

# Informe Final Figuras

2 0 2 6

Evaluación hidroacústica de jurel entre las  
Regiones de Arica y Parinacota –  
Valparaíso, año 2025.

Subsecretaría de Economía y EMT  
Febrero 2026



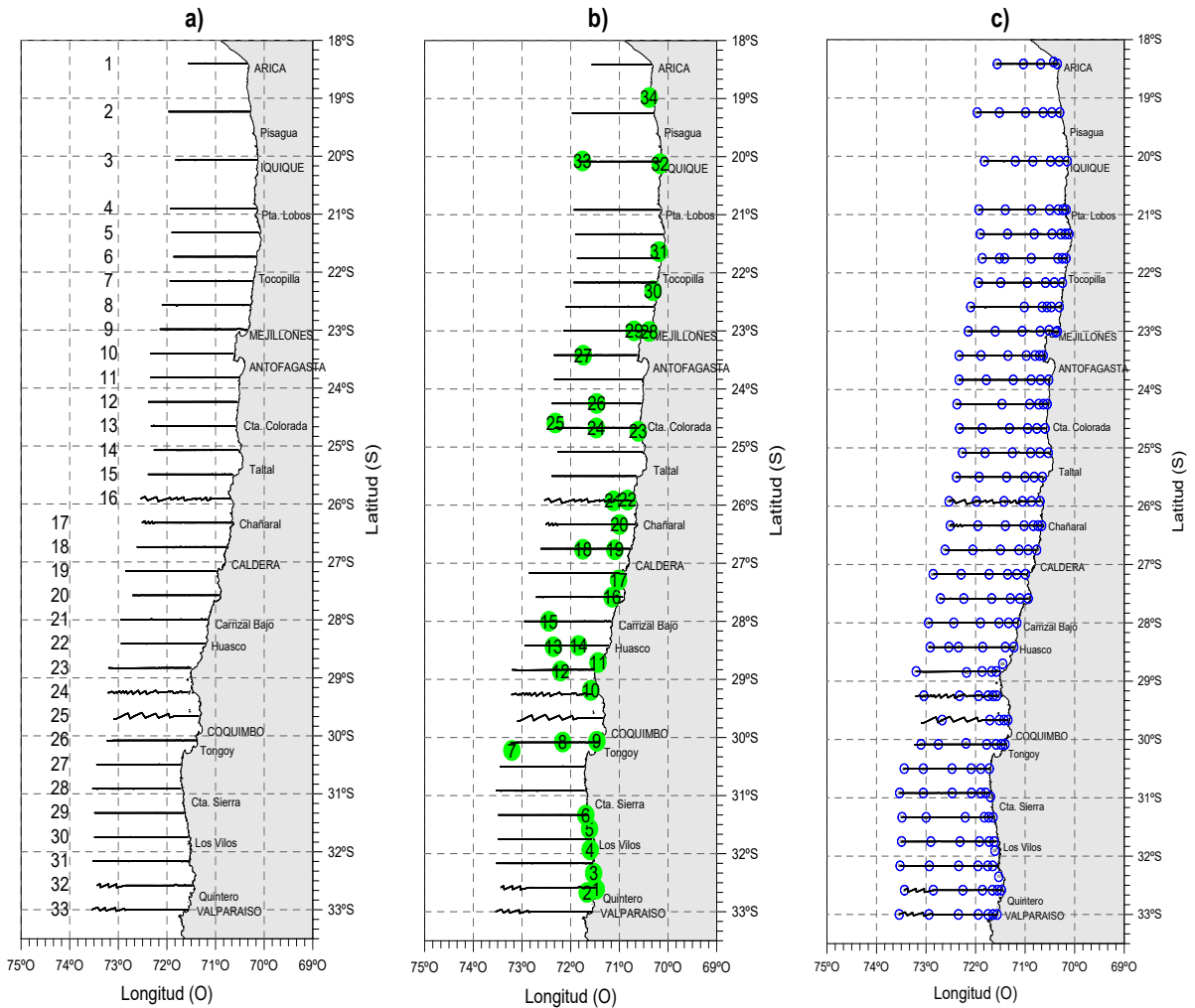
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO - CHILE



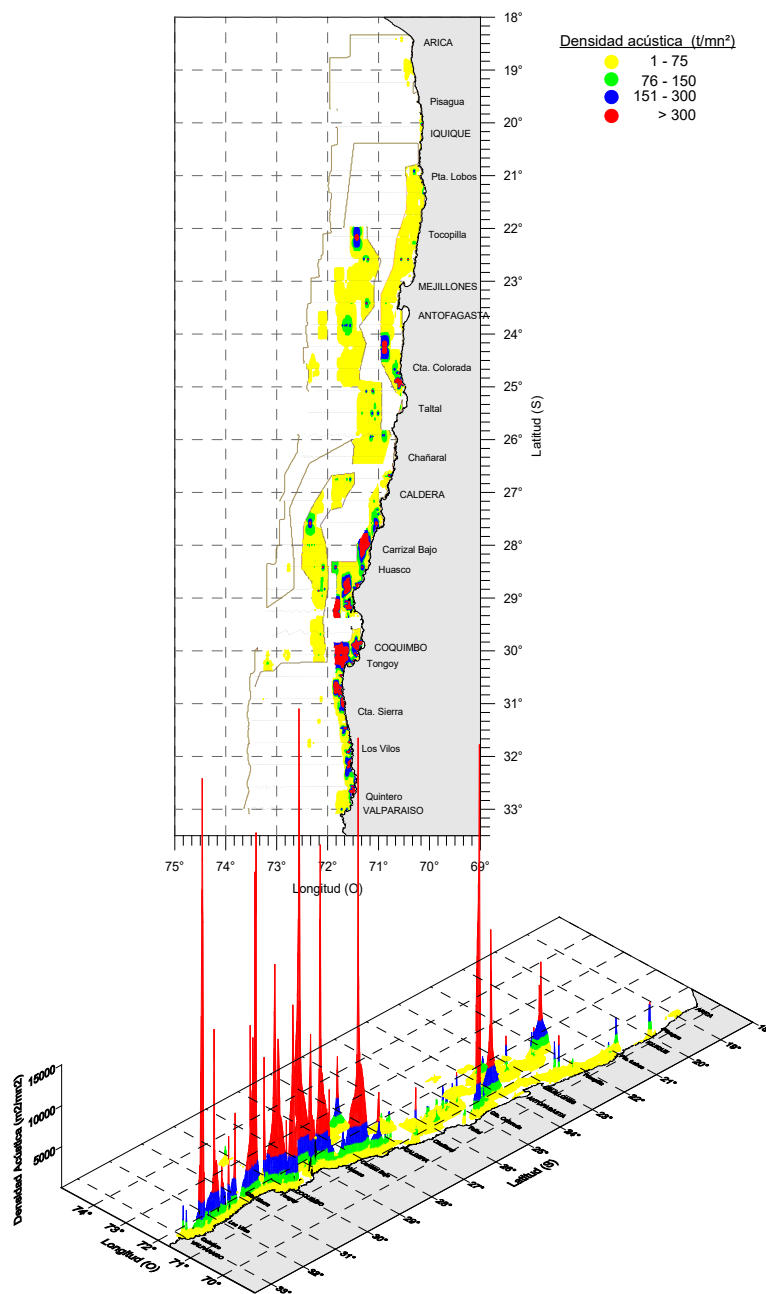
## **FIGURAS**

---

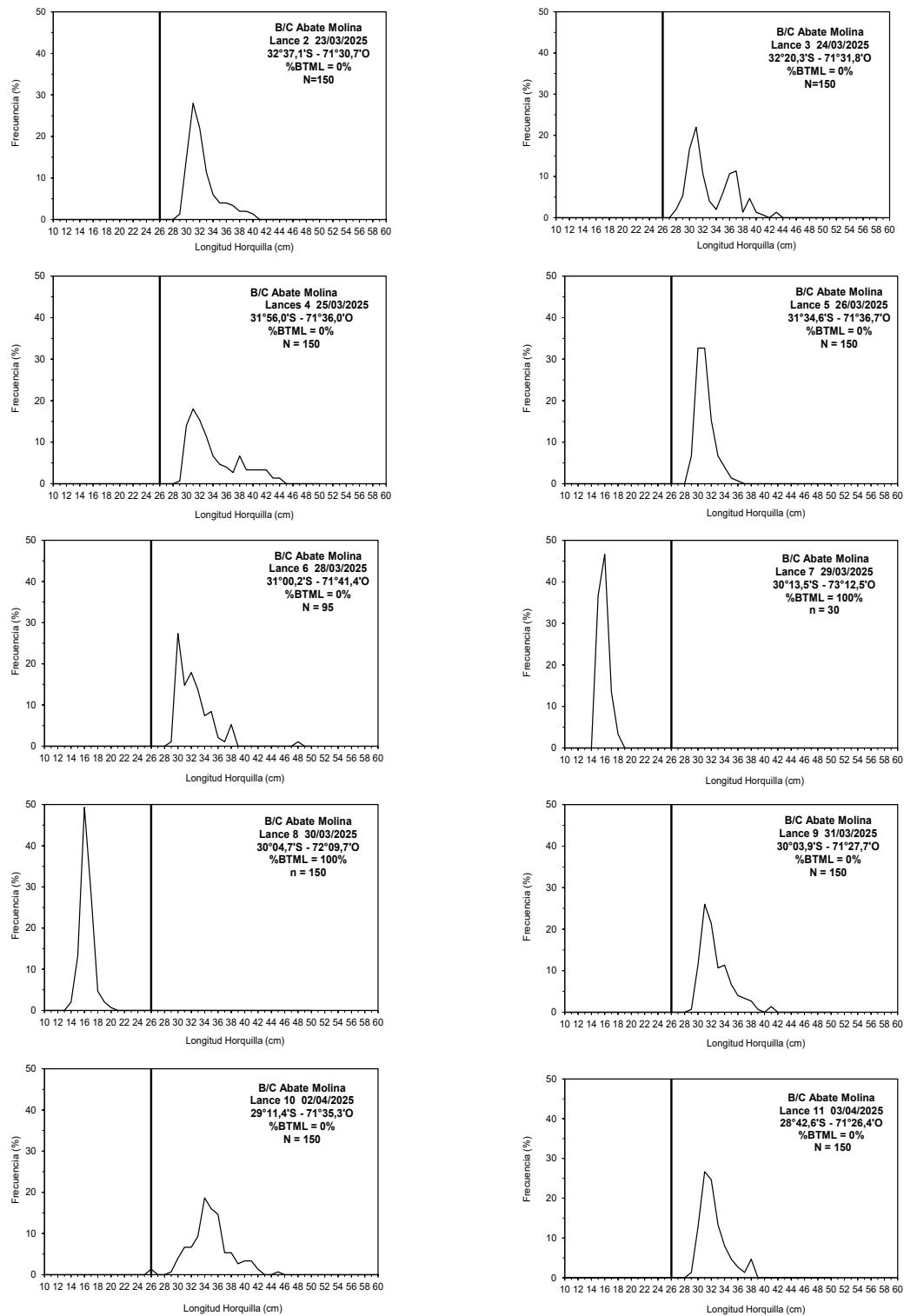




**Figura 1.** a) Distribuci3n transectas acústicas, b) Lances pesca y c) Estaciones bio-oceanográficas. Crucero jurel 2025.



**Figura 2.** Distribución espacial del jurel. Crucero jurel 2025.



**Figura 3.** Estructura de talla de jurel por lance para la zona prospectada. Crucero jurel 2025.

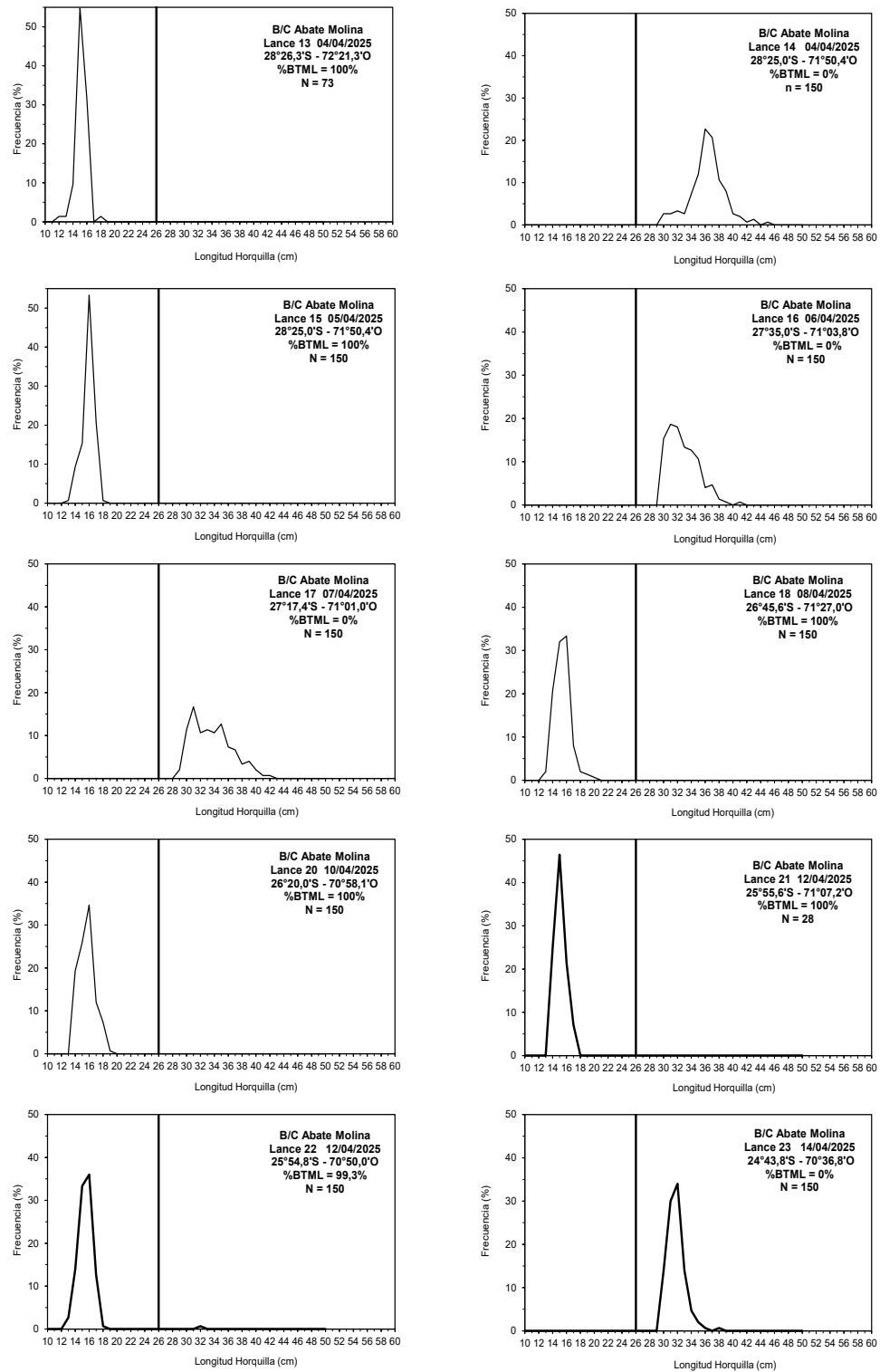
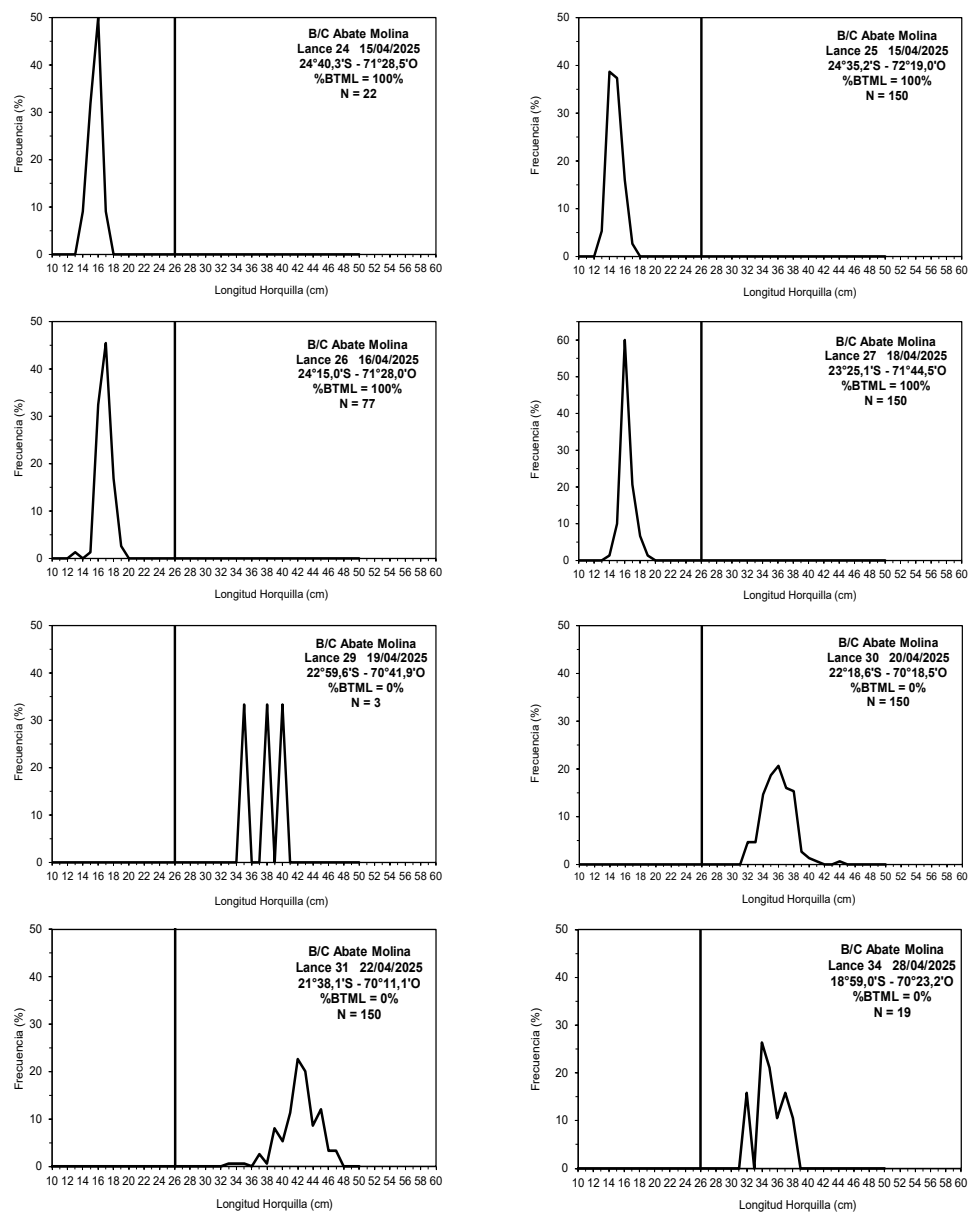
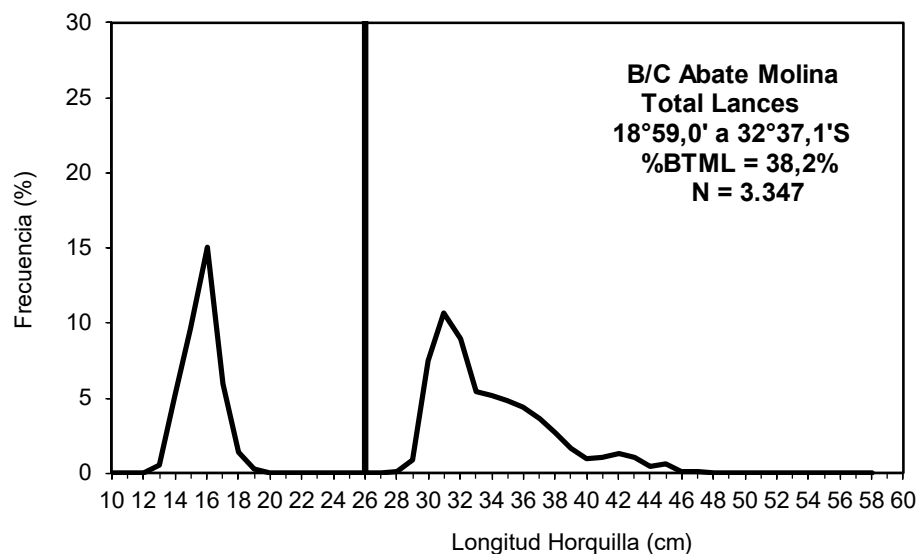


Figura 3 (Cont). Estructura de talla de jurel por lance para la zona prospectada. Crucero jurel 2025.

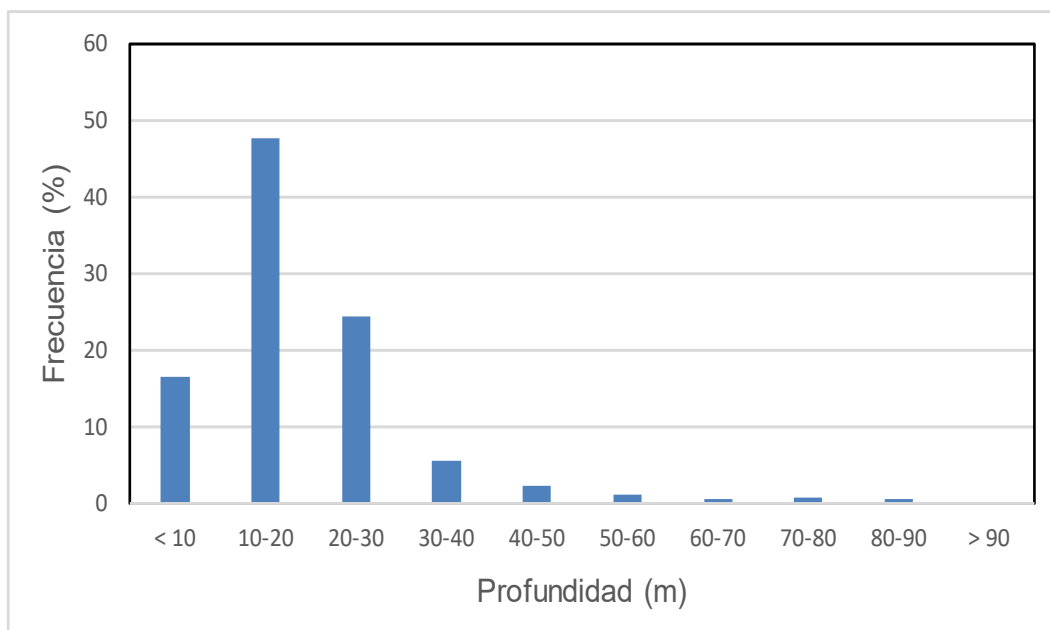


**Figura 3 (Cont).** Estructura de talla de jurel por lance para la zona prospectada. Crucero jurel 2025.





**Figura 4.** Distribuci3n de frecuencia de longitudes horquilla (cm) de jurel, para toda la zona prospectada. Crucero jurel 2025.



