29.000 huevos/10m²) se localizaron a 1 y 5 mn al sur y al norte de Arica, encontrándose configuradas por 3 registros positivos de un total de 15 estaciones realizadas, los que en conjunto aportaron con el 41% al total de huevos de anchoveta cuantificados (**Fig. 28**). El resto de las estaciones positivas, no incluidas las ya mencionadas, exhiben abundancias comprendidas entre 675 y 36.657 huevos/10m². En este contexto, la estación positiva más relevante en términos de su abundancia para la zona de estudio se localizó a 1 mn al sur de Arica, con 44.273 huevos/10m².

Tabla 5. Densidad promedio, constancia, dominancia numérica y rangos de huevos y larvas de peces para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Marzo 2024.

Estadígrafos Huevos	Anchoveta	Sardina	Otros Huevos	Total Huevos
N°Total Estaciones	15	15	15	15
N° Estaciones positivas	15	8	14	15
% Est (+)	100,00	53,33	93,33	100,00
Abundancia (H/10m ²)	285.311	1.755	38.872	325.938
Densidad Mínima Est (+)	675	54	132	9.533
Densidad Máxima Est (+)	44.273	731	20.135	51.482
Std.Dev Est (+)	12862,73	216,27	5356,91	12915,46
Media Est. Positivas	19.021	219	2.777	21.729
Media Est. Totales	19.021	117	2.591	21.729
Mediana	16.975	155	649	19.178
Constancia	100,00	53,33	93,33	100,00
Dominancia numérica	87,54	0,54	11,93	100,00
CV+(%)	0,68	0,99	1,93	0,59

Estadígrafos Larvas	Anchoveta	Sardina	Otros Larvas	Total Larvas
N°Total Estaciones	15	15	15	15
N° Estaciones positivas	14		14	15
% Est (+)	93,33		93,33	100,00
Abundancia (L/10m ²)	8.145		3.378	11.523
Densidad Mínima Est (+)	118		54	177
Densidad Máxima Est (+)	1.856		836	2.138
Std.Dev Est (+)	543,81		219,92	675,96
Media Est. Positivas	582		241	768
Media Est. Totales	543		225	768
Mediana	393		183	465
Constancia	93,33		93,33	100,00
Dominancia numérica	70,68		29,32	100,00
CV+(%)	0,93		0,91	0,88

Con respecto al número de huevos, marzo 2024, presentó con respecto al mes de febrero, un alza de 116% en sus niveles de abundancia, ubicándose como el octavo de los registros más altos, en cuanto al número de huevos cuantificados de la serie analizada (serie **CIAM** octubre 2014 – marzo 2024). Con respecto a esta fase de desarrollo, se puede concluir que los mayores niveles de abundancia se presentaron frente al puerto de Arica, exhibiendo Iquique y Mejillones, una menor abundancia (**Fig. 29**).

Por su parte, las fases larvarias, se presentaron en 14 estaciones positivas, con una abundancia de 8.145 larvas/10m², cifra 32% mayor y 29% menor, respecto a la registrada durante los meses de febrero 2024 y marzo 2023, respectivamente. Este estadio de desarrollo, se presenta en el área de estudio con abundancias que fluctuaron entre 118 y 1.856 larvas/10m² y una densidad promedio de 582 y 543 larvas, por estaciones positivas y totales, respectivamente (**Tabla 5; Fig. 30**).

En relación al número de larvas y para la zona Arica - Mejillones, marzo 2024, exhibe respecto al mes de febrero, una tasa de cambio de +32%, en sus niveles de abundancia, ubicándose como el registro número 45, de los más altos, en cuanto al número de larvas cuantificadas de la serie analizada.

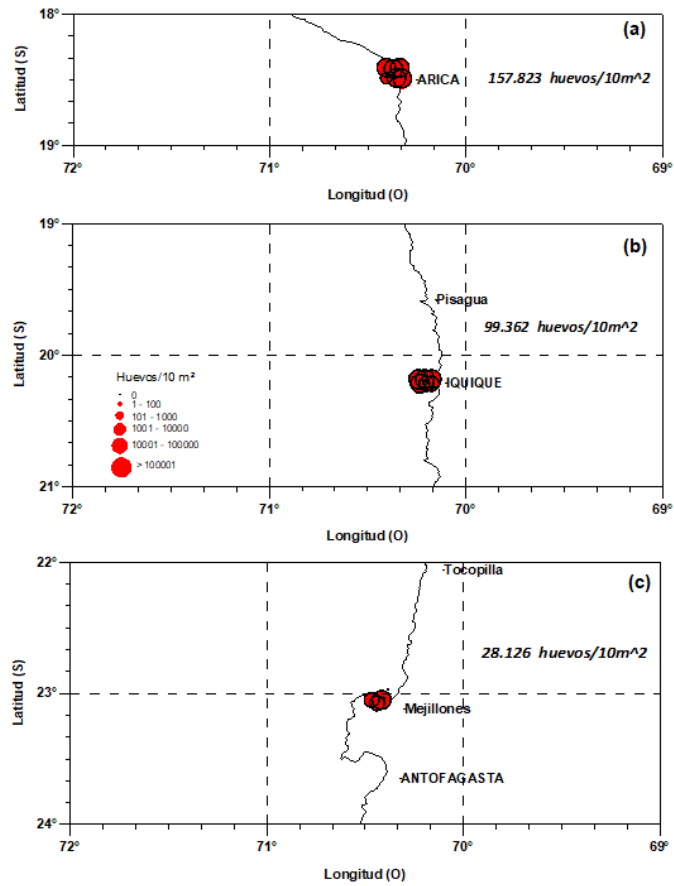


Figura 29. Distribución y abundancia de huevos de anchoveta, *Engraulis ringens*, frente a los puertos de (a) Arica, (b) Iquique y (c) Mejillones. Marzo 2024.

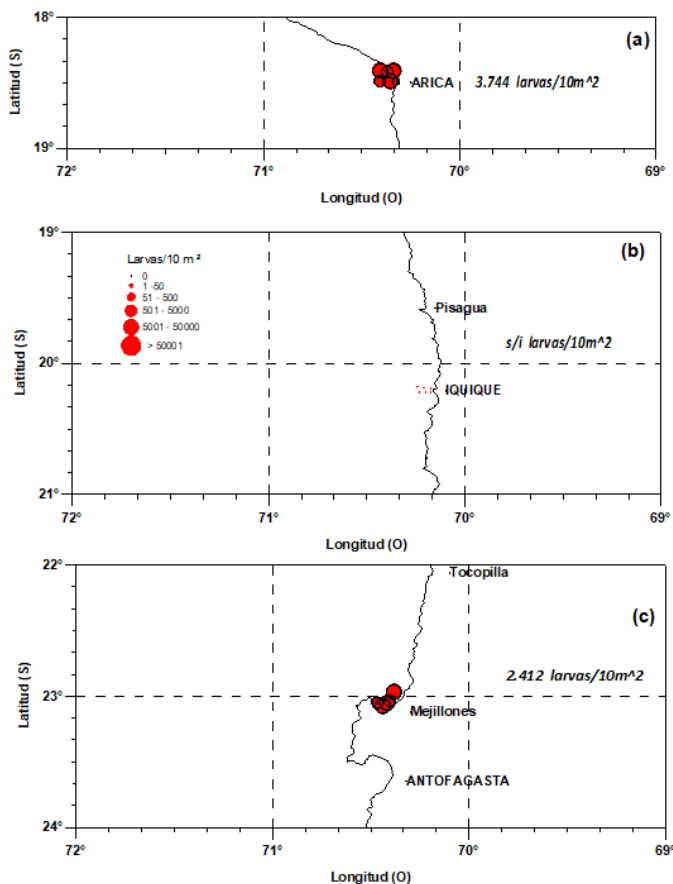


Figura 30. Distribución y abundancia de larvas de anchoveta, *Engraulis ringens*, frente a los puertos de (a) Arica, (b) Iquique y (c) Mejillones. Marzo 2024.

Para efectos comparativos se seleccionaron en los puertos de Arica, Iquique y Mejillones las estaciones asignadas con los números 4, 7 y 13, respectivamente. De acuerdo a lo indicado por los estadios de desarrollo, el monitoreo de marzo 2024, muestra presencia de huevos y larvas de anchoveta frente a las localidades de Arica, Iquique y Mejillones.

En Arica y para la serie analizada meses de marzo 1998 - 2024, no se reporta ausencia de huevos de anchoveta registrándose las mayores densidades los años 1998 y 2008, con 97.364 y 75.206 huevos/10m². Con respecto al mismo mes del año 2023, los niveles de abundancia experimentan un fuerte incremento de 4807% (Fig. 31).

