



INFORME FINAL TOMO II

Figuras, Tablas, Anexos

Convenio Desempeño 2020:

Programa de manejo y monitoreo de las mareas rojas en el
sistema de fiordos y canales de Chile,
(XIV etapa) 2020-2021

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / JUNIO 2021



INFORME FINAL TOMO II

Figuras, Tablas, Anexos

Convenio Desempeño 2020:

Programa de manejo y monitoreo de las mareas rojas
en el sistema de fiordos y canales de Chile,
(Etapas XIV) 2020-2021

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / JUNIO 2021

REQUIRENTE

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y
EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO

Subsecretaria de Economía y EMT
Julio Alberto Pertuzé Salas

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Director Ejecutivo
Luis Parot Donoso

Jefe División Investigación en Acuicultura
Leonardo Guzmán Méndez

JEFE DE PROYECTO

Leonardo Guzmán Méndez



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

I N S T I T U T O D E F O M E N T O P E S Q U E R O



SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / JUNIO 2021

AUTORES

Leonardo Guzmán Méndez
Gemita Pizarro Nova
Pamela Carbonell Arias
Rodrigo Martínez González
Oscar Espinoza González
Pablo Salgado Garrido
Jorge Mardones Sánchez
Gonzalo Fuenzalida Del Río
Luis Norambuena Subiabre
Valentina Besoain Meneses
Emma Cascales Hellman
Mauricio Palma Alarcón
César Alarcón Zapata
Hernán Pacheco Valle
Carolina Toro Ruiz
Luis Iriarte Bustamente
Verónica Muñoz Ojeda
María Fernanda Cornejo Acevedo
Gissela Labra Holzapfel
Loreto López Rivera
Julia Cáceres Chamizo
Karen Correa Sepúlveda
Bianca Olivares Olivares
Rosa González González
Carolina Soto Castillo
Leandro Lincoqueo Saldivia

COLABORADORES

Pedro Calabrano Miranda
Darwin Retamal Caimpao
José Ojeda Millaldeo
Roberto Raimapo Raimapo
Jorge Toro Mancilla



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

T O M O II

FIGURAS, TABLAS, ANEXOS



ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1.1.1. Sitios de muestreo en la región de Los Lagos. Los puntos verdes representan aquellos que tienen el muestreo habitual. Los puntos con verde y rojo representan sitios que se agrega además la toma de muestras para nutrientes.

Figura 1.1.2. Sitios de muestreo en la región de Aysén. Los puntos verdes representan aquellos que tienen el muestreo habitual. Los puntos con verde y rojo representan sitios que se agregan además para estimaciones de nutrientes.

Figura 1.1.3. Sitios de muestreo en la región de Magallanes. Los puntos verdes representan aquellos que tienen el muestreo habitual. Los puntos con verde y rojo representan sitios que se agregan además para estimaciones de nutrientes.

Figura 1.1.4. Localización de las 146 estaciones de muestreo utilizadas para el análisis de conglomerados y análisis de dos capas.

Figura 1.1.5. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo en el fiordo Reloncaví.

Figura 1.1.6. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (PSU), oxígeno disuelto (mL L^{-1}) y fluorescencia ($\mu\text{g L}^{-1}$), a lo largo de las estaciones de muestreo del estuario de Reloncaví.

Figura 1.1.7. Abundancia celular y distribución en profundidad de las 10 especies más importantes en términos de contribución al total de la abundancia fitoplanctónica

Figura 1.1.8. Perfiles verticales de las variables oceanográficas (izquierda) y distribución de *P. cf. australis* (línea azul) *P. cf. pseudodelicatissima* (línea negra), fitoplancton total (línea roja) y nutrientes (derecha) en las estaciones de A) Yates, B) Sotomó; C) Pocolhuén, D) Isla Caicura y E) Caleta la Arena.

Figura 1.1.9. Secciones verticales de concentración de nutrientes ($\mu\text{mol L}^{-1}$) nitrato, nitrito, fosfato y silicato en las estaciones de muestreo, Pocolhuén, Sotomó, Yates, isla Caicura y caleta La Arena.

Figura 1.1.10. Imagen satelital de clorofila (Aqua/Modis) para el día 22 de diciembre de 2020 (Fuente: <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>)

Figura 1.2.1. Se representa la Frecuencia (%) de Toxinas Paralizantes de los Mariscos (TPM), monitoreadas a lo largo de las tres regiones entre Los Lagos, Aysén y Magallanes, con rangos entre No Detectada (ND; gris), niveles sub-tóxicos ($<80 \mu\text{g SXT} \cdot 100\text{g}^{-1}$ marisco; verde), y niveles tóxicos ($>80 \mu\text{g SXT} \cdot 100\text{g}^{-1}$ marisco; rojo), entre los meses de marzo 2020 a marzo 2021. Para la región de Aysén, la información fue representada hasta el mes de enero 2021.



Figura 1.2.2. Se representa la Frecuencia (%) de Toxinas Diarreicas de los Mariscos (VDM) monitoreadas a lo largo de las tres regiones entre Los Lagos, Aysén y Magallanes. Se indica cuando las muestras fueron negativas a esta toxina (negro), y positivas (gris), entre los meses de marzo 2020 a febrero 2021. Para la región de Magallanes, la información fue representada desde el mes de mayo 2020.

Figura 1.3.1. Distribución espacial y temporal de temperatura °C promedio del estrato 0-10m, desde marzo 2020 a febrero 2021 desde Puerto Montt a Magallanes.

Figura 1.3.2. Distribución espacial y temporal de temperatura °C promedio del estrato 10-20m, desde marzo 2020 a febrero 2021 desde Puerto Montt a Magallanes.

Figura 1.3.3. Distribución espacial y temporal de salinidad UPS promedio del estrato 0-10m, desde marzo 2020 a febrero 2021 desde Puerto Montt a Magallanes.

Figura 1.3.4. Distribución espacial y temporal de salinidad UPS promedio del estrato 10-20m, desde marzo 2020 a febrero 2021 desde Puerto Montt a Magallanes.

Figura 1.3.5. Distribución espacial y temporal de nitrito del estrato 0-10m, desde marzo 2020 a febrero 2021 en la región de Los Lagos.

Figura 1.3.6. Distribución espacial y temporal de nitrito del estrato 10-20m, desde marzo 2020 a febrero 2021 en la región de Los Lagos.

Figura 1.3.7. Distribución espacial y temporal de nitrato del estrato 0-10m, desde marzo 2020 a febrero 2021 en la región de Los Lagos.

Figura 1.3.8. Distribución espacial y temporal de nitrato del estrato 10-20m, desde marzo 2020 a febrero 2021 en la región de Los Lagos.

Figura 1.3.9. Distribución espacial y temporal de fosfato del estrato 0-10m, desde marzo 2020 a febrero 2021 en la región de Los Lagos.

Figura 1.3.10. Distribución espacial y temporal de fosfato del estrato 10-20m, desde marzo 2020 a febrero 2021 en la región de Los Lagos.

Figura 1.3.11. Distribución espacial y temporal de sílice del estrato 0-10m, desde marzo 2020 a febrero 2021 en la región de Los Lagos.

Figura 1.3.12. Distribución espacial y temporal de sílice del estrato 10-20m, desde marzo 2020 a febrero 2021 en la región de Los Lagos.

Figura 1.4.1. Quistes de resistencia de dinoflagelados registrados en sedimentos de las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes durante 2020. **A.** *Alexandrium catenella*. **B.** *Alexandrium catenella*



vacío **C.** *Alexandrium ostenfeldii*. **D.** *Protoceratium reticulatum*. **E.** *Lingulodinium polyedrum*. **F.** *Nematosphaeropsis labyrinthus*. **G.** *Spiniferites ramosus*. **H.** *Prorocentrum lima*. **I.** *Pentaparsodinium dalei*. **J.** *Scrippsiella patagonica*. **K.** *Scrippsiella trochoidea*. **L.** *Scrippsiella* sp. **M.** *Protoperidinium* cf. *abei*. **N.** *Protoperidinium americanum*. **Ñ.** *Protoperidinium avellana*. **O.** *Protoperidinium claudicans*. **P.** *Protoperidinium conicoides*. **Q.** *Protoperidinium conicum*. **R.** *Protoperidinium denticulatum*. **S.** *Protoperidinium excentricum*. Barras de escala: 10 μ m.

Figura 1.4.2. Quistes de resistencia de dinoflagelados registrados en sedimentos de las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes durante 2020. **A.** *Protoperidinium* cf. *nudum*. **B.** *Protoperidinium leonis*. **C.** *Protoperidinium oblongum*. **D.** *Protoperidinium pentagonum*. **E.** *Protoperidinium subinermis*. **F.** *Protoperidinium thorianum*. **G.** *Protoperidinium tricingulatum*. **H.** *Protoperidinium* spp. **I.** *Protoperidinium* sp. 3. **J.** *Protoperidinium* sp. 6. **K.** *Protoperidinium* sp. 9. **L.** *Trinovantedinium variable*. **M.** *Niea acanthocysta*. **N.** *Diplopsalopsis ovata*. **Ñ.** *Preperidinium meunieri*. **O.** *Protoperidinium sinuosum*. **P.** *Archaeoperidinium constrictum*. **Q.** *Archaeoperidinium minutum*. **R.** *Archaeoperidinium* sp. **S.** *Gymnodinium aureolum*. Barras de escala: 10 μ m.

Figura 1.4.3. Quistes de resistencia de dinoflagelados registrados en sedimentos de las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes durante 2020. **A.** *Gyrodinium undulans*. **B.** *Polykrikos schwartzii*. **C.** *Polykrikos* sp. 1. **D.** No identificado 1. **E.** No identificado 2. **F.** No identificado 4. **G.** No identificado 8. **H.** No identificado 9. **I.** No identificado 10. **J.** No identificado 13. **K.** No identificado 14. **L.** No identificado 27. **M.** No identificado 34. **N.** No identificado 36. **Ñ.** No identificado 42. **O.** No identificado 43. Barras de escala: 10 μ m.

Tabla 1.4.1. Diversidad y abundancia de quistes (quistes cm^{-3} de sedimento húmedo) obtenidos en sedimentos de la región de Los Lagos durante otoño-invierno 2020.

Tabla 1.4.2. Diversidad y abundancia de quistes (quistes cm^{-3} de sedimento húmedo) obtenidos en sedimentos de la región de Los Lagos durante primavera 2020.

Tabla 1.4.3. Diversidad y abundancia de quistes (quistes cm^{-3} de sedimento húmedo) obtenidos en sedimentos de la región de Aysén durante otoño-invierno 2020.

Tabla 1.4.4. Diversidad y abundancia de quistes (quistes cm^{-3} de sedimento húmedo) obtenidos en sedimentos de la región de Aysén durante primavera 2020.

Tabla 1.4.5. Diversidad y abundancia de quistes (quistes cm^{-3} de sedimento húmedo) obtenidos en sedimentos de la región de Magallanes durante otoño-invierno 2020.

Tabla 1.4.6. Diversidad y abundancia de quistes (quistes cm^{-3} de sedimento húmedo) obtenidos en sedimentos de la región de Magallanes durante primavera 2020.



Figura 1.4.4. Abundancia total (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de dinoflagelados en sedimento superficial de la región de Los Lagos durante muestreo de otoño-invierno 2020.

Figura 1.4.5. Abundancia total (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de dinoflagelados en sedimento superficial de la región de Aysén durante muestreo de otoño-invierno 2020.

Figura 1.4.6. Abundancia total (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de dinoflagelados en sedimento superficial de la región de Magallanes durante muestreo de otoño-invierno 2020.

Figura 1.4.7. Abundancia total (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de dinoflagelados en sedimento superficial de la región de Los Lagos durante muestreo de primavera 2020.

Figura 1.4.8. Abundancia total (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de dinoflagelados en sedimento superficial de la región de Aysén durante muestreo de primavera 2020.

Figura 1.4.9. Abundancia total (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de dinoflagelados en sedimento superficial de la región de Magallanes durante muestreo de primavera 2020.

Figura 1.4.10. Abundancia (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de *A. catenella* en sedimento superficial de la región de Los Lagos durante muestreo de otoño-invierno 2020.

Figura 1.4.11. Abundancia (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de *A. catenella* en sedimento superficial de la región de Los Lagos durante muestreo de primavera 2020.

Figura 1.4.12. Abundancia (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de *P. reticulatum* en sedimento superficial de la región de Los Lagos durante muestreo de otoño-invierno 2020.

Figura 1.4.13. Abundancia (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de *P. reticulatum* en sedimento superficial de la región de Los Lagos durante muestreo de primavera 2020.

Figura 1.4.14. Abundancia (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de *A. catenella* en sedimento superficial de la región de Aysén durante muestreo de otoño-invierno 2020.

Figura 1.4.15. Abundancia (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de *A. catenella* en sedimento superficial de la región de Aysén durante muestreo de primavera 2020.

Figura 1.4.16. Abundancia (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de *A. ostentfeldii* en sedimento superficial de la región de Aysén durante muestreo de otoño-invierno 2020.

Figura 1.4.17. Abundancia (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de *P. reticulatum* en sedimento superficial de la región de Aysén durante muestreo de otoño-invierno 2020.

Figura 1.4.18. Abundancia (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de *P. reticulatum* en sedimento superficial de la región de Aysén durante muestreo de primavera 2020.



Figura 1.4.19. Abundancia (quistes $\times \text{cm}^{-3}$) de quistes de *A. ostentfeldii* en sedimento superficial de la región de Magallanes durante muestreo de otoño-invierno 2020.

Figura 1.4.20. Abundancia (quistes $\times \text{cm}^{-3}$) de quistes de *P. reticulatum* en sedimento superficial de la región de Magallanes durante muestreo de otoño-invierno 2020.

Figura 2.1.1. Ubicación de las estaciones de marea roja (rojo) y datos del modelo atmosférico (azul).

Figura 2.1.2. Sistema de modelación que incluye los módulos físicos (hidrodinámico, atmosférico, hidrológico) y biológico (*A. catenella*).

Figura 2.1.3. Malla desestructurada y dominio del modelo de la región de Aysén.

Figura 2.1.4. Dominio y batimetría del modelo.

Tabla 2.1.1. Parámetros el modelo NPDZ.

Figura 2.1.5. Esquema del modelo NPZD.

Tabla 2.1.2. Tasas experimentos factoriales realizados con la cepa de *Alexandrium catenella* de Aysén y Magallanes. Las tasas fueron obtenidas a diferentes combinaciones de luz (50, 100 y 150 μE), nutrientes (2.2, 4.4 y 8.8 μM), salinidad (15, 25 y 35 psu) y temperatura (12, 15 17 $^{\circ}\text{C}$).

Figura 2.1.6. Condiciones iniciales de *A. catenella*.

Figura 2.1.7. Ubicación del anclaje.

Figura 2.1.8. Distribución latitudinal de abundancia relativa de *A. catenella* registrada durante los años 2017-2018 y promedio mensual de abundancia relativa de *A. catenella* desde 2006 al 2019.