**Figura 5.** Distribuci3n batim3trica del jurel. Crucero jurel 2025.

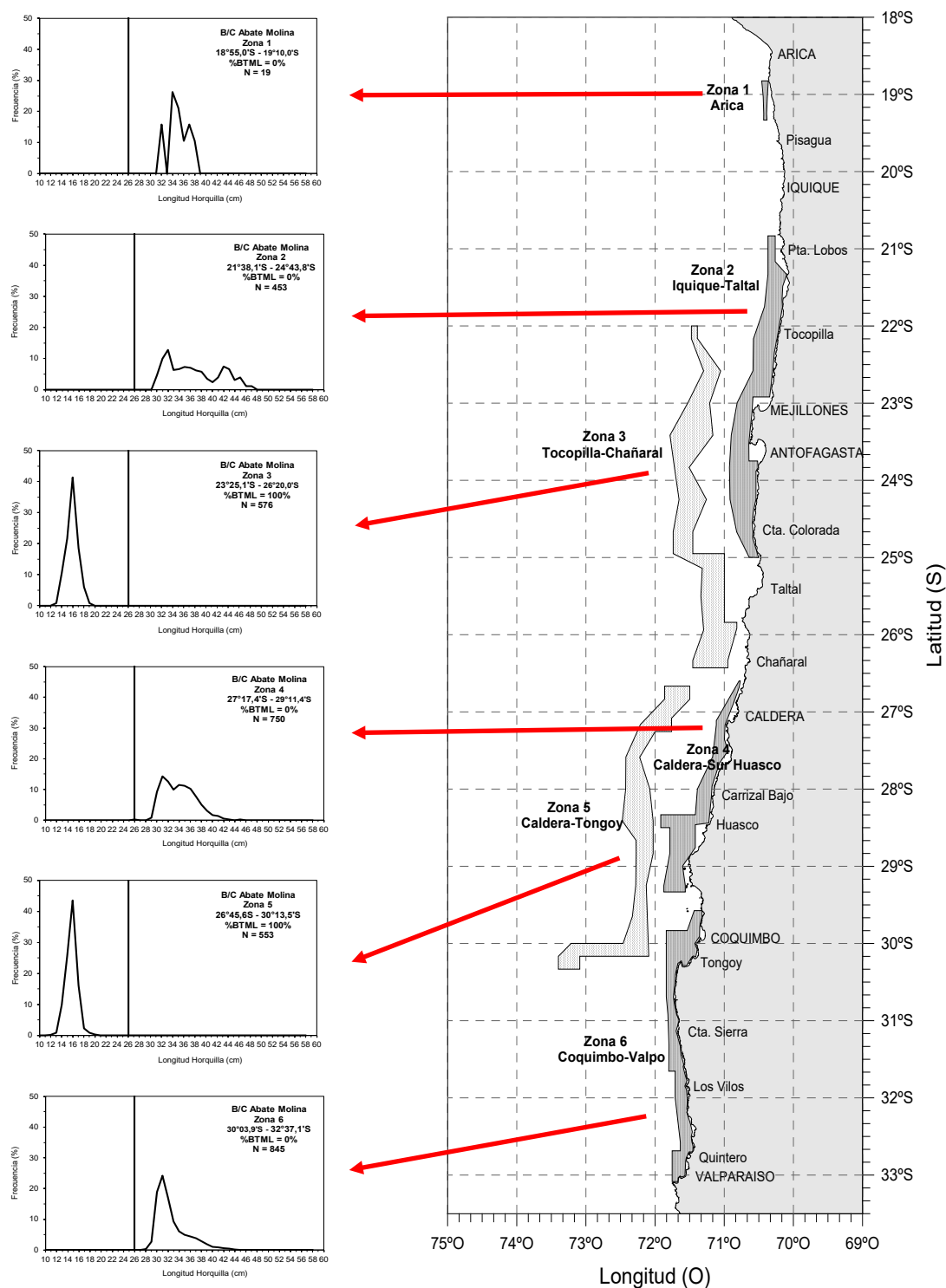
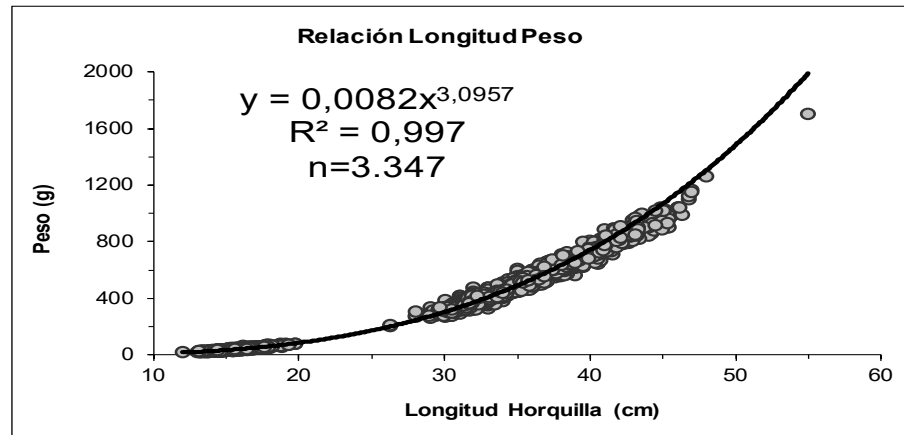
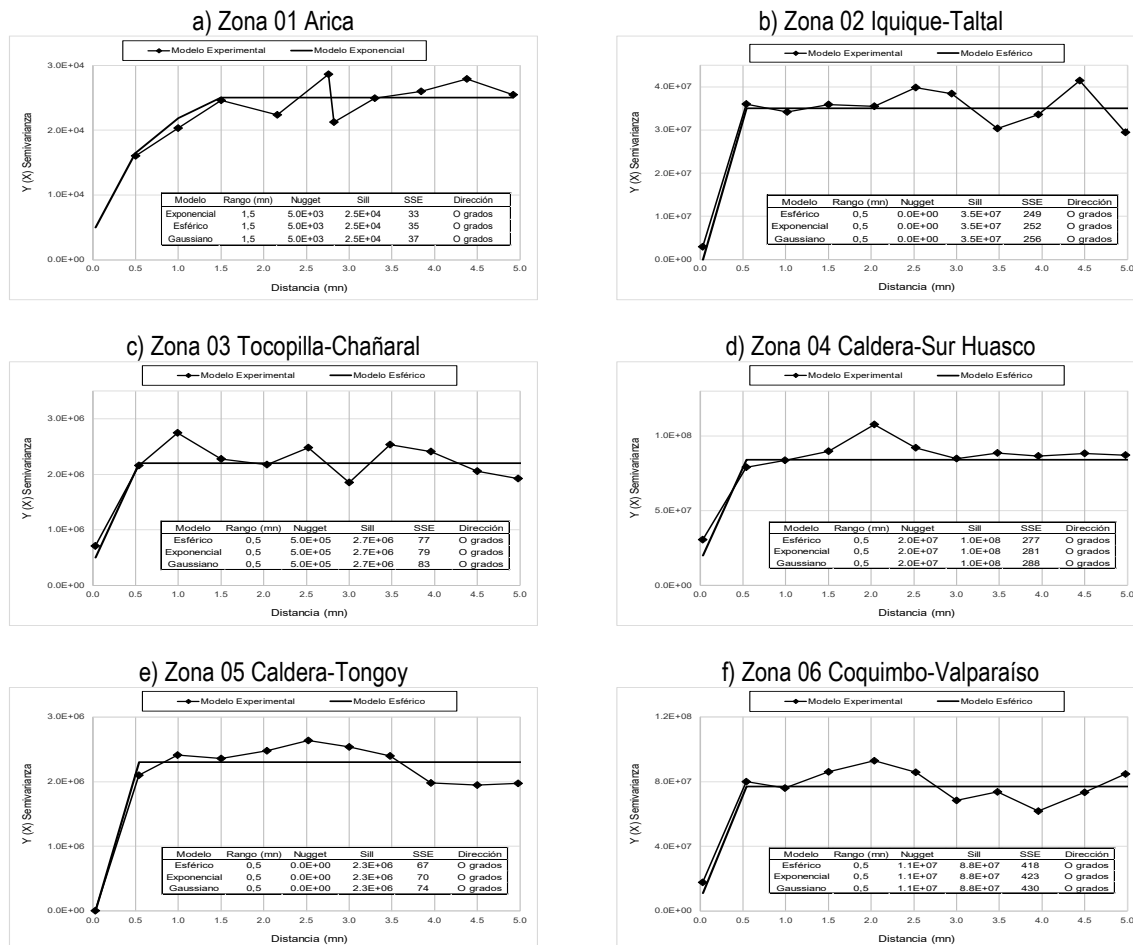


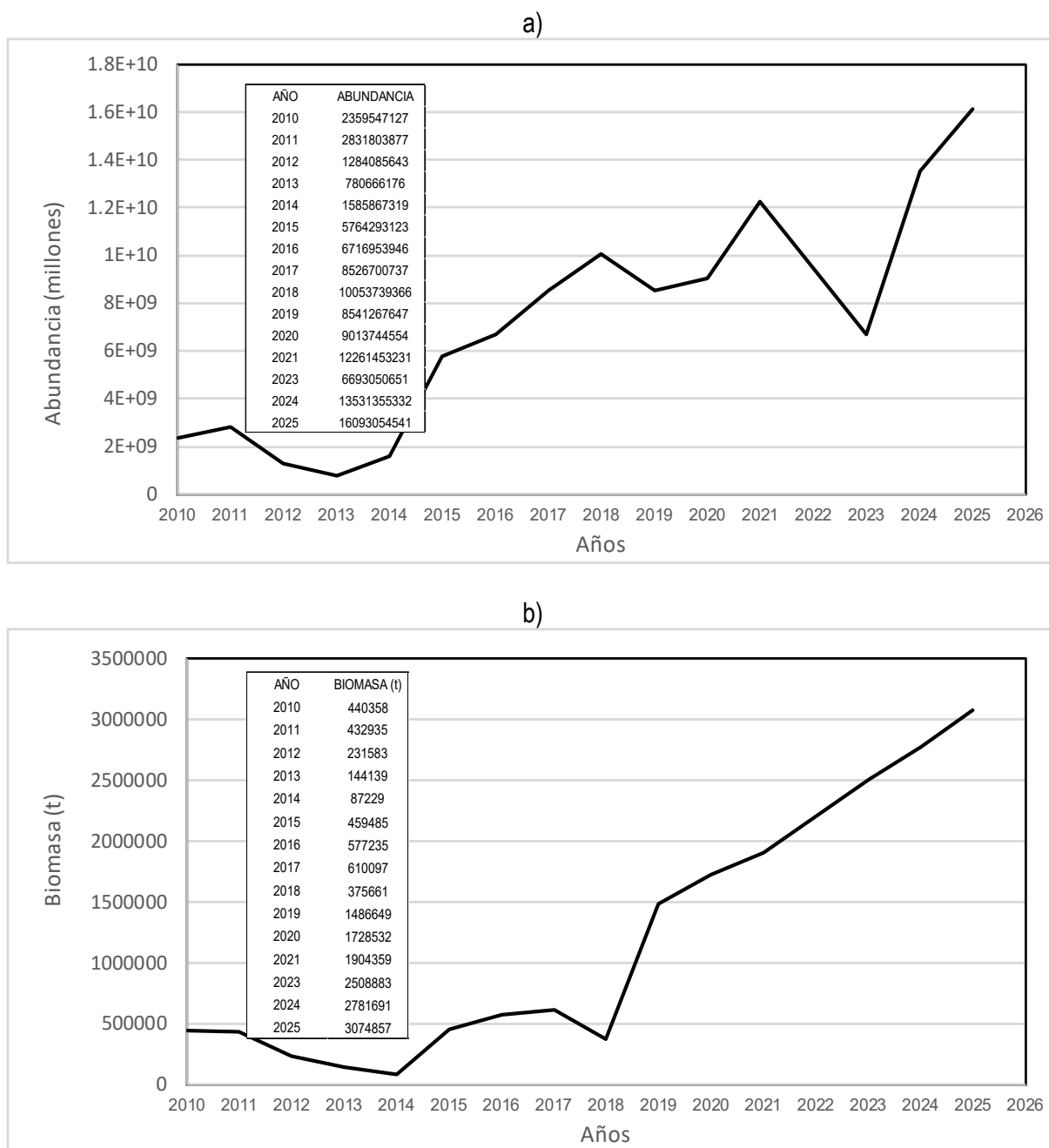
Figura 6. Estructuras de tallas de jurel para las zonas de evaluación. Crucero jurel 2025.



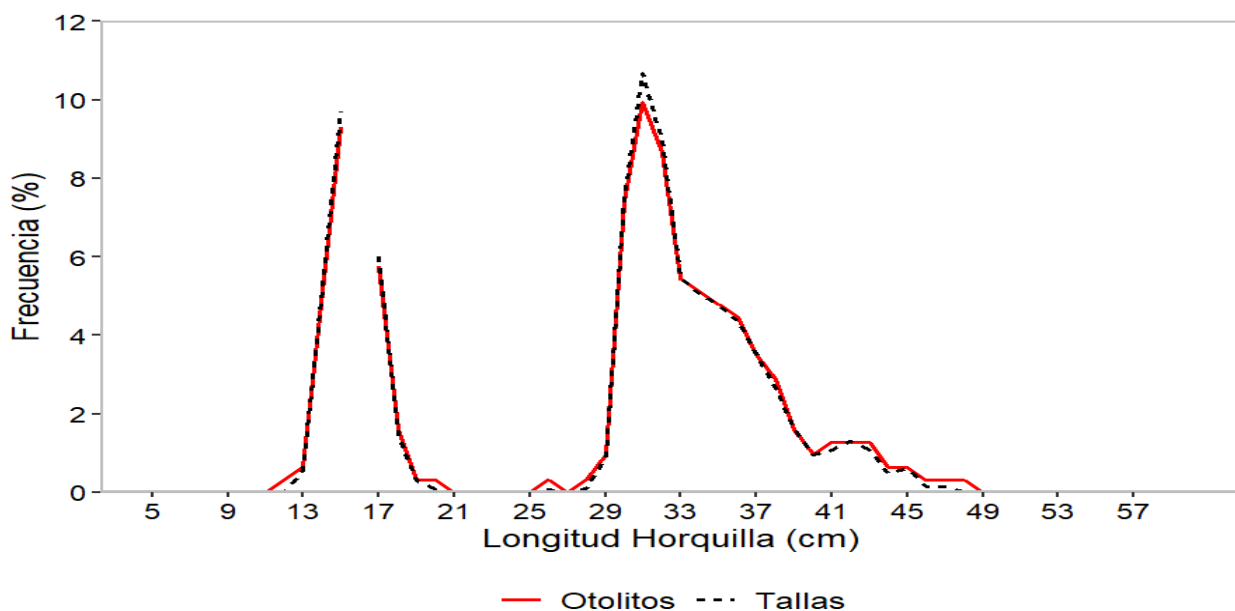
**Figura 7.** Relación longitud-peso de jurel para la zona prospectada. Crucero jurel 2025.



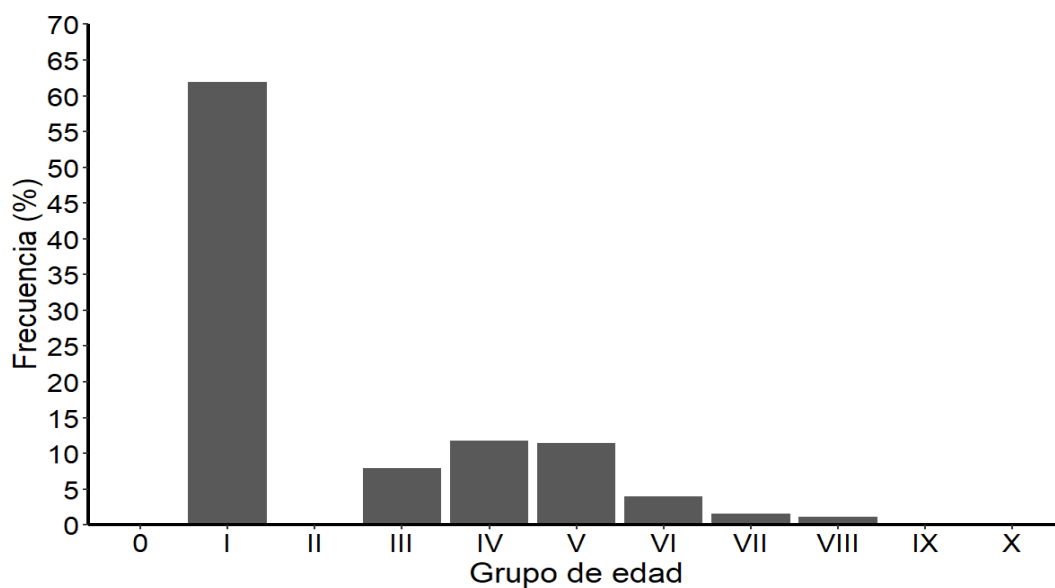
**Figura 8.** Variogramas ajustados por zona de evaluación. Crucero jurel 2025.



**Figura 9.** Estimaciones de a) abundancia y b) biomasa de jurel. Per3odo 2010-2025.

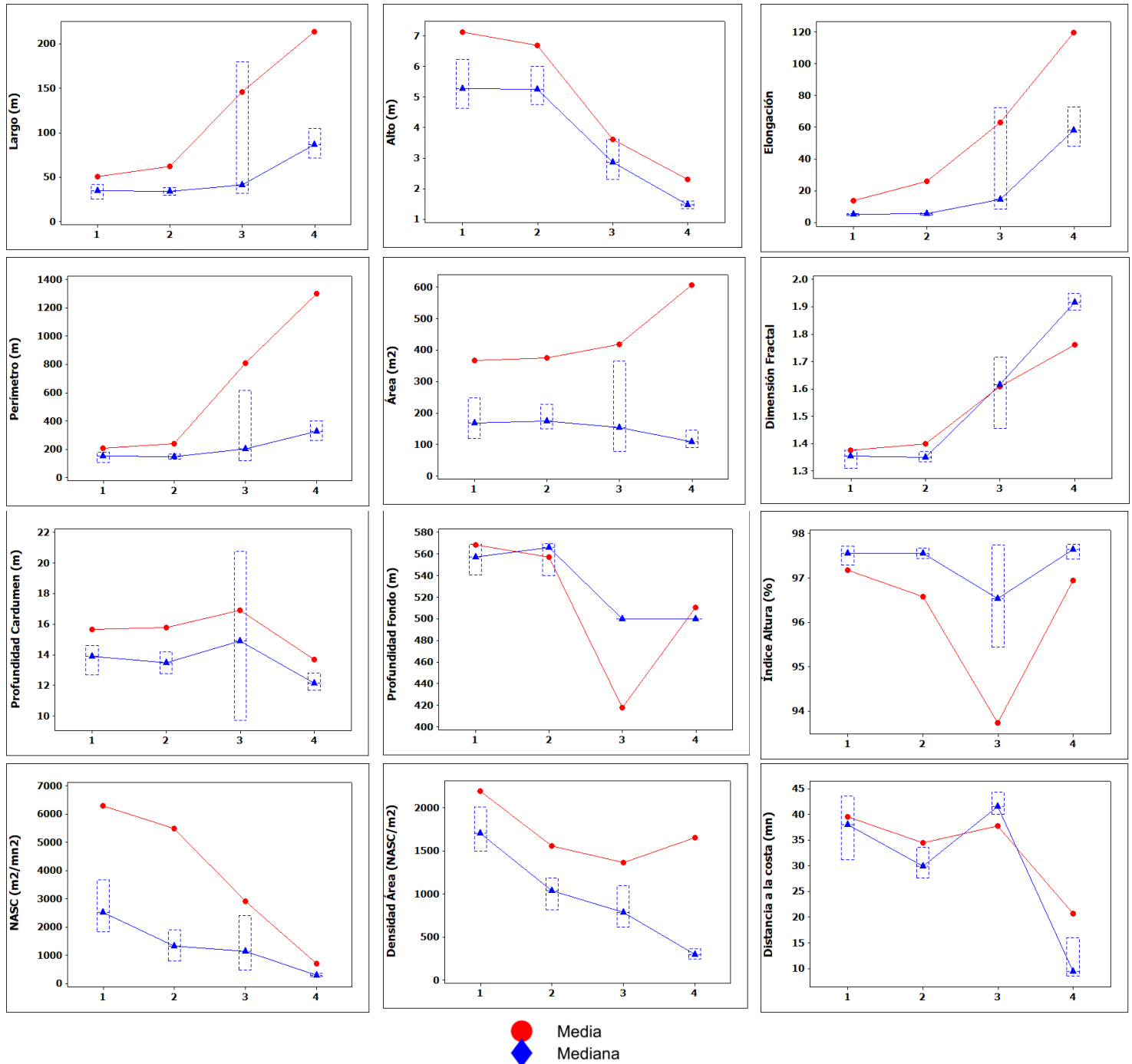


**Figura 10.** Comparaci3n de la distribuci3n de longitudes del muestreo biol3gico versus la distribuci3n de los ejemplares objeto de lectura de edad.

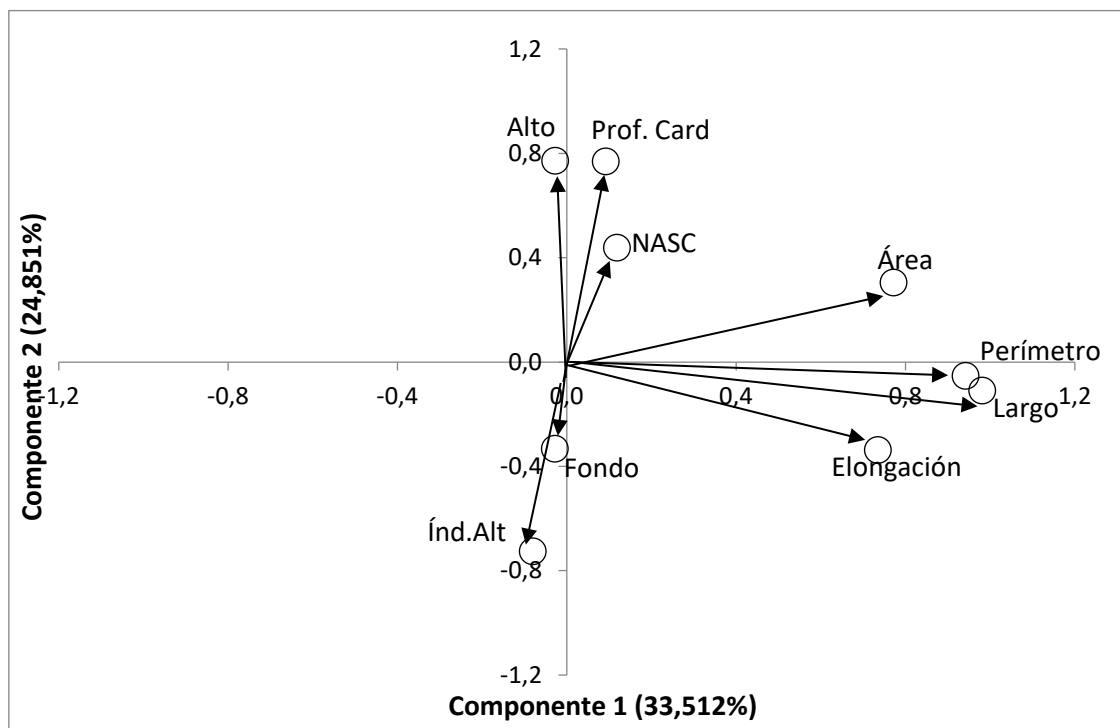


**Figura 11.** Frecuencia relativa por grupo de edad de jurel. Crucero jurel 2025.

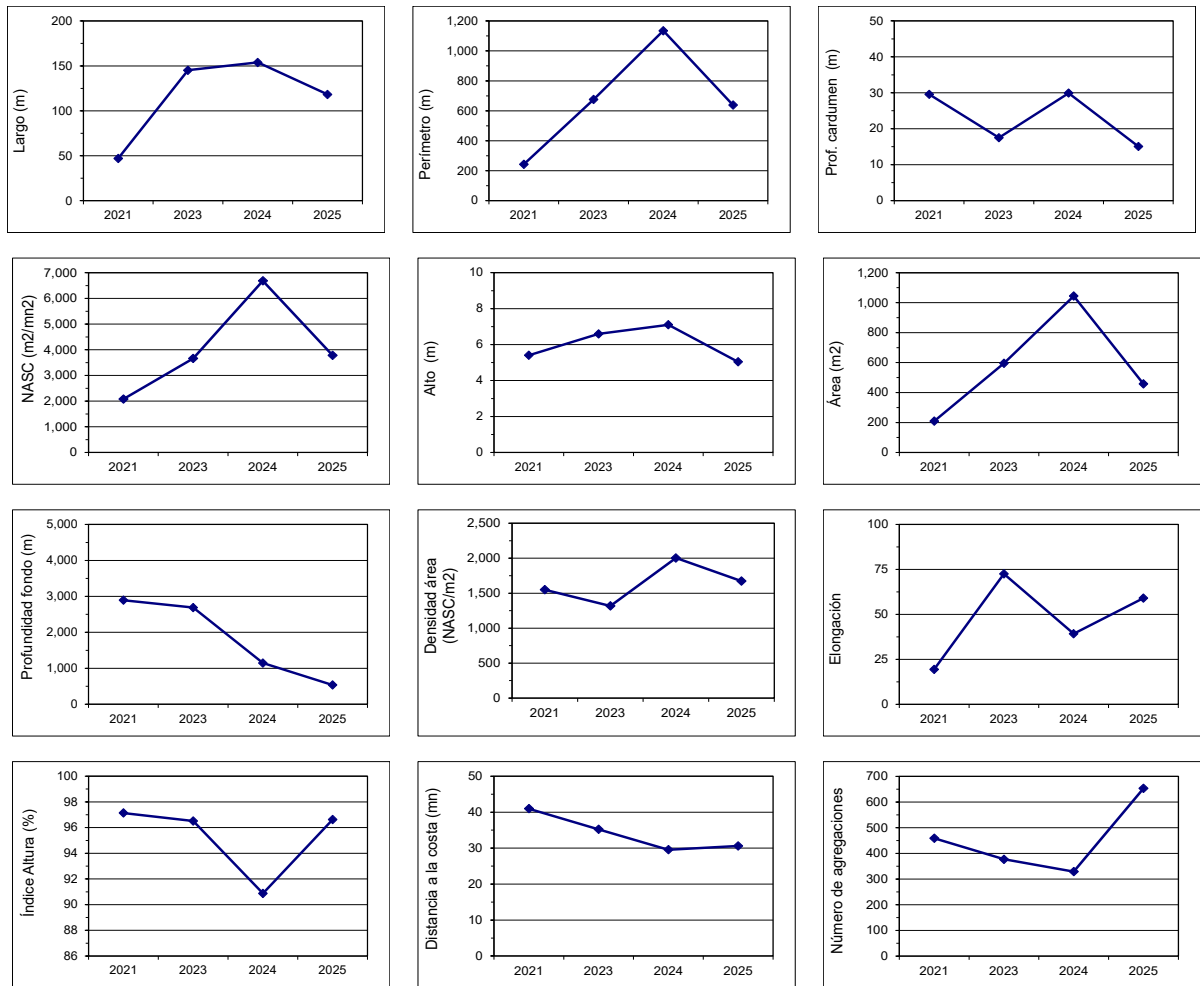




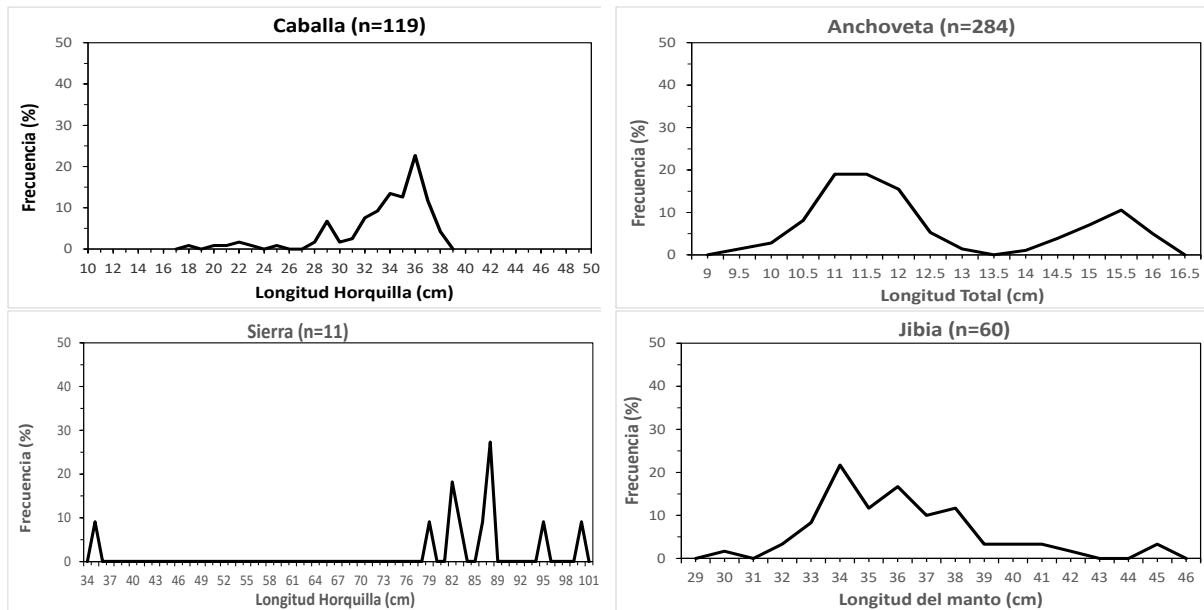
**Figura 12.** Gráfico de caja y bigote para los descriptores morfológicos, batimétricos, de energía y de posición, de las agregaciones de jurel, según periodo del día: 1=amanecer, 2=día, 3=ocaso y 4=noche. Crucero jurel 2025.