Ausencia de huevos frente al puerto de Iquique se registra en marzo de los años 1998 a 2000, 2002, 2008, 2009, 2017 y 2019, registrándose las mayores densidades los años 2020 y 2024 con 31.326 y 25.242 huevos/10m². Con respecto al mismo mes del año 2023, los niveles de abundancia experimentan un alza de 12584%.

Frente a Mejillones, ausencia de esta fase de desarrollo se consigna los años 2000, 2002 y 2019, registrándose la mayor densidad el año 2007 con 57.767 huevos/10m². Con respecto al mismo mes del año 2023, los niveles de abundancia aumentan un 326%.

Ausencia de larvas de anchoveta al oeste del puerto de Arica, se reporta en marzo de los años 2004 a 2006, 2016 y 2019, registrándose la mayor densidad el año 2008 con 7.734 larvas/10m². Con respecto al mismo mes del año 2023, los niveles de abundancia decrecen un 27% **(Fig. 32)**.

Ausencia de esta fase de desarrollo al oeste del puerto de Mejillones, se reporta en marzo de los años 2001, 2002, 2005, 2006, 2009 y 2019, registrándose la mayor densidad el año 2007 con 2.806 larvas/10m². Con respecto al mismo mes del año 2023, los niveles de abundancia experimentan un alza de 86%.

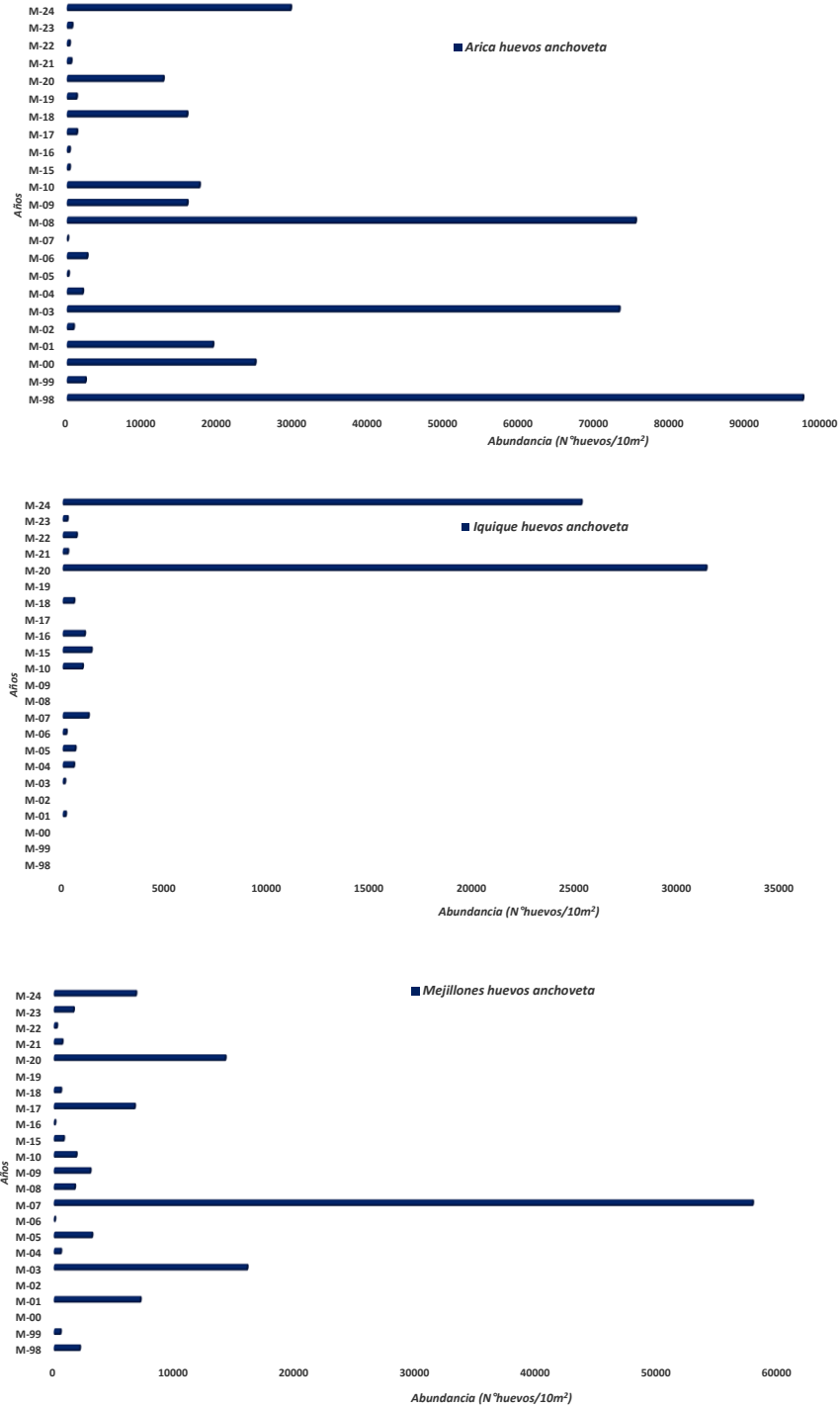


Figura 31. Abundancia de huevos de anchoveta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Serie meses de marzo 1998 - 2024.

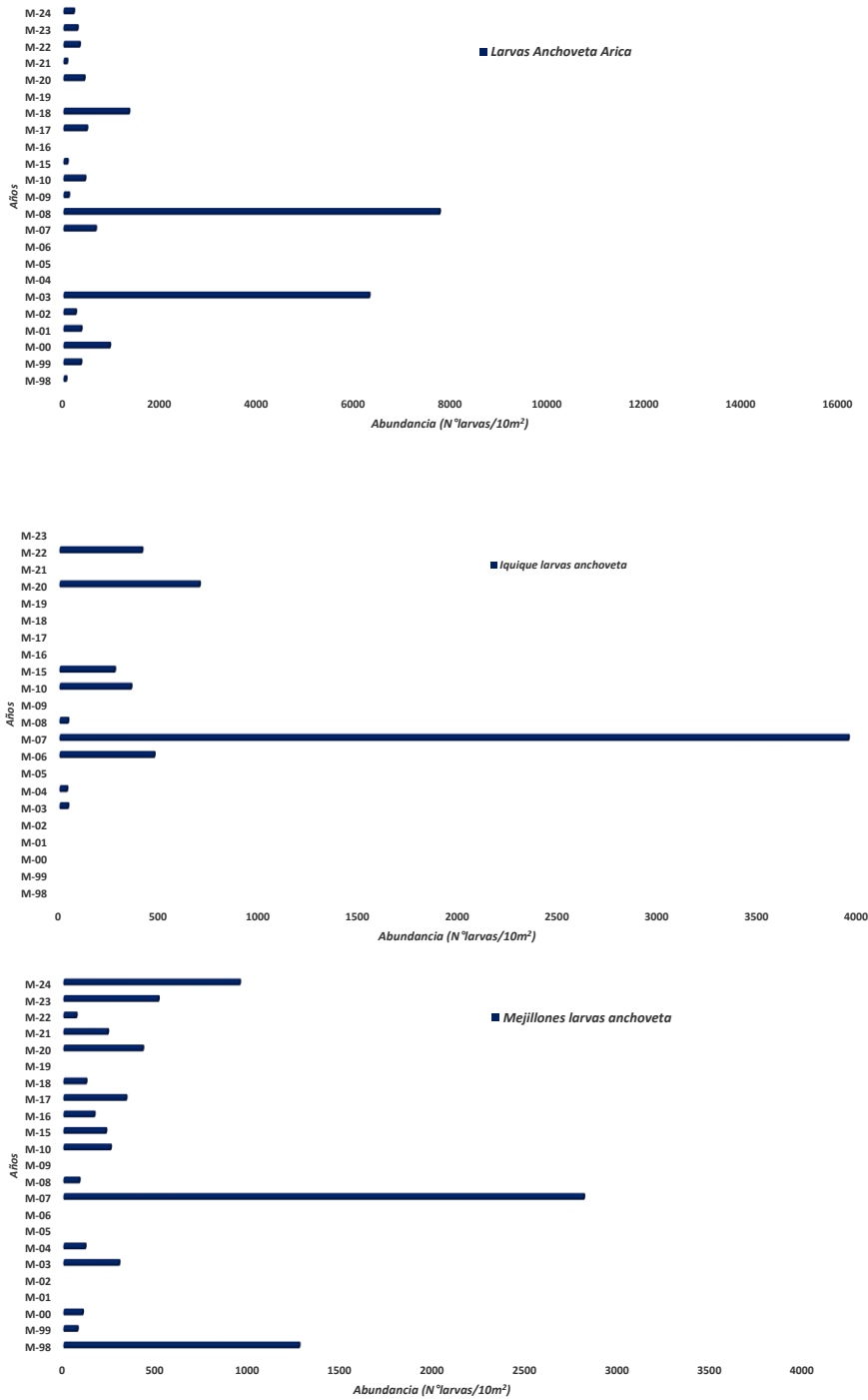


Figura 32. Abundancia de larvas de anchoqueta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Serie meses de marzo 1998 - 2024.

La abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta obtenida en marzo 2024, señala respecto a lo reportado el mes pasado, que los niveles de abundancia de esta especie analizada en términos de la densidad promedio por estaciones positivas y totales, muestra un incremento de 58% para el estadio de huevos y de +4% y -3% para las fases larvarias, respectivamente (**Fig. 33**).

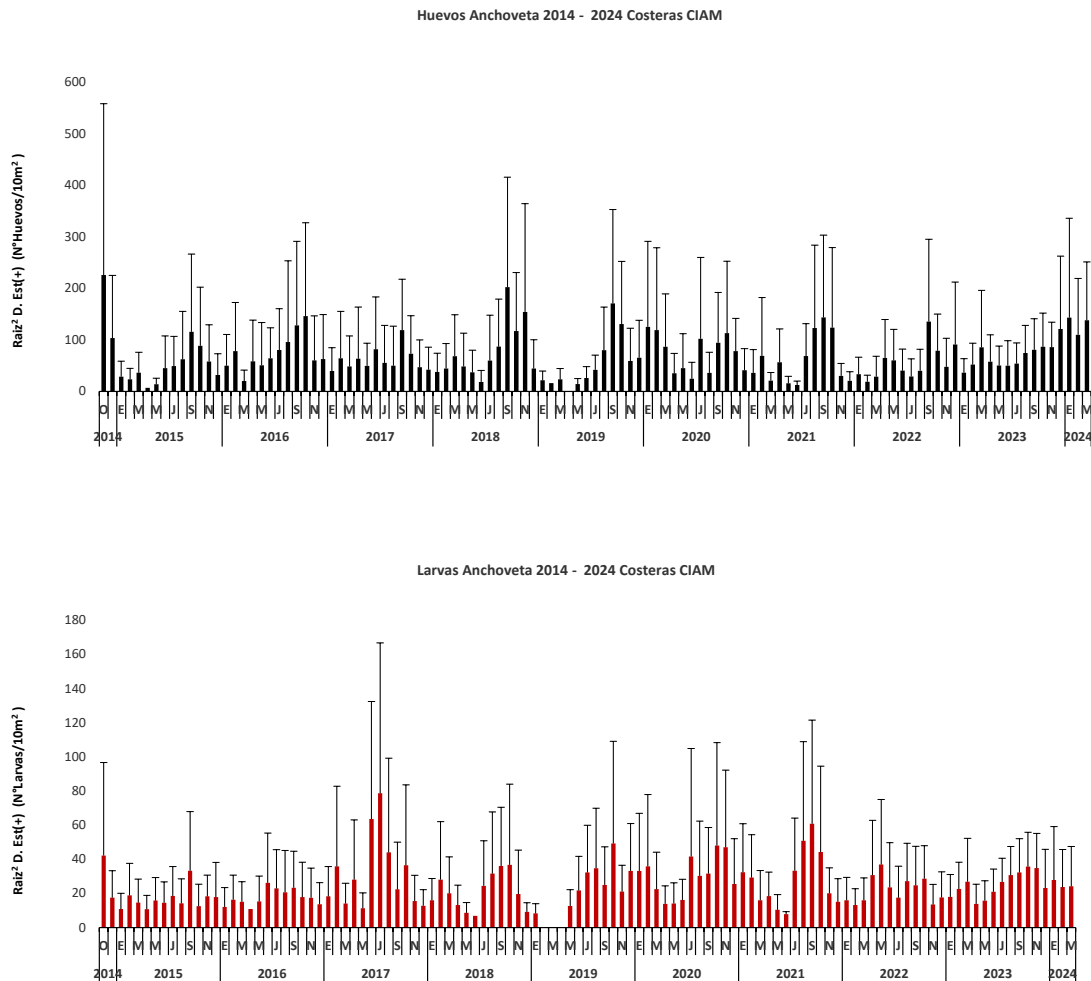


Figura 33. Variación temporal de la intensidad del desove de anchoveta para la zona Arica - Mejillones en el período octubre 2014 – marzo 2024 (Línea vertical = desviación estándar).

Las densidades expresadas en la serie de abundancia de huevos y larvas de anchoveta para el periodo octubre 2014 – marzo 2024, reflejan nuevamente, que la postura ha sido permanente a través del tiempo, con alzas importantes en las épocas de pick primario y secundario de desove. Durante el presente mes, se registra un alza en la abundancia de huevos y larvas de anchoveta, con tasas de cambio positivas e iguales a 116% y 32%, respectivamente.

El resultado de lo anterior, se vio reflejado en la abundancia de huevos de anchoveta estimada en marzo 2024, la cual fue 129%, 1962%, 4603%, 138%, 5097%, 281%, 1002%, 5309% y 1178% mayor respecto a las obtenidas en marzo de los años 2023, 2022, 2021, 2020, 2019, 2018, 2017, 2016 y 2015. Por su parte las larvas exhiben un incremento en sus niveles de abundancia de 90%, 257%, 14%, 45%, 362%, 415% y 193%, respecto a los meses de marzo de 2022, 2021, 2020, 2018, 2017, 2016 y 2015 y 29% menor respecto al año 2023 (Figs. 34 y 35).

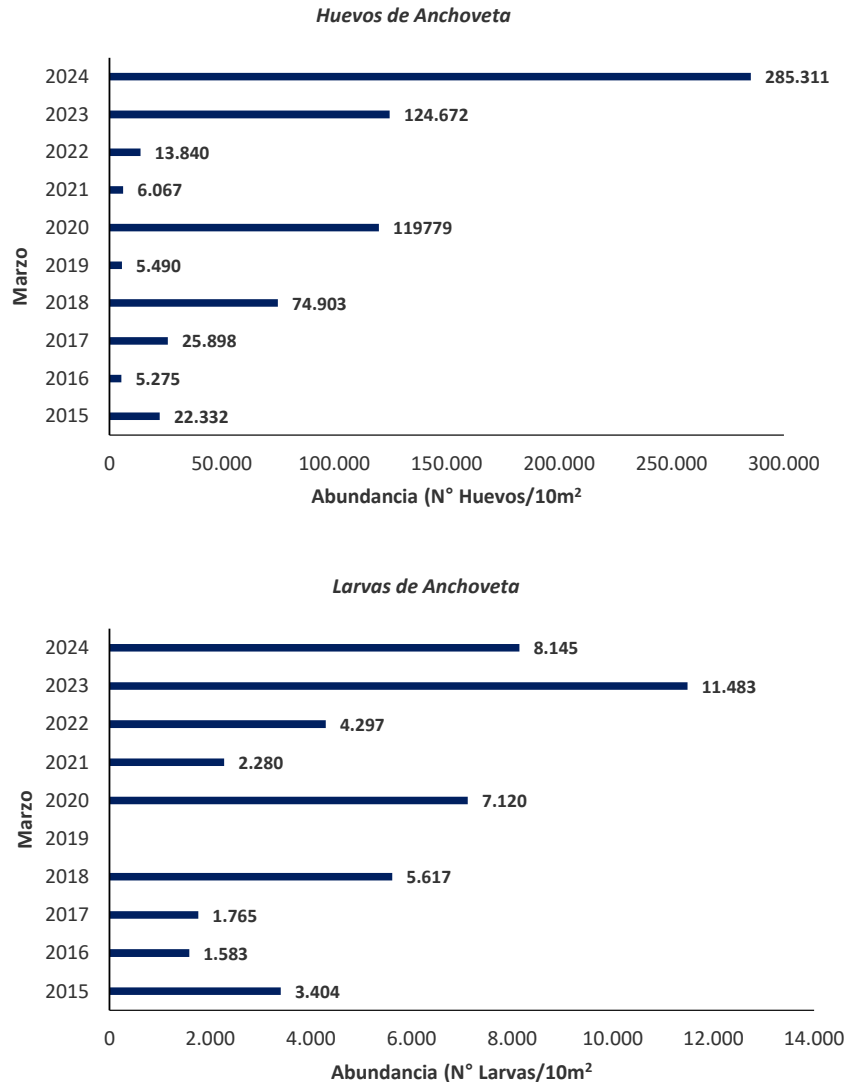
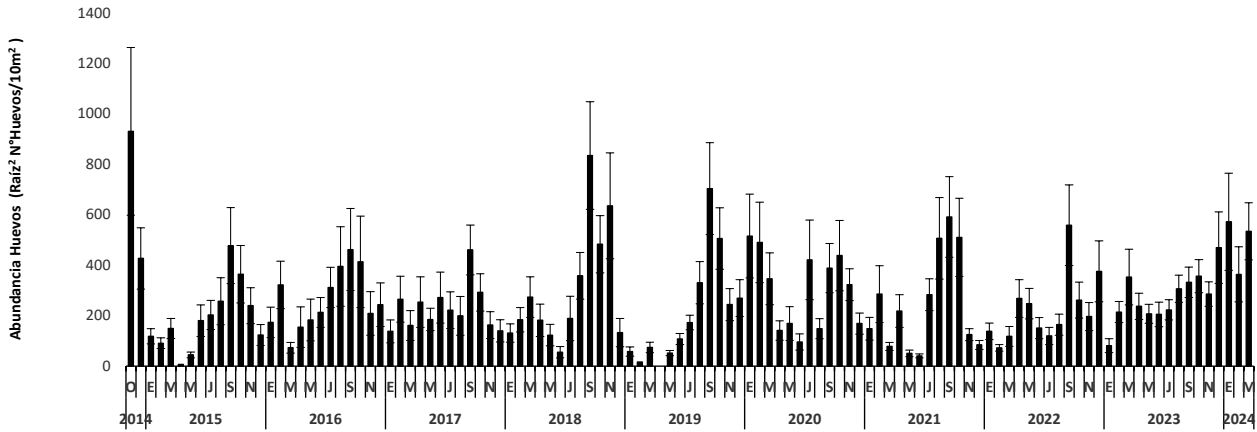