Figura 2.1.9. Promedio mensual de viento y en líneas negras las isobaras de presión atmosférica (hPa) en el Canal Moraleda.

Figura 2.1.10. Radiación solar promedio mensual en el Canal Moraleda.

Figura 2.1.11. Series de tiempo horario de nivel del mar observado (negro) y modelado (azul) para fiordo Puyuhuapi.

Figura 2.1.12. Series de tiempo de temperatura en canal Moraleda: a 20 m (a) y 120 m (b), canal Costa a 20 m (c) y 120 m (d) y en fiordo Quitalco a 15 m (e) y 110 m (f) para valores observados (negro) y modelados (rojo).

Figura 2.1.13. Series de tiempo observadas (negro) y modeladas (gris) para a) presión atmosférica, b) Temperatura del aire a 10 m y c) Magnitud del viento en un punto ubicado en Melinka.



Figura 2.1.14. Diagrama de temperatura-salinidad asociado a nitrato (μM) disuelto para los datos de ubicados en boca del Guafo. Las líneas punteadas de color gris se corresponden a las isopicnas y en línea negra los porcentajes de contribución de las masas de agua.

Figura 2.1.15.: Distribución latitudinal de abundancia relativa modelada para los años 2017 y 2018.

Figura 2.1.16. Series de tiempo de temperatura y salinidad promedios del modelo hidrodinámico (azul) y series de tiempo de las respuestas a la función de temperatura y salinidad promedios del modelo biológico (naranja) de todas las estaciones de marea roja del modelo a 5m de profundidad.

Figura 2.1.17. Series de tiempo de tasa de mortalidad promedio simulada de todas las estaciones de marea roja del modelo a 5m de profundidad.

Figura 2.1.18. Series de tiempo de la tasa de crecimiento simulada dependiente de radiación, temperatura y salinidad de *A. catenella* para las estaciones de marea roja a 5m.

Figura 2.1.19. Series de tiempo concentración promedio y desviación estándar de *A. catenella* modelada para las estaciones de marea roja en los primeros 10m.

Figura 2.1.20. Series de tiempo de la tasa máxima de crecimiento bajo condiciones óptimas de temperatura y salinidad promedio simulada de *A. catenella* para las estaciones de marea roja a los 5m.

Figura 2.2.1. Tasas de máximo crecimiento de *A. catenella* a distintos rangos de temperatura y salinidad.

Tabla 2.2.1. Parámetros utilizados en el modelo biológico.

Figura 2.2.2. Tasas de máximo crecimiento de *A. catenella* a distintos rangos de luz y nutrientes.

Tabla 2.2.2. Comparación de tasas de germinación de *A. catenella*.

Figura 2.4.1 Perfiles de abundancias de diatomeas, dinoflagelados, silicato, nitrato y fosfato, la línea gris punteada corresponde a la picnoclina en Isla Ovalada.

Figura 2.4.2. Temperatura y salinidad en el anclaje de Isla Ovalada, los triángulos las fechas de toma de muestras biológicas.

Figura 2.4.3. Series de tiempo de componente magnitud del viento y radiación solar en la estación meteorológica de Melinka.

Figura 3.1.1. Representación grafica de series temporales para dos estaciones de muestreo a) A03- Puerto Barrientos y b) M16 Isla Piazzzi. Las variables graficadas (en orden descendente) son las



siguientes: abundancia relativa, densidad celular de *A. catenella*, Toxinas asociadas, porcentaje de abundancia microfitoplancton, temperatura y salinidad.

Figura 3.1.2. Análisis de CLUSTER para la matriz de datos de **fitoplancton total** de la macro-región sur-austral (L: región de Los Lagos; A: región de Aysén; M: región de Magallanes). Los símbolos indican las estaciones por región y las líneas rojas indican las estaciones que significativamente (5%) se encuentran agrupadas por el test SIMPROF.

Figura 3.1.3. Análisis de CLUSTER para la matriz de datos de **diatomeas total** de la macro-región sur-austral (L: región de Los Lagos; A: región de Aysén; M: región de Magallanes). Los símbolos indican las estaciones por región y las líneas rojas indican las estaciones que significativamente (5%) resultaron agrupadas por el test SIMPROF.

Figura 3.1.4. Análisis de CLUSTER para la matriz de datos de **dinoflagelados total** de la macro-región sur-austral (L : región de Los Lagos; A: región de Aysén; M: región de Magallanes). Los símbolos indican las estaciones por región y las líneas rojas indican las estaciones que significativamente (5%) se encuentran agrupadas. La elipse azul, indica un conglomerado, conformado por una estación ubicada al norte de Los Lagos, y dos estaciones del sector norte de Aysén.

Figura 3.1.5. Representaciones gráficas nMDS de los conglomerados resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **fitoplancton total** de la región de Los Lagos (L). Las estaciones significativamente agrupadas (nivel de confianza 5%, prueba SIMPROF), están delineados con una línea elíptica.

Figura 3.1.6. Representaciones gráficas nMDS de los conglomerados resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **fitoplancton total** de la región de Aysén (A). Las estaciones significativamente agrupadas (nivel de confianza 5%, prueba SIMPROF), están delineados con una línea elíptica.

Figura 3.1.7. Representaciones gráficas nMDS de los conglomerados resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **fitoplancton total** de la región de Magallanes (M). Las estaciones significativamente agrupadas (nivel de confianza 5%, prueba SIMPROF), están delineados con una línea elíptica.

Figura 3.1.8. Representaciones gráficas nMDS de los conglomerados resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **diatomeas** de la región de Los Lagos (L). Las estaciones significativamente agrupadas (nivel de confianza 5%, prueba SIMPROF), están delineados con una línea elíptica.

Figura 3.1.9. Representaciones gráficas nMDS de los conglomerados resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **diatomeas** de la región de Aysén (A). Las estaciones significativamente agrupadas (nivel de confianza 5%, prueba SIMPROF), están delineados con una línea elíptica.



Figura 3.1.10. Representaciones gráficas nMDS de los conglomerados resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **diatomeas** de la región de Magallanes (M). Las estaciones significativamente agrupadas (nivel de confianza 5%, prueba SIMPROF), están delineados con una línea elíptica.

Figura 3.1.11. Representaciones gráficas nMDS de los conglomerados resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **dinoflagelados** de la región de Los Lagos (L). Las estaciones significativamente agrupadas (nivel de confianza 5%, prueba SIMPROF), están delineados con una línea elíptica.

Figura 3.1.12. Conglomerados resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **dinoflagelados** de la región de Los Lagos (L). Los grupos de estaciones significativos (nivel de confianza 5%, prueba SIMPROF), se muestran en líneas rojas e igual símbolo.

Figura 3.1.13. Distribución geográfica de los conglomerados significativos, resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **dinoflagelados** de la región de Los Lagos (L).

Figura 3.1.14. Representaciones gráficas nMDS de los conglomerados resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **dinoflagelados** de la región de Aysén (A). Las estaciones significativamente agrupadas (nivel de confianza 5%, prueba SIMPROF), están delineados con una línea elíptica.

Figura 3.1.15. Conglomerados resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **dinoflagelados** de la región de Aysén (A). Los grupos de estaciones significativos (nivel de confianza 5%, prueba SIMPROF), se muestran en líneas rojas e igual símbolo.

Figura 3.1.16. Distribución geográfica de los conglomerados significativos, resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **dinoflagelados** de la región de Aysén (A).

Figura 3.1.17. Representaciones gráficas nMDS de los conglomerados resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **dinoflagelados** de la región de Magallanes (M). Las estaciones significativamente agrupadas (nivel de confianza 5%, prueba SIMPROF), están delineados con una línea elíptica.

Figura 3.1.18. Conglomerados resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **dinoflagelados** de la región de Magallanes (M). Los grupos de estaciones significativos (nivel de confianza 5%, prueba SIMPROF), se muestran en líneas rojas e igual símbolo.

Figura 3.1.19. Distribución geográfica de los conglomerados significativos, resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **dinoflagelados** de la región de Magallanes Norte (M).

Figura 3.1.20. Distribución geográfica de los conglomerados significativos, resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **dinoflagelados** de la región de Magallanes Centro-Sur (M).



Figura 3.1.21. Distribución temporal de los promedios de abundancia absoluta (N° células L^{-1}) de **fitoplancton total**, por estación del año: Primavera (p), verano (v), otoño (o) e invierno (i), (sin considerar el año), para la macrozona sur-austral en el periodo octubre 2007-febrero 2019.

Figura 3.1.22. Distribución temporal de los promedios de abundancia absoluta (N° células L^{-1}) de **diatomeas**, por estación del año: Primavera (p), verano (v), otoño (o) e invierno (i), (sin considerar el año), para la macrozona sur-austral en el periodo octubre 2007-febrero 2019.

Figura 3.1.23. Distribución temporal de los promedios de abundancia absoluta (N° células L^{-1}) de **dinoflagelados**, por estación del año: Primavera (p), verano (v), otoño (o) e invierno (i), (sin considerar el año), para la macrozona sur-austral en el periodo octubre 2007-febrero 2019.

Figura 3.1.24. Patrón estacional de los promedios de abundancia absoluta (N° células L^{-1}) por región de **fitoplancton**, por estación del año: Primavera (p), verano (v), otoño (o) e invierno (i), (sin considerar el año), para la macrozona sur-austral en el periodo octubre 2007-febrero 2019.

Figura 3.1.25. Patrón estacional de los promedios de abundancia absoluta (N° células L^{-1}) por región de **diatomeas**, por estación del año: Primavera (p), verano (v), otoño (o) e invierno (i), (sin considerar el año), para la macrozona sur-austral en el periodo octubre 2007-febrero 2019.

Figura 3.1.26. Patrón estacional de los promedios de abundancia absoluta (N° células L^{-1}) por región de **dinoflagelados**, por estación del año: Primavera (p), verano (v), otoño (o) e invierno (i), (sin considerar el año), para la macrozona sur-austral en el periodo octubre 2007-febrero 2019.

Figura 3.1.27. Concentraciones de fosforo ($PO_4 \mu M$) y de nitrito+nitrato ($NO_2+NO_3 \mu M$) del estrato 0-10m durante los meses de diciembre 2017 a abril 2018 para la región de Los Lagos.

Figura 3.1.28. Concentraciones de fosforo ($PO_4 \mu M$) y de nitrito+nitrato ($NO_2+NO_3 \mu M$) del estrato 0-10m durante los meses de diciembre 2017 a abril 2018 para la región de Aysén.

Figura 3.1.29. Concentraciones de fosforo ($PO_4 \mu M$) y de nitrito+nitrato ($NO_2+NO_3 \mu M$) del estrato 0-10m durante los meses de diciembre 2017 a abril 2018 para la región de Magallanes.

Figura 3.1.30. Concentraciones de fosforo ($PO_4 \mu M$) y de nitrito+nitrato ($NO_2+NO_3 \mu M$) del estrato 0-10m durante los meses de diciembre 2018 a abril 2019 para la región de Los Lagos.

Figura 3.1.31. Concentraciones de fosforo ($PO_4 \mu M$) y de nitrito+nitrato ($NO_2+NO_3 \mu M$) del estrato 0-10m durante los meses de diciembre 2018 a abril 2019 para la región de Aysén.

Figura 3.1.32. Concentraciones de fosforo ($PO_4 \mu M$) y de nitrito+nitrato ($NO_2+NO_3 \mu M$) del estrato 0-10m durante los meses de diciembre 2018 a abril 2019 para la región de Magallanes.

Figura 3.1.33. Concentraciones de fosforo ($PO_4 \mu M$) y de nitrito+nitrato ($NO_2+NO_3 \mu M$) del estrato 0-10m durante los meses de diciembre 2019 a marzo 2020 para la región de Los Lagos.



Figura 3.1.34. Concentraciones de fosforo ($\text{PO}_4 \mu\text{M}$) y de nitrito+nitrato ($\text{NO}_2+\text{NO}_3 \mu\text{M}$) del estrato 0-10m durante los meses de diciembre 2019 a marzo 2020 para la región de Aysén.

Figura 3.1.35. Concentraciones de fosforo ($\text{PO}_4 \mu\text{M}$) y de nitrito+nitrato ($\text{NO}_2+\text{NO}_3 \mu\text{M}$) del estrato 0-10m durante los meses de diciembre 2019 a marzo 2020 para la región de Magallanes.

Figura 3.3.1. Abundancia (Cel. Litro) de *A. catenella* en distinta profundidad (grafico superior estrato 0-10 m; grafico inferior estrato 10-20 m), salinidad, temperatura y zonas. Datos tomados entre 2013 al 2019 desde 11 estaciones de Chiloé Sur (L20, L20N1, L19, L18N2, L18, L19N2, L19N3, L19N4, L23, L24, L22), 6 estaciones de Raúl Marín Balmaceda (A08N3, A08N2, A08N1, A08, A07, A06) y 6 de Melinka (A02, A04, A04N1, A05, A34, A11N1).

Figura 3.3.2. Abundancia (Cel. Litro) de *Alexandrium ostenfeldii* en distinta profundidad (grafico superior estrato 0-10 m; grafico inferior estrato 10-20 m), salinidad, temperatura y zonas. Datos tomados entre 2013 al 2019 desde 11 estaciones de Chiloé Sur (L20, L20N1, L19, L18N2, L18, L19N2, L19N3, L19N4, L23, L24, L22), 6 estaciones de Raúl Marín Balmaceda (A08N3, A08N2, A08N1, A08, A07, A06) y 6 de Melinka (A02, A04, A04N1, A05, A34, A11N1).

Figura 3.3.3. Abundancia (Cel. Litro) de *Protoceratium reticulatum* en distinta profundidad (grafico superior estrato 0-10 m; grafico inferior estrato 10-20 m), salinidad, temperatura y zonas. Datos tomados entre 2013 al 2019 desde 11 estaciones de Chiloé Sur (L20, L20N1, L19, L18N2, L18, L19N2, L19N3, L19N4, L23, L24, L22), 6 estaciones de Raúl Marín Balmaceda (A08N3, A08N2, A08N1, A08, A07, A06) y 6 de Melinka (A02, A04, A04N1, A05, A34, A11N1).

Figura 3.3.4. Abundancia (Cel. Litro) de *Dinophysis acuminata* en distinta profundidad (grafico superior estrato 0-10 m; grafico inferior estrato 10-20 m), salinidad, temperatura y zonas. Datos tomados entre 2013 al 2019 desde 11 estaciones de Chiloé Sur (L20, L20N1, L19, L18N2, L18, L19N2, L19N3, L19N4, L23, L24, L22), 6 estaciones de Raúl Marín Balmaceda (A08N3, A08N2, A08N1, A08, A07, A06) y 6 de Melinka (A02, A04, A04N1, A05, A34, A11N1).