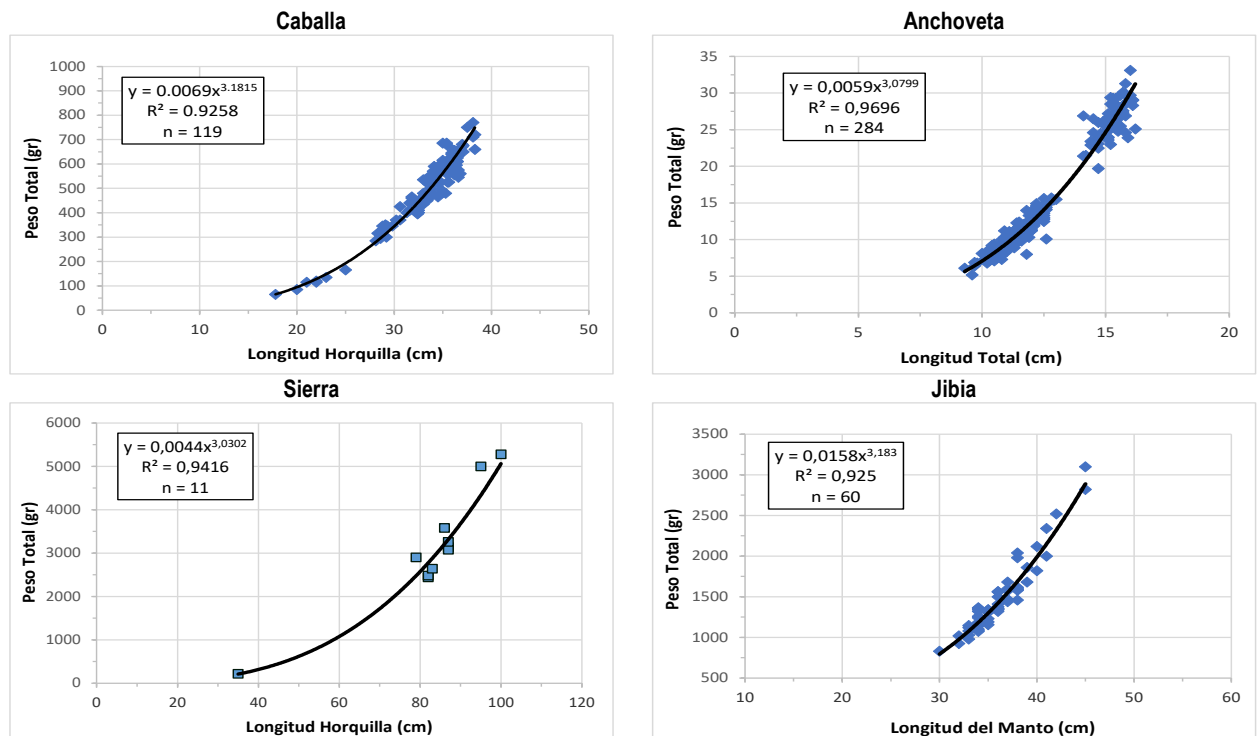
**Figura 13.** Correlaci3n de variables originales con los dos primeros componentes. Crucero jurel 2025.



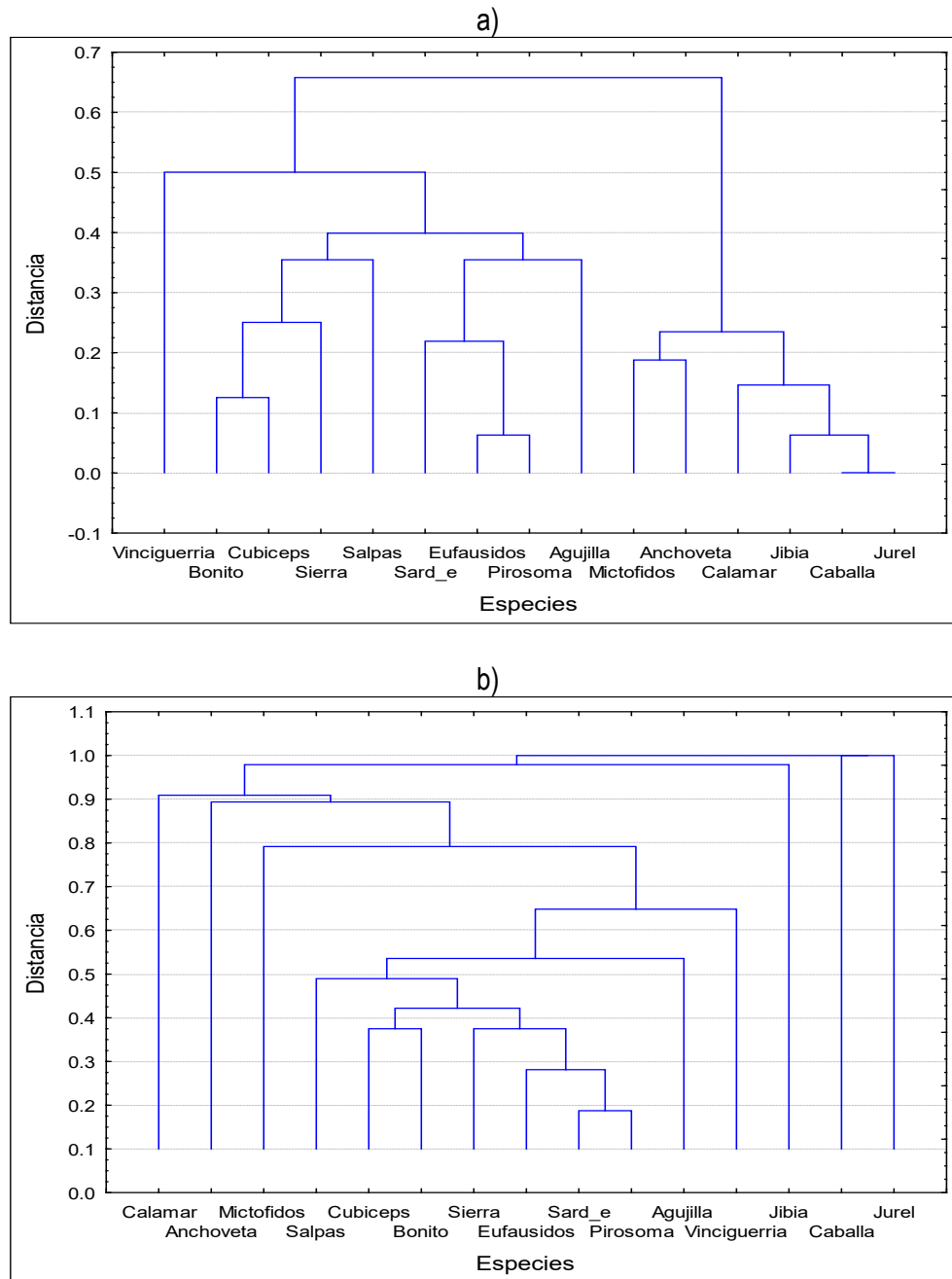
**Figura 14.** Valores medios de los descriptores de forma, de batimetría, energéticos y de posición entre los años 2021, 2023, 2024 y 2025 de jurel.



**Figura 15..** Estructura de talla de caballa, anchoveta, sierra y jibia. Especies fauna acompañantes en las capturas de jurel en lances realizados con red de mediagua. Crucero jurel 2025.

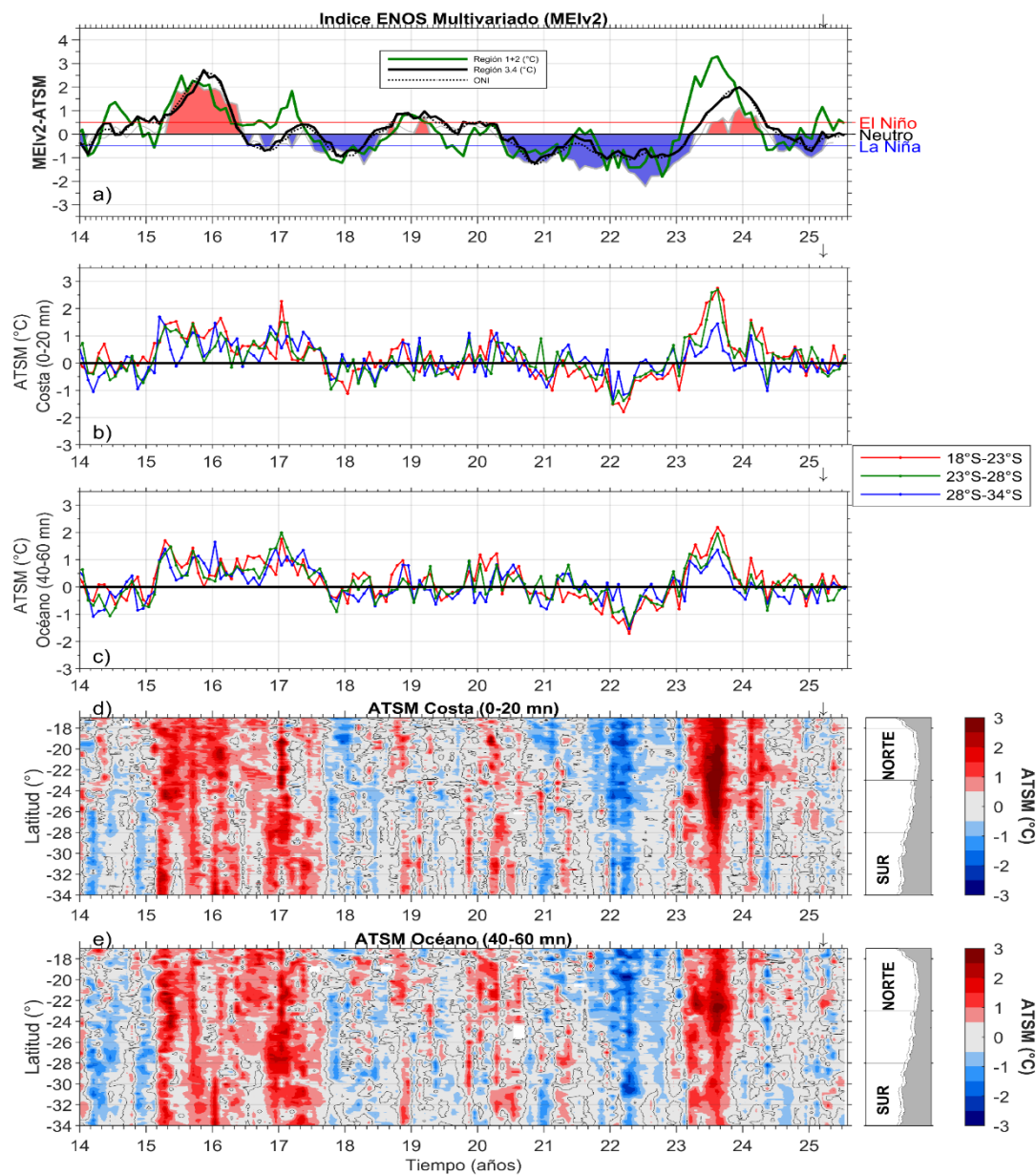


**Figura 16.** Relación longitud-peso de caballa, anchoveta, sierra y jibia, muestreadas en lances realizados con red de mediagua. Crucero jurel 2025.

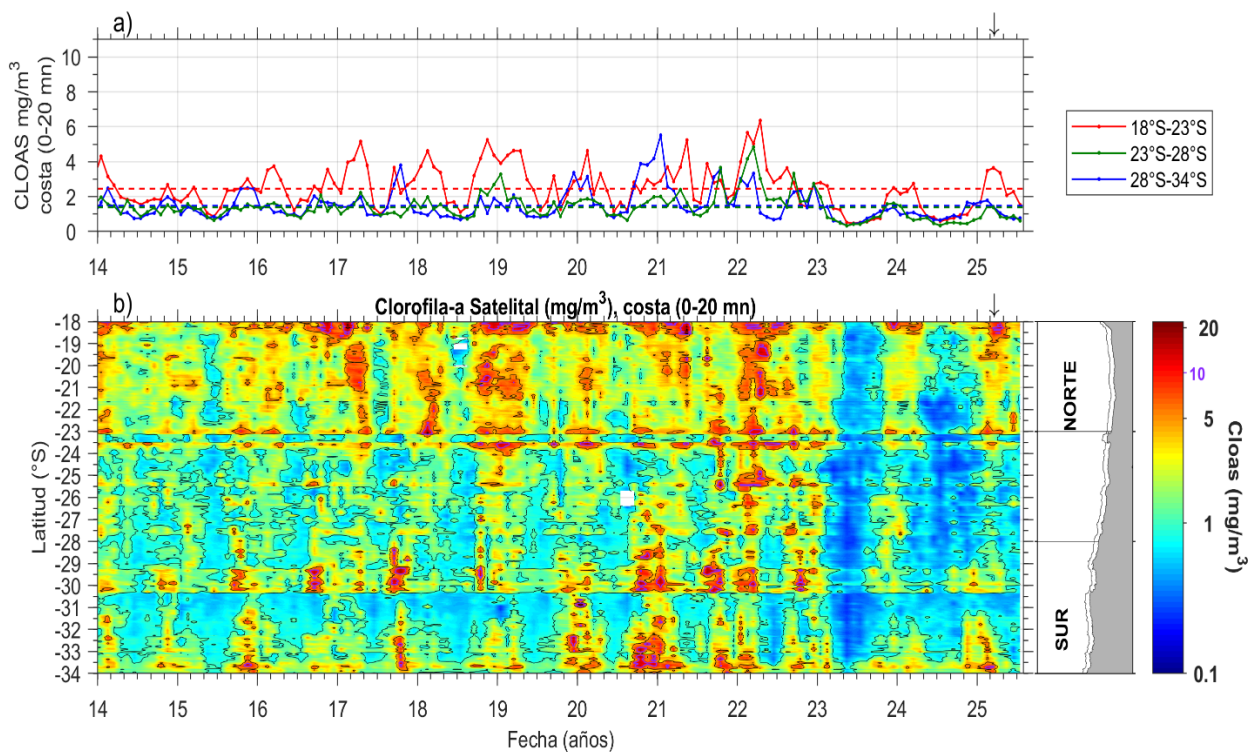


**Figura 17.** Dendrograma de a) ausencia/presencia por especie y b) importancia relativa por especies. Capturas obtenidas con red de media agua a bordo del B/C Abate Molina. Años 2006 a 2008, 2012 a 2021 y 2023 a 2025.

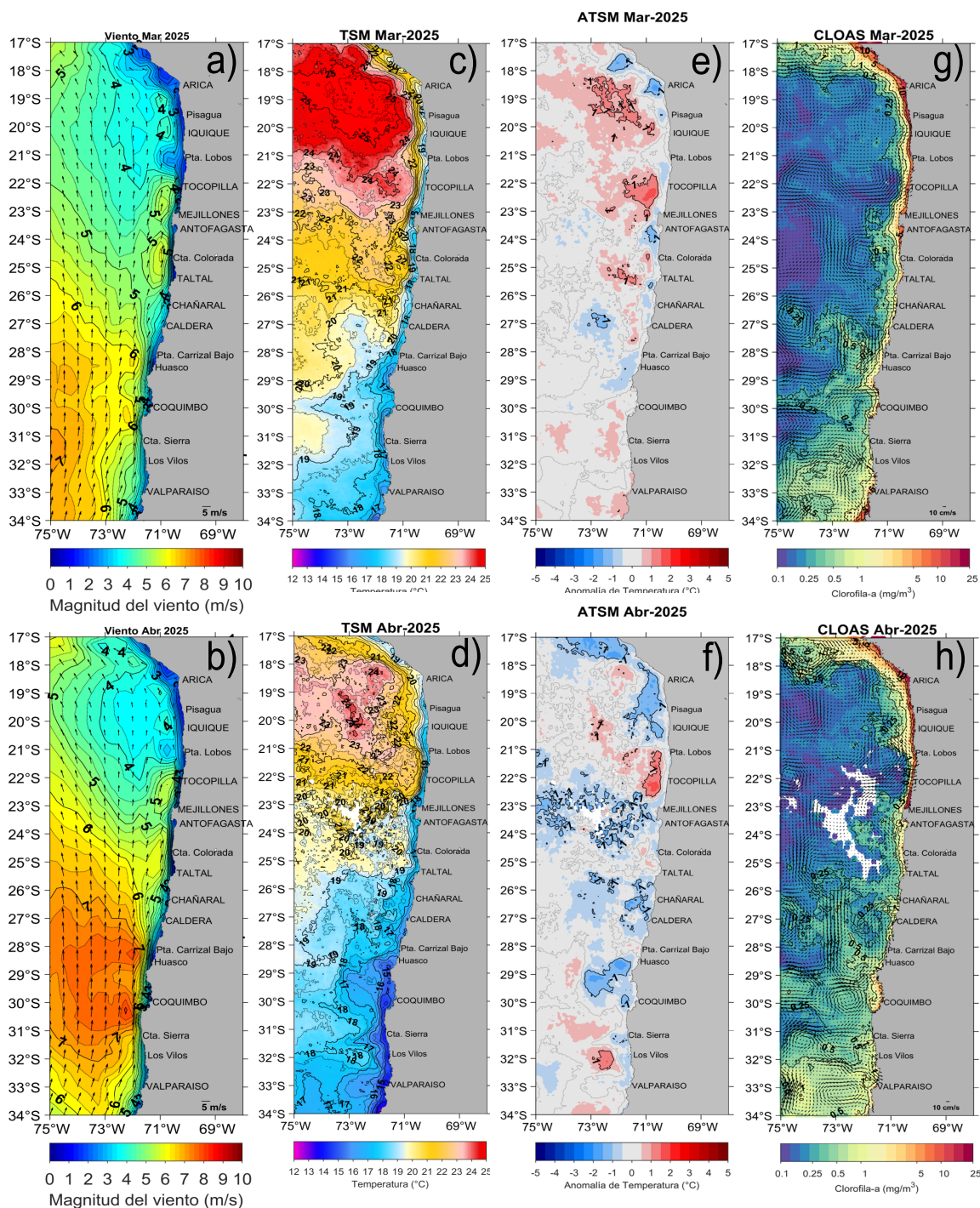




**Figura 18.** Series de tiempo de: a) índice MEI.v2, índice ONI y ATSM en las regiones Niño<sub>1+2</sub> (contorno verde) y Niño<sub>3.4</sub> (contorno negro) y clasificación de la intensidad de los ciclos El Niño declarados (rojo), La Niña (azul) y neutros (negro); b) promedios de ATSM (°C) en sector costero y c) oceánico, y en las subáreas norte (18°-23°S), centro (23°-26°S) y sur (26°-34°S). Diagrama Hovmöller de ATSM en sectores: d) costero, y e) oceánico, en el área total.

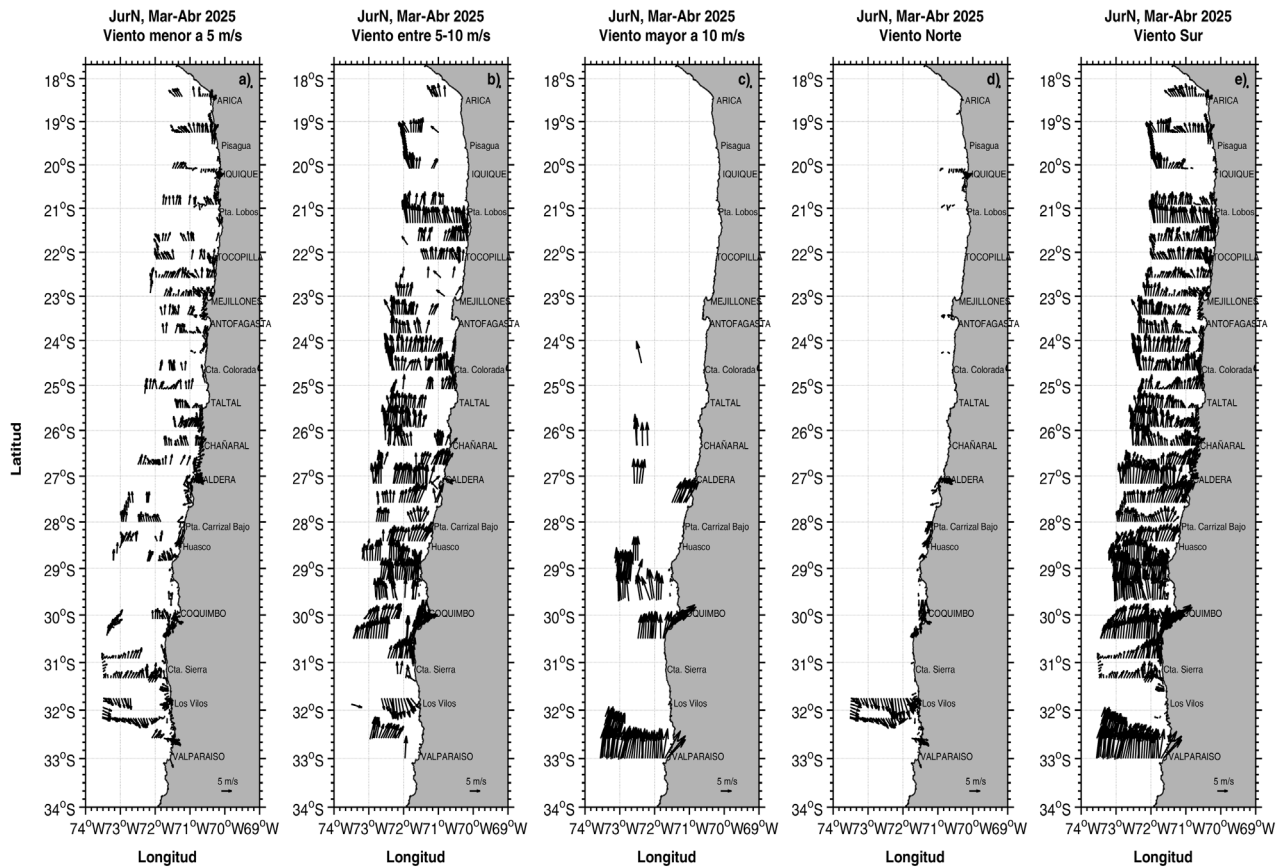


**Figura 19.** Series de tiempo entre enero 2014 - julio 2025 de: a) las concentraciones de clorofila-a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) promedio en sector costero en las subáreas norte ( $18^\circ\text{S}$ - $23^\circ\text{S}$ , rojo), centro ( $23^\circ\text{S}$ - $28^\circ\text{S}$ , verde) y sur de ( $28^\circ\text{S}$ - $34^\circ\text{S}$ , azul). b) Diagrama Hovmöller de las concentraciones de clorofila-a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) en el sector costero ( $18^\circ\text{S}$ - $34^\circ\text{S}$ ).

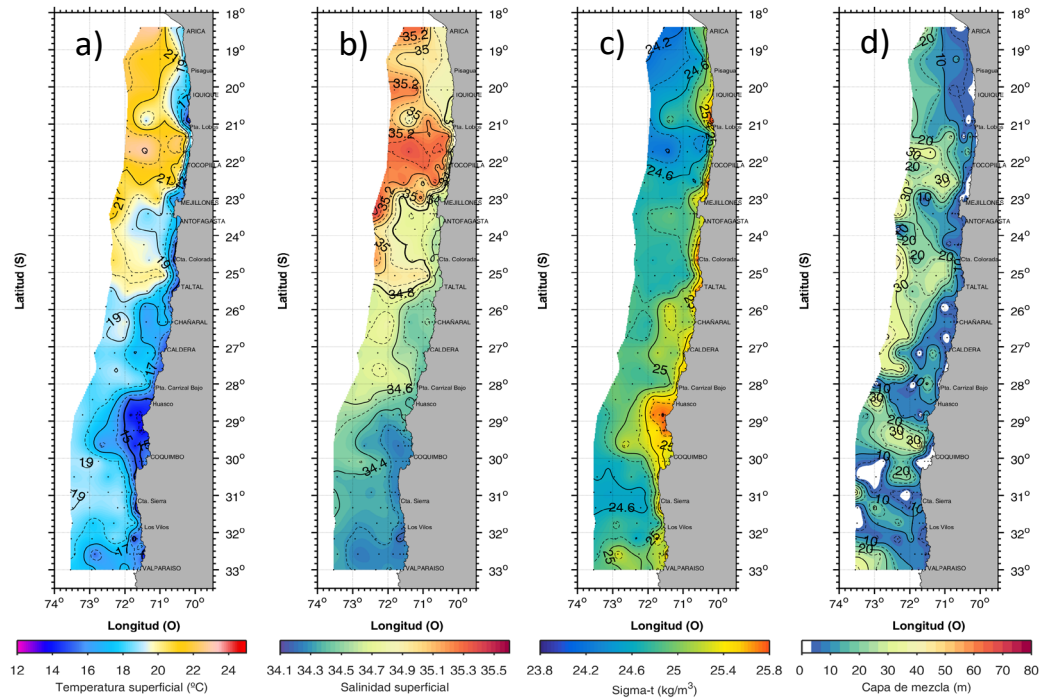


**Figura 20.** Distribución superficial satelital, promedio mensual de: campo de viento (m/s) (a y b), TSM (°C) (c y d), ATSM (°C) (e y f) y clorofila-a (mg/m³) junto con la circulación geostrofica superficial (cm/s) (g y h). Marzo (panel superior) y abril (panel inferior) de 2025.