Figura 34. Abundancia de huevos y larvas de anchoveta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Meses de marzo 2015 a 2024.

Huevos Anchoqueta 2014 - 2024 Costeras CIAM



Larvas Anchoqueta 2014 - 2023 Costeras CIAM

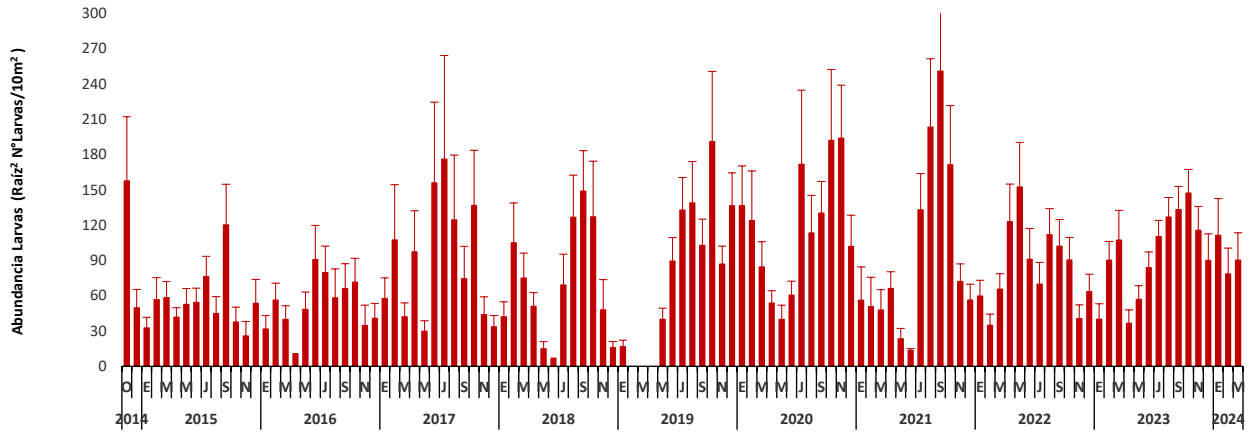


Figura 35. Abundancia de huevos y larvas de anchoqueta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Serie octubre 2014 – marzo 2024 (línea vertical negra/roja es desviación estándar).

Al relacionar las características asociadas a los productos del desove con respecto a la temperatura de 10 m, se utiliza la variación con respecto a la fase de larvas, debido a que su mayor tiempo de permanencia en el plancton, reflejaría de mejor manera, las características generales del desove en cuanto a su extensión e intensidad. Es así, como el rango térmico estuvo comprendido entre 14,75°C y 19,02°C, con un promedio de 17,45°C ± 1,120 asociado a aguas con salinidades que fluctuaron entre 34,765 y 34,887 ups (**Fig. 36**).

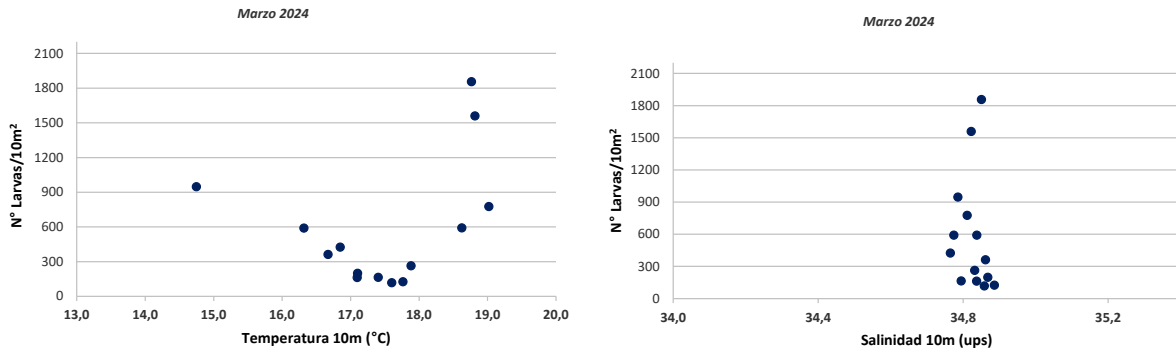


Figura 36. Relación entre la temperatura y salinidad a 10 m de profundidad y la densidad de larvas de anchoveta durante marzo 2024.

3.2 Sardina española, *Sardinops sagax*

Para esta especie se identificaron 8 estaciones positivas para huevos, en las cuales se recolectaron 1.755 huevos, cifra referida a un área de superficie de mar de 10m², lo que representó una frecuencia porcentual de 53%; reflejando actividad reproductiva en la zona explorada (Tabla 5).

Esta fase del desarrollo, exhibió abundancias que fluctuaron entre 54 y 731 huevos/10m², con una media de huevos por estaciones positivas y totales igual a 219 y 117, presentándose frente a los tres puertos monitoreados (Tabla 5, Figs. 37 y 38).

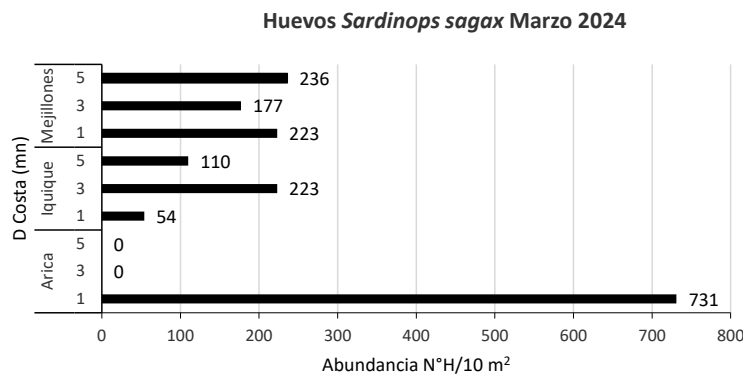


Figura 37. Abundancia promedio de huevos de sardina española con respecto a la distancia de la costa (mn), para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Marzo 2024.