Figura 3.3.5. Abundancia (Cel. Litro) de *Dinophysis acuta* en distinta profundidad (grafico superior estrato 0-10 m; grafico inferior estrato 10-20 m), salinidad, temperatura y zonas. Datos tomados entre 2013 al 2019 desde 11 estaciones de Chiloé Sur (L20, L20N1, L19, L18N2, L18, L19N2, L19N3, L19N4, L23, L24, L22), 6 estaciones de Raúl Marín Balmaceda (A08N3, A08N2, A08N1, A08, A07, A06) y 6 de Melinka (A02, A04, A04N1, A05, A34, A11N1).

Tabla 3.3.1. Tabla de Anova para dinoflagelados tecados nocivos efectos de salinidad y temperatura.

Tabla 3.3.2. Tabla de coeficientes obtenidos de la regresión logística para las especies toxicas.

Figura 3.3.6. Abundancia celular de los taxones nocivos observada entre 2013-2019. El número de observaciones positivas (presencia) por especies se muestra en el eje X (N). El gráfico no considera



los valores de cero lo cuales fueron eliminados. Datos tomados desde 11 estaciones de Chiloé Sur (L20, L20N1, L19, L18N2, L18, L19N2, L19N3, L19N4, L23, L24, L22), 6 estaciones de Raúl Marín Balmaceda (A08N3, A08N2, A08N1, A08, A07, A06) y 6 de Melinka (A02, A04, A04N1, A05, A34, A11N1).

Figura 3.3.7. Presencia de los taxones tóxicos en rangos de salinidad-temperatura. Datos tomados entre 2013 al 2019 desde 11 estaciones de Chiloé Sur (L20, L20N1, L19, L18N2, L18, L19N2, L19N3, L19N4, L23, L24, L22), 6 estaciones de Raúl Marín Balmaceda (A08N3, A08N2, A08N1, A08, A07, A06) y 6 de Melinka (A02, A04, A04N1, A05, A34, A11N1).

Figura 3.3.8. Correlación entre la AR y la abundancia celular (tomada desde el estrato 0-10 m) para dinoflagelados tecados nocivos.

Figura 3.3.9. Correlación entre la AR y la abundancia celular (tomada desde el estrato 0-10 m) para dinoflagelados tecados nocivos.

Figura 3.3.10. Probabilidad de la presencia de las especies toxicas estimadas por zonas, años, meses. Gráficos del lado derecho corresponden al análisis de la base de datos cualitativa. Gráficos del lado izquierdo corresponden al análisis de la base de datos cuantitativa transformada. Los números en las barras muestran los valores de probabilidad por especie más altos sin diferencias significativas (Tukey HSD).

Tabla 3.3.3. Tabla ANOVA resultados de la evaluación de efectos de las zonas, estratos, años y meses sobre la probabilidad de presencia de las especies toxicas. Base de datos cuantitativa transformada.

Tabla 3.3.4. Test a posteriori Tukey HSD y valores medios de probabilidad de presencia de las especies toxicas para la base de datos cuantitativa transformada.

Tabla 3.3.5. Tabla ANOVA resultados de la evaluación de efectos de las zonas, años y meses sobre la probabilidad de presencia de las especies toxicas. Base de datos cualitativa.

Tabla 3.3.6. Test a posteriori Tukey HSD y valores medios de probabilidad de presencia de las especies toxicas para la base de datos cualitativa.

Figura 3.3.11. Distribución de las sumatorias de las abundancias relativas para *Alexandrium catenella* para el lapso octubre de 2007 y febrero de 2020 por nivel estimado, según la escala entre 0 (ausente) y 10 (>mega abundante). A: primer decil para las primeras 15 localidades (mayor a menor); b: cuatro localidades centinela mostradas en conjunto; C,D,E y F, distribución por localidad elegida como centinela. Eje X= escala de abundancia relativa (0,1,2,3.....8,9,10); eje Y= sumatoria de las abundancias relativas.



Figura 3.3.12. Sumatorias de las abundancias relativas de *Alexandrium catenella*, distribuidas en orden decreciente por fecha de muestreo, según datos mensuales obtenidos de 146 localidades, entre octubre de 2007 y febrero de 2020.

Figura 3.4.1 Escalamiento dimensional no métrico de los resultados del análisis de conglomerados entre localidades aplicado a los datos mensuales de abundancia relativa de *Dinophysis acuminata* (Dam), *Protoceratium reticulatum* (Pr), *Alexandrium catenella* (Ac), *Alexandrium ostenfeldii* (Ao) y *Dinophysis acuta* (Dat) entre octubre de 2007 y febrero de 2019.

Figura 3.4.2. Dendrograma y escalamiento dimensional no métrico de los resultados del análisis de conglomerados entre periodos estacionales del año, aplicado a los datos mensuales de abundancia relativa de *Dinophysis acuminata* (Dam), *Protoceratium reticulatum* (Pr), *Alexandrium catenella* (Ac), *Alexandrium ostenfeldii* (Ao) y *Dinophysis acuta* (Dat) entre octubre de 2007 y febrero de 2019. (P) primavera, (V) verano, (O) otoño, (I) invierno entre 2007 y 2018.

Figura 3.4.3. Gráficos de dispersión de las sumatorias de las estimaciones de abundancia relativa por localidad para cada taxón versus la temperatura (TEM) y la salinidad (SAL) del agua de mar entre octubre de 2007 y diciembre de 2018. *Alexandrium catenella* (ACA), *Alexandrium ostenfeldii* (AOS), *Dinophysis acuminata* (DAM), *Dinophysis acuta* (DAT) y *Protoceratium reticulatum* (PRE) n= 146.

Figura 3.5.1. Abundancia fitoplanctónica total (celL⁻¹) para a) Diatomeas estrato 0-10 metros (verde claro) y estrato 10-20 metros (verde oscuro) y b) dinoflagelados, estrato 0-10 metros (burdeo) y estrato 10-20 metros (naranja) para cada una de las estaciones de las tres zonas administrativas correspondiente a la región de Los Lagos.

Figura 3.5.2. Abundancia fitoplanctónica total (celL⁻¹) para a) Diatomeas estrato 0-10 metros (verde claro) y estrato 10-20 metros (verde oscuro) y b) dinoflagelados, estrato 0-10 metros (burdeo) y estrato 10-20 metros (naranja) para cada una de las estaciones de las tres zonas administrativas correspondiente a la región de Aysén.

Figura 3.5.3. Abundancia fitoplanctónica total (cel L⁻¹) para a) Diatomeas estrato 0-10 metros (verde claro) y estrato 10-20 metros (verde oscuro) y b) dinoflagelados, estrato 0-10 metros (burdeo) y estrato 10-20 metros (naranja) para cada una de las estaciones de las tres zonas administrativas correspondiente a la región de Magallanes.

Figura 3.5.4. Análisis de correlaciones y nivel de significancia entre estrato superficial (0-10 m) y estrato subsuperficial (10-20 m) para abundancias totales (cel L⁻¹) de diatomeas (círculos verdes) y dinoflagelados (círculos naranjos), para las tres zonas administrativas de la región de Los Lagos.

Figura 3.5.5. Análisis de correlaciones y nivel de significancia entre estrato superficial (0-10 m) y estrato subsuperficial (10-20 m) para abundancias totales (cel L⁻¹) de diatomeas (círculos verdes) y dinoflagelados (círculos naranjos), para las tres zonas administrativas de la región de Aysén.



Figura 3.5.6. Análisis de correlaciones y nivel de significancia entre estrato superficial (0-10 m) y estrato subsuperficial (10-20 m) para abundancias totales (cel L^{-1}) de diatomeas (círculos verdes) y dinoflagelados (círculos naranjos), para las tres zonas administrativas de la región de Magallanes.

Tabla 3.5.1. Análisis ANOVA realizada por especie para ver diferencias entre los estratos de 0-10 metros y 10-20 metros.

Figura 3.5.7. Contribución porcentual de las abundancias de las diferentes especies de diatomeas de la región de Los Lagos. Los gráficos de la izquierda (a, c y e) muestran el estrato superficial (0-10 m), mientras que las figuras de la derecha (b, d y f) muestran el estrato de 10-20 m.

Figura 3.5.8. Contribución porcentual de las abundancias de las diferentes especies de diatomeas de la región de Aysén. Los gráficos de la izquierda (a, c y e) muestran el estrato superficial (0-10 m), mientras que las figuras de la derecha (b, d y f) muestran el estrato de 10-20 m.

Figura 3.5.9. Contribución porcentual de las abundancias de las diferentes especies de diatomeas de la región de Magallanes. Los gráficos de la izquierda (a, c y e) muestran el estrato superficial (0-10 m), mientras que las figuras de la derecha (b, d y f) muestran el estrato de 10-20 m.

Tabla 3.5.2. Índices de dominancia (Simpson (D')) y diversidad (Shannon (H')) para las especies de diatomeas y dinoflagelados de las tres regiones administrativas, para ambas etapas y estratos.

Figura 3.5.10. Contribución porcentual de las abundancias de las diferentes especies de dinoflagelados de la región de Los Lagos. Los gráficos de la izquierda (a, c y e) muestran el estrato superficial (0-10 m), mientras que las figuras de la derecha (b, d y f) muestran el estrato de 10-20 m.

Figura 3.5.11. Contribución porcentual de las abundancias de las diferentes especies de dinoflagelados de la región de Aysén. Los gráficos de la izquierda (a, c y e) muestran el estrato superficial (0-10 m), mientras que las figuras de la derecha (b, d y f) muestran el estrato de 10-20 m.

Figura 3.5.12. Contribución porcentual de las abundancias de las diferentes especies de dinoflagelados de la región de Magallanes. Los gráficos de la izquierda (a, c y e) muestran el estrato superficial (0-10 m), mientras que las figuras de la derecha (b, d y f) muestran el estrato de 10-20 m.

Figura 3.6.1. Batimetría [m] del área de estudio.

Figura 3.6.2. Campo promedio de clorofila-a [mg m^{-3}] entre enero 2006 hasta junio 2019 (13.5 años = 4929 imágenes)

Figura 3.6.3. Promedio anual de clorofila-a [mg m^{-3}], años 2006 a 2019.

Figura 3.6.4. Promedio estacional de clorofila-a [mg m^{-3}], años 2006 a 2019.



Figura 4.1.1. Detección molecular mediante PCR cuantitativa (qPCR) para las especies *A. catenella*, *A. ostenfeldii* y *P. reticulatum*.

Figura 4.1.2. Riqueza de especies observada para la clase Dinophyceae.

Figura 4.1.3. Abundancia (N° de lecturas) de los géneros pertenecientes a la clase Dinophyceae.

Figura 4.1.4. Riqueza de especies observada para la clase Bacillariophyta.

Figura 4.1.5. Abundancia (N° de lecturas) de los géneros pertenecientes a la clase Bacillariophyta.

Tabla 4.2.1. Concentración de toxinas lipofílicas (HPLC-Ms/Ms) en muestras de agua de la región de Los Lagos

Tabla 4.2.2. Concentración de toxinas lipofílicas (HPLC-Ms/Ms) en muestras de agua de la región de Aysén.

Tabla 4.2.3. Concentración de toxinas lipofílicas (HPLC-Ms/Ms) en muestras de agua de la región de Magallanes

Tabla 4.2.4. Concentración de toxinas paralizantes (HPLC-Ms/Ms) en muestras de agua de la región de Los Lagos

Tabla 4.2.5. Concentración de toxinas paralizantes (HPLC-Ms/Ms) en muestras de agua de la región de Aysén

Tabla 4.2.6. Concentración de toxinas paralizantes (HPLC-Ms/Ms) en muestras de agua de la región de Magallanes.

Tabla 4.3.1. Resultados de análisis de toxinas lipofílicas (HPLC Ms/Ms), TDM (ensayo del ratón) y TAM (HPLC FI) en muestras de moluscos bivalvos colectados en la región de los Lagos.

Tabla 4.3.2. Resultados de análisis de toxinas lipofílicas (HPLC Ms/Ms), TDM (ensayo del ratón) y TAM (HPLC FI) en muestras de moluscos bivalvos colectados en la región de Aysén.

Tabla 4.3.3. Resultados de análisis de toxinas lipofílicas (HPLC Ms/Ms), TDM (ensayo del ratón) y TAM (HPLC FI) en muestras de moluscos bivalvos colectados en la región de Magallanes.

Tabla 4.3.4. Resultados de análisis de toxinas paralizantes (HPLC Ms/Ms), TPM (ensayo del ratón) en muestras de moluscos bivalvos colectados en la región de los Lagos.

Tabla 4.3.5. Resultados de análisis de toxinas paralizantes (HPLC Ms/Ms), TPM (ensayo del ratón) en muestras de moluscos bivalvos colectados en la región de Aysén



Tabla 4.3.6. Resultados de análisis de toxinas paralizantes (HPLC Ms/Ms), TPM (ensayo del ratón) en muestras de moluscos bivalvos colectados en la región de Magallanes

Figura 4.4.1. Filogenia de las secuencias de ADN_r de LSU de la cepa *Heterosigma akashiwo* CREAN_HA03 y especies relacionadas. Los valores de probabilidad bayesianos posteriores se muestran con valores de arranque del análisis de máxima verosimilitud (ML) en cada posición de ramificación. La barra de escala indica el número de cambios por sitio.

Figura 4.4.2. Proporción de pigmentos fotosintéticos (%) derivado del perfil de HPLC de *H. akashiwo* cepa chilena CREAN_HA03.

Tabla 4.4.1.

Figura 4.5.1. Diseño experimental factorial cruzado utilizado para obtención de tasas de crecimiento de la especie *A. catenella*. Se aprecian las 45 diferentes condiciones experimentales que surgen de la combinación de 3 temperaturas (12,15,17 °C), 3 intensidades de Luz (50, 100, 150 $\mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$), 3 salinidades (15, 25, 35 psu) y 3 concentraciones de nutrientes (2,2 - 4,4 - 8,8 μM).

Figura 4.5.2. Tasas de crecimiento específico para los distintos tratamientos. En azul se muestran los datos obtenidos para la cepa de Aysén y en rojo para la cepa de Magallanes.

Tabla 4.5.1.

Figura 4.5.3. Curvas de crecimiento para el tratamiento con constates de temperatura (12°C) y luz (100 μE). En negro se muestran los datos obtenidos para la cepa de Aysén y en rojo para la cepa de Magallanes.

Figura 4.5.4. Curvas de crecimiento para el tratamiento con constates de temperatura (15°C) y luz (45 μE). En negro se muestran los datos obtenidos para la cepa de Aysén y en rojo para la cepa de Magallanes.

Figura 4.5.5. Curvas de crecimiento para el tratamiento con constates de temperatura (15°C) y luz (100 μE). En negro se muestran los datos obtenidos para la cepa de Aysén y en rojo para la cepa de Magallanes.

Figura 4.5.6. Curvas de crecimiento para el tratamiento con constates de temperatura (15°C) y luz (150 μE). En negro se muestran los datos obtenidos para la cepa de Aysén y en rojo para la cepa de Magallanes.