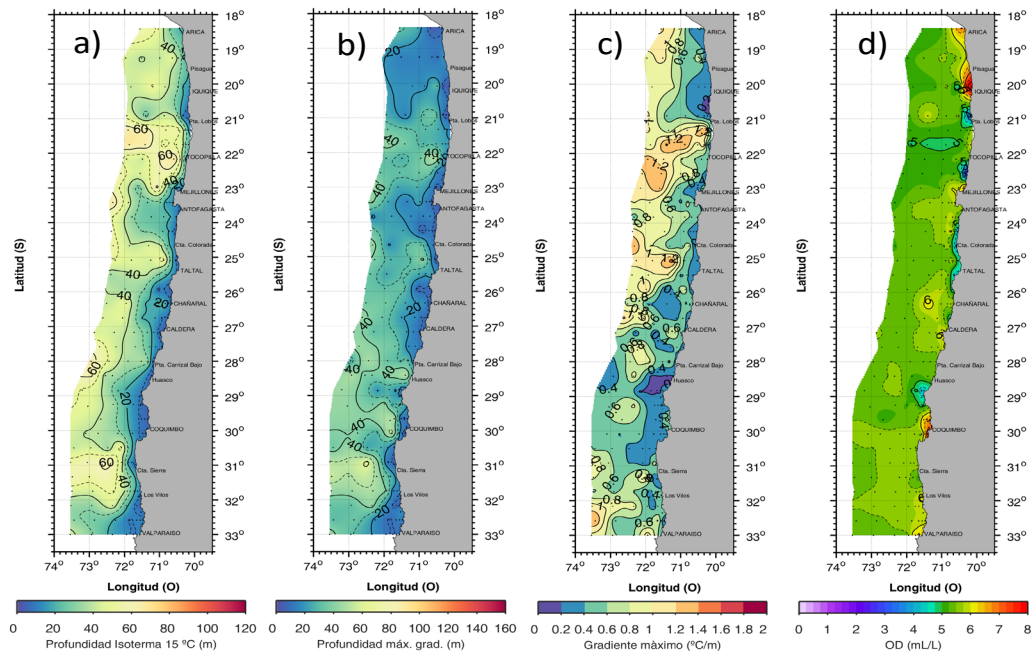




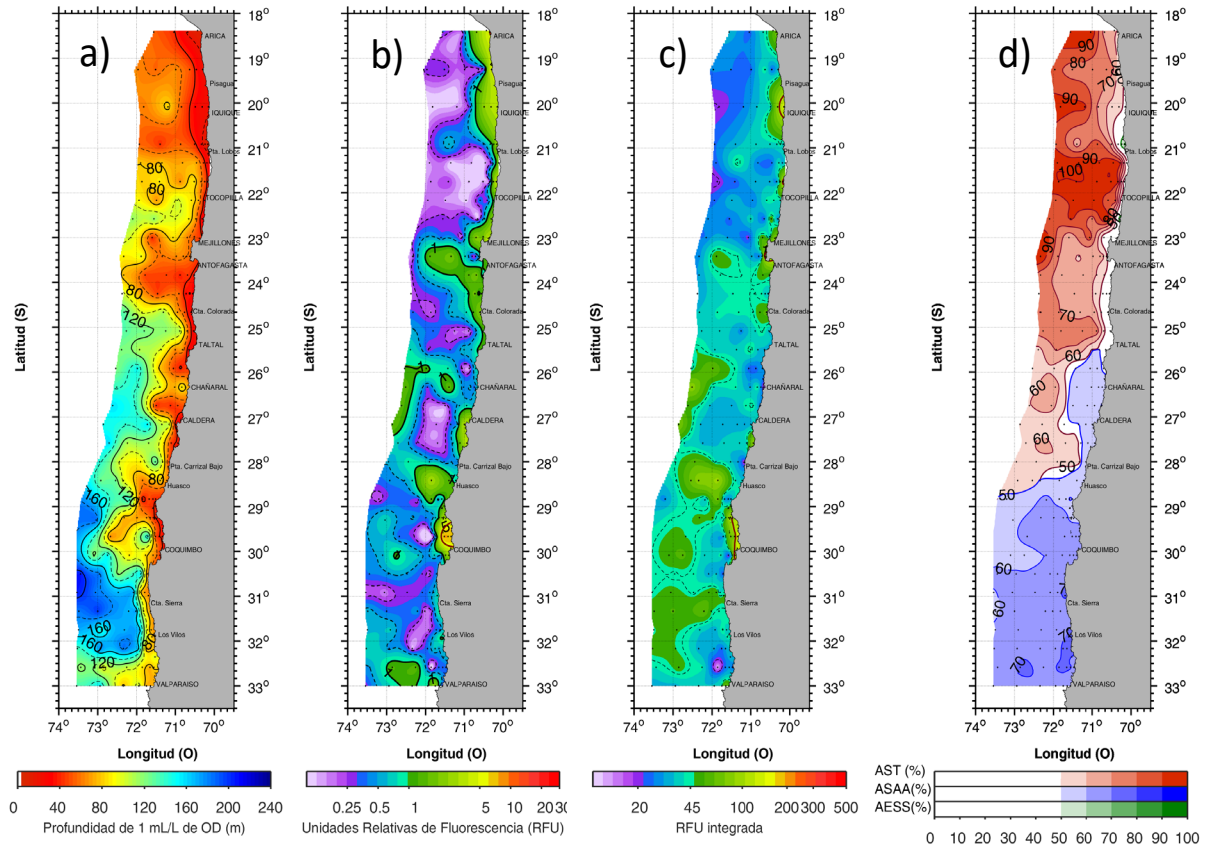
**Figura 21.** Información de viento medido cada media hora sobre el track de navegación, respecto a su dirección e intensidad: a) menor a 5 m/s, b) entre 5 y 10 m/s, c) mayor a 10 m/s, d) dirección norte, y e) dirección sur. Crucero jurel 2025.



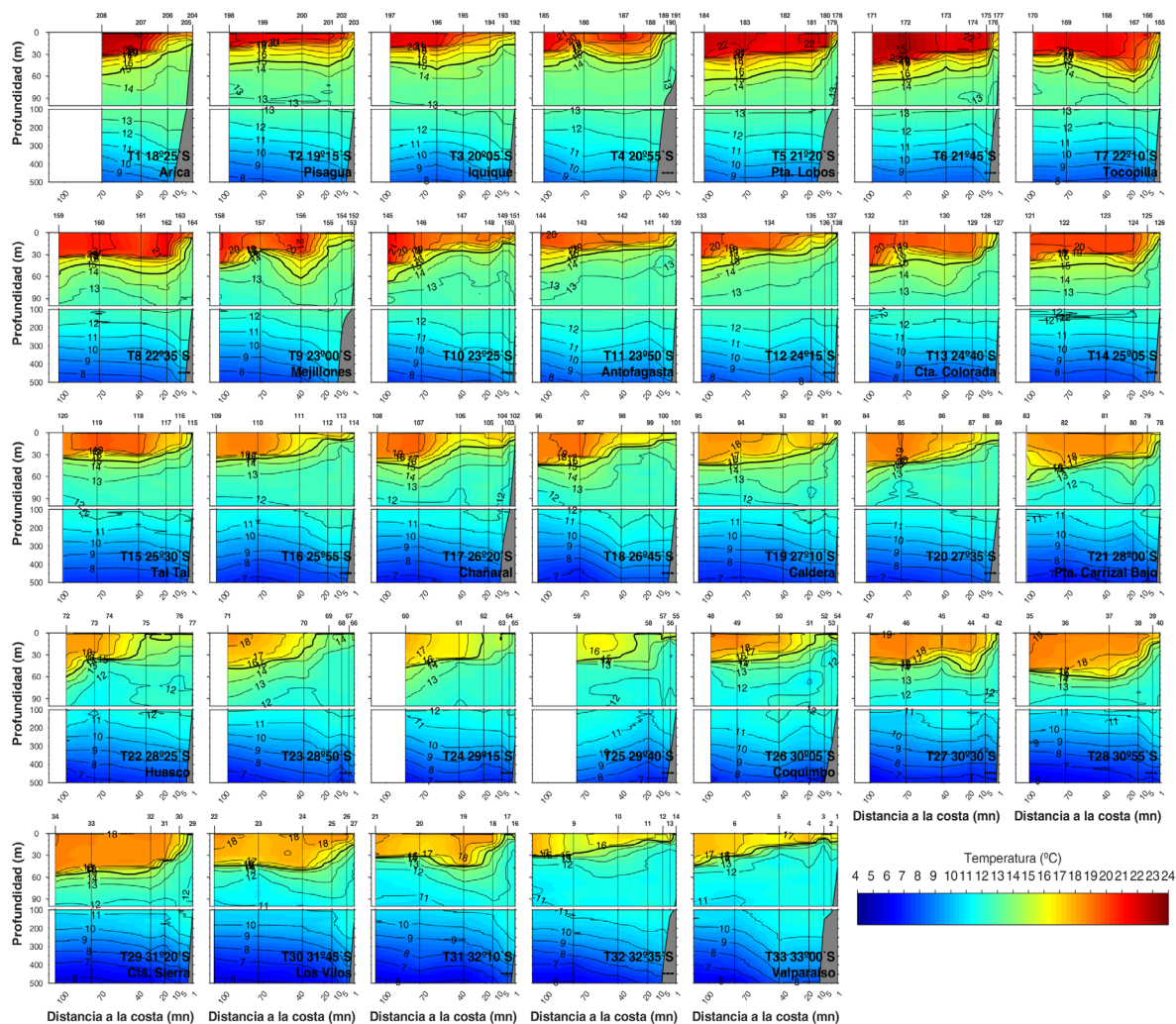
**Figura 22.** Distribución superficial de: a) TSM (°C), b) salinidad, c) densidad,  $\sigma\text{-}t$  (kg/m<sup>3</sup>) y d) capa de mezcla (m), con datos *in situ*. Crucero jurel 2025.



**Figura 23.** Distribución de: a) profundidad de la isoterma de 15°C, b) profundidad del gradiente máximo de termoclina (m), c) gradiente máximo de temperatura en termoclina (°C/m) y d) oxígeno disuelto superficial (mL/L). Crucero jurel 2025.

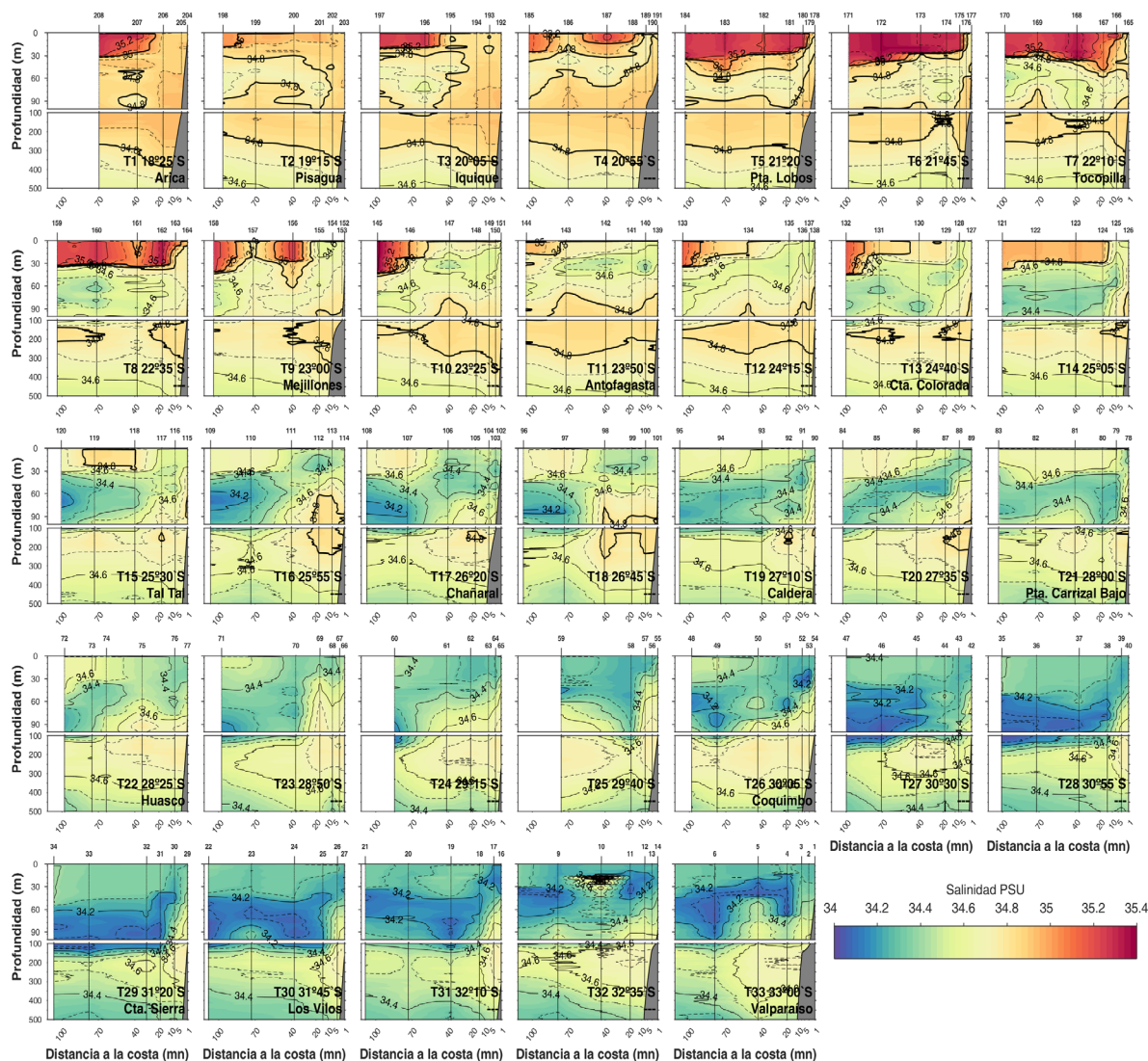


**Figura 24.** Distribución de: a) límite superior de la zona de mínimo oxígeno de 1 mL/L (m), b) fluorescencia in vivo (UR), y c) fluorescencia in vivo integrada (UR/m²) d) porcentajes de participación (PPMA >50%) de las masas de agua: Subtropical (AST), Subantártica (ASAA) y Ecuatorial subsuperficial (AESS). Crucero jurel 2025.



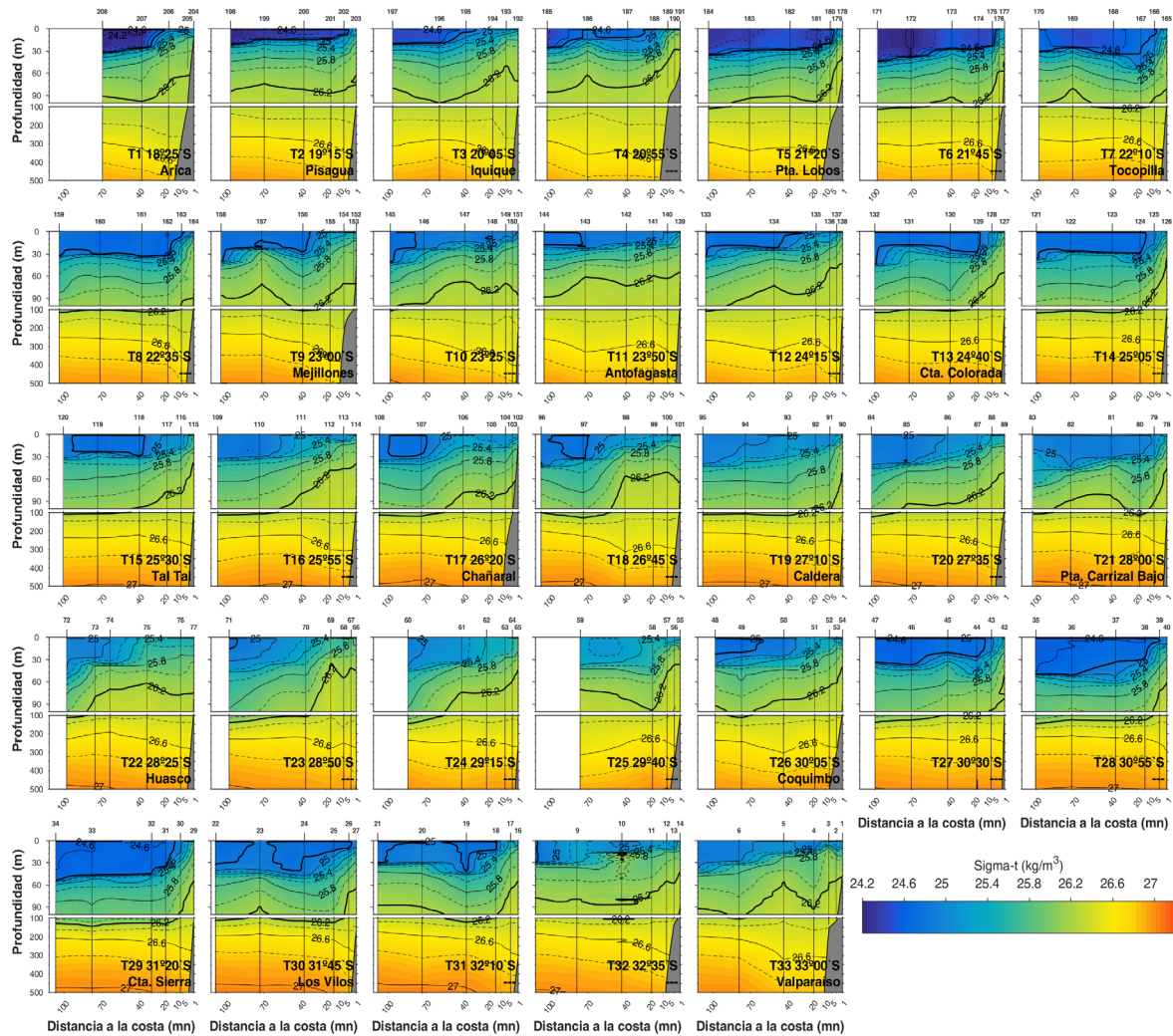
**Figura 25.** Distribución vertical de temperatura (°C). Panel superior: transectas entre 0 y 100 m de profundidad. Panel inferior: transectas entre 100 y 500 m de profundidad. Crucero jurel 2025.



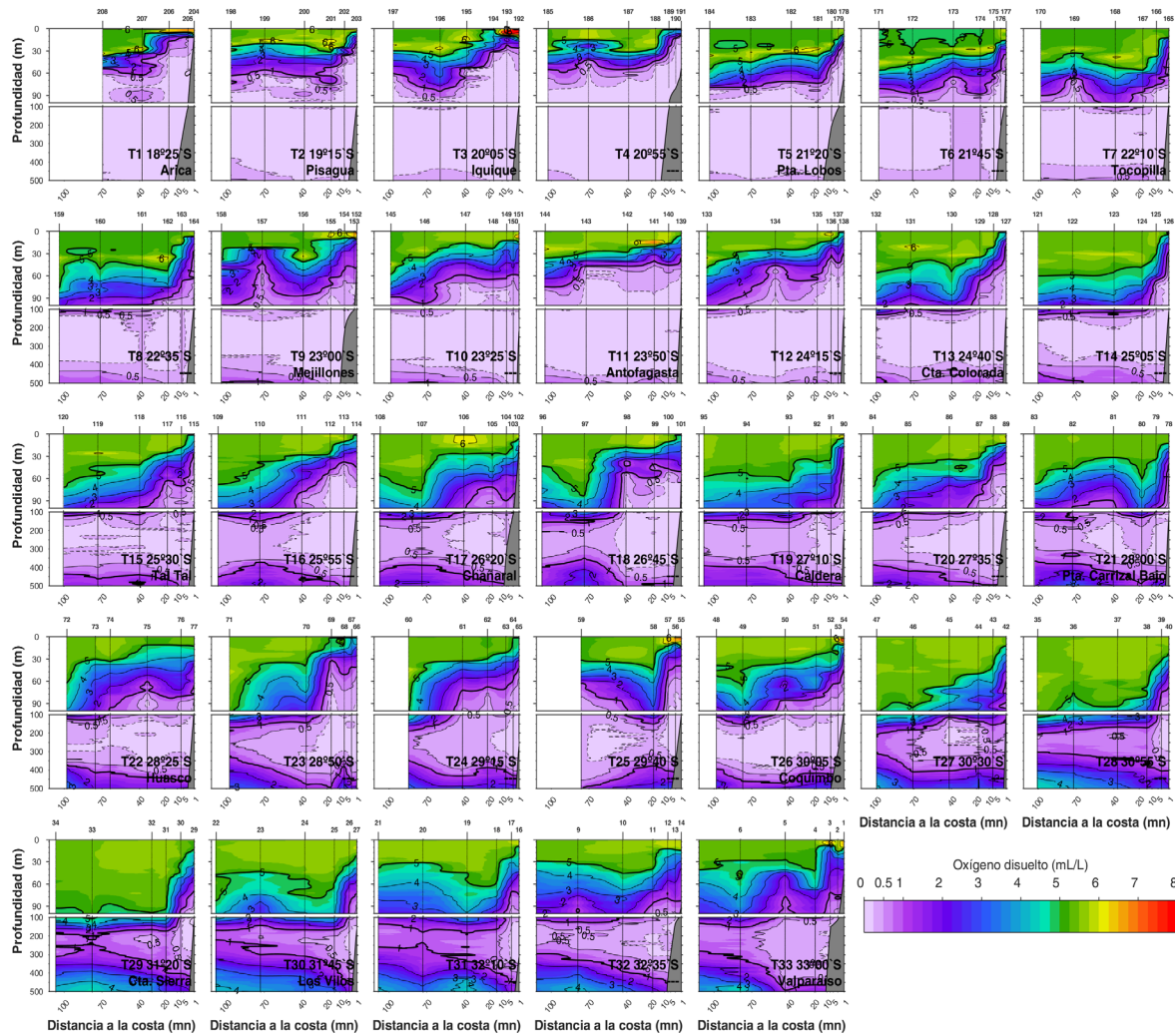


**Figura 26.** Distribución vertical de salinidad. Panel superior: transectas entre 0 y 100 m de profundidad. Panel inferior: transectas entre 100 y 500 m de profundidad. Crucero jurel 2025.

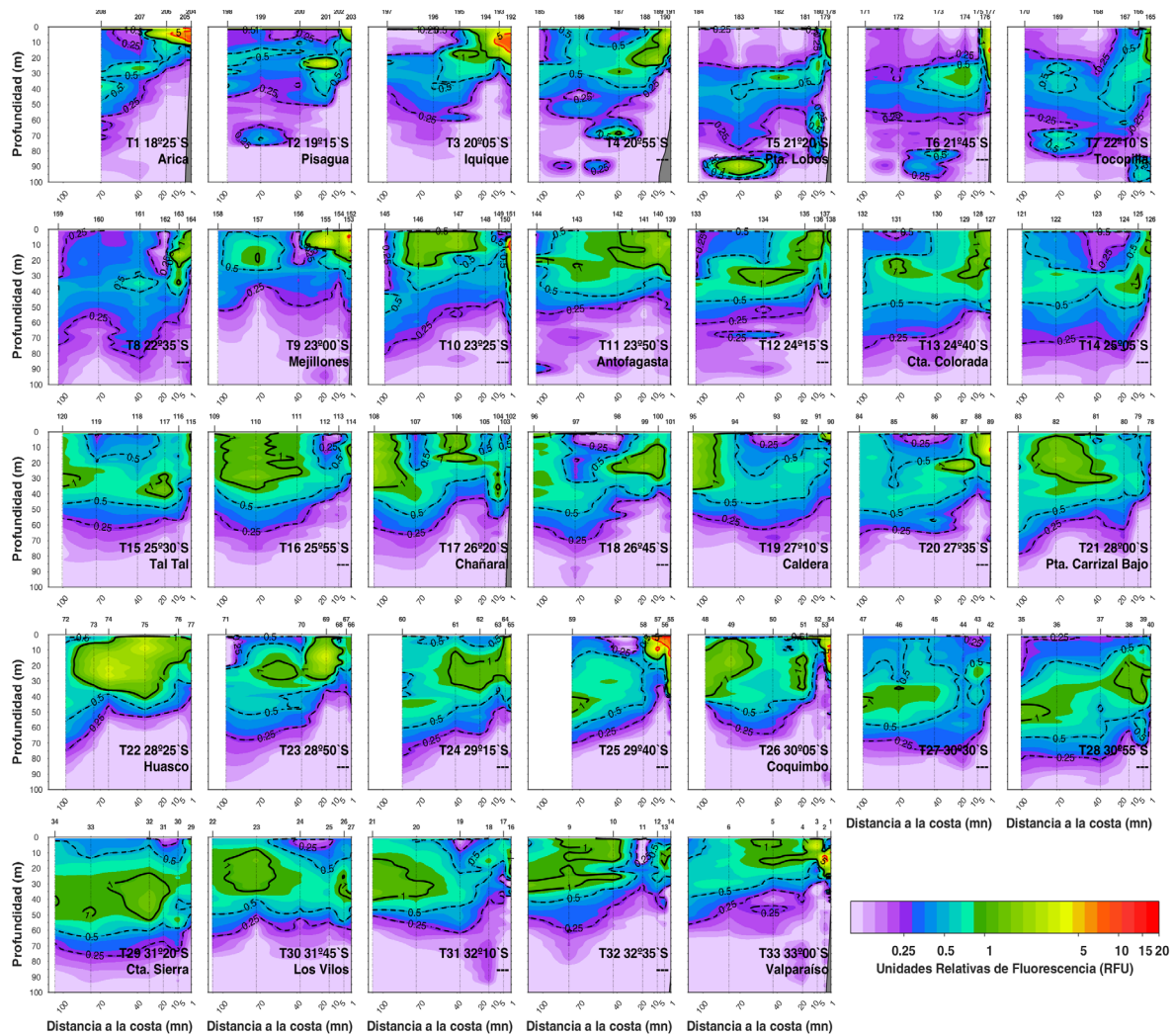




**Figura 27.** Distribución vertical densidad,  $\sigma\text{-}t$  ( $\text{kg/m}^3$ ). Panel superior: transectas entre 0 y 100 m de profundidad. Panel inferior: transectas entre 100 y 500 m de profundidad. Crucero jurel 2025.