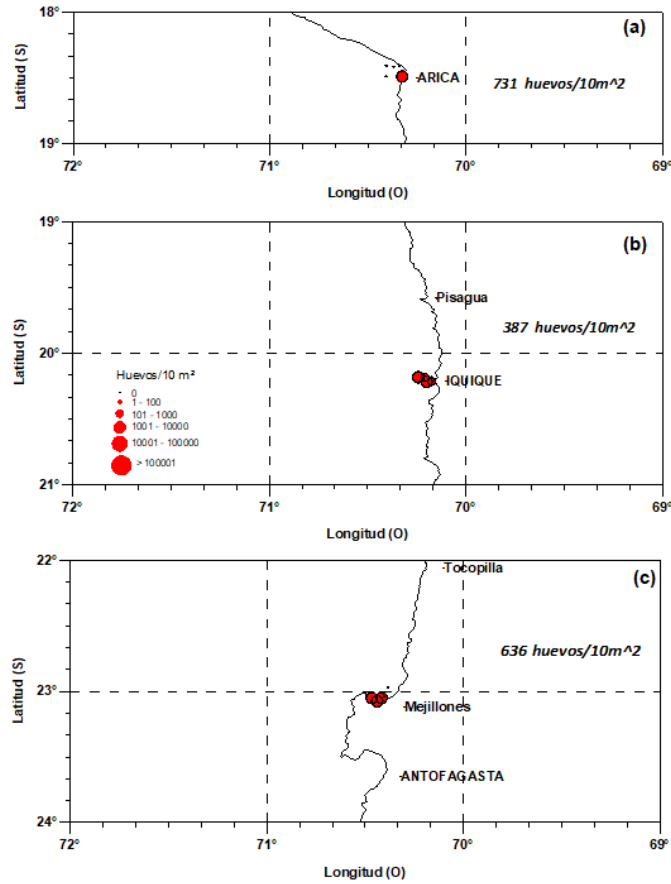


Figura 38. Distribución y abundancia de huevos de sardina española, *Sardinops sagax*, frente a los puertos de (a) Arica, (b) Iquique y (c) Mejillones. Marzo 2024.

En la figura 39 se presentan las abundancias de huevos de sardina, para el período octubre 2014 – marzo 2024, donde se aprecia una alta frecuencia de ocurrencia frente al puerto de Mejillones. Es importante señalar que a partir del mes de abril 2023 y hasta la fecha, su presencia ha sido habitual en los puertos monitoreados.

Huevos Sardina

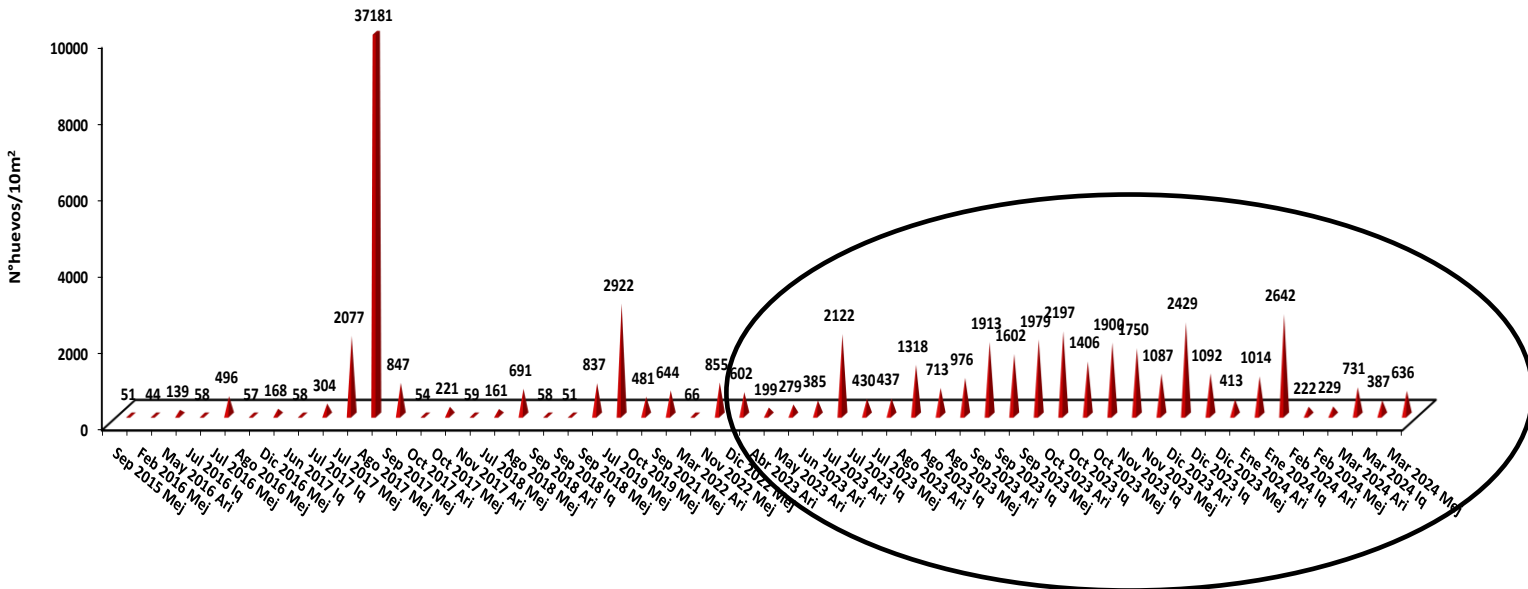


Figura 39. Abundancia de huevos de sardina española, *Sardinops sagax*, frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Serie CIAM octubre 2014 – Marzo 2024.

4. Análisis estacional de huevos y larvas de peces

El análisis comparativo de las características asociadas a la abundancia del ictioplancton de la especie objetivo, se efectuó en primera instancia solo con respecto de la fase de larvas debido, fundamentalmente al corto tiempo de residencia del estadio de huevos en el plancton. Por otra parte, las fases larvarias presentan un mayor período de vulnerabilidad a las redes de plancton y consecuentemente un mayor tiempo de permanencia en el plancton, por lo tanto, sus abundancias reflejan de mejor manera las características generales del desove en cuanto a su intensidad y extensión.

Durante las prospecciones invernales realizadas en los años 1981, 1983 y 1984, predominó el desove de sardina por sobre el de anchoveta, jurel y caballa, situación que experimentó un cambio radical a partir de 1985, donde se registraron niveles de abundancia extraordinariamente elevados para ambos estadios de desarrollo de anchoveta, los cuales no tienen precedentes, ni para el período 1964-1973 (Rojas, 1986).

El parámetro poblacional densidad promedio por estaciones totales ha reflejado con bastante fidelidad los cambios que ha experimentado a nivel de ictioplancton la composición específica de la comunidad pelágica de la zona norte del país, los que se han caracterizado por un período comprendido entre 1964 y 1973 con un claro y absoluto predominio de anchoveta en el ecosistema y un cambio de dicha situación con posterioridad a 1973 hasta 1985, por la dominancia de sardina. En la figura 31, se aprecia la persistencia y predominio temporal del ictioplancton de

anchoveta sobre sardina, jurel y caballa, especies que han demostrado ser muy vulnerables a perturbaciones ambientales interanuales (El Niño - La Niña) (Braun *et al.*, 2005b).

Estimación Abundancia Promedio Larvas (dpet)
Período Invierno 1964 - 2017

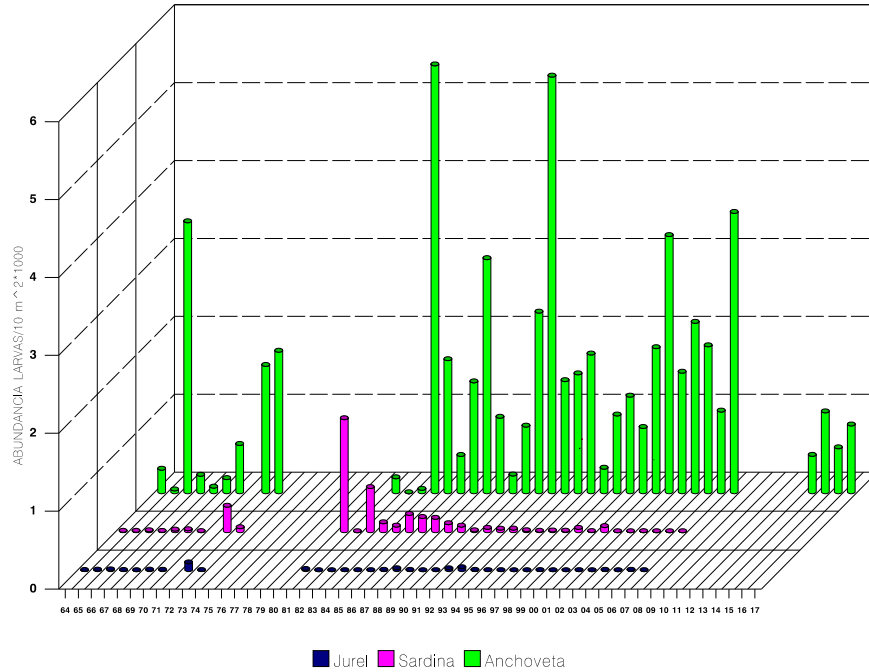


Figura 40. Estimación de la abundancia promedio de larvas de anchoveta, jurel y sardina para la zona Arica - Antofagasta en invierno de los años 1981-2018.