Figura 4.5.7. Curvas de crecimiento para el tratamiento con constates de temperatura (17°C) y luz (100 μE). En negro se muestran los datos obtenidos para la cepa de Aysén y en rojo para la cepa de Magallanes.



Figura 5.1.1. Imagen de entrada a la aplicación i-FAN. En la parte inferior (resaltada en un cuadro de color), están disponibles los banners con los cuales trabaja esta app.

Figura 5.1.2. En la sección del menú “Semáforos”, se encuentra el significado de cada uno de ellos. Cada color (blanco, verde, amarillo, naranja y rojo), está relacionado con un estado de alerta (situación de ausencia, situación normal, precaución moderada, alerta temprana y situación de riesgo), las que dependen de la escala de abundancia relativa de cada especie presentada (entre 0 a 10).

Figura 5.1.3. En la sección del menú “Alertas”, se encuentran los dos principales monitoreos de marea roja. Al ingresar al banner de Marea Roja Fiordos, se despliegan las áreas asociadas a este Monitoreo, además de la zona de Alta Frecuencia.

Figura 5.1.4. En la sección del menú “Más”, se despliega la información general del Monitoreo, además de noticias, preguntas frecuentes y fotografías.

Figura 5.2.1. Invitación al “taller de difusión de resultados del Programa de manejo y monitoreo de las Floraciones Algaes Nocivas y Toxinas Marinas”, realizado el 31 de mayo 2021 de forma remota.

Figura 5.2.2. Participantes del taller de difusión de resultados del Programa de manejo y monitoreo de las Floraciones Algaes Nocivas y Toxinas Marinas”, realizado el 31 de mayo 2021 de forma remota.

Figura 5.3.1. Pregunta #1 ¿Has escuchado hablar de Marea Roja?, la cual fue realizada en la encuesta de percepción para alumnos de enseñanza básica (5to y 8vo básico) y enseñanza media (II y IV° medio), para colegios en zonas urbanas y rurales de la región de Los Lagos. Se trabajó con un total de 250 alumnos. Las respuestas fueron Si (verde), No (naranja) y No sabe (celeste).

Figura 5.3.2. Pregunta #2 ¿Crees que este fenómeno se presenta en nuestro país?, la cual fue realizada en la encuesta de percepción para alumnos de enseñanza básica (5to y 8vo básico) y enseñanza media (II y IV° medio), para colegios en zonas urbanas y rurales de la región de Los Lagos. Se trabajó con un total de 250 alumnos. Las respuestas fueron Si (verde), No (naranja) y No sabe (celeste).

Figura 5.3.3. Pregunta #3 ¿La Marea Roja lo asocian a algo positivo?, la cual fue realizada en la encuesta de percepción para alumnos de enseñanza básica (5to y 8vo básico) y enseñanza media (II y IV° medio), para colegios en zonas urbanas y rurales de la región de Los Lagos. Se trabajó con un total de 250 alumnos. Las respuestas fueron Si (verde), No (naranja) y No sabe (celeste).

Figura 5.3.4. Pregunta #4 ¿Crees que las personas pueden morir por Marea Roja?, la cual fue realizada en la encuesta de percepción para alumnos de enseñanza básica (5to y 8vo básico) y enseñanza media (II y IV° medio), para colegios en zonas urbanas y rurales de la región de Los Lagos.



Se trabajó con un total de 250 alumnos. Las respuestas fueron Si (verde), No (naranja) y No sabe (celeste).

Figura 5.3.5. Pregunta #5 ¿Sabes con qué organismo, al consumirlo, te puedes intoxicar?, la cual fue realizada en la encuesta de percepción para alumnos de enseñanza básica (5to y 8vo básico) y enseñanza media (II y IV° medio), para colegios en zonas urbanas y rurales de la región de Los Lagos. Se trabajó con un total de 250 alumnos. Las respuestas fueron Si (verde), No (naranja) y No sabe (celeste).

Figura 5.3.6. Pregunta #6 ¿Se imaginan algún síntoma de intoxicación?, la cual fue realizada en la encuesta de percepción para alumnos de enseñanza básica (5to y 8vo básico) y enseñanza media (II y IV° medio), para colegios en zonas urbanas y rurales de la región de Los Lagos. Se trabajó con un total de 250 alumnos. Las respuestas fueron Si (verde), No (naranja) y No sabe (celeste).



ANEXOS

ANEXO 1. SUB-PROGRAMA DE MONITOREO REGULAR: estaciones de monitoreo entre marzo 2020 y febrero de 2021 en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes, incluyendo código, topónimo, sectorización, transvector, institución requirente y coordenadas geográficas.

ANEXO 2. SUB-PROGRAMA DE VIGILANCIA Y FISCALIZACIÓN: estaciones de monitoreo entre marzo 2020 y febrero de 2021 en las regiones de Los Lagos y Aysén, incluyendo código, topónimo, sectorización, transvector, institución requirente y coordenadas geográficas.

ANEXO 3. SUB-PROGRAMA DE RAÚL MARÍN BALMACEDA: estaciones de monitoreo entre marzo 2020 y febrero 2021 en un sector de la región de Aysén, incluyendo código, topónimo, sectorización, transvector, institución requirente y coordenadas geográficas.

ANEXO 4. Resúmenes enviados a Congresos.

ANEXO 5.



FIGURAS

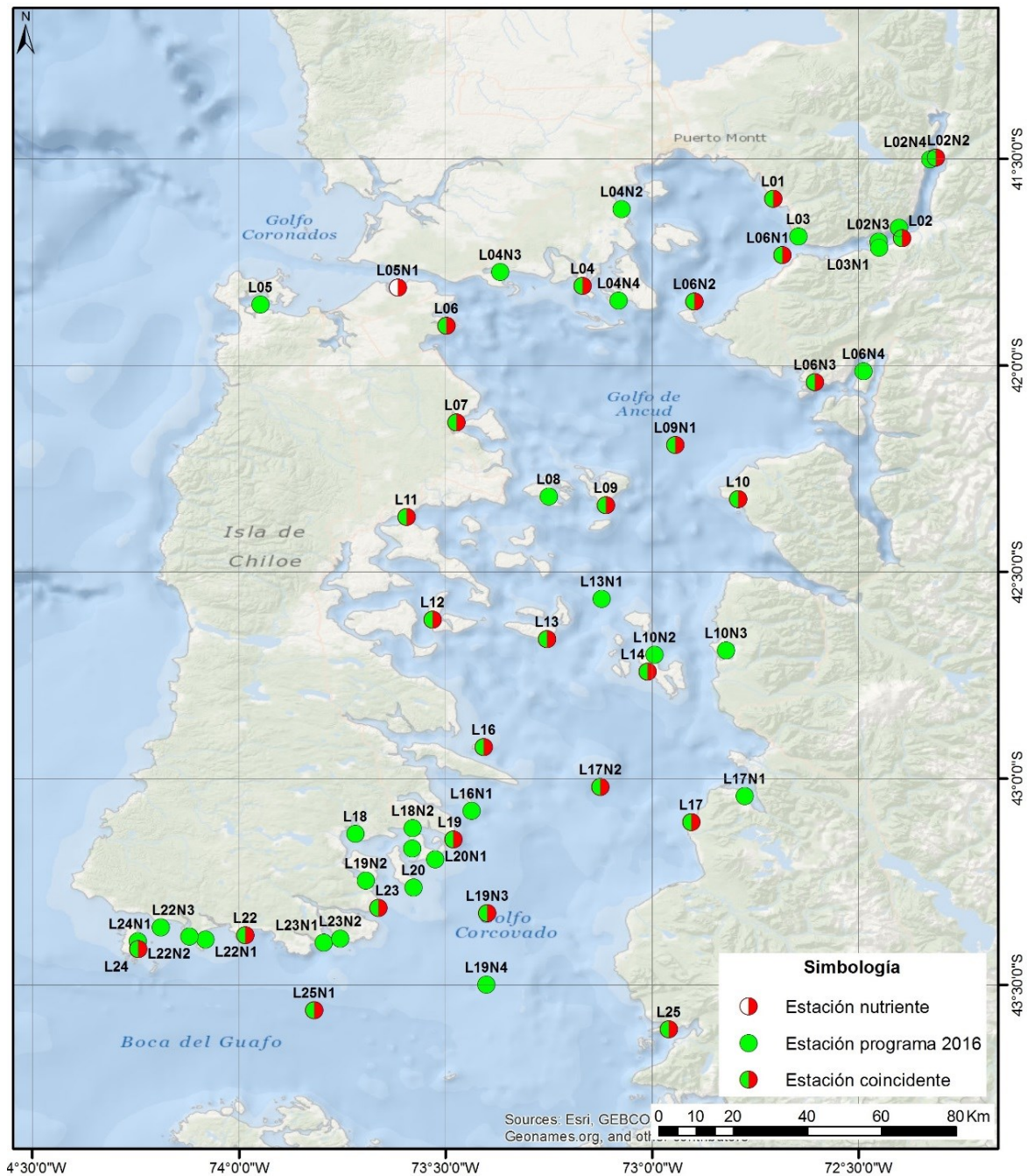


Figura 1.1.1. Sitios de muestreo en la región de Los Lagos. Los puntos verdes representan aquellos que tienen el muestreo habitual. Los puntos con verde y rojo representan sitios que se agrega además la toma de muestras para nutrientes.

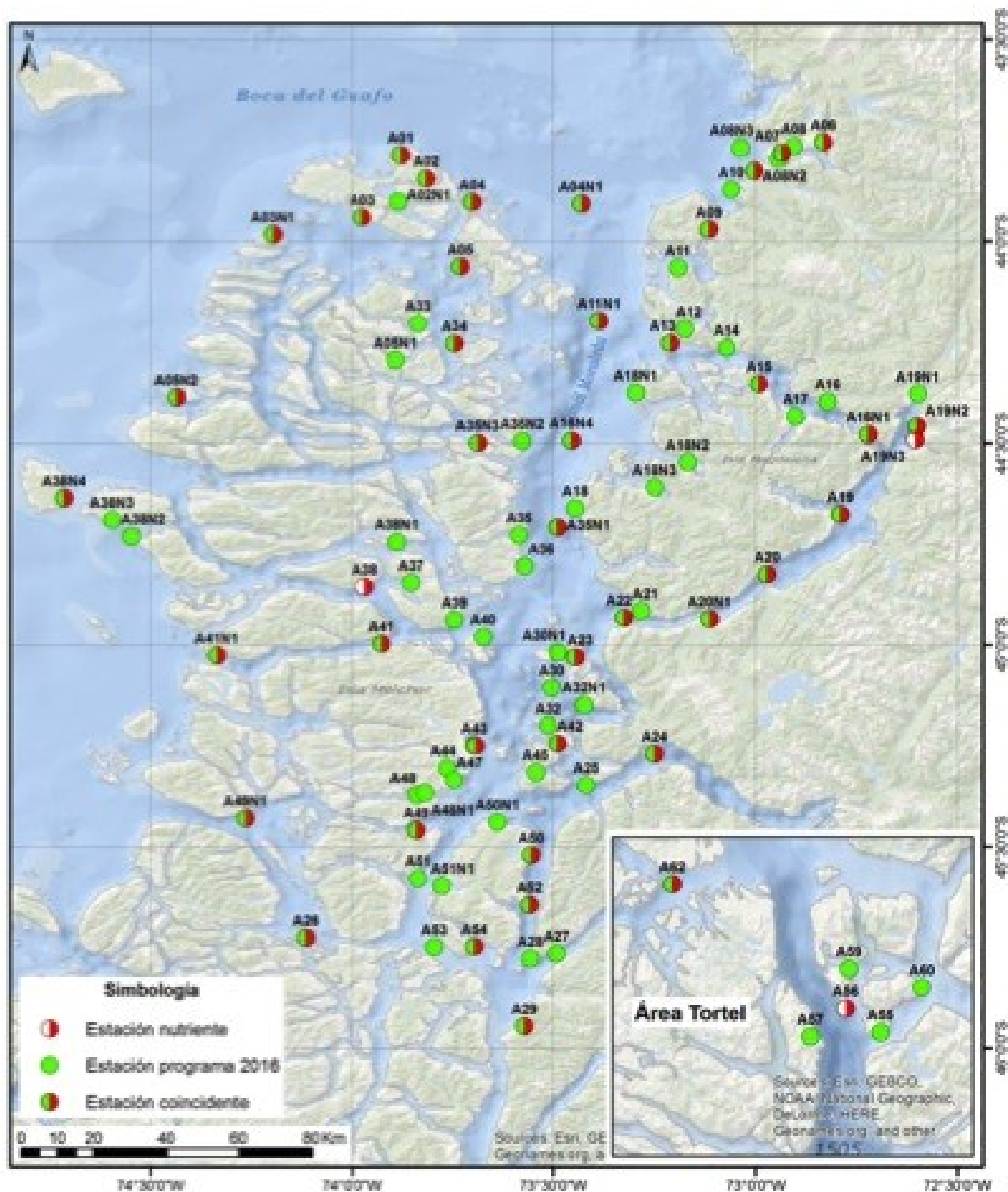


Figura 1.1.2. Sitios de muestreo en la región de Aysén. Los puntos verdes representan aquellos que tienen el muestreo habitual. Los puntos con verde y rojo representan sitios que se agregan además para estimaciones de nutrientes.