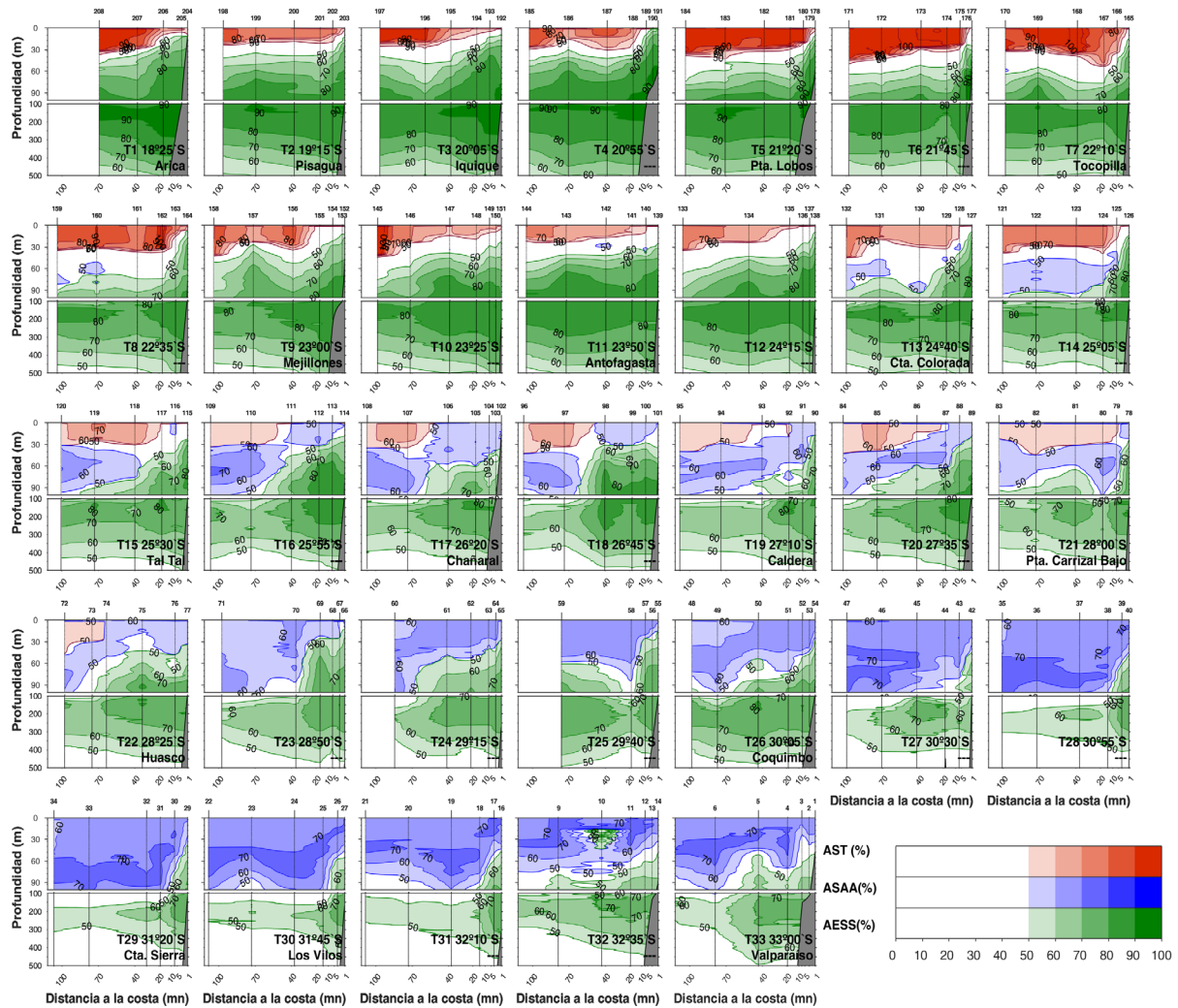


**Figura 28.** Distribuci3n vertical ox3geno disuelto (mL/L). Panel superior: transectas entre 0 y 100 m de profundidad. Panel inferior: transectas entre 100 y 500 m de profundidad. Crucero jurel 2025.

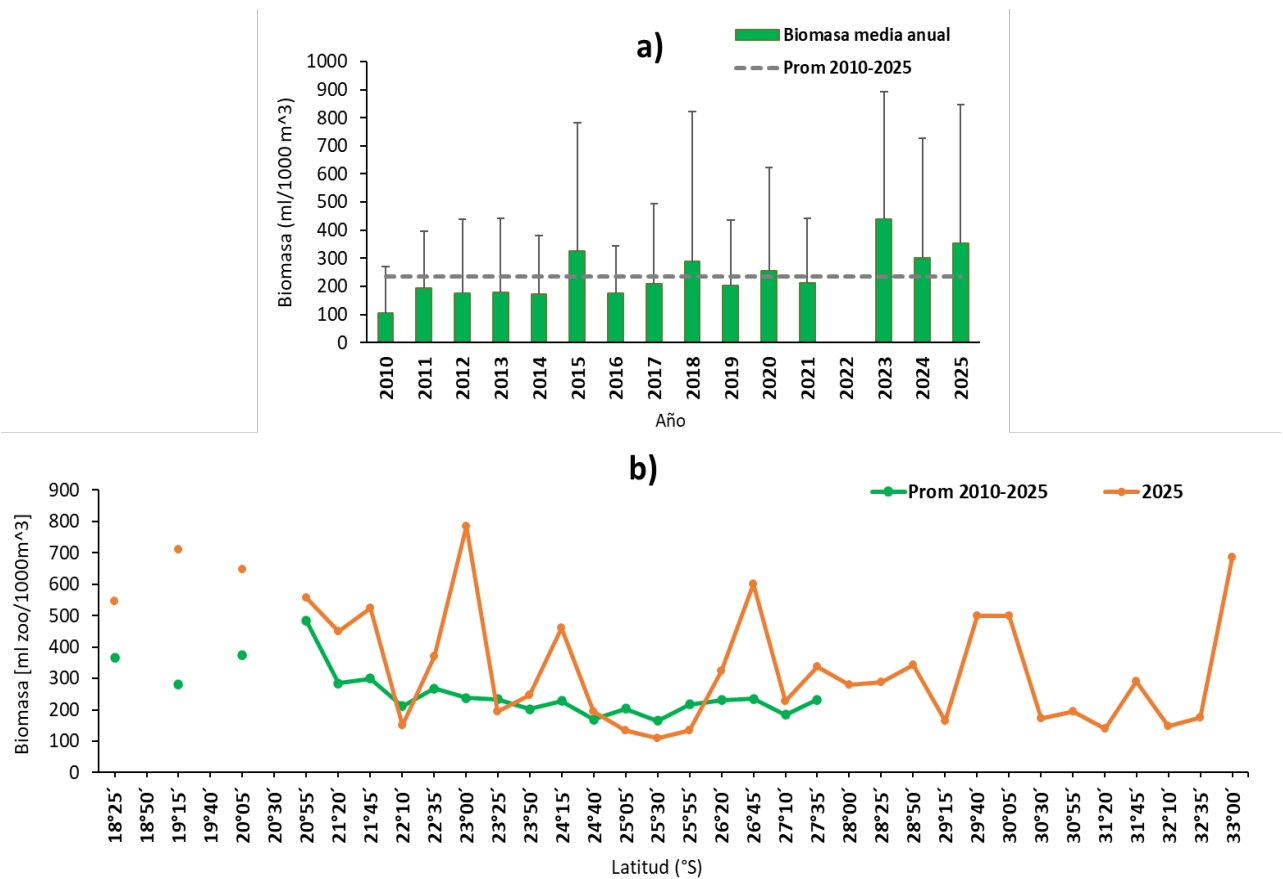


**Figura 29.** Distribuci3n vertical de fluorescencia in vivo (UR). Panel superior: transectas entre 0 y 100 m de profundidad. Panel inferior: transectas entre 100 y 500 m de profundidad. Crucero jurel 2025.

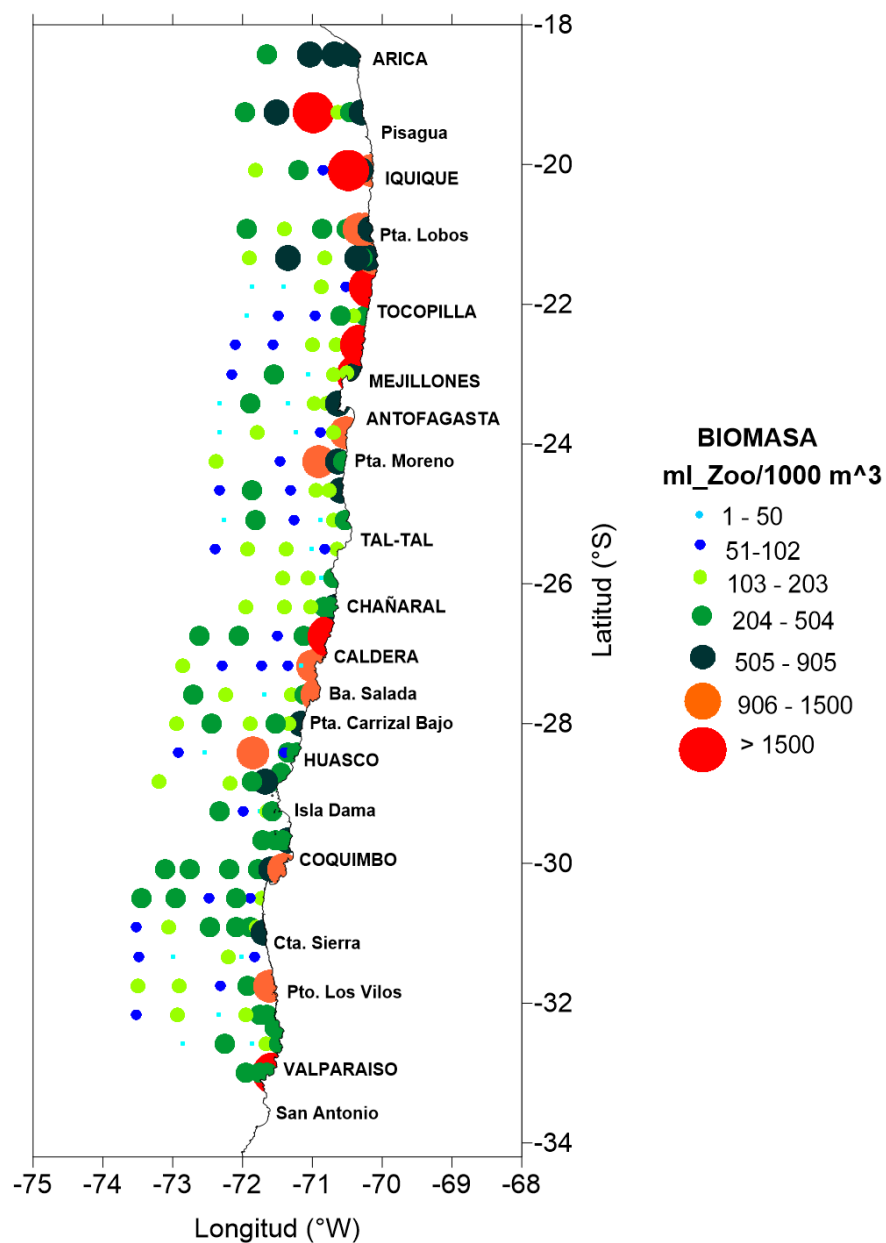




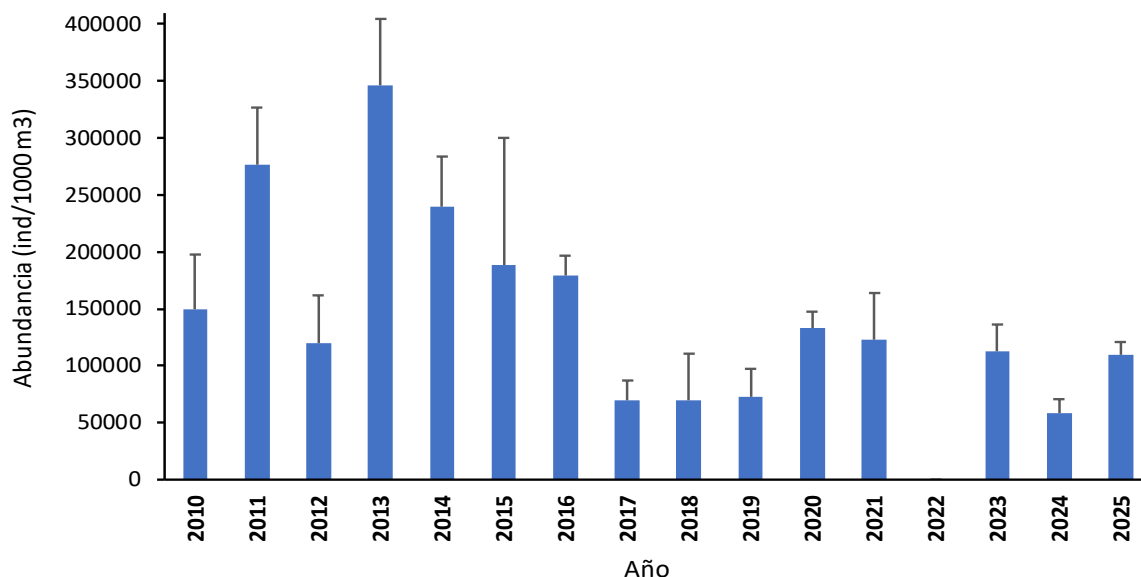
**Figura 30.** Distribución vertical de los porcentajes de participación (PPMA >50%) de las masas de agua: Subantártica (ASAA), Ecuatorial subsuperficial (AESS) y Subtropical (AST). Panel superior: transectas entre 0 y 100 m de profundidad. Panel inferior: transectas entre 100 y 500 m de profundidad. Crucero jurel 2025.



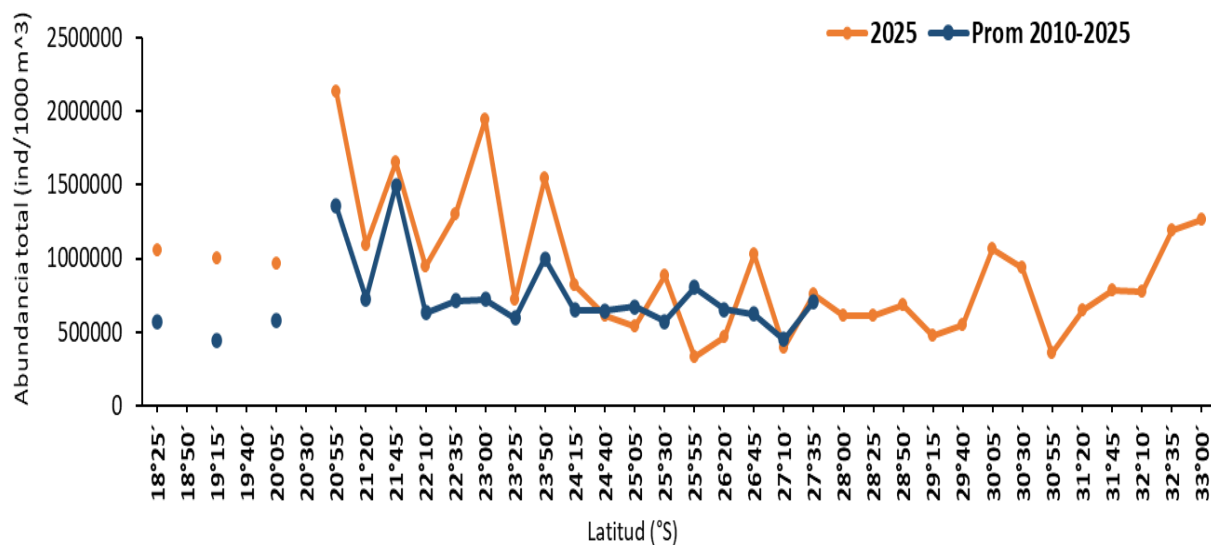
**Figura 31.** a) Distribución interanual de la biomasa zooplanctónica media, período 2010-2025 y biomasa promedio histórica 2010-2025, b) Distribución latitudinal de la biomasa del zooplancton prospección 2025 y biomasa media 2010-2025 de cada latitud.



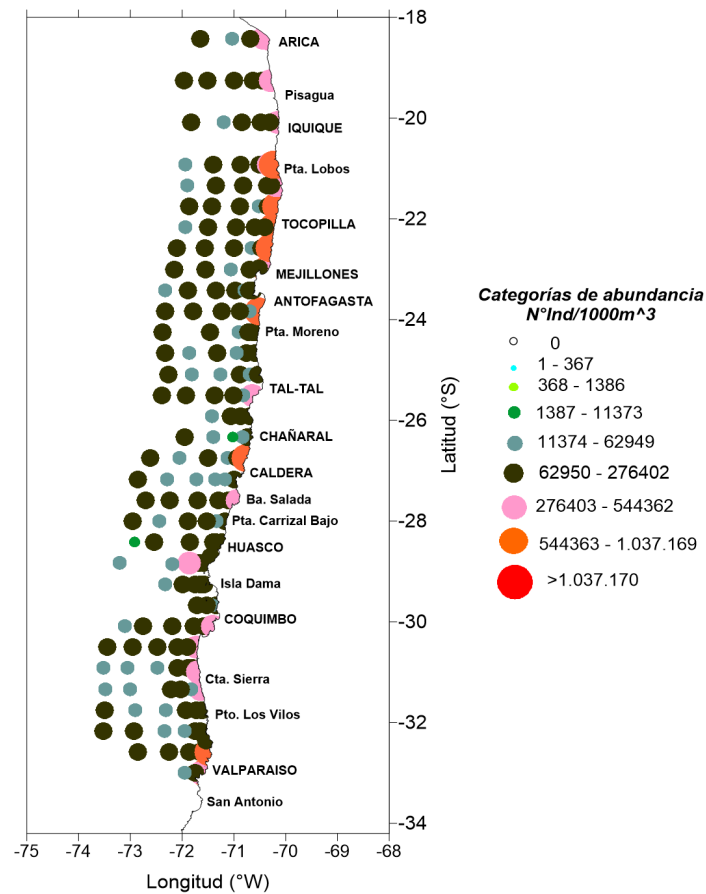
**Figura 32.** Distribución espacial de la biomasa total del zooplancton, entre las latitudes 18°25'S y 33°00'S. Crucero jurel 2025.



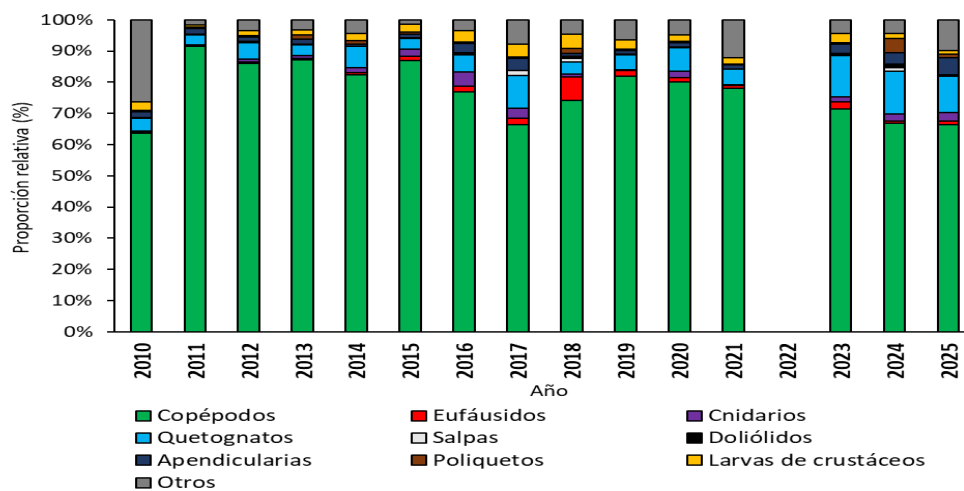
**Figura 33.** Distribución interanual de la abundancia zooplanctónica media, período 2010-2025.



**Figura 34.** Distribución latitudinal de la abundancia del zooplancton prospección 2025 y abundancia media 2010-2025 de cada latitud. Crucero jurel 2025.

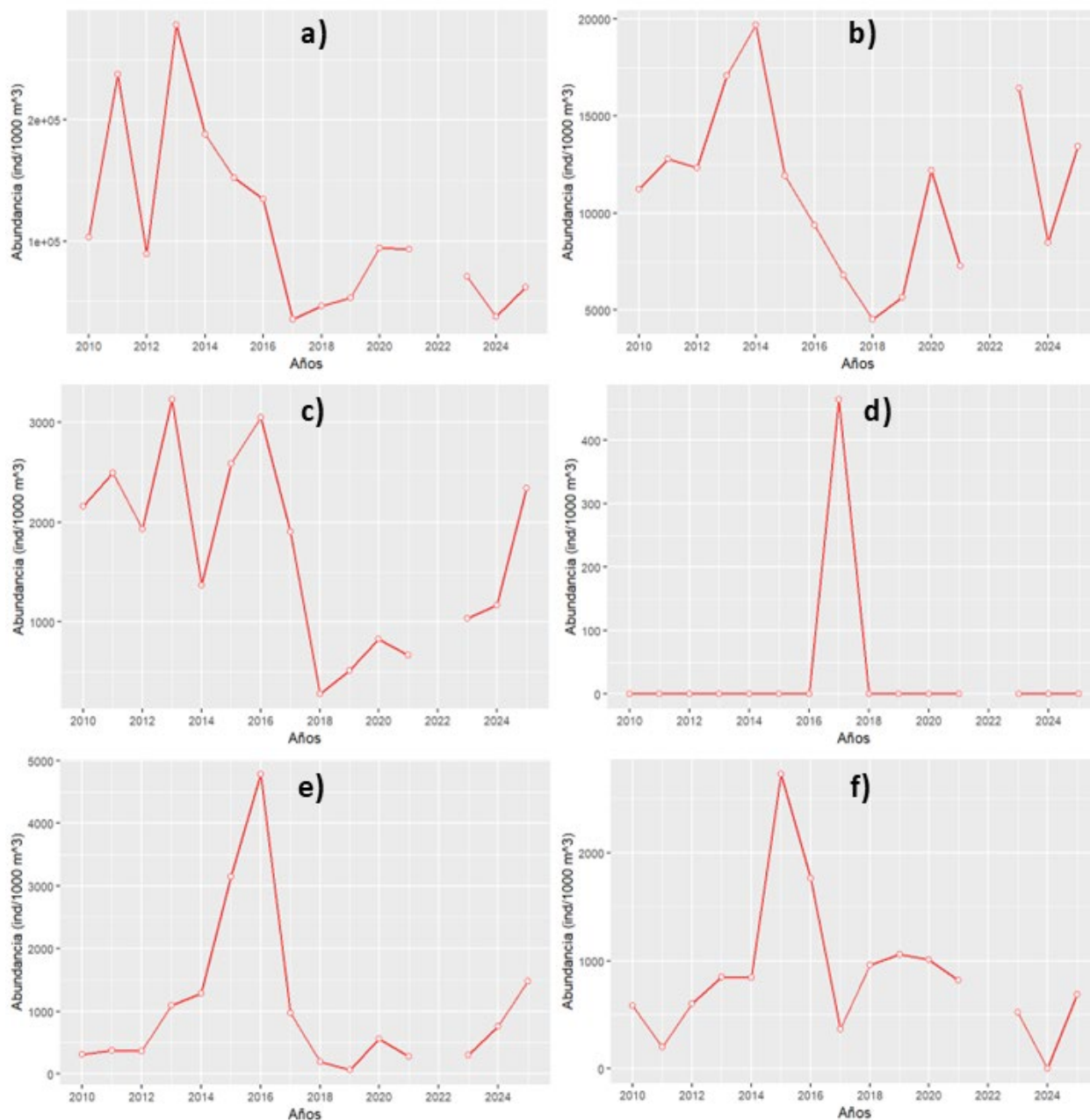


**Figura 35.** Distribuci3n espacial de la abundancia total del zooplancton, entre las latitudes 18°25'S y 33°00'S. crucero jurel 2025.