La situación observada a partir del invierno de 1985, señaló que nuevamente estábamos frente a un proceso de cambio, con una categórica predominancia en la abundancia de anchoveta respecto de sardina, jurel y caballa, con abundancias sin precedentes y que han sido registradas en invierno de los años 1985, 1994, y en menor magnitud en 1989 y 1993. De la misma manera, las disminuciones más drásticas han estado asociadas a perturbaciones ambientales, como lo ha sido la presencia del evento “El Niño” en la zona de estudio durante los años 1982-1983, 1986-1987, 1991-1992, 1997-1998, y en invierno de 2014 y 2016 (Fig. 40).

Las estimaciones de la abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta, sardina, jurel y caballa realizadas en el transcurso de los años 1982-2021, para la estación de verano, indican que desde el año 1988 persiste el predominio de anchoveta respecto de las otras especies objetivo, situación que se ha mantenido hasta hoy sin alteraciones (Braun *et al.*, 2005b) (Fig. 41).

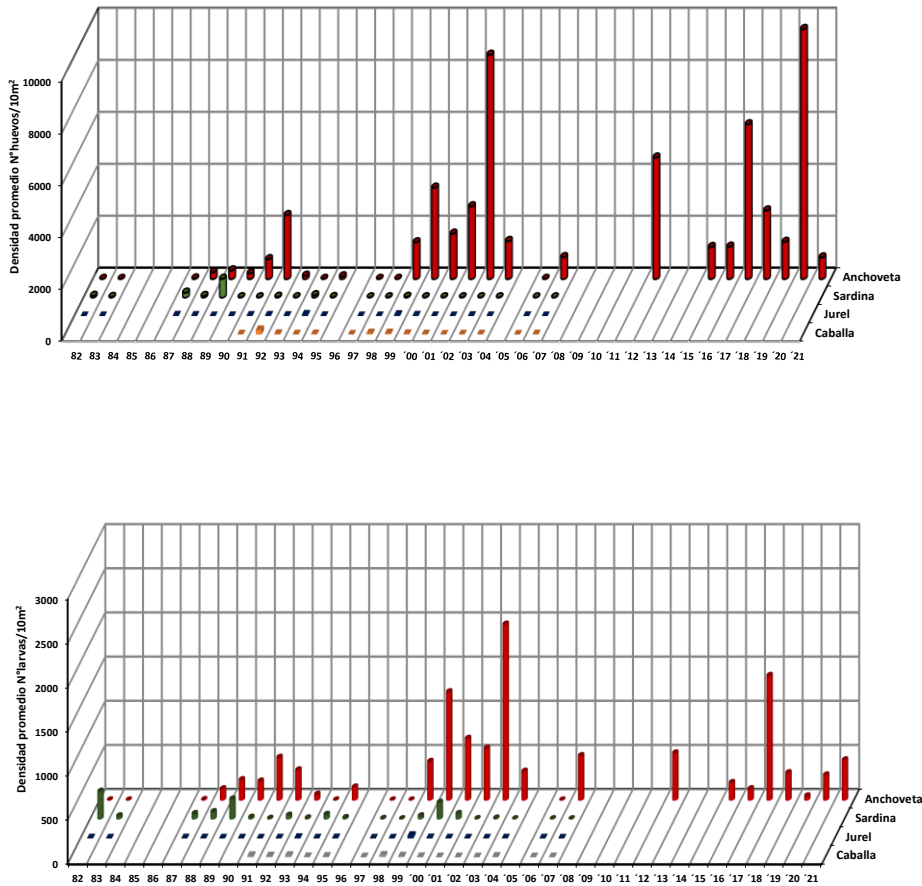


Figura 41. Estimación de la abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta, sardina, jurel y caballa para la zona Arica - Antofagasta en verano de los años 1982-2021.

La abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta obtenida en verano de 2021 respecto a las reportadas en veranos precedentes para la serie 1982/2021, muestra que los niveles de abundancia de esta especie analizada en términos de la densidad promedio por estaciones totales, presenta para ambos estadios de desarrollo una situación distinta con respecto al verano de 2020, exhibiendo la fase de huevos un porcentaje de cambio de -91%, incrementándose la fase de larvas un 60% (**Fig. 41**).

Las densidades promedio por estaciones positivas, utilizadas como un índice de la intensidad del desove, muestran con respecto al verano de 2020, disminuciones de 92% para el estadio de huevos y de 4% para los estadios larvales.

Con respecto al patrón estacional de distribución de huevos de anchoveta, la serie 1983-2021, nos confirma el carácter costero que adopta esta especie en su pico secundario de desove, siendo de menor intensidad con respecto al desove de invierno, con presencia de huevos hasta las

70 mn frente a punta Lobos, en el verano de 1994 y 2003 (Fig. 42). Las mayores frecuencias de estaciones positivas (≥ 20) para esta fase de desarrollo, han sido registradas durante los años 1990, 1994, 1995, 2004, 2006 y 2018, destacando como áreas de desove estables y persistentes en el tiempo la zona de Arica, punta Lobos y bahía Moreno.

Por su parte las fases larvarias muestran un patrón de distribución latitudinal y longitudinal más amplio respecto del descrito para el estadio de huevos, debido fundamentalmente a los procesos que las afectan: dispersión, transporte, advección, entre otros. En verano de los años 1989, 1990, 1991, 1994, 1995, 1999, 2006 y 2007, se consignaron las mayores frecuencias de estaciones positivas (≥ 30). Para este estudio de desarrollo, las áreas de desove muestran a través del tiempo la misma tendencia observada para los huevos, en el sentido de distribuirse preferentemente frente a Arica, entre punta Lobos y punta Copaca y bahía Moreno (Fig. 43).

Para ambos estadios de desarrollo, las más bajas frecuencias de estaciones positivas se registraron en verano de 1982, 1983, 1987, 1997-1998, 2015 y 2016, asociadas a la presencia de perturbaciones ambientales imperantes en la zona de estudio.

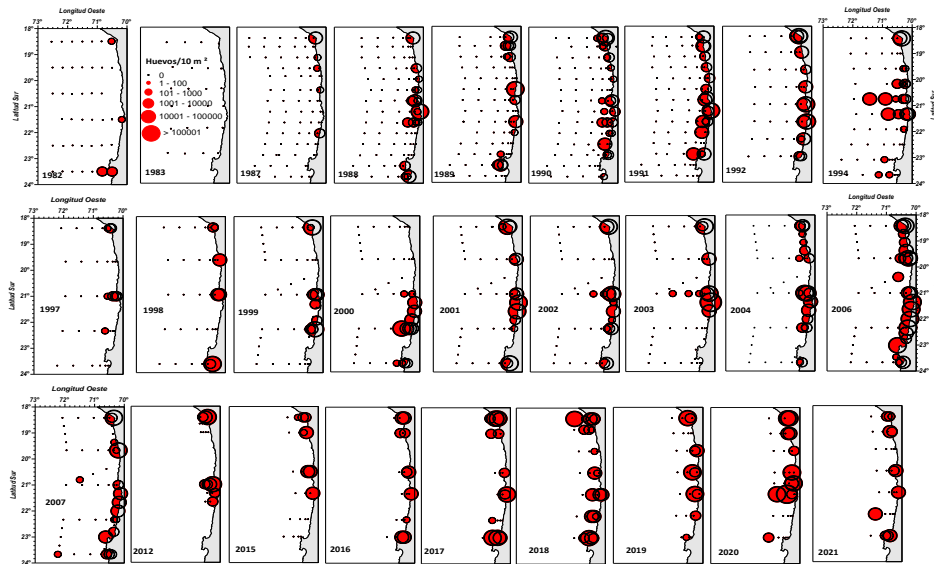


Figura 42. Distribución y abundancia de huevos de anchoveta para la zona Arica - Antofagasta en verano de los años 1982-2021.