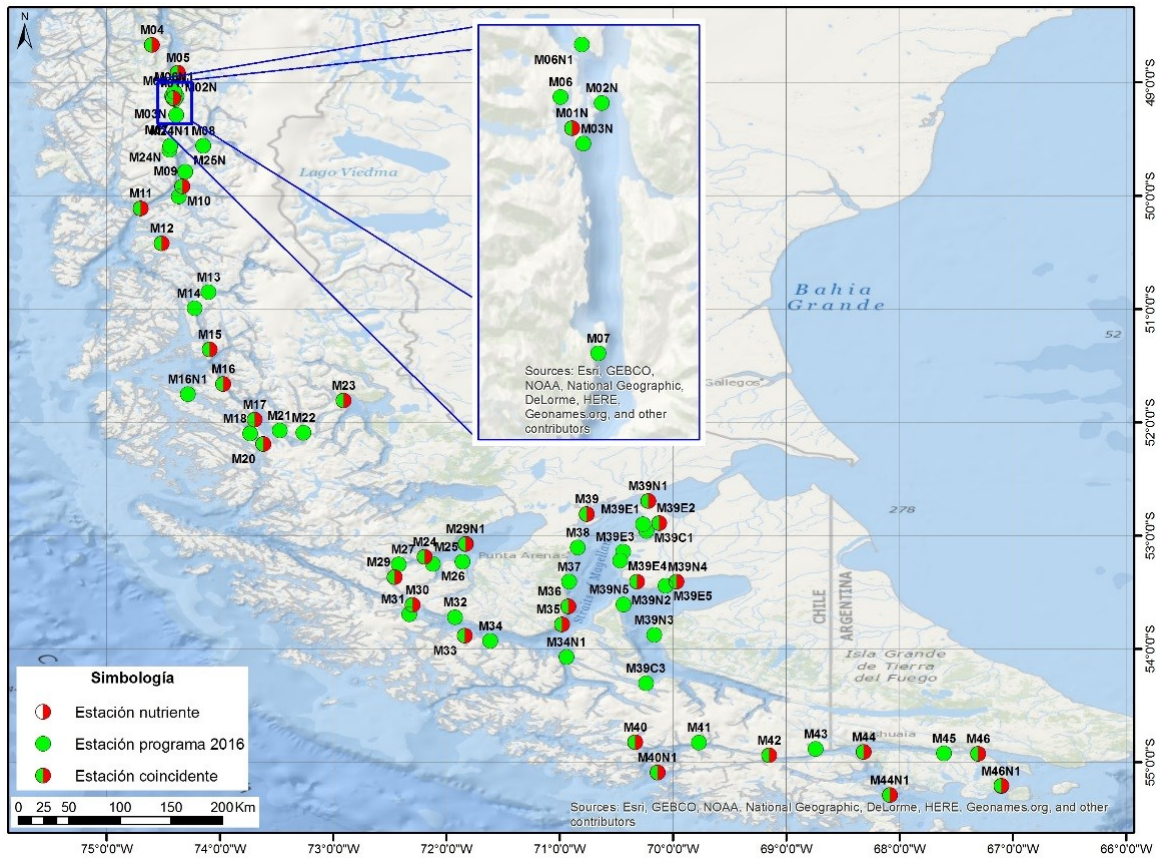


Figura 1.1.3. Sitios de muestreo en la región de Magallanes. Los puntos verdes representan aquellos que tienen el muestreo habitual. Los puntos con verde y rojo representan sitios que se agregan además para estimaciones de nutrientes.

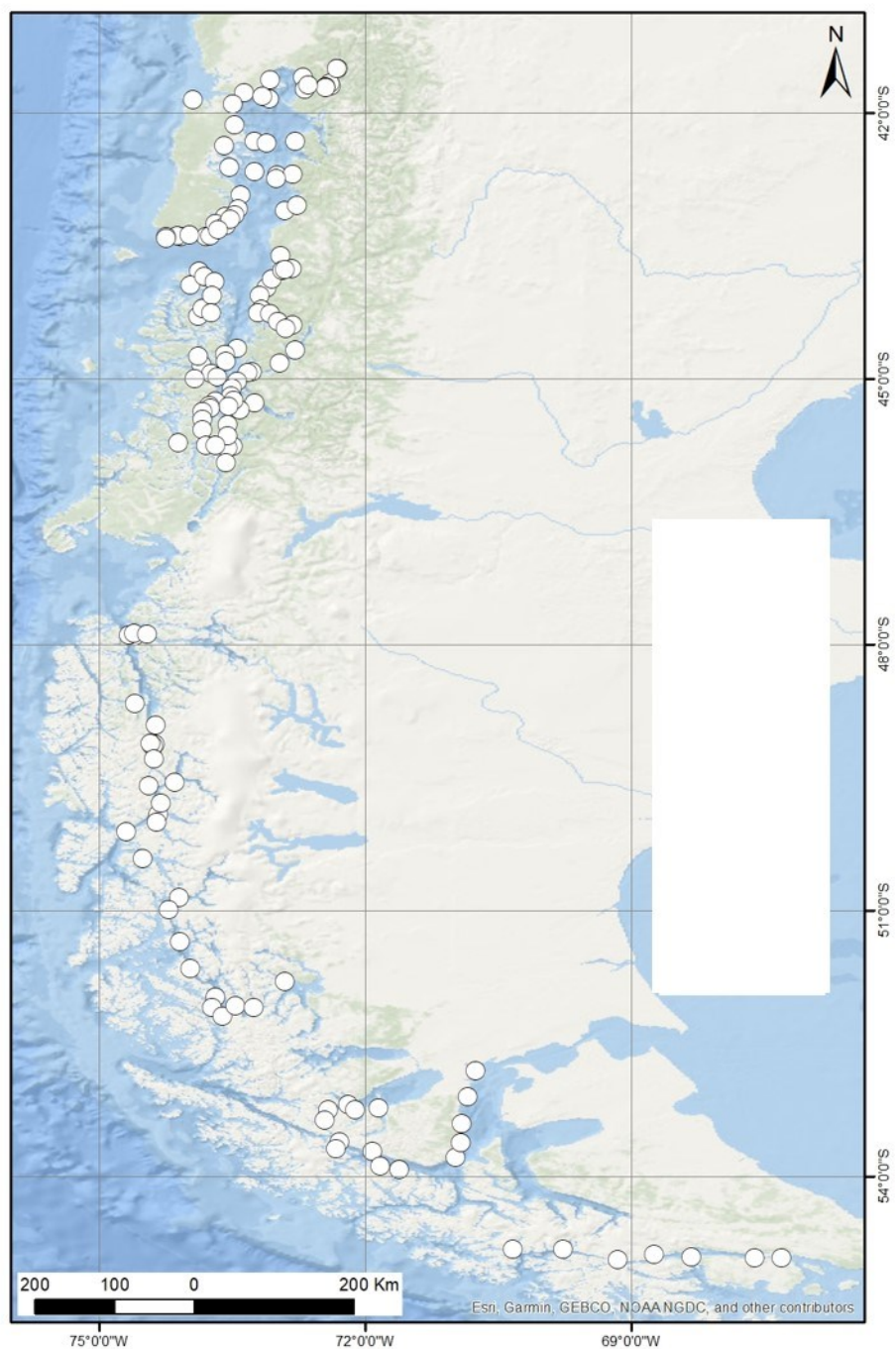


Figura 1.1.4. Localización de las 146 estaciones de muestreo utilizadas para el análisis de conglomerados y análisis de dos capas.

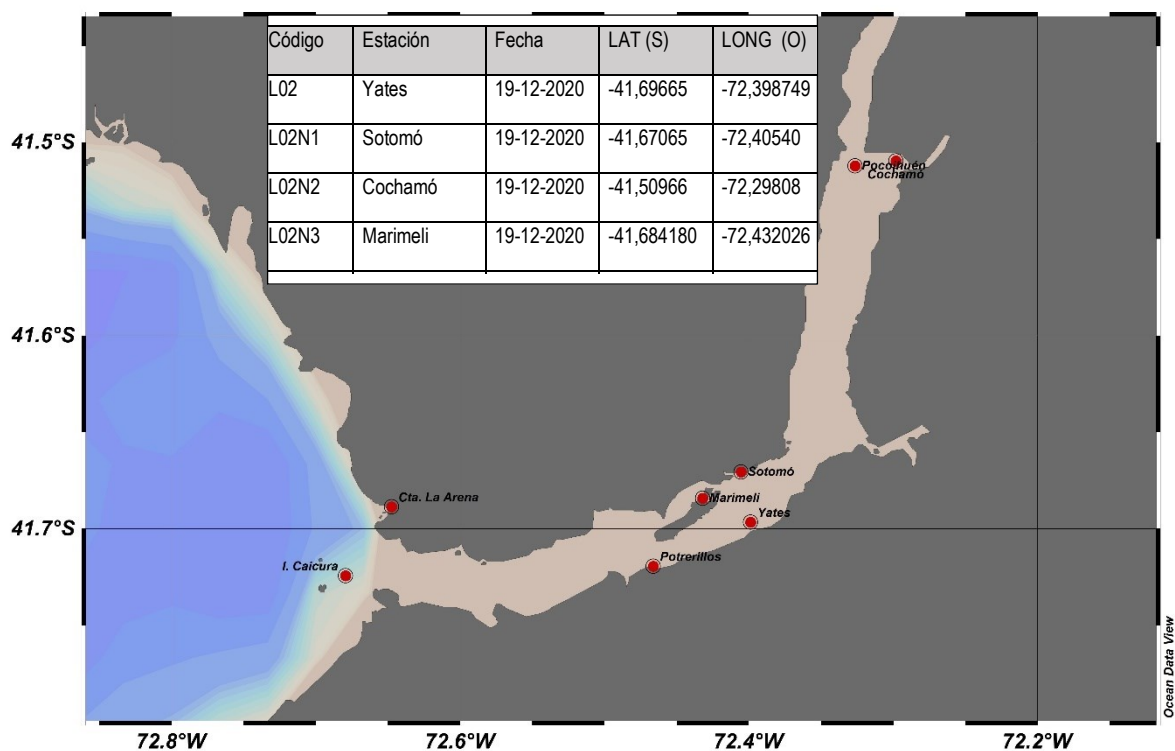


Figura 1.1.5. Ubicaci3n geogr3fica de las estaciones de muestreo en el fiordo Reloncav3.

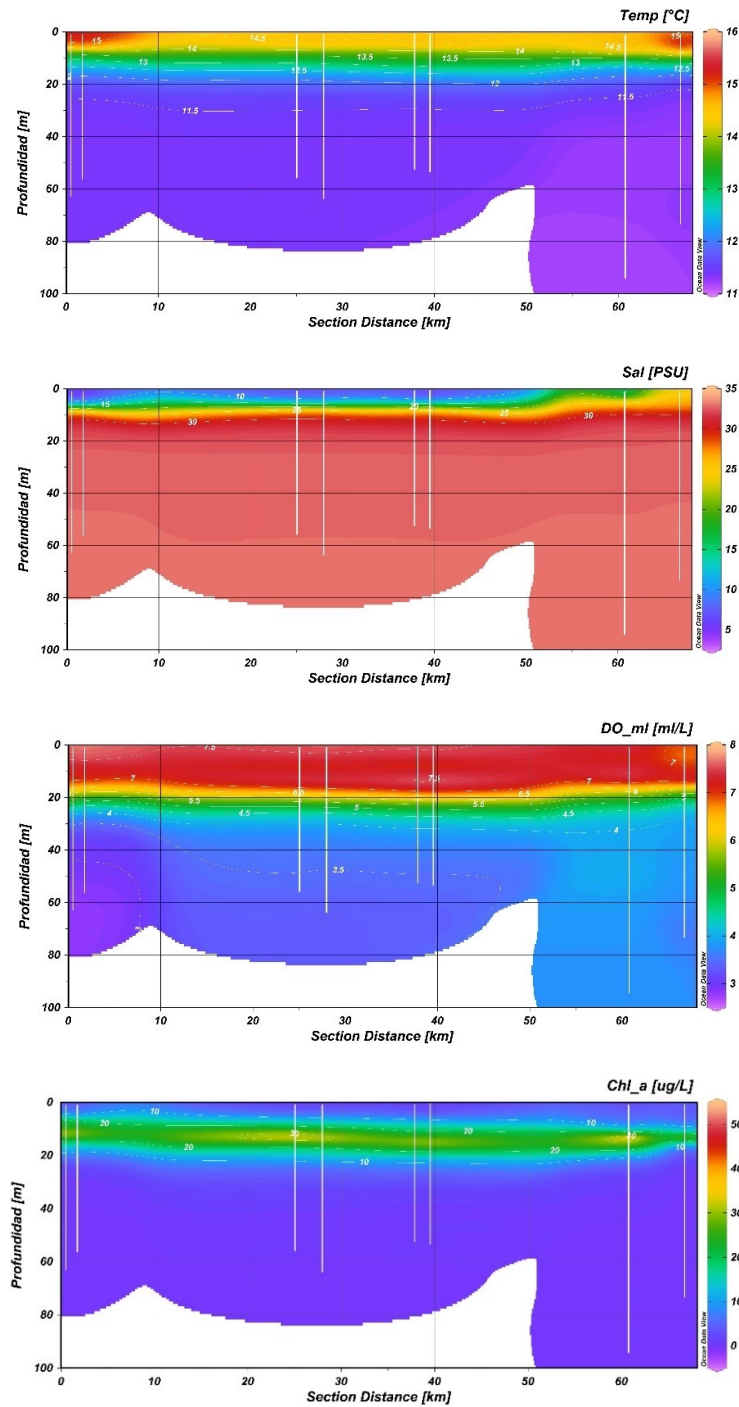


Figura 1.1.6. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (PSU), oxígeno disuelto (mL L^{-1}) y fluorescencia ($\mu\text{g L}^{-1}$), a lo largo de las estaciones de muestreo del estuario de Reloncaví.