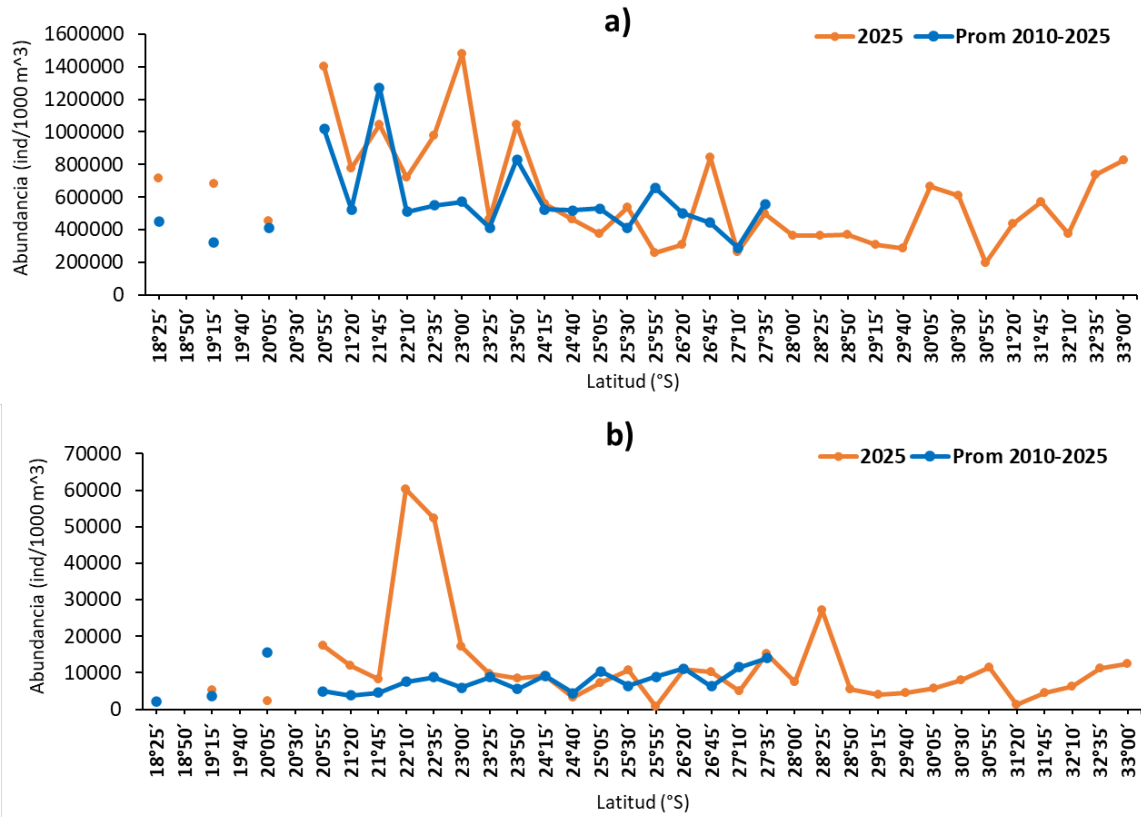


**Figura 36.** Porcentajes de participaci3n interanuales de los grupos principales del mesozooplancton.

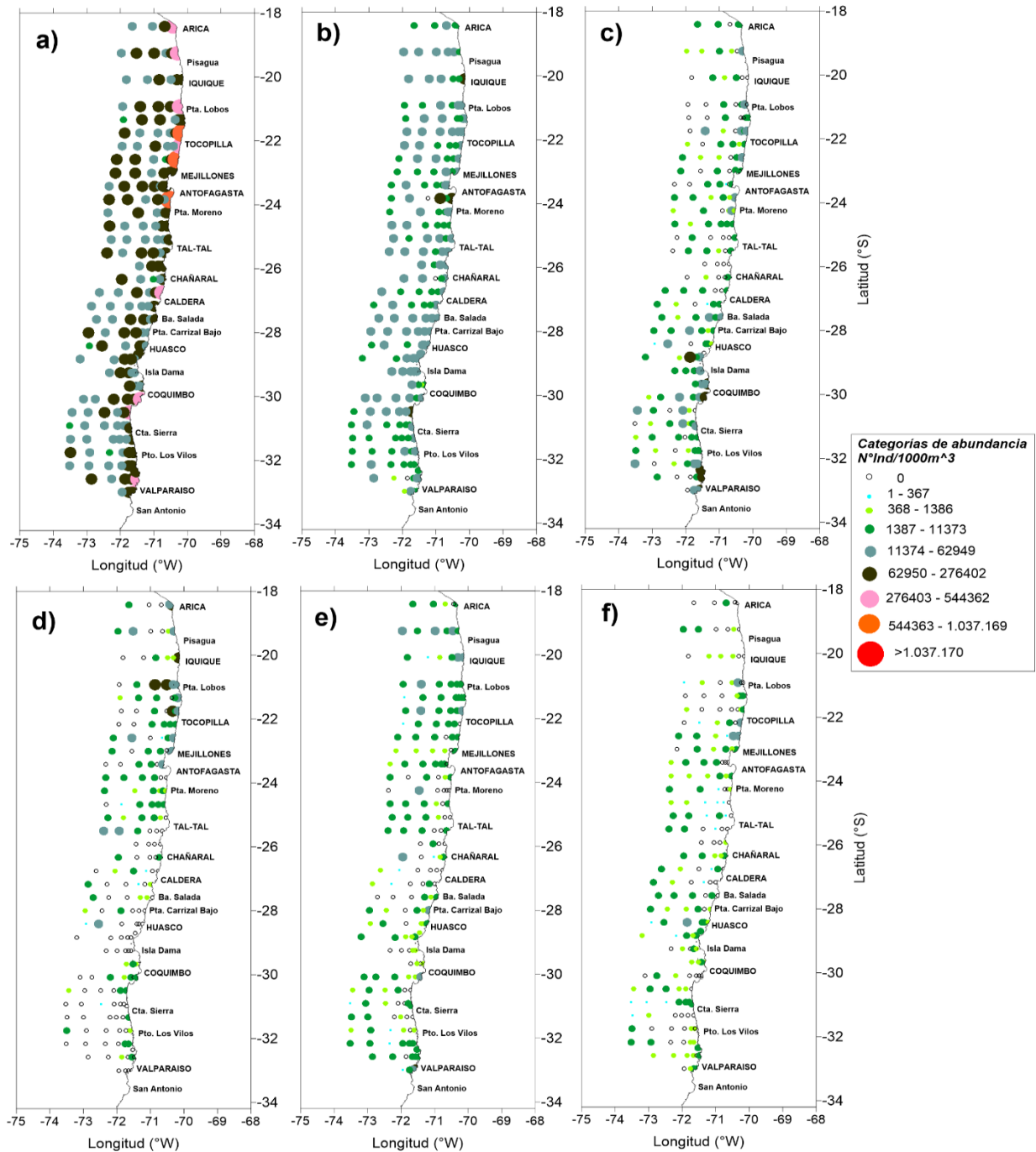




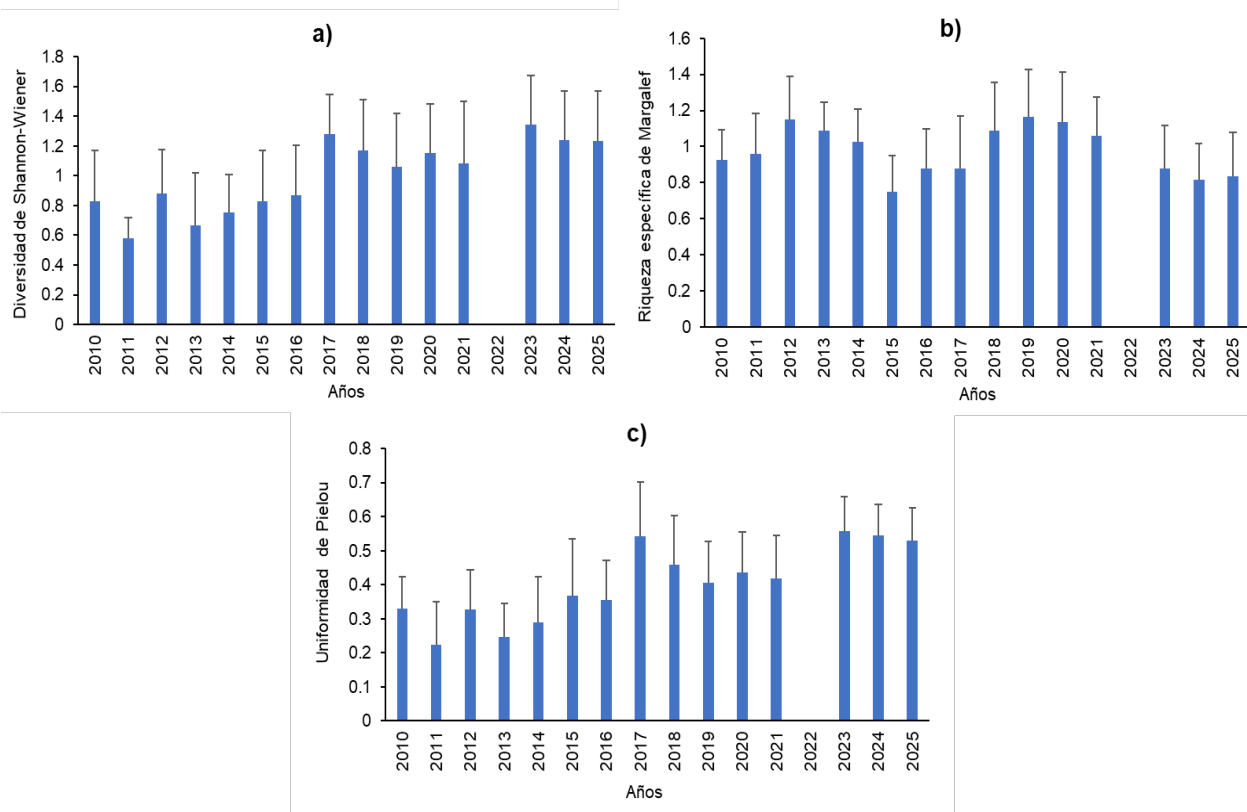
**Figura 37.** Series temporales de las medianas de las abundancias correspondientes a: a) copépodos, b) quetognatos, c) apendicularias, d) huevos de crustáceos, e) sifonóforos y f) eufáusidos. Período 2010-2025.



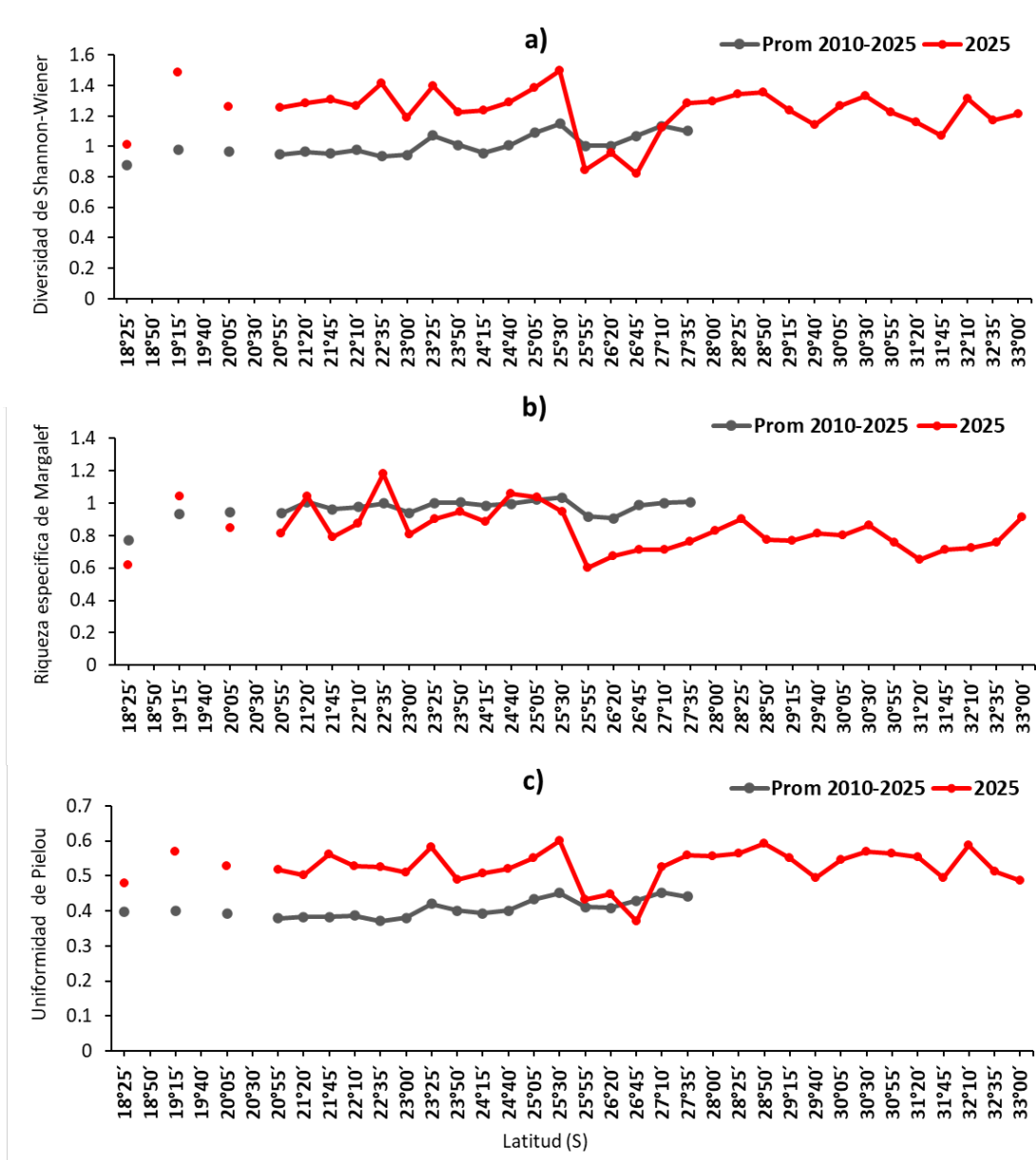
**Figura 38.** Distribución latitudinal de la abundancia de copépodos (a) y eufáusidos (b) prospección 2025 y abundancia media periodo 2010-2025, correspondiente a cada latitud del área de estudio.



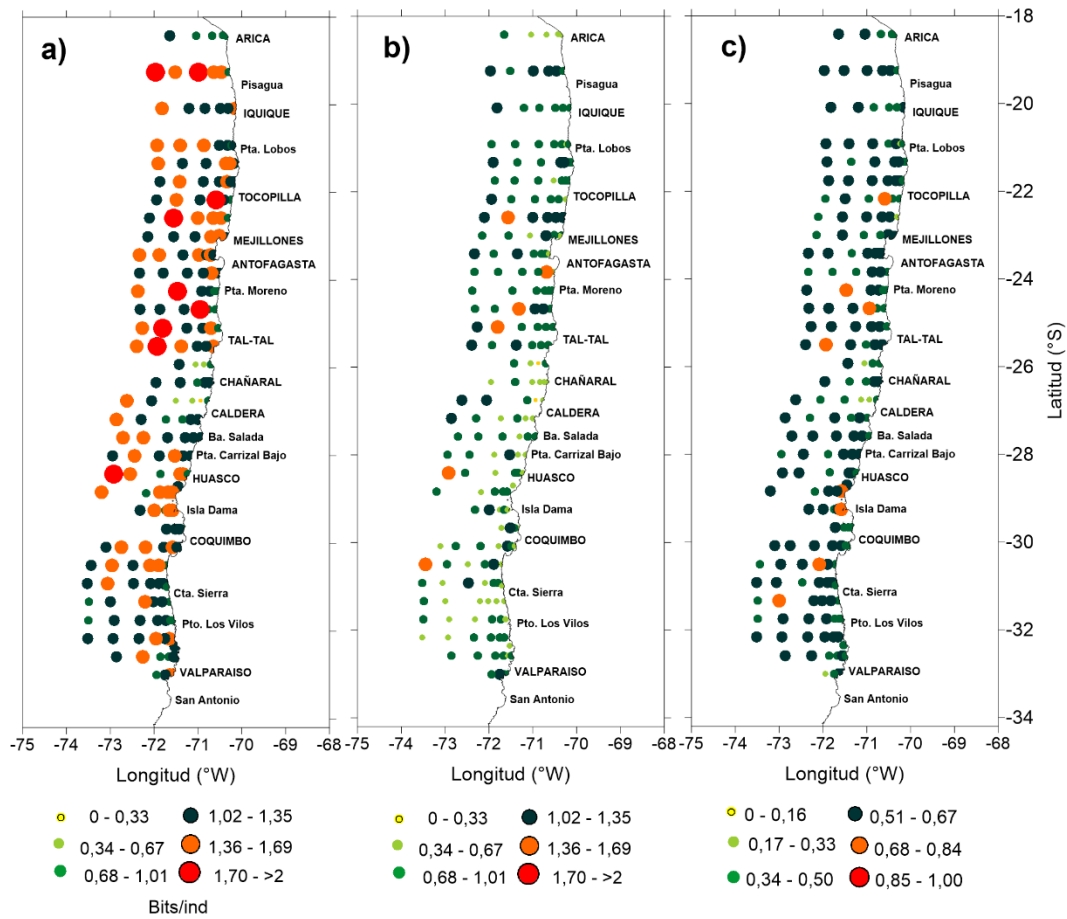
**Figura 39.** Distribuci3n espacial de la abundancia de copépodos (a), quetognatos (b), apendicularias (c), huevos de crustáceos (d), sifon3foros (e) y eufáusidos (f) entre las latitudes 18°25'S y 33°00'S.



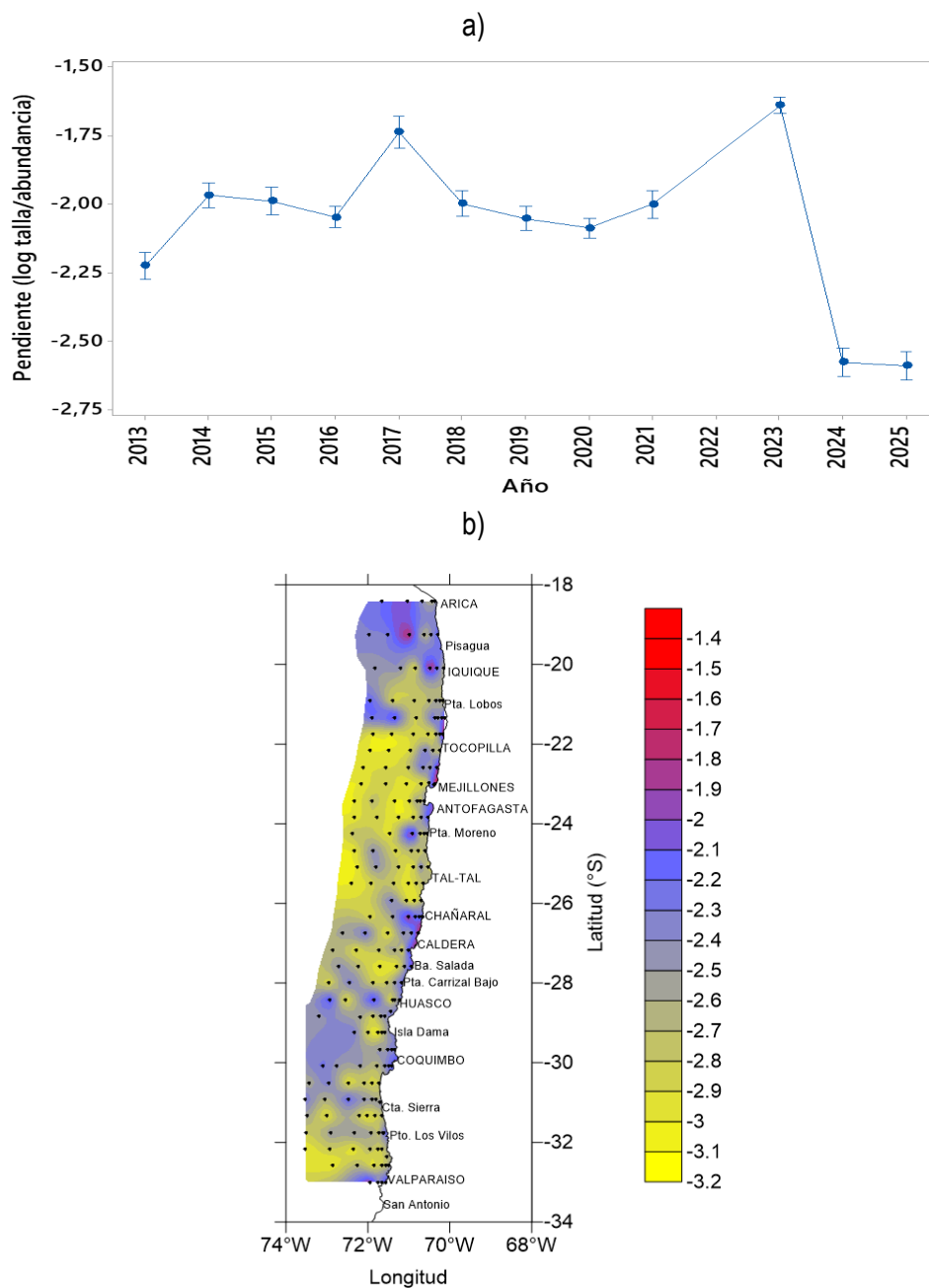
**Figura 40.** Series interanuales de los valores promedio de los índices de: a) diversidad de Shannon-Wiener, b) riqueza específica de Margalef y c) uniformidad de Pielou, periodo 2010-2025. Los segmentos sobre cada barra corresponden a la desviación estándar.



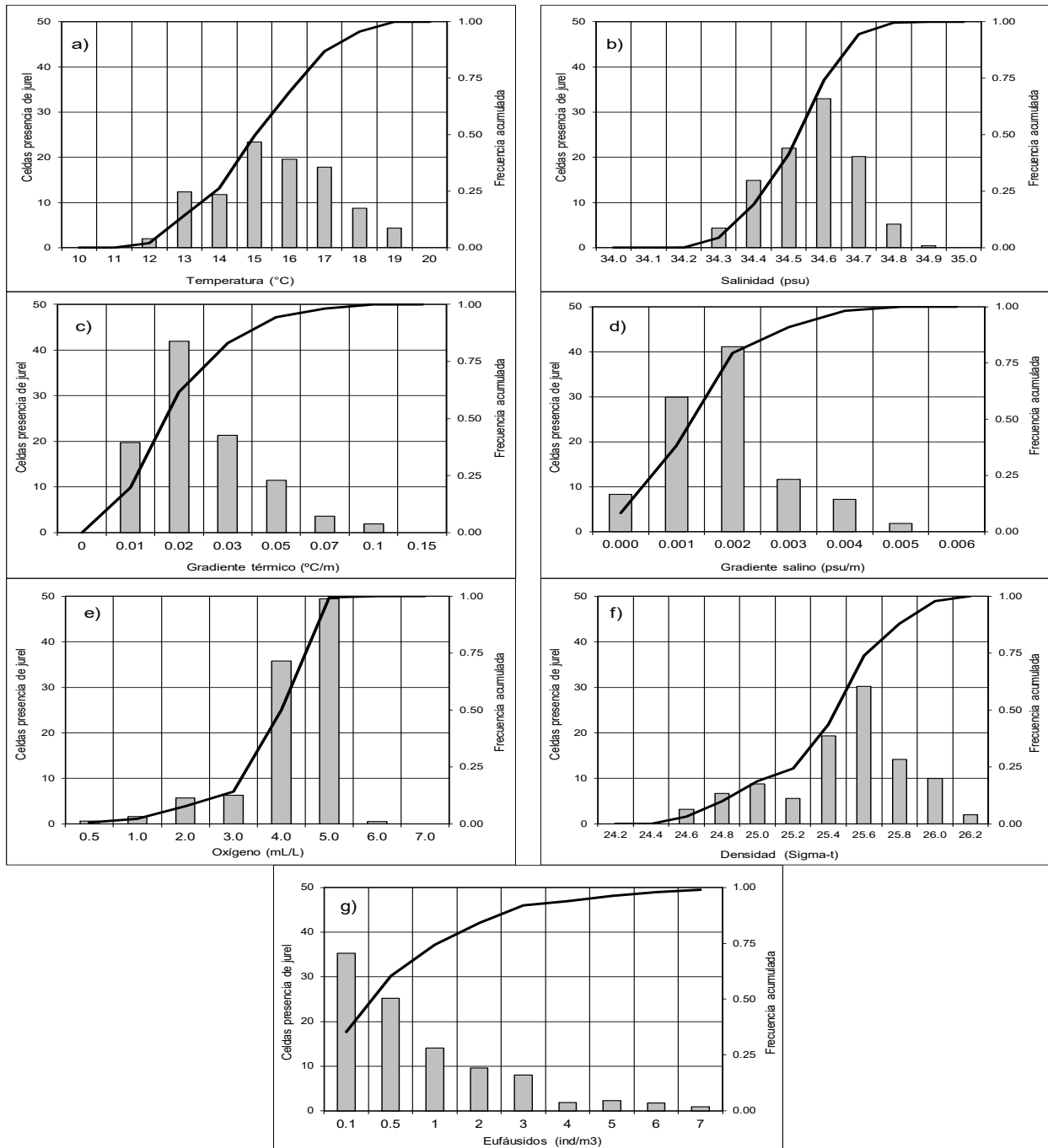
**Figura 41.** Distribución latitudinal de: a) diversidad de Shannon-Wiener, b) riqueza específica de Margalef y c) uniformidad de Pielou, durante la prospección 2025 y valores promedio periodo 2010-2025 de cada latitud.



**Figura 42.** Distribuci3n espacial de los 3ndices de: diversidad de Shannon-Wiener (a), riqueza espec3fica de Margalef (b) y uniformidad de Pielou (c), entre las latitudes 18°25'S y 33°00'S.