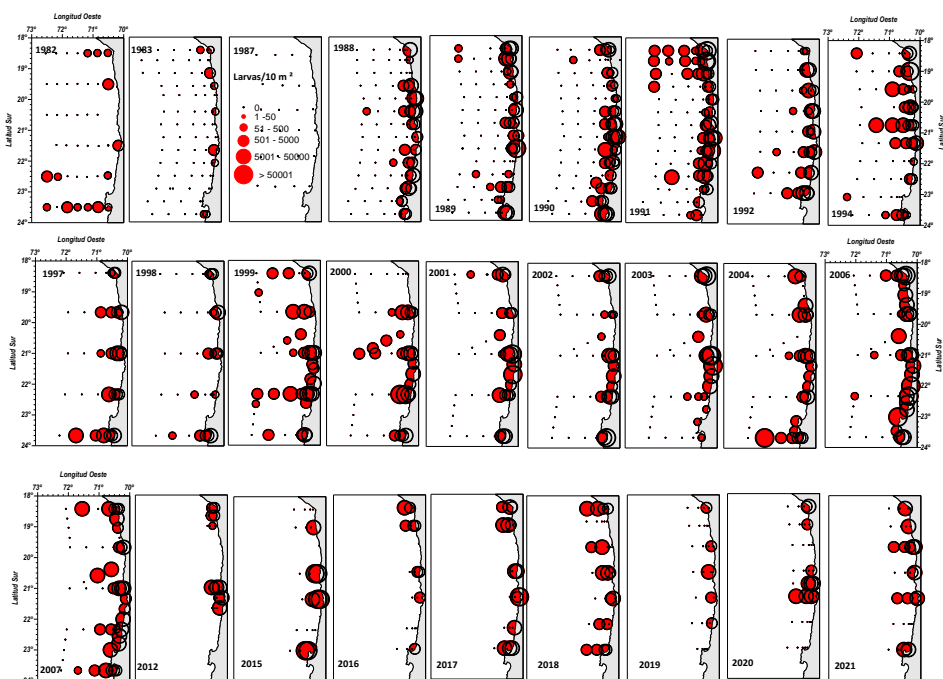
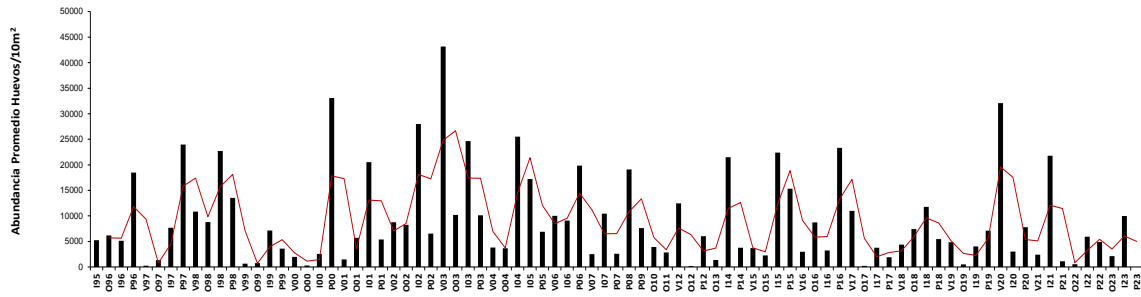


Figura 43. Distribución y abundancia de larvas de anchoveta para la zona Arica - Antofagasta en verano de los años 1982 a 2021.

4.1 Intensidad de desove

La variación temporal de la intensidad del desove de anchoveta, estimada a través del seguimiento del parámetro poblacional densidad promedio por estaciones positivas, revela que para el período invierno 1995 – primavera 2023, los huevos de anchoveta han presentado una tendencia general levemente descendente, con 16 picks de abundancias significativamente importantes (> 18.000 huevos/ $10m^2$), los que se han registrado en la estación de primavera de los años 1996 y 1997, invierno de 1998, primavera de 2000, invierno de 2001 y 2002, verano e invierno de 2003, invierno 2004, primaveras de 2006 y 2008, invierno de 2014 y 2015, primavera de 2016, verano de 2020 e invierno 2021. De la misma manera se han detectado drásticas disminuciones en la intensidad del desove durante los períodos de verano-otoño de 1997 y 1999, otoño de 2000 y 2012, otoño de 2017 y primavera 2023. Con relación a las fases larvarias, estas muestras una tendencia similar a la exhibida por el estadio de huevos, con abundancias superiores a 4.100 larvas/ $10m^2$, las que han sido reportadas en verano de 1999, 2000 y 2001, otoño de 2002, verano e invierno de 2003 e invierno de 2018 (Fig. 44).

(A) Huevos Anchoveta



(B) Larvas Anchoveta

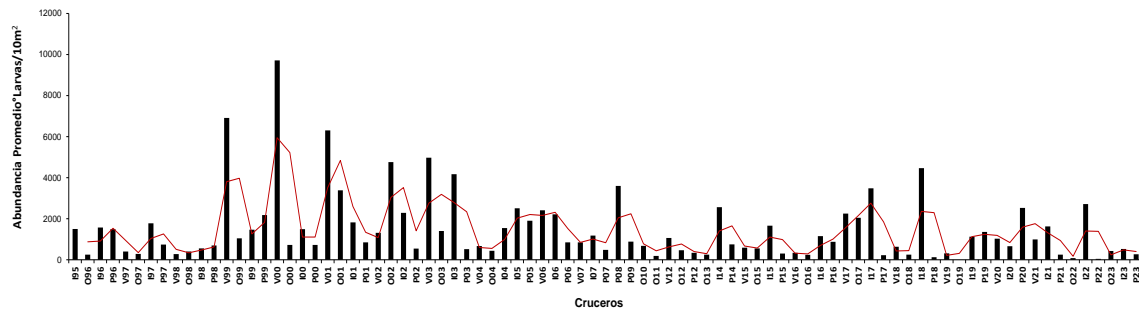


Figura 44. Variación temporal de la intensidad del desove de anchoveta “Fase Huevos” (A) y “Fase Larvas” (B) para la zona Arica - Antofagasta en el período invierno 1995 – primavera 2023 (Línea roja = media móvil).

CONCLUSIONES

Durante marzo 2024, en la franja comprendida entre la costa y las 5 mn, la temperatura superficial del mar (**TSM**), fluctuó entre 16,36°C registrado a 1 mn al sur de punta Angamos y 22,06°C medido a 1 mn al norte de Arica, con un promedio general para la zona de 19,40°C \pm 1,597, temperatura promedio 0,5°C más baja, respecto a la reportada durante el mes de febrero 2024; observándose las menores temperaturas frente al puerto de Mejillones.

Las **TSM** de los puertos de desembarque de Arica y Mejillones, fueron 0,7°C más altas y 2,5°C más frías, respecto a las reportadas en el mes de febrero 2024, respectivamente; presentando Iquique respecto al mes enero 2024, una TSM 1,1°C más alta. Los promedios por localidad fueron iguales a 20,85 \pm 0,8; 19,14 \pm 0,6 y 17,02 \pm 0,7°C, para Arica, Iquique y Mejillones, respectivamente.

Entre Arica y punta Angamos se observaron salinidades superficiales comprendidas entre 34,627 y 34,865 ups con un promedio para la zona de estudio de 34,794 \pm 0,073 ups. Estas salinidades, se presentan asociadas a un rango térmico comprendido entre 19,77°C y 19,85°C y densidades comprendidas entre 24,046 y 25,420 Kg/m³.

Cabe señalar que las **TSM** del presente mes, fueron 1°C más altas respecto a las registradas durante marzo 2023 y similares a las medidas en marzo de los años 2018 y 2020.

Con respecto a marzo 2023, las **TSM** registradas durante el presente mes, frente a los puertos de desembarque de la flota industrial, fueron 1,9°C más altas frente al puerto de Arica, similares en Iquique y 0,2°C más altas al oeste de Mejillones.

La profundidad de la isoterma de 15 °C, proxy de la profundidad de la termoclina, para este mes, se pudo detectar en posiciones relativamente más profundas, con la excepción de Mejillones, donde se presentó en una posición más somera y cuyos promedios correspondieron a 37, 36 y 14 m para Arica, Iquique y Mejillones, respectivamente.

La tendencia a largo plazo del oxígeno disuelto en la capa superficial (0 a 10 m de profundidad), es a mantener la misma condición observada en las últimas campañas. La actual campaña, presenta una tendencia al aumento de los valores de este gas para la región de Arica, mientras que, en los puertos de Iquique y Mejillones, las concentraciones registraron una disminución con respecto al mes precedente. No obstante, lo anterior, las localidades de estudio, exhibieron un rango de valores dentro de la tendencia mostrada en los últimos meses, las que en promedio se centran cerca de los 5 mL O₂/L .

La serie de tiempo de la clorofila-*a*, con respecto al mes anterior, muestra un aumento en las concentraciones de este pigmento, frente a los puertos de Arica y Mejillones, mientras que Iquique, registra una disminución en sus valores de producción primaria.

A escala regional, los pronósticos para el trimestre abril – junio 2024, prevé 79% de probabilidad de condiciones neutras. A partir de este trimestre, seguirían las mayores probabilidades de condiciones neutras y se daría un posible desarrollo de “La Niña” a partir del trimestre junio – agosto 2024 (Boletín El Niño/La Niña en América Latina, **CIIFEN**, Marzo 2024).