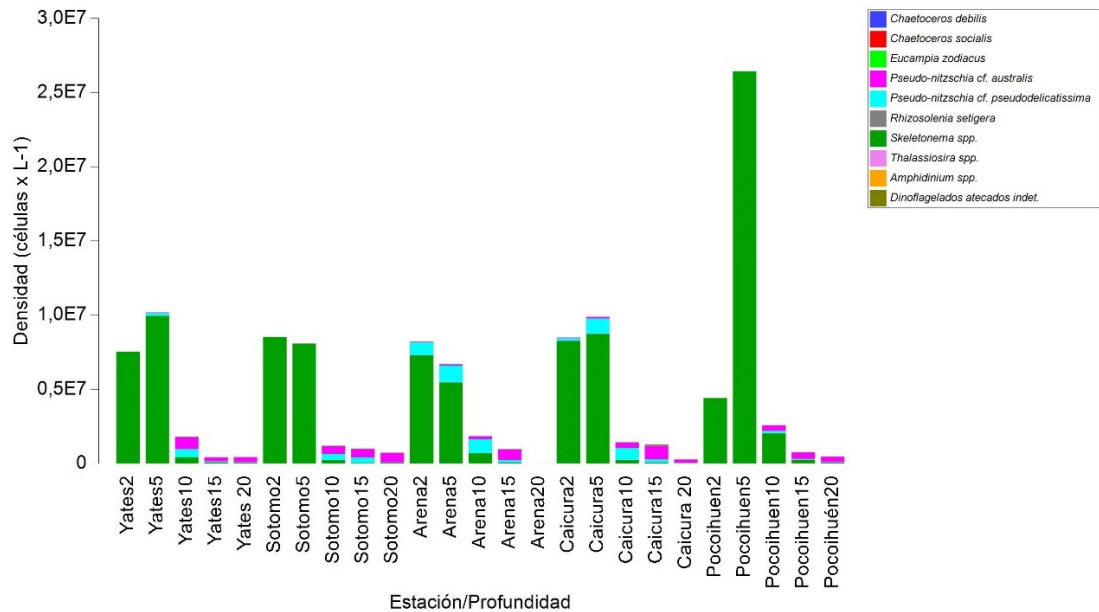
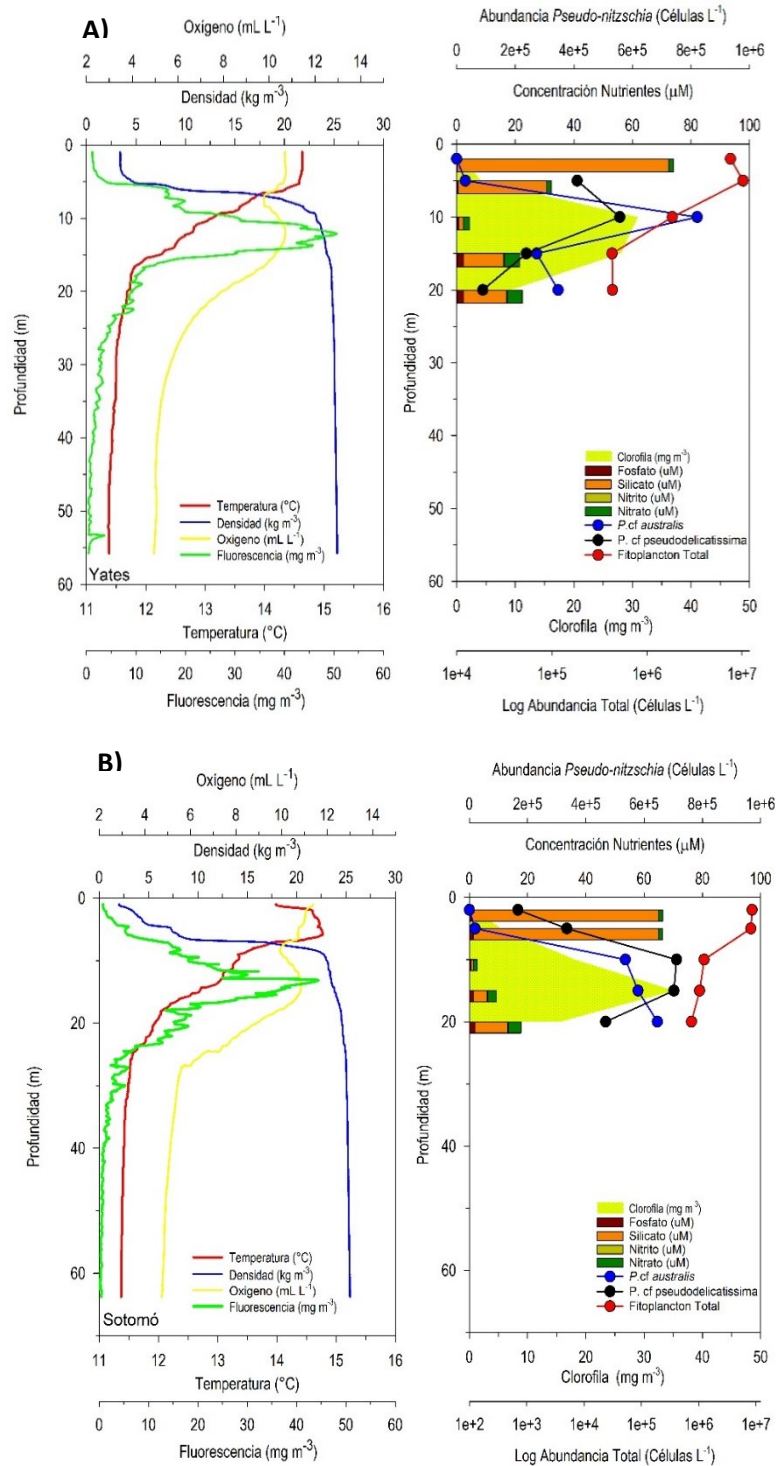


Figura 1.1.7. Abundancia celular y distribución en profundidad de las 10 especies más importantes en términos de contribución al total de la abundancia fitoplanctónica.

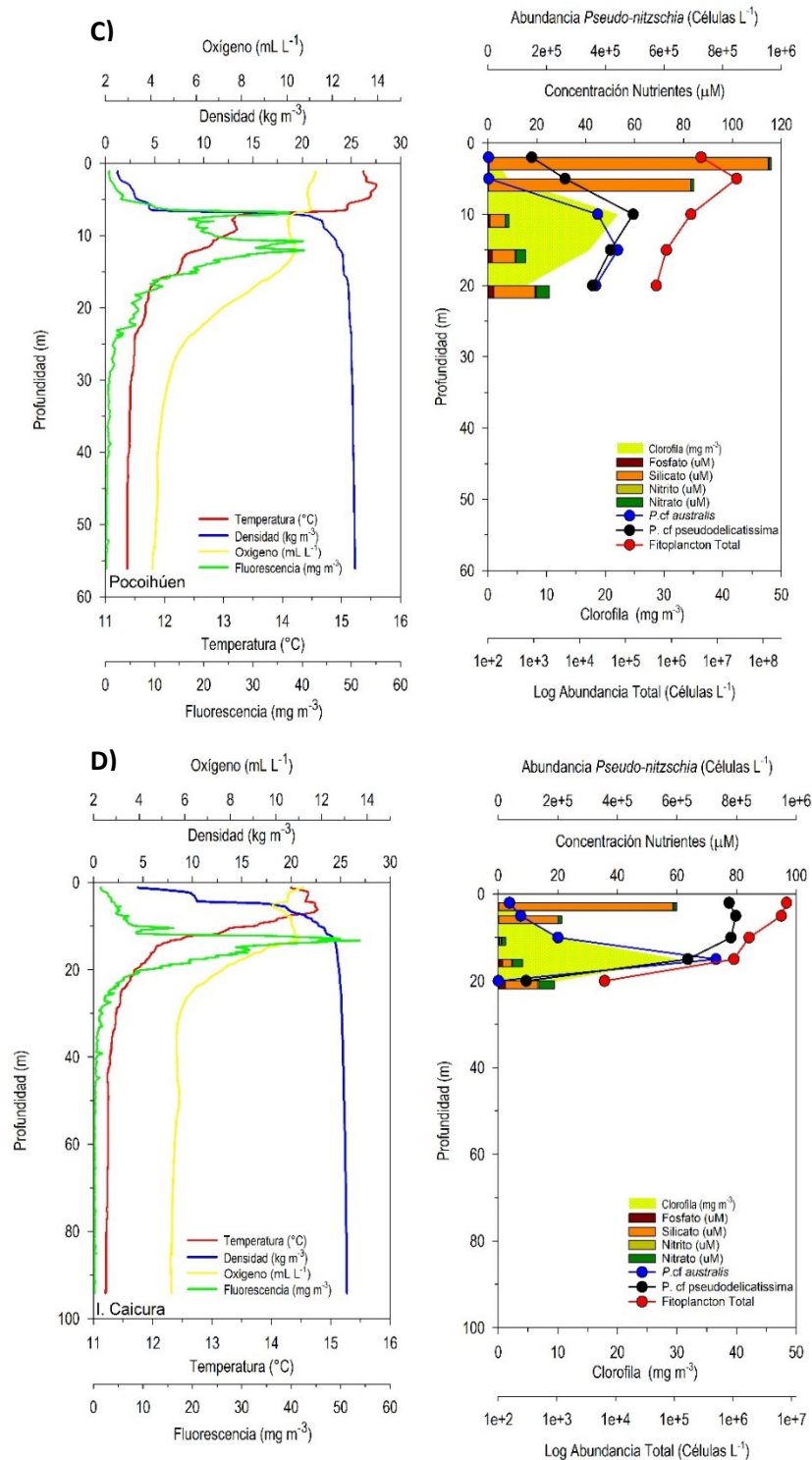


INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA



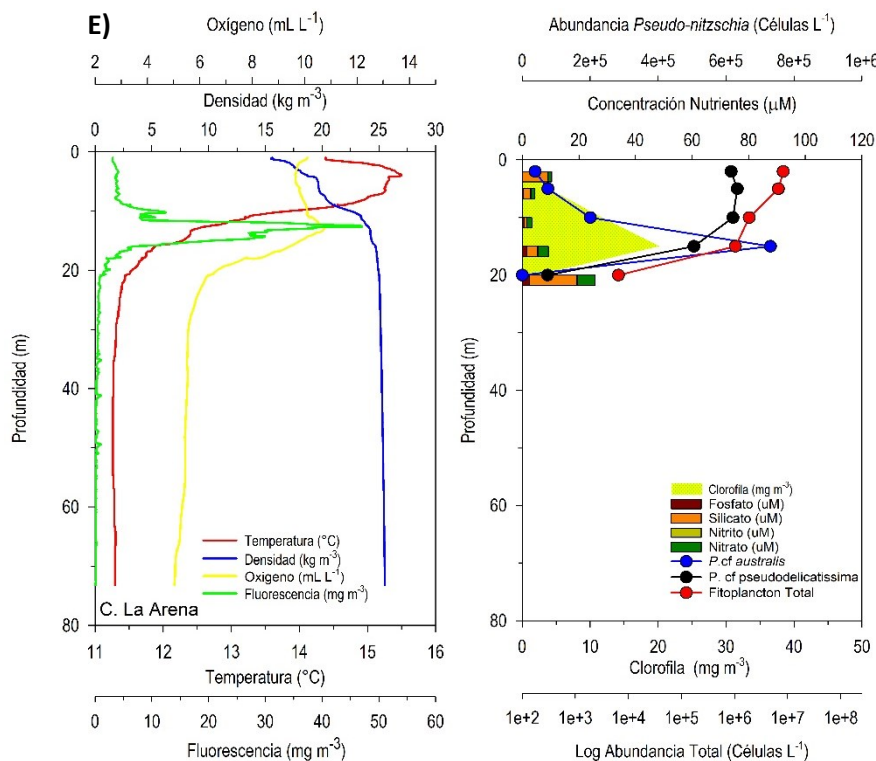


Figura 1.1.8. Perfiles verticales de las variables oceanográficas (izquierda) y distribución de *P. cf. australis* (línea azul) *P. cf. pseudodelicatissima* (línea negra), fitoplancton total (línea roja) y nutrientes (derecha) en las estaciones de A) Yates, B) Sotomó; C) Pocolhuén, D) Isla Caicura y E) Caleta la Arena.

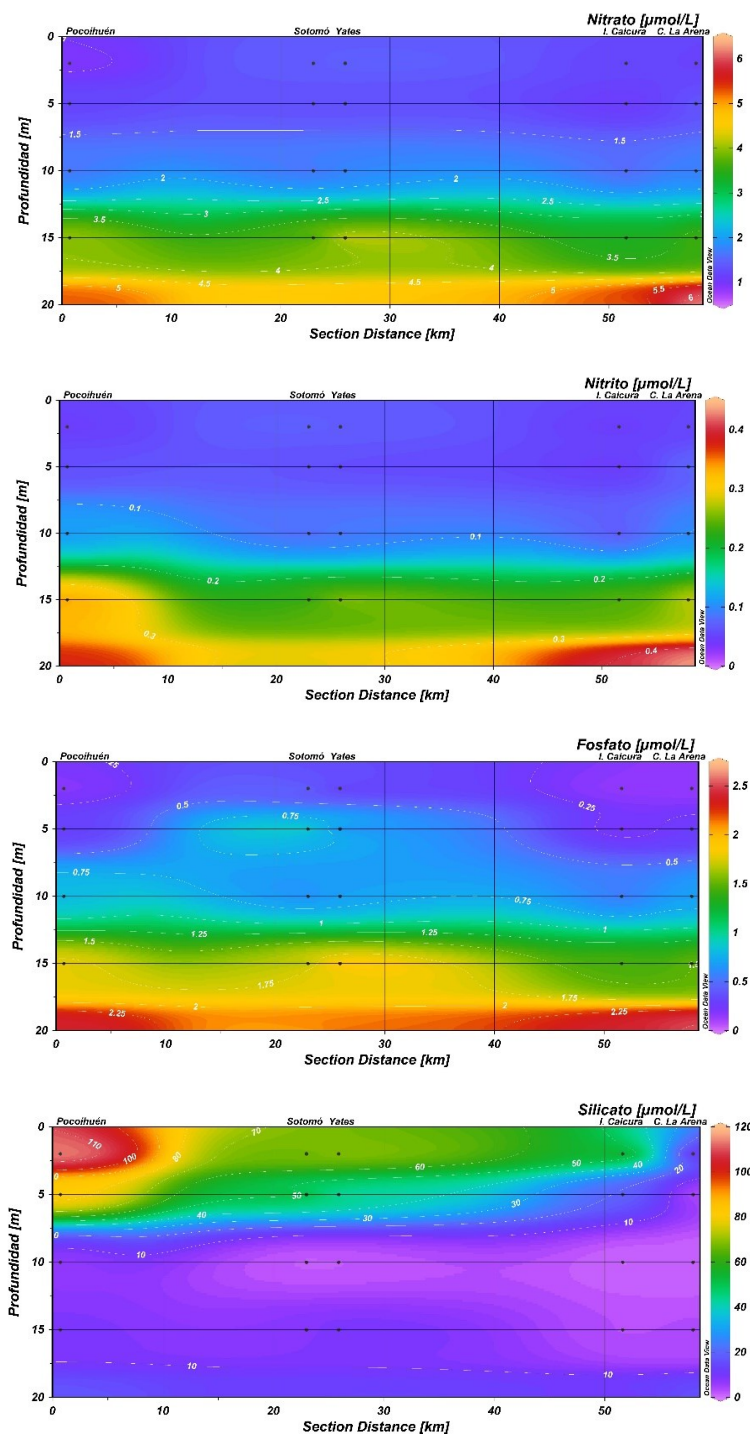


Figura 1.1.9. Secciones verticales de concentración de nutrientes ($\mu\text{mol L}^{-1}$) nitrato, nitrito, fosfato y silicato en las estaciones de muestreo, Pocolihúen, Sotomó, Yates, isla Caicura y caleta La Arena.