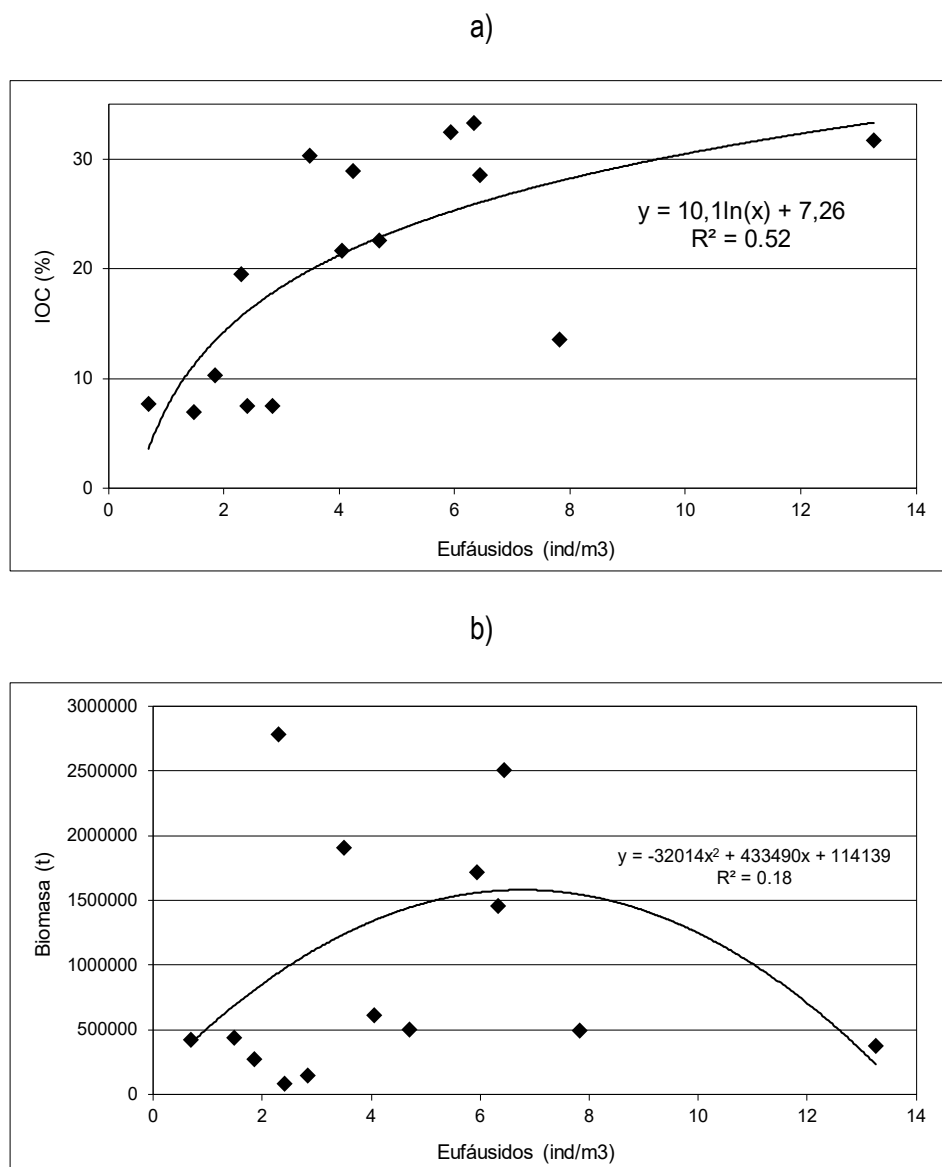


**Figura 43.** a) Serie temporal de las medias e intervalos de confianza del 95% de la pendiente de distribución de tamaños del zooplancton, periodo 2013-2025 y b) Distribución espacial de la pendiente de tamaños del zooplancton. Crucero jurel 2025.

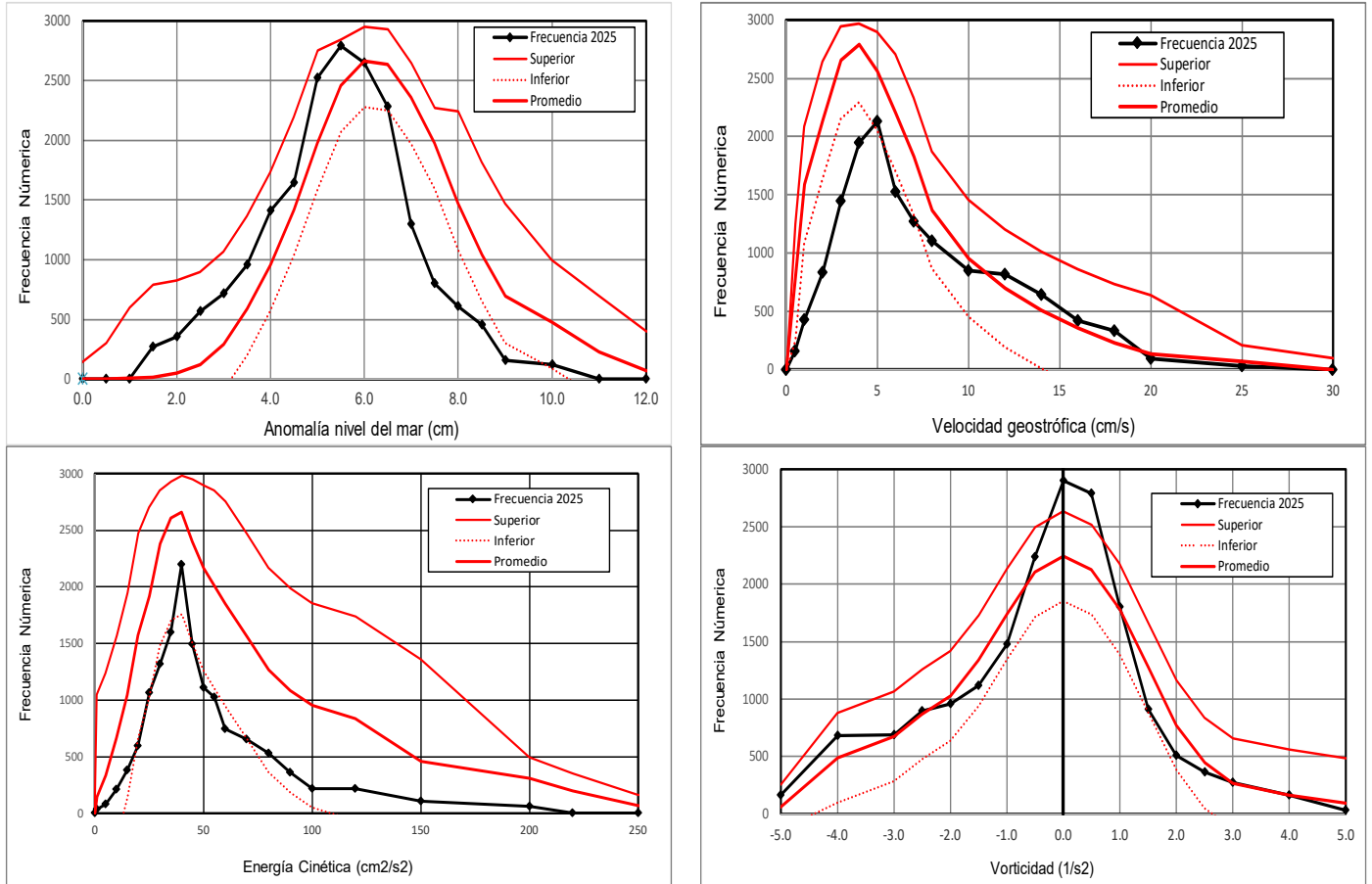


**Figura 44.** Frecuencia acumulada y rangos de preferencia de jurel en relación a las variables bio-oceanográficas. Capa de mayor frecuencia de agregaciones (CMFA).

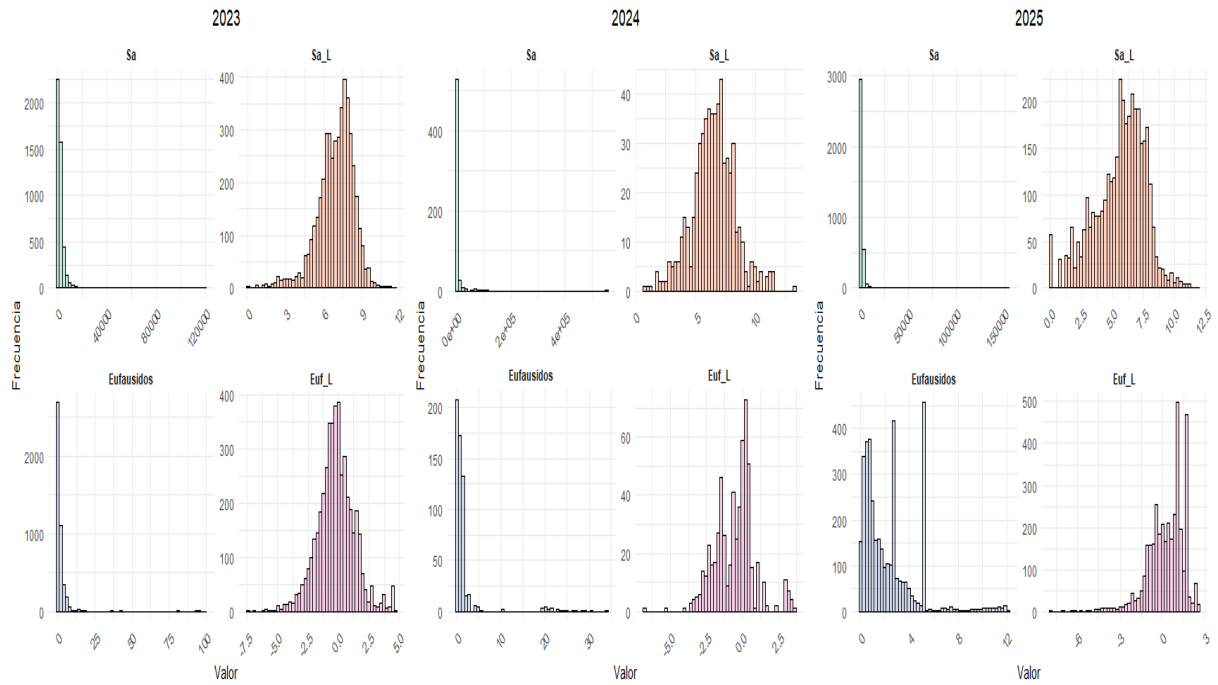




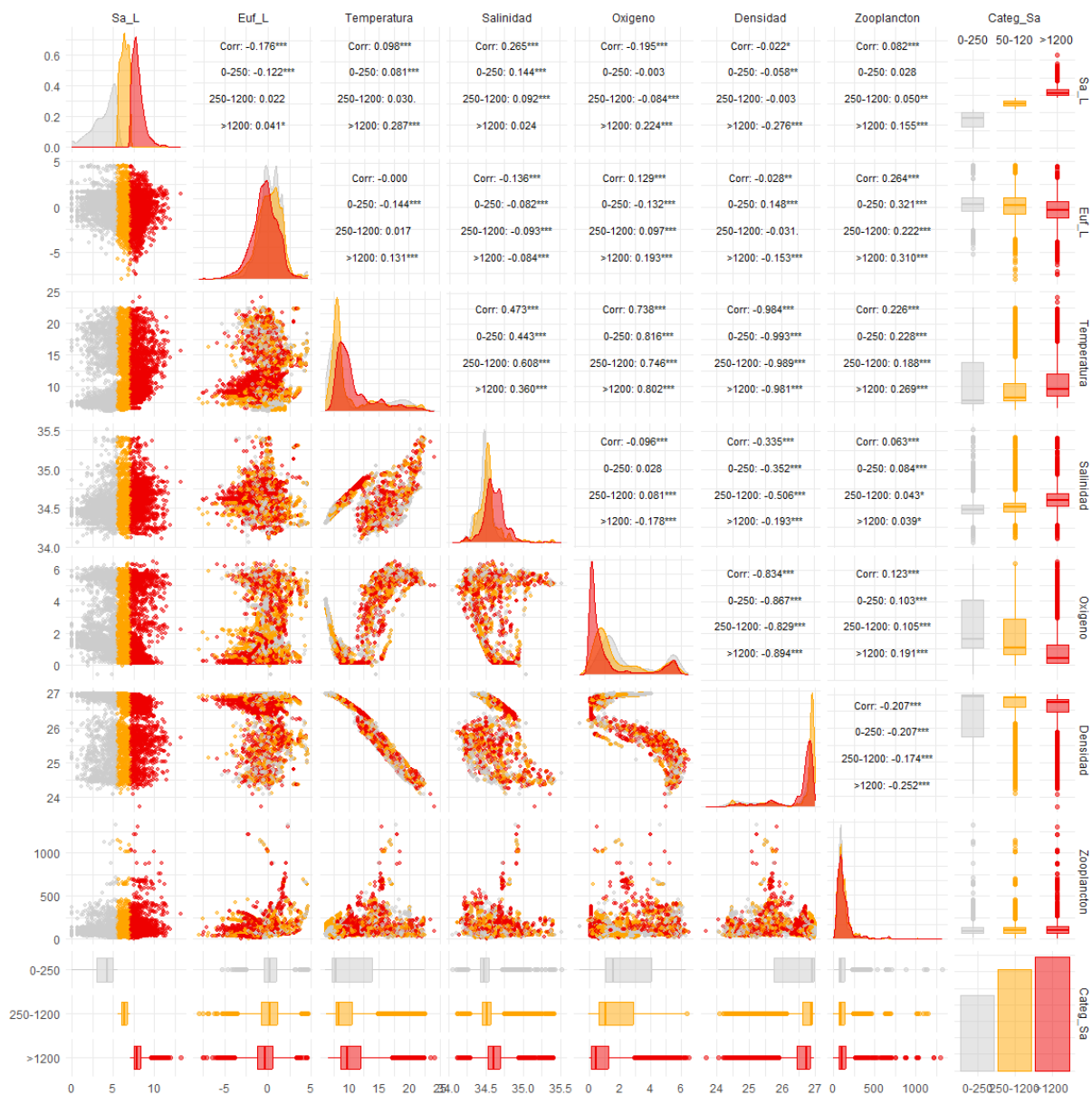
**Figura 45.** a) Índice de ocupación (IOC) y b) biomasa de jurel en función de los eufáusidos (ind/m3).



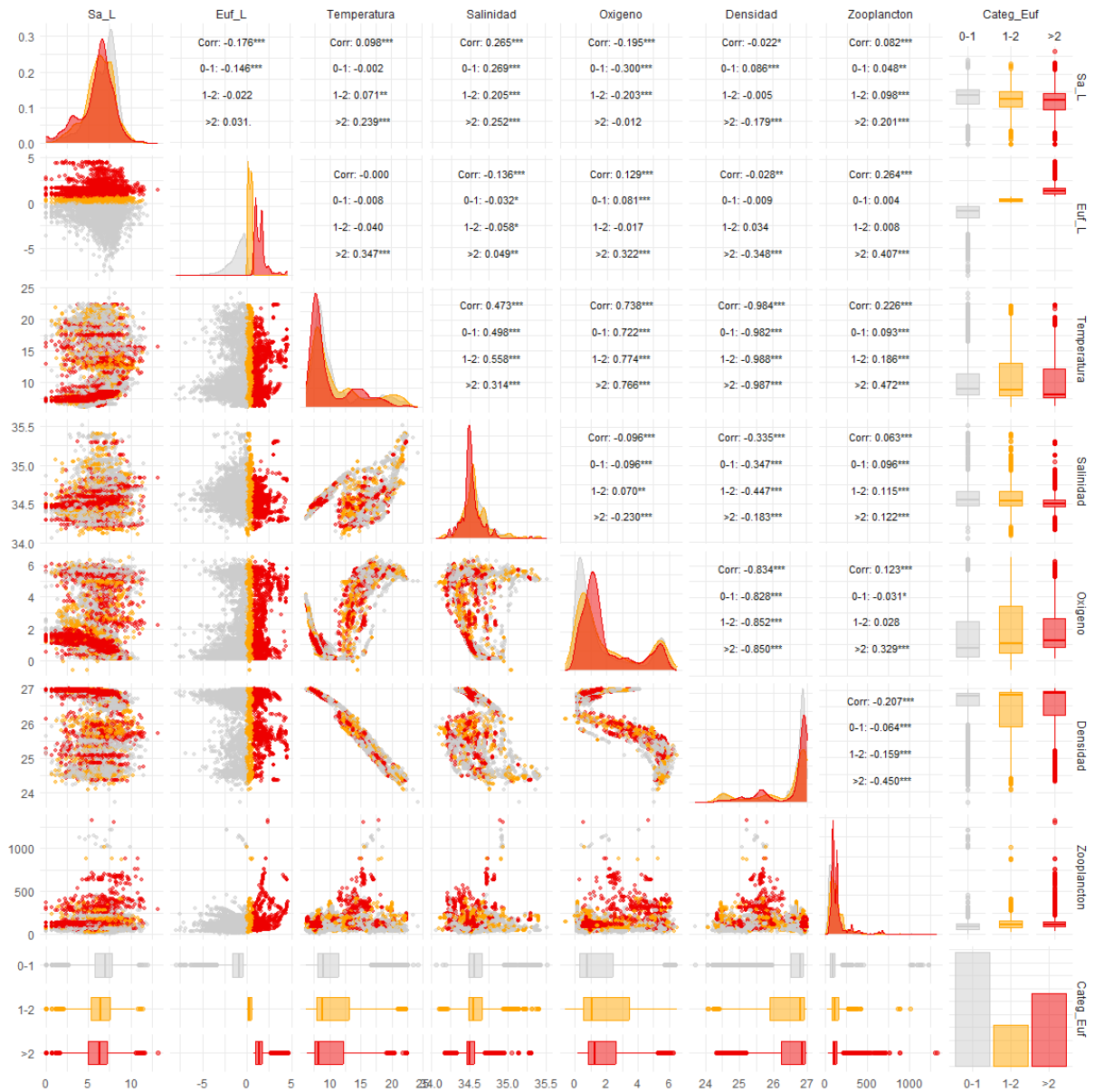
**Figura 46.** Rangos de preferencia en relación a variables satelitales. Crucero jurel 2025.



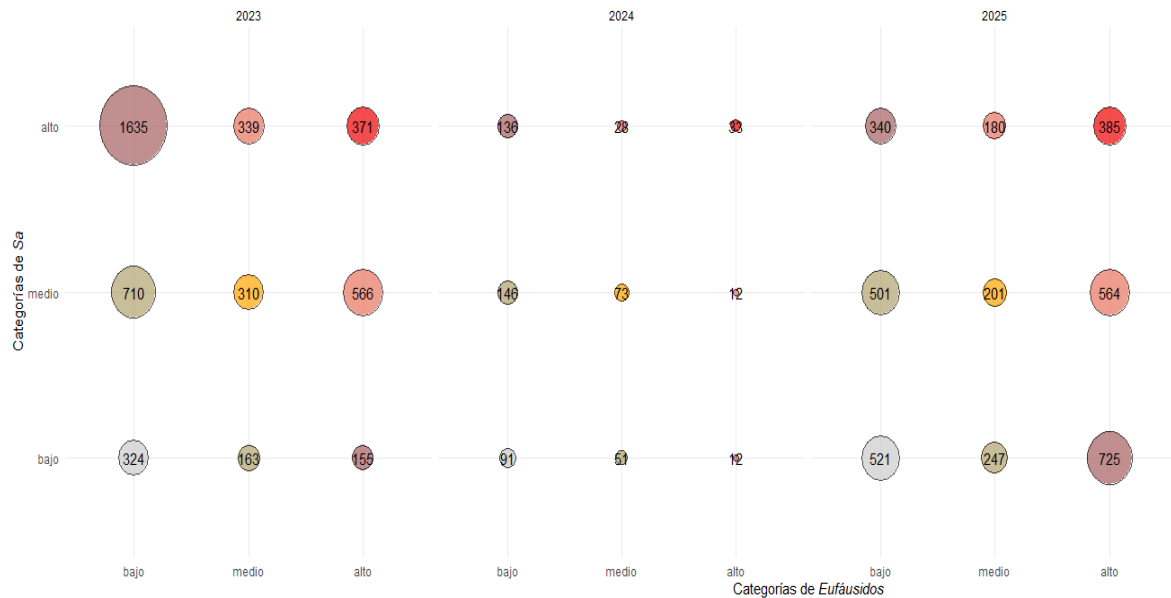
**Figura 47.** Histogramas de frecuencia para las variables  $s_A$ , eufáusidos y sus transformaciones a escala logarítmica  $s_{A\_L}$  y  $Euf\_L$ , respectivamente, para los años 2023, 2024 y 2025.



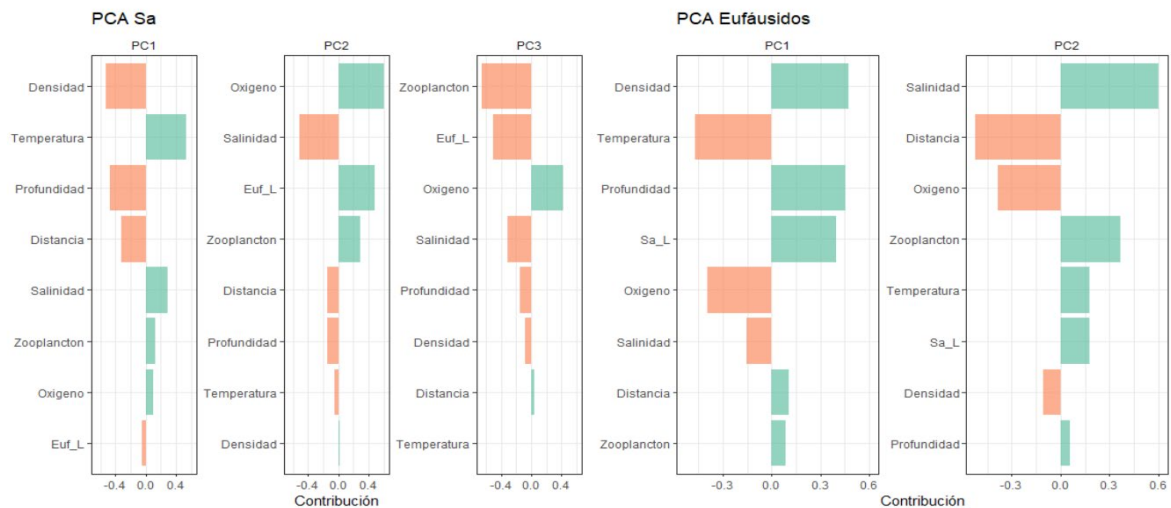
**Figura 48.** Relación entre las variables, transformadas y categorizadas en términos de los cuantiles de la variable  $S_A$  ('Categ\_  $S_A$ '), para los años 2023-2025.



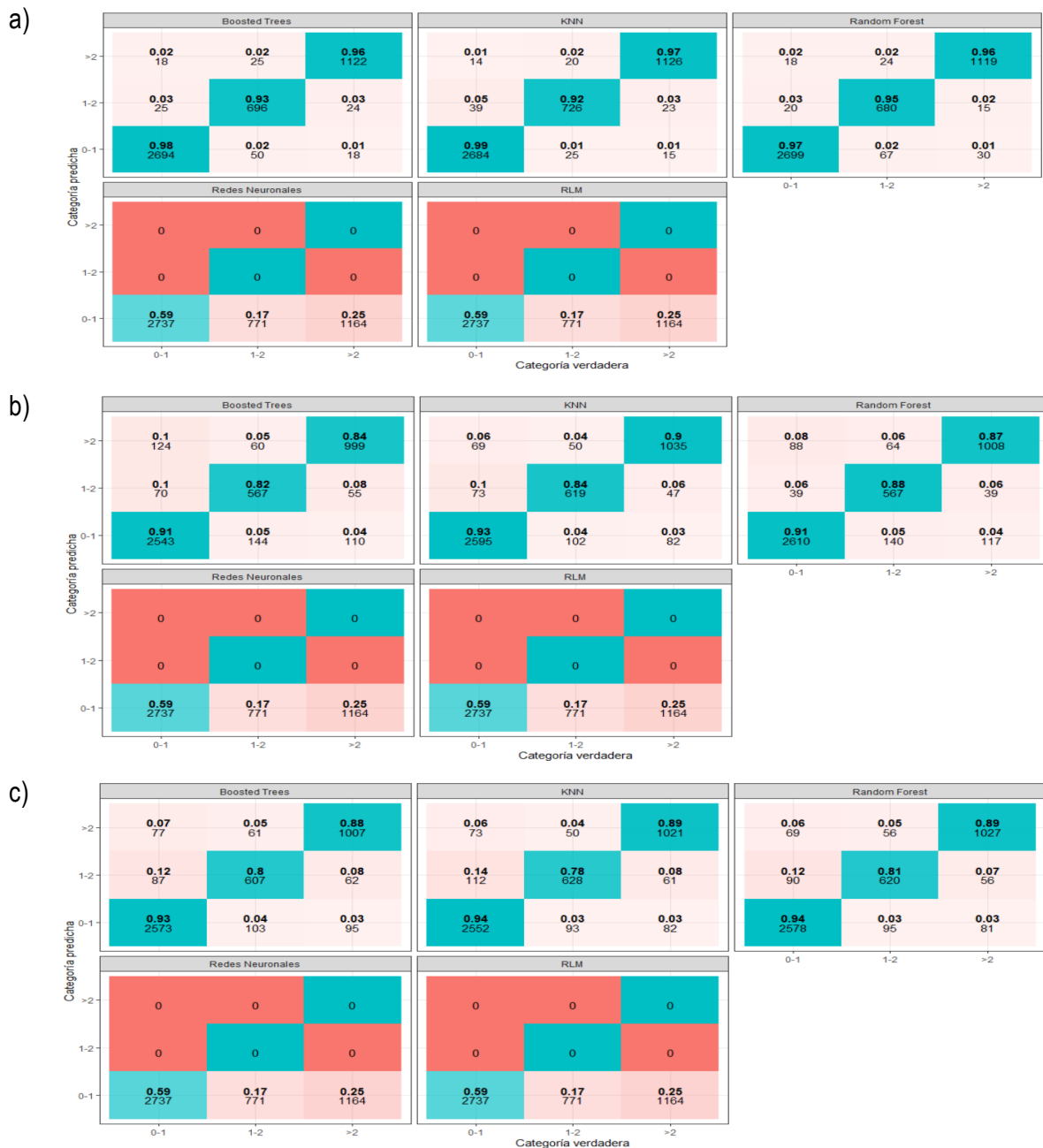
**Figura 49.** Relación entre las variables, transformadas y categorizadas en términos de los cuantiles de la variable eufáusidos ('Cateq\_Euf'), para los años 2023-2025.