La biomasa zooplanctónica fluctuó entre 148 y 1.461 con un promedio general para la zona de 755, cifra 19% y 179% mayor, respecto a la obtenida durante febrero 2024 y marzo 2023.

Las mayores biomásas promedio se registraron frente al puerto de Mejillones (802), exhibiendo Arica e Iquique, valores promedio muy similares iguales a 773 y 714 ml de zooplancton/1.000 m³, respectivamente.

Con respecto al mes de febrero, los puertos de desembarque de Arica y Mejillones, exhiben tasas de cambio positivas en sus valores promedio de producción secundaria de 29% y 19% respectivamente.

En relación al mes de marzo 2023, las biomásas promedio del presente mes, experimentan frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones un fuerte incremento de 186%, 305% y 227%, respectivamente; observándose en general un zooplancton constituido mayoritariamente por el grupo de los copépodos, decápodos y abundante fitoplancton.

Las biomásas estimadas durante marzo, se constituyen en el segundo registro más alto de la serie meses de marzo 2002-2024.

En marzo 2024, frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones, se cuantificaron 325.938 huevos y 11.523 larvas de peces, cifras 130% y 37% mayor, respecto a las obtenidas en febrero, para las respectivas fases de desarrollo.

Se registra la presencia de huevos de sardina española frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones.

Para anchoveta, se identificaron 15 estaciones positivas para huevos y 14 para larvas de anchoveta, en las cuales se recolectaron 285.311 huevos y 8.145 larvas, ambas cifras referidas a un área de superficie de mar de 10m², lo que representó una frecuencia porcentual de 100% y 93%, para los respectivos estadios de desarrollo; reflejando actividad reproductiva en la zona explorada, siendo ésta, en cuanto a intensidad, el registro más alto para la fase de huevos y el décimo segundo para los estadios larvales de anchoveta, respectivamente para el período enero 2022- marzo 2024, indicativo del desarrollo de su pick secundario aperiódico de desove.

Durante el presente mes, se registra una abundancia de huevos y larvas de la especie, 116% y 32% mayor, respecto al mes de febrero.

La abundancia y distribución geográfica de huevos y larvas de anchoveta, muestra que las mayores densidades de los productos del desove, y particularmente el estadio de huevos, se registran frente al puerto de Arica, situación que se ha mantenido desde diciembre 2022 hasta la fecha.

La abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta obtenida en marzo 2024, señala respecto a lo reportado el mes pasado, que los niveles de abundancia de esta especie analizada en términos de la densidad promedio por estaciones positivas y totales, muestra un incremento de 58% para el estadio de huevos y de +4% y -3% para las fases larvares, respectivamente.

Las densidades expresadas en la serie de abundancia de huevos y larvas de anchoveta para el periodo octubre 2014 – marzo 2024, reflejan nuevamente, que la postura ha sido permanente a través del tiempo, con alzas importantes en las épocas de pick primario y secundario de desove. Durante el presente mes, se registra un alza en la abundancia de huevos y larvas de anchoveta, con tasas de cambio positivas e iguales a 116% y 32%, respectivamente.

El resultado de lo anterior, se vio reflejado en la abundancia de huevos de anchoveta estimada en marzo 2024, la cual fue 129%, 1962%, 4603%, 138%, 5097%, 281%, 1002%, 5309% y 1178% mayor respecto a las obtenidas en marzo de los años 2023, 2022, 2021, 2020, 2019, 2018, 2017, 2016 y 2015. Por su parte las larvas exhiben un incremento en sus niveles de abundancia de 90%, 257%, 14%, 45%, 362%, 415% y 193%, respecto a los meses de marzo de 2022, 2021, 2020, 2018, 2017, 2016 y 2015 y 29% menor respecto al año 2023.

Para sardina española, se aprecia una alta frecuencia de ocurrencia frente al puerto de Mejillones. Es importante señalar que a partir del mes de abril 2023 y hasta la fecha, su presencia ha sido habitual en los puertos monitoreados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Braun, M., J. Jaque y E. Santander. 2023.** Seguimiento Mensual de la Condición del recurso Anchoveta (*Engraulis ringens*) con énfasis en la Abundancia y Distribución de Huevos y larvas de peces. Reporte N° 108, Septiembre 2023. (www.ciamchile.cl).
- Braun, M., y L. Herrera. 2020.** Seguimiento Mensual de la Condición del recurso Anchoveta (*Engraulis ringens*) con énfasis en la Abundancia y Distribución de Huevos y larvas de peces. Reporte N° 73, octubre 2020. (www.ciamchile.cl).
- Braun, M., J. Castillo, J. L. Blanco, S. Lillo y H. Reyes. 1995.** Monitoreo hidroacústico y oceanográfico de los recursos pelágicos de la I y II Regiones. Informe Final. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 172 pp + Tablas, Figuras y Anexos.
- Braun, M., J. L. Blanco, J. Osses y J. Castillo. 1998.** Monitoreo mensual de las condiciones biooceanográficas en la I y II Regiones. Informe Final FIP N°96-07. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 128 pp + Tablas y Figuras. (Monitoreo mayo 97 a dic 97).
- Braun, M., J. Blanco, J. Osses, J. Castillo, H. Miles. 1999.** Monitoreo acústico estacional de los recursos pelágicos en la I y II regiones. Informe final FIP 97-02. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 145 pp + Tablas y Figuras.
- Braun, M., H. Reyes, E. Pizarro, J. Castillo, J. Saavedra, V. Catasti y V. Valenzuela. 2005b.** Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas entre la I y IV Regiones, año 2004. Informe Final, FIP 2004-01, Fondo de Investigación Pesquera. 300 pp + 46 Tablas, 135 Figuras y 3 Anexos.
- Díaz, E. 2023.** MONITOREO REPRODUCTIVO SEMANA N° 3 (Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta) (15 al 21 enero 2024) Convenio de Desempeño 2023 Programa de Seguimiento de las Pesquerías Pelágicas Zona Norte SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Enero 2024.
- Frontier, S. 1966.** Zooplancton de la región de Nosy-Bé I (Programa des recortes et techniques d'étude. II). Plancton de surface aux stations 5 et 10. Cah Orstom (océanogr.), 4(3) :3 - 37.
- Hernández, C. 2024.** Boletín Semanal N° 11 (Regiones Arica y Parinacota a Coquimbo) (11 al 17 marzo 2024) Convenio de Desempeño 2024. Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Pelágicas de la Zona Norte de Chile, entre la Región de Arica y Parinacota a la región de Coquimbo, año 2024 SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Marzo, 2024.
- Morales C. E., J. L. Blanco, M. Braun, H. Reyes and A. G. Davies. 1996.** Anchovy larval distribution in the coastal zone off northern Chile: The effect of low dissolved oxygen

concentrations and of a cold-warm sequence (1990-1995). Invest. Pesq., Valparaíso: 24, 77-96.

- Morales, C.E., Hormazabal, S.E., Blanco, J.L., 1999.** Interannual variability in the mesoescala distribution of the depth of the upper boundary of the oxygen minimum layer off northern Chile (18-24S): Implications for the pelagic system and biogeochemical cycling. Journal of Marine Research 57, 909-932.
- Ojeda, R. 2024.** Informe Monitoreo Reclutamiento Semana N° 11 (Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta) (11 al 17 marzo 2024). Convenio de Desempeño 2023. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Pelágicas Zona Norte SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Marzo 2024.
- Palma, S. y K. Kaiser. 1993.** Plancton marino de aguas chilenas. Ediciones universitarias de Valparaíso. Universidad Católica de Valparaíso, Chile. 151 pp.
- Parsons, T.T., Y. Maita y C. Lalli. 1984.** A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press 173 pp.
- Pennington. M. 1986.** Efficient estimators of abundance for fish and plankton surveys. Biometrics 39:281-286.
- Rojas, O., y A. Mujica. 1981.** Delimitación de las áreas de desove, prereclutamiento y estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces pelágicos de importancia económica. Santiago, Chile, IFOP: 82pp.
- Rojas, O., A. Mujica, M. Labra, G. Ledermann y H. Miles.1983.** Estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces. AP83/31. Santiago, Chile, IFOP-80p.
- Sameoto, D., P. Wiebe, J. Runge, L. Postel, J. Dunn, C. Miller and S. Coombs. 2000.** Collecting Zooplankton. En: ICES. Zooplankton Methodology Manual. 55-81 pp.
- Smith, P.E. y S.L. Richardson. 1979.** Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO. Doc. Téc.Pesca (175):107 p.18.