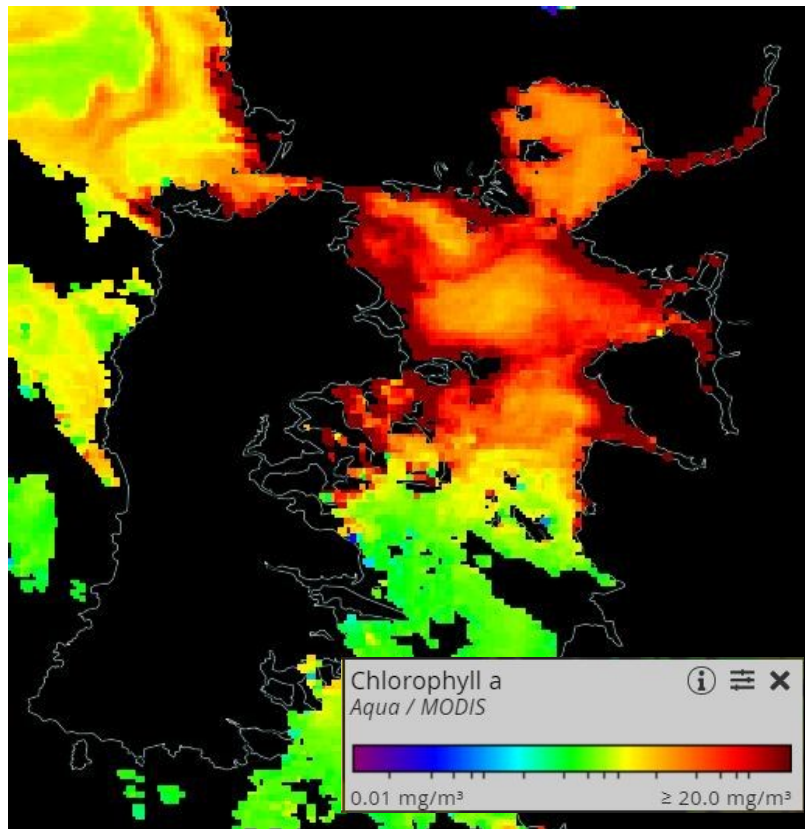


Figura 1.1.10. Imagen satelital de clorofila (Aqua/Modis) para el día 22 de diciembre de 2020
(Fuente: <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>)

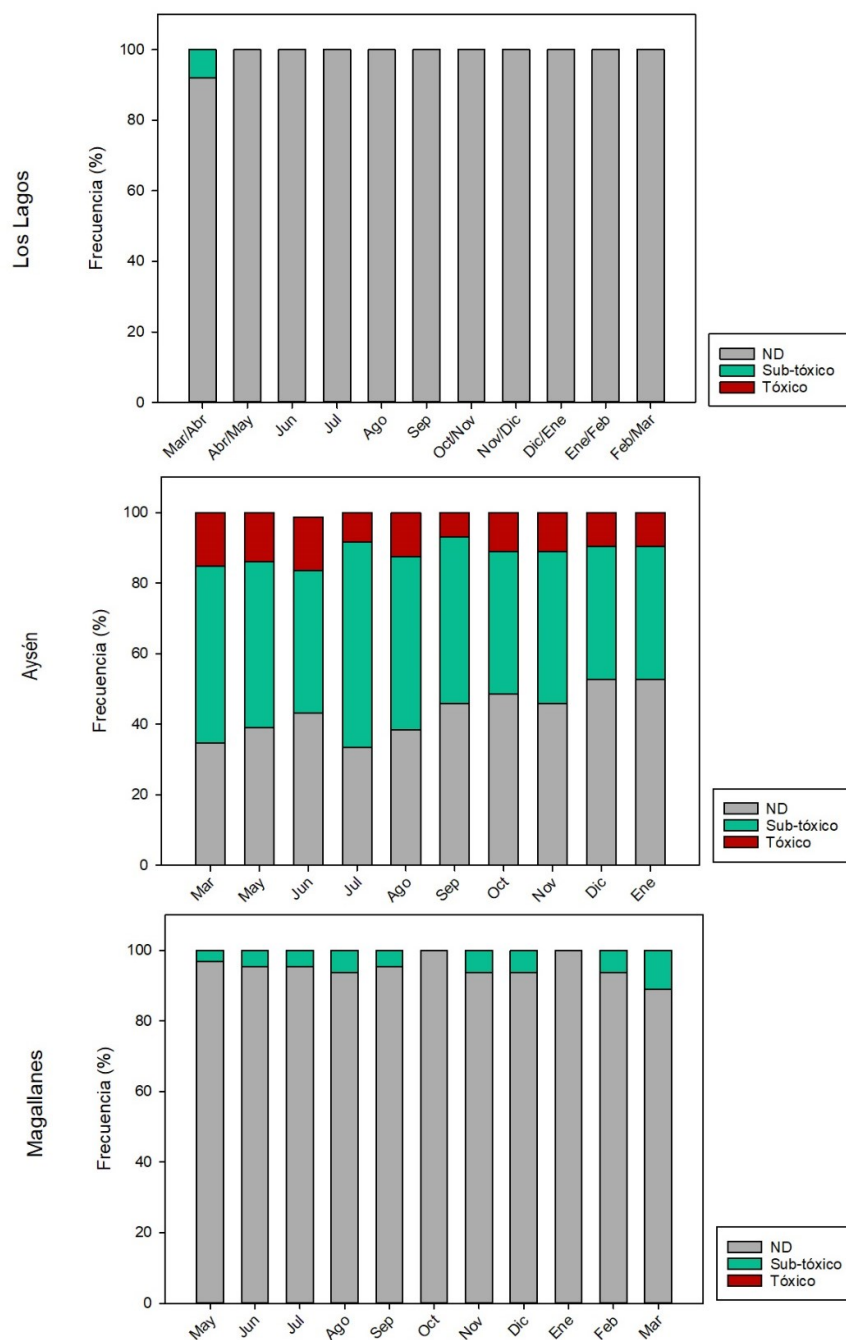


Figura 1.2.1. Se representa la Frecuencia (%) de Toxinas Paralizantes de los Mariscos (TPM), monitoreadas a lo largo de las tres regiones entre Los Lagos, Aysén y Magallanes, con rangos entre No Detectada (ND; gris), niveles sub-tóxicos ($<80 \mu\text{g SXT} \cdot 100\text{g}^{-1}$ marisco; verde), y niveles tóxicos ($>80 \mu\text{g SXT} \cdot 100\text{g}^{-1}$ marisco; rojo), entre los meses de marzo 2020 a marzo 2021. Para la región de Aysén, la información fue representada hasta el mes de enero 2021.

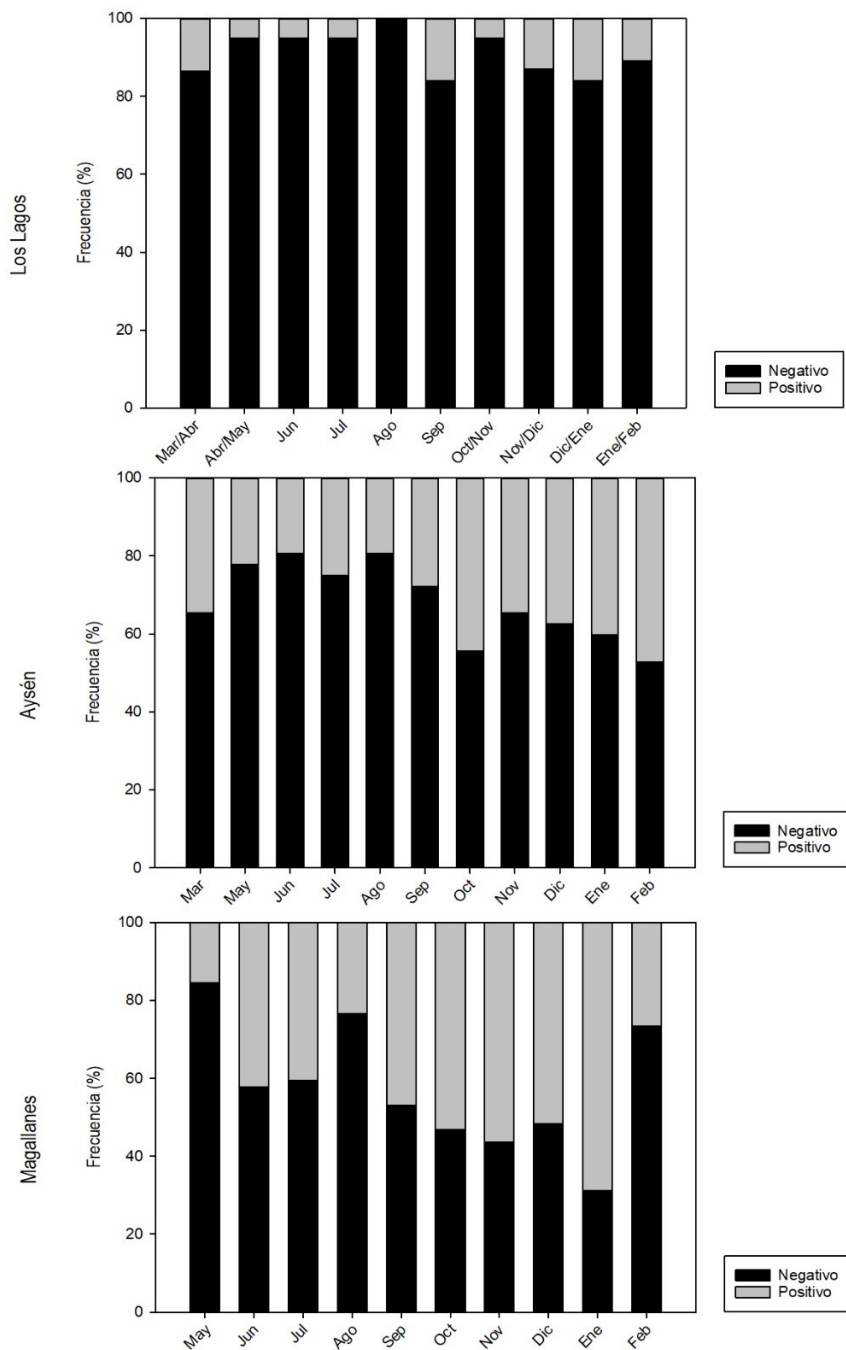


Figura 1.2.2. Se representa la Frecuencia (%) de Toxinas Diarreicas de los Mariscos (VDM) monitoreadas a lo largo de las tres regiones entre Los Lagos, Aysén y Magallanes. Se indica cuando las muestras fueron negativas a esta toxina (negro), y positivas (gris), entre los meses de marzo 2020 a febrero 2021. Para la región de Magallanes, la información fue representada desde el mes de mayo 2020.

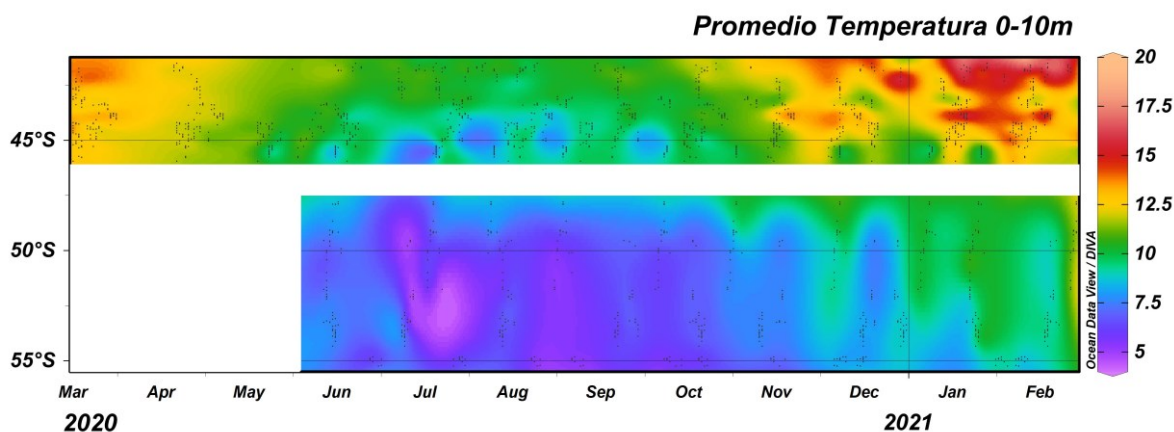


Figura 1.3.1. Distribución espacial y temporal de temperatura °C promedio del estrato 0-10m, desde marzo 2020 a febrero 2021 desde Puerto Montt a Magallanes.

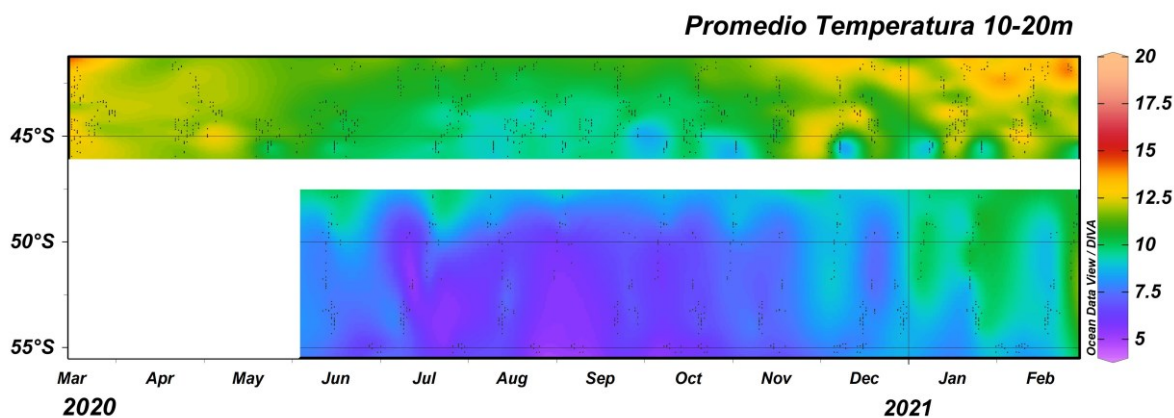


Figura 1.3.2. Distribución espacial y temporal de temperatura °C promedio del estrato 10-20m, desde marzo 2020 a febrero 2021 desde Puerto Montt a Magallanes.

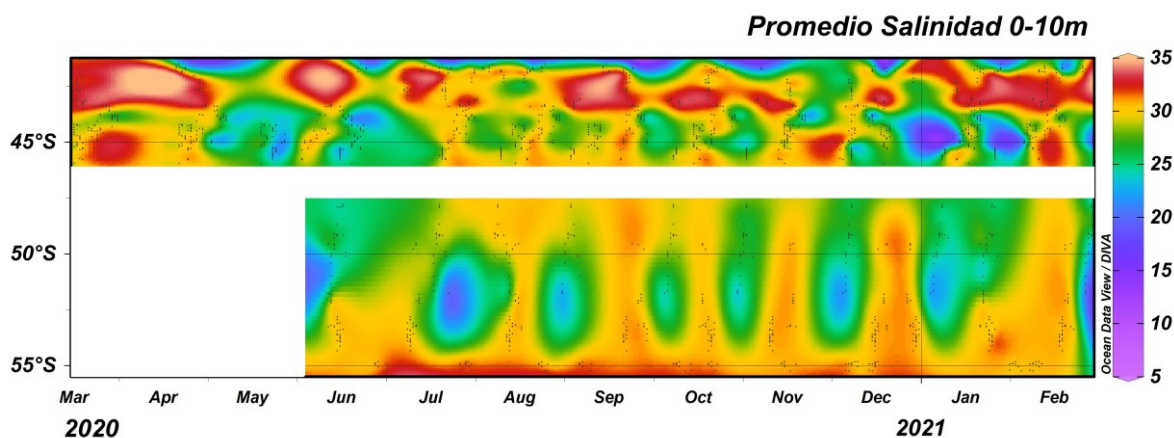


Figura 1.3.3. Distribución espacial y temporal de salinidad UPS promedio del estrato 0-10m, desde marzo 2020 a febrero 2021 desde Puerto Montt a Magallanes.