**Figura 50.** Comparación de las categorías de abundancia de  $S_A$  y eufáusidos por año. Los tamaños de los círculos representan el número de observaciones en cada combinación de categorías desde bajo (gris claro) hasta alto (rojo).

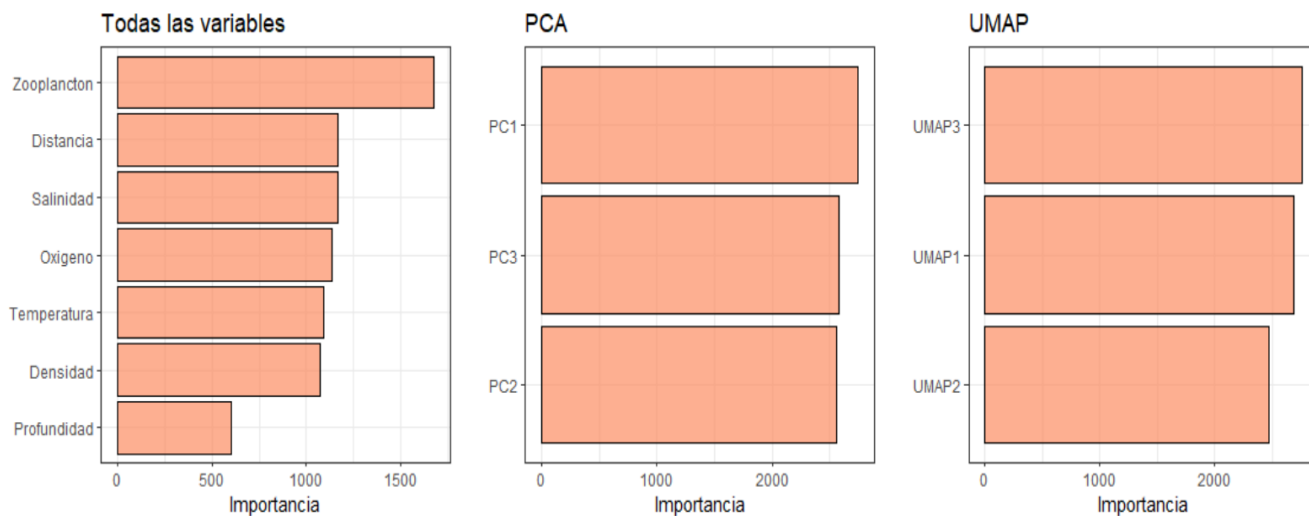


**Figura 51.** Variables que presentan contribuciones más importantes a cada uno de los componentes principales para la categorización de  $S_A$  (izquierda) y eufáusidos (derecha).

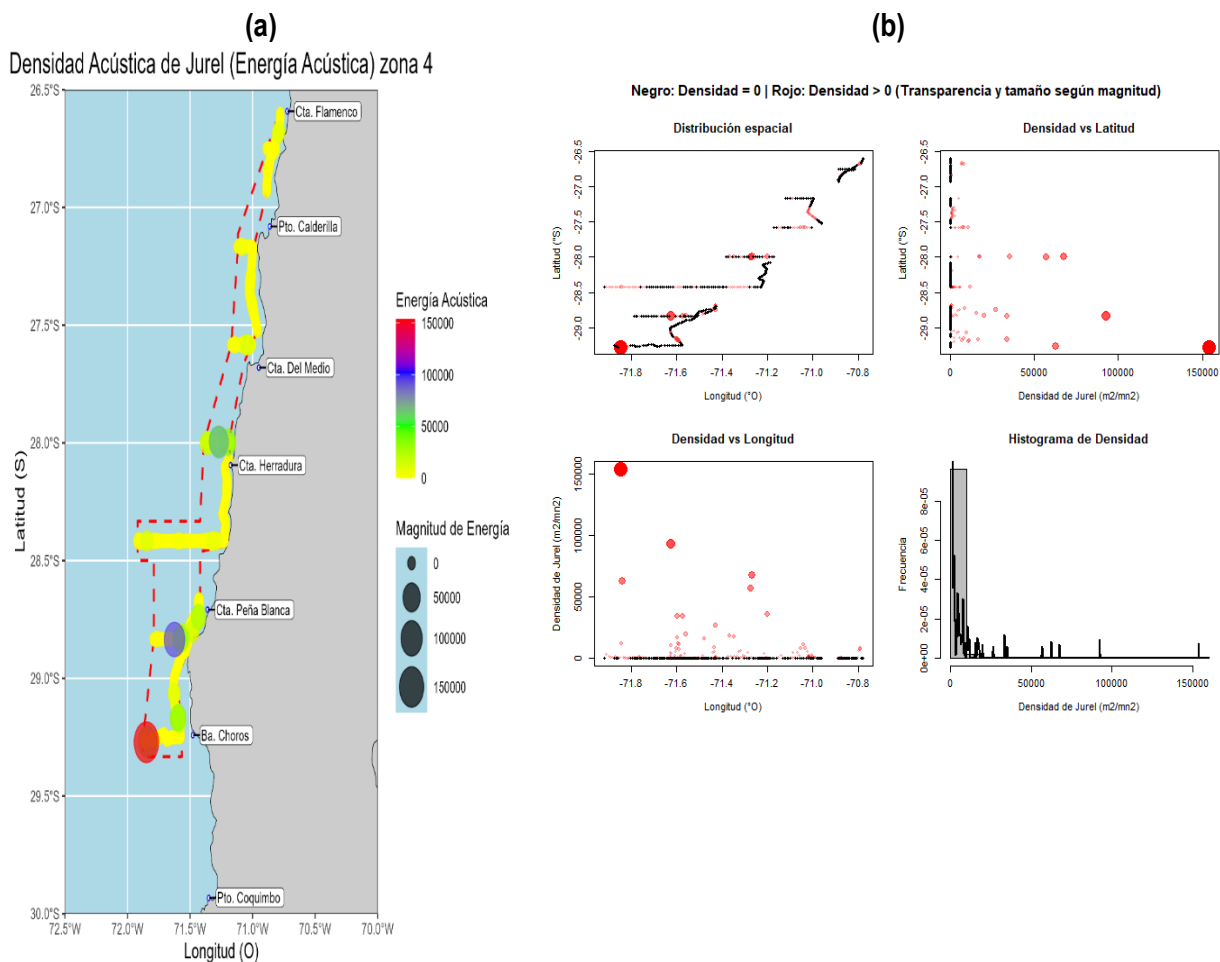


**Figura 52.** Matriz de confusión que muestra la clasificación por categoría para los mejores modelos para la variable eufáusidos, que considera a) todas las variables originales, b) variables transformadas a través del Análisis de Componentes Principales (PCA) y c) variables transformadas a través del UMAP.

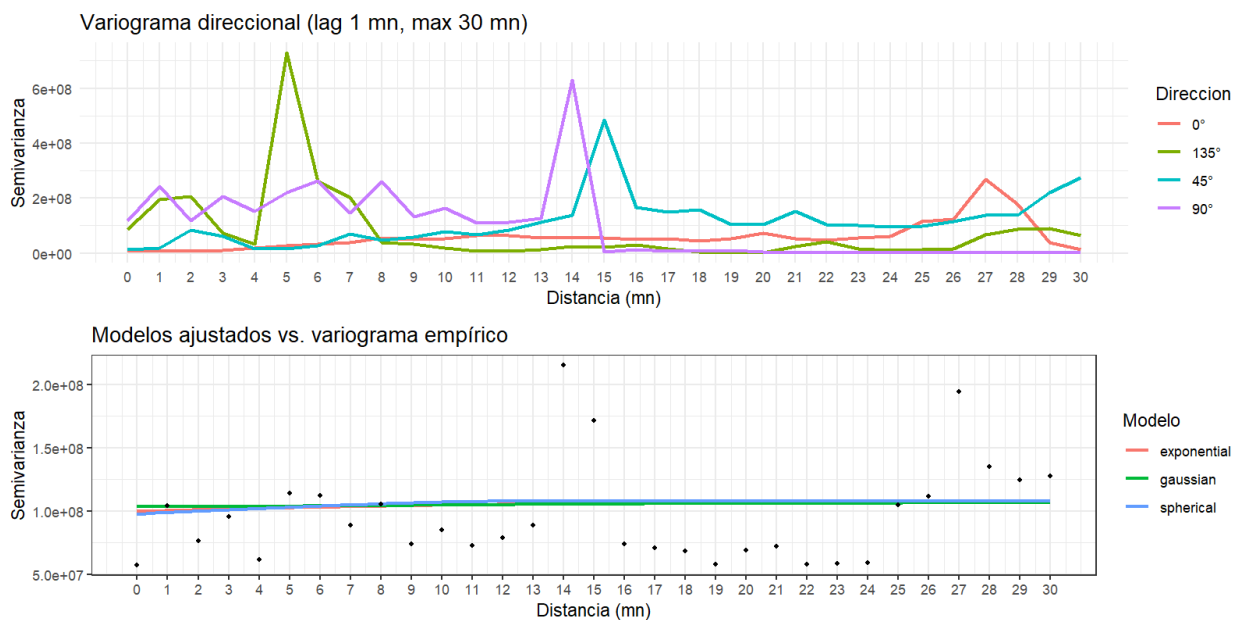




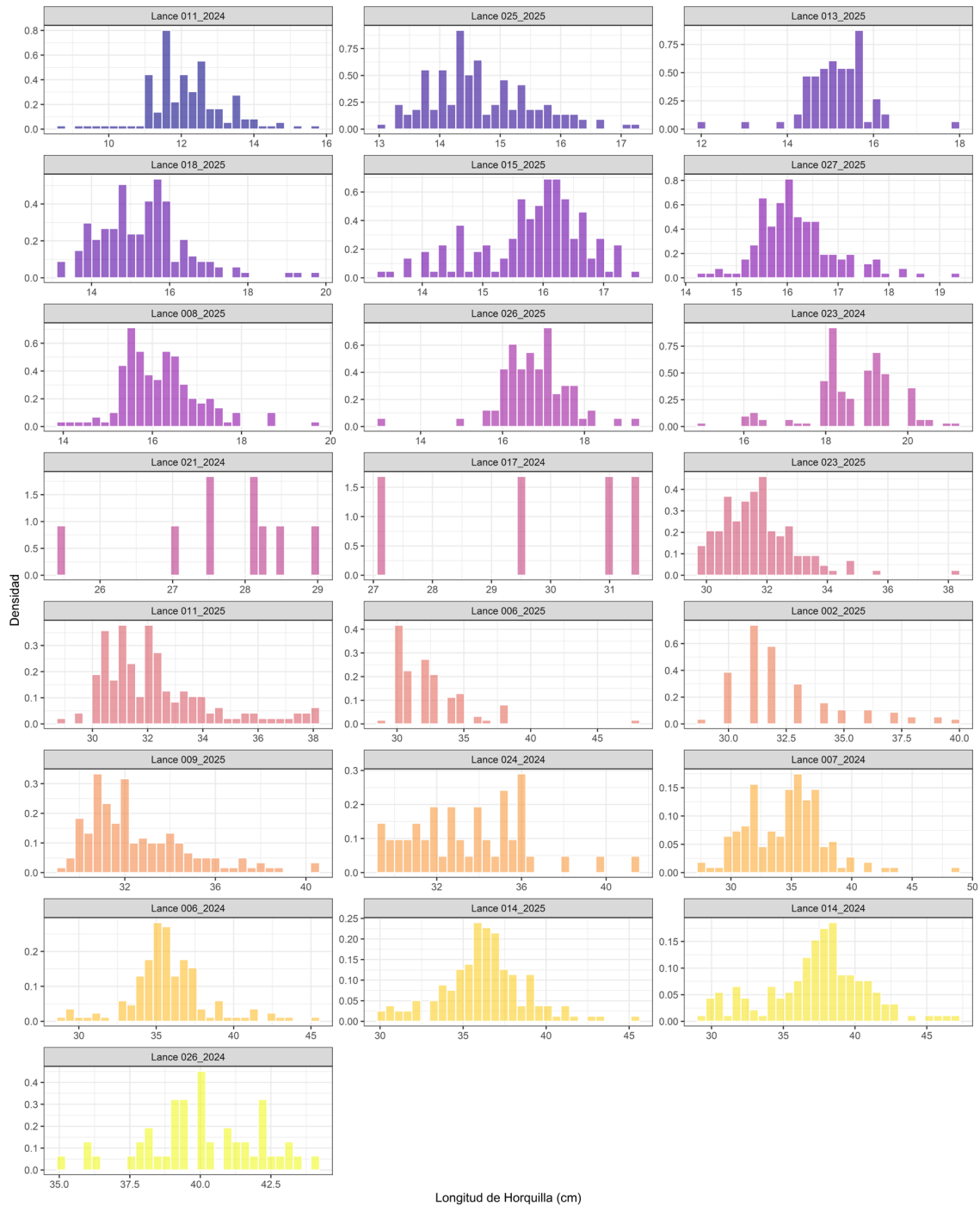
**Figura 53.** Importancia de las variables en el modelo de Random Forest bajo tres configuraciones: todas las variables originales, componentes principales (PCA) y dimensiones reducidas mediante UMAP, para el modelo de Euf.



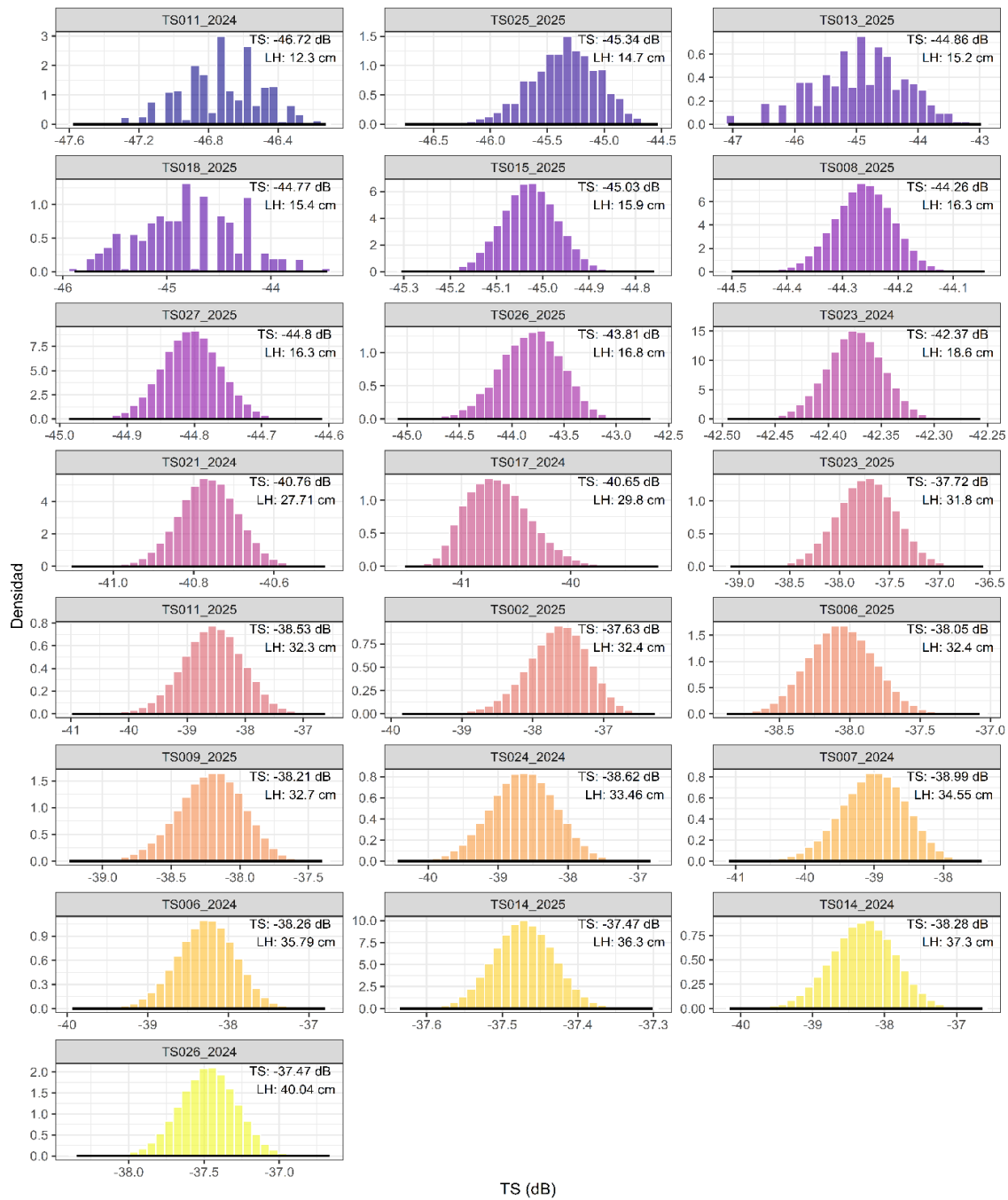
**Figura 54.** (a) distribución espacial de la densidad acústica de jurel de la zona de interés (zona 4) y (b) distribución espacial y variaciones de la densidad en función de las coordenadas, densidad color negro indica valores iguales a cero y rojos mayor a cero tamaño según magnitud.



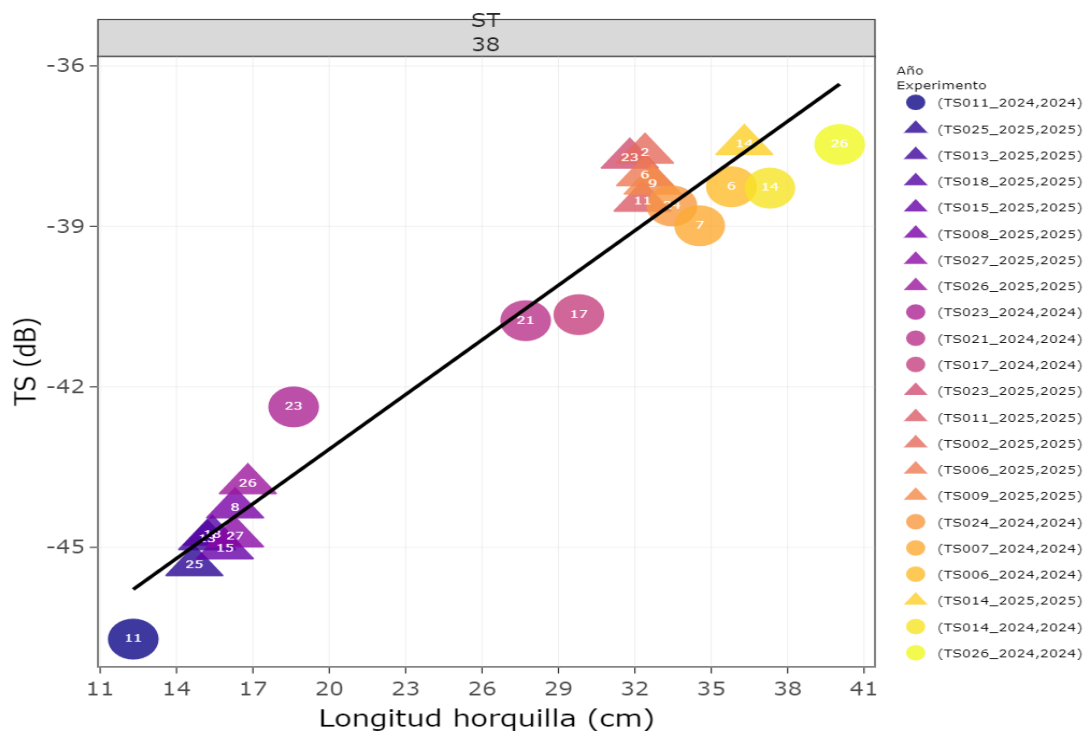
**Figura 55.** Variogramas ajustados por máxima verosimilitud con el paquete geoR. Variograma en cuatro direcciones (panel superior izquierda), ajuste modelo exponencial (panel superior derecha) y variograma esférico (panel inferior). Los puntos de dispersión en color negro en los modelos exponencial y esférico representan al variograma empírico.



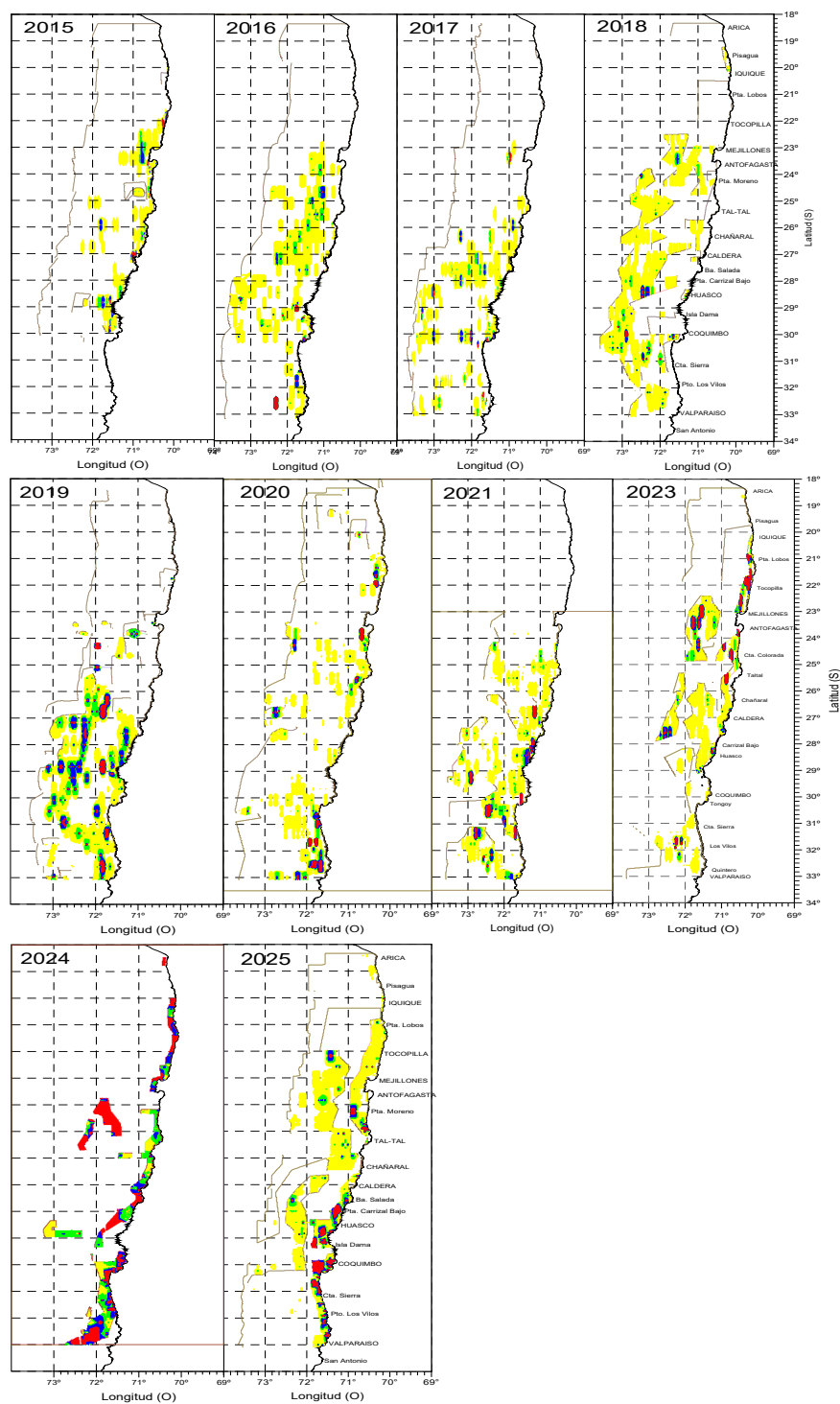
**Figura 56.** Distribución de la Longitud de Horquilla del jurel (*Trachurus murphyi*) por lance de pesca, en relación a las mediciones de Fuerza de Blanco (TS, dB).



**Figura 57.** Distribución de blancos individuales resueltos (Single Target) del jurel a 38 kHz (basado en 10,000 Remuestreos o *Bootstrap*), mostrando los valores promedios de TS (Fuerza de Blanco, dB) y LH (Longitud de Horquilla, cm). La forma de campana de los datos se utilizó para estimar el valor central.



**Figura 58.** Relación de los promedios de los valores de TS (dB) y Longitud de Horquilla (cm) de jurel utilizando el método Single Target para la frecuencia de 38 kHz.



**Figura 59.** Distribución histórica de jurel. Período 2015-2025. Zona Norte.



Contribuimos a la  
sostenibilidad de los recursos  
marinos de todos los chilenos.



 [www.ifop.cl](http://www.ifop.cl)

 [info@ifop.cl](mailto:info@ifop.cl)

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO - CHILE