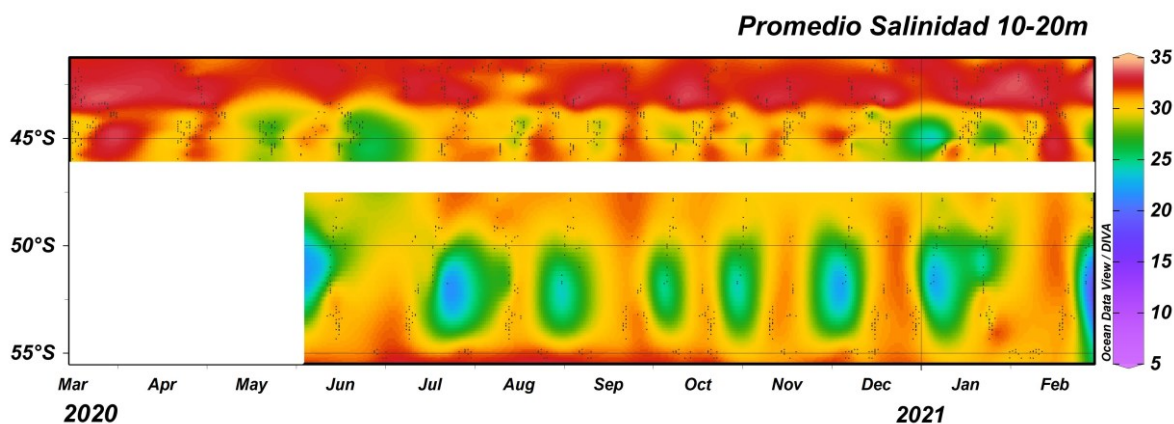


Figura 1.3.4. Distribución espacial y temporal de salinidad UPS promedio del estrato 10-20m, desde marzo 2020 a febrero 2021 desde Puerto Montt a Magallanes.

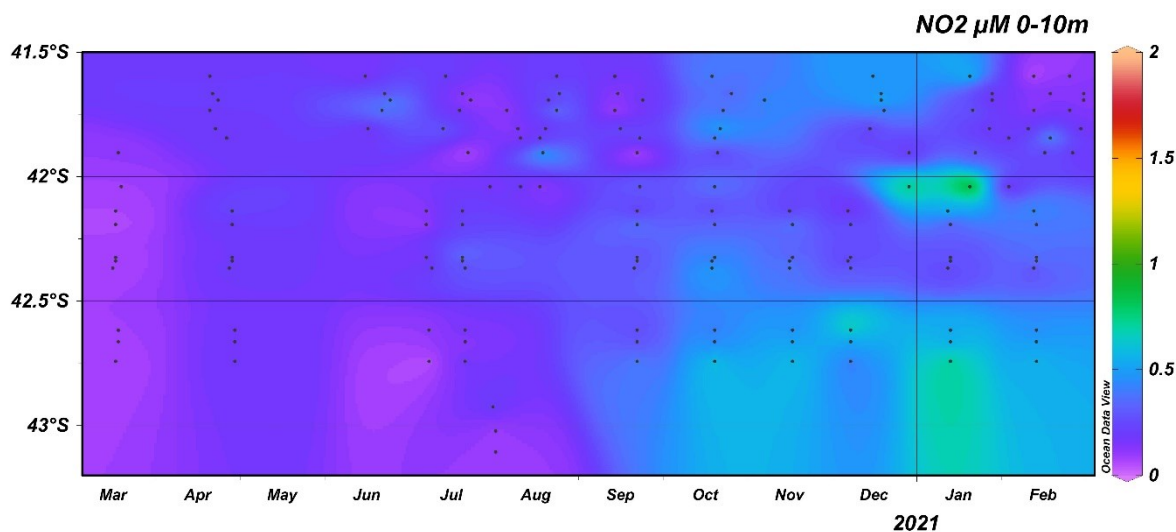


Figura 1.3.5. Distribución espacial y temporal de nitrito del estrato 0-10m, desde marzo 2020 a febrero 2021 en la región de Los Lagos.

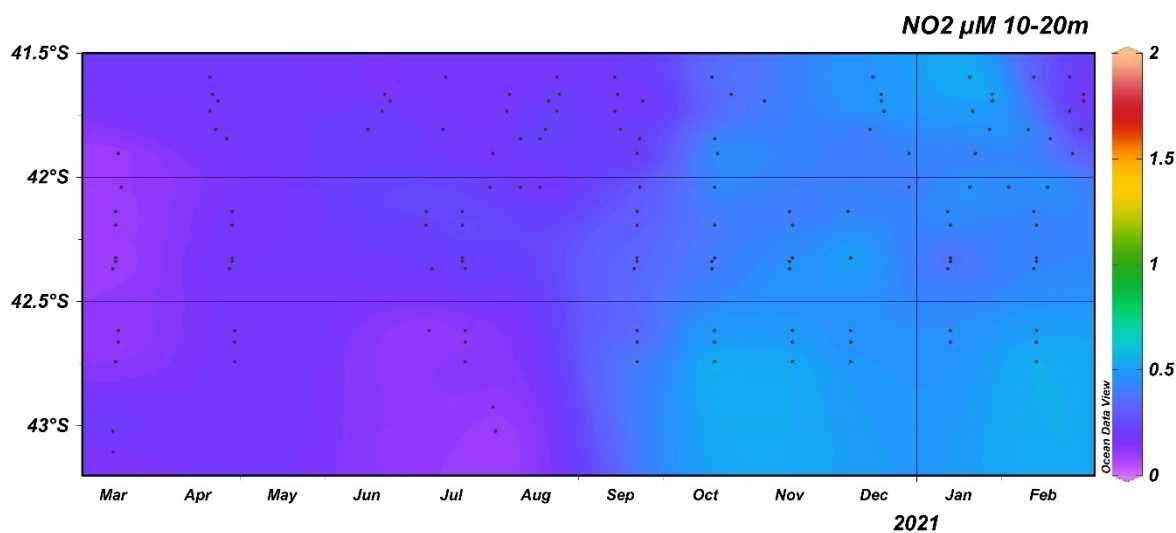


Figura 1.3.6. Distribución espacial y temporal de nitrito del estrato 10-20m, desde marzo 2020 a febrero 2021 en la región de Los Lagos.

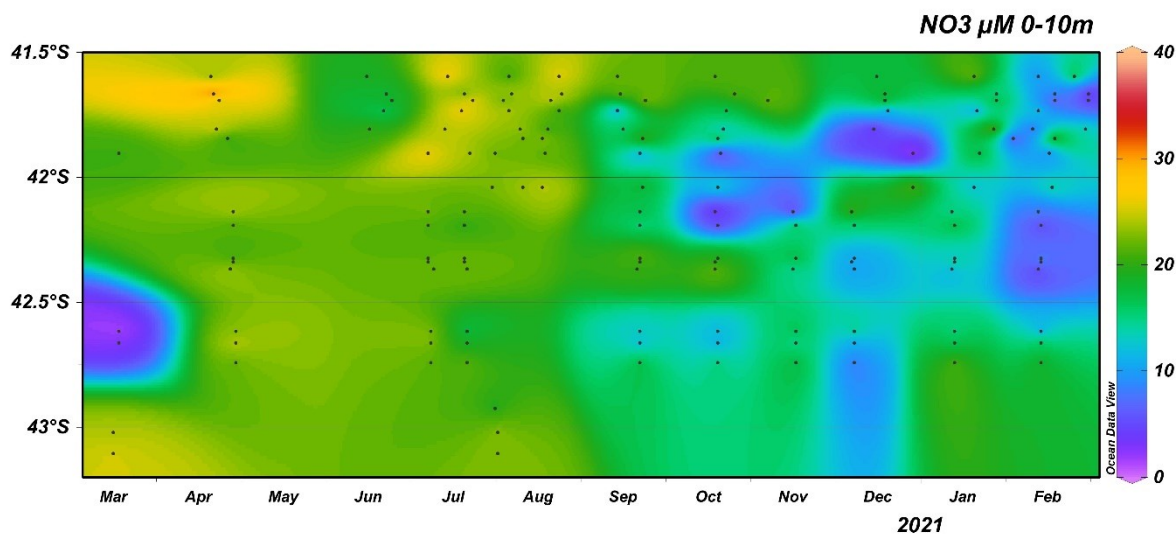


Figura 1.3.7. Distribución espacial y temporal de nitrato del estrato 0-10m, desde marzo 2020 a febrero 2021 en la región de Los Lagos.

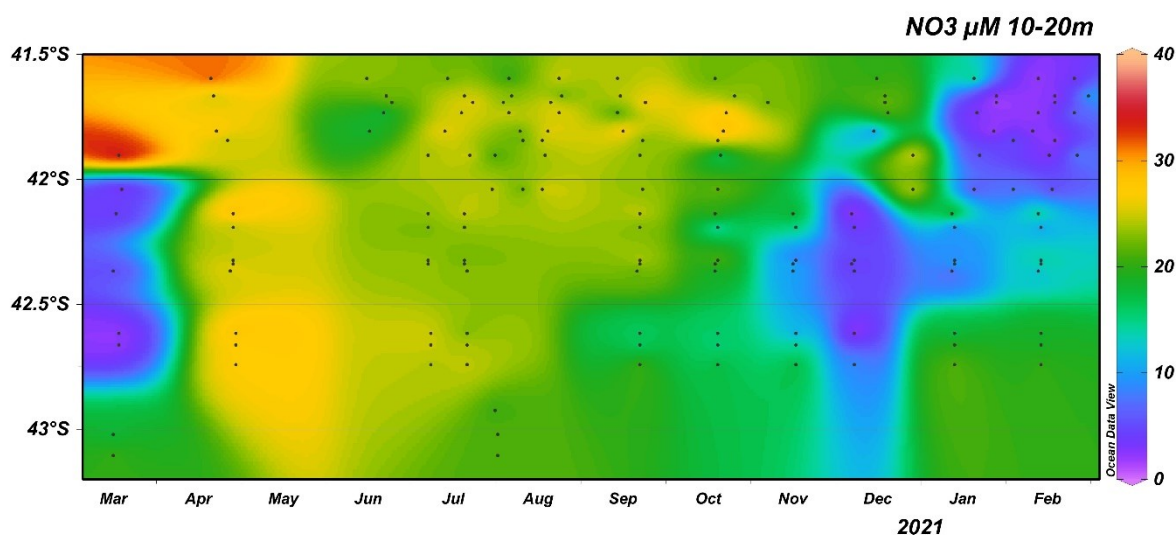


Figura 1.3.8. Distribución espacial y temporal de nitrato del estrato 10-20m, desde marzo 2020 a febrero 2021 en la región de Los Lagos.

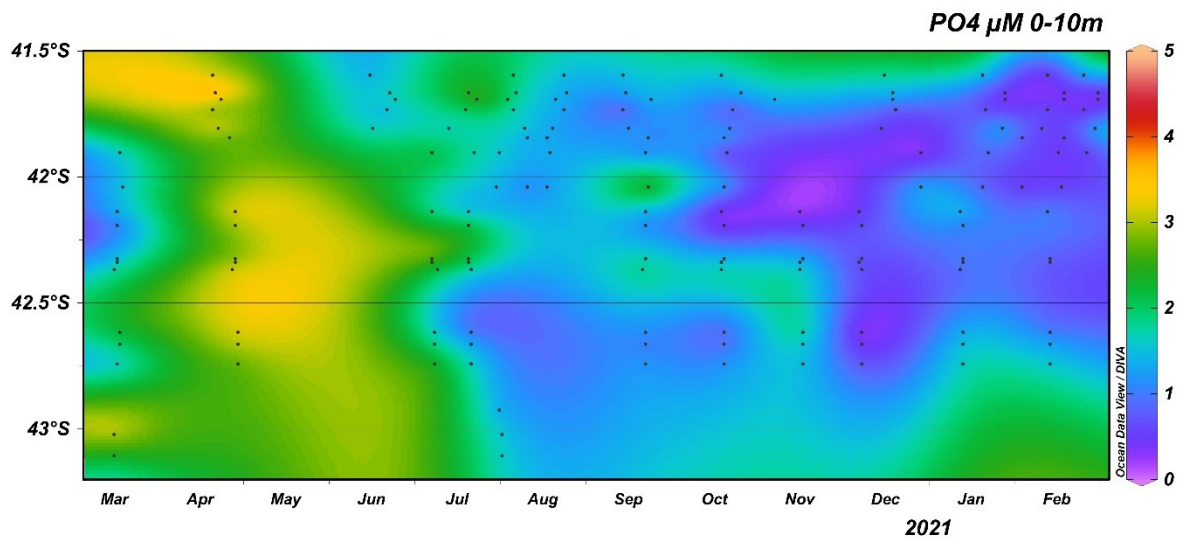


Figura 1.3.9. Distribución espacial y temporal de fosfato del estrato 0-10m, desde marzo 2020 a febrero 2021 en la región de Los Lagos.

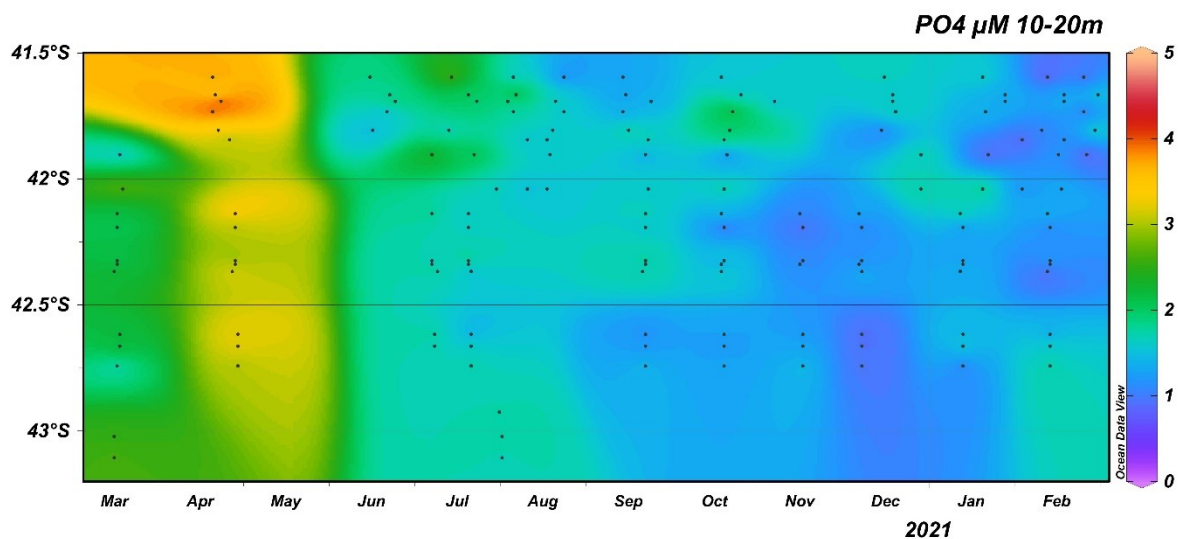


Figura 1.3.10. Distribución espacial y temporal de fosfato del estrato 10-20m, desde marzo 2020 a febrero 2021 en la región de Los Lagos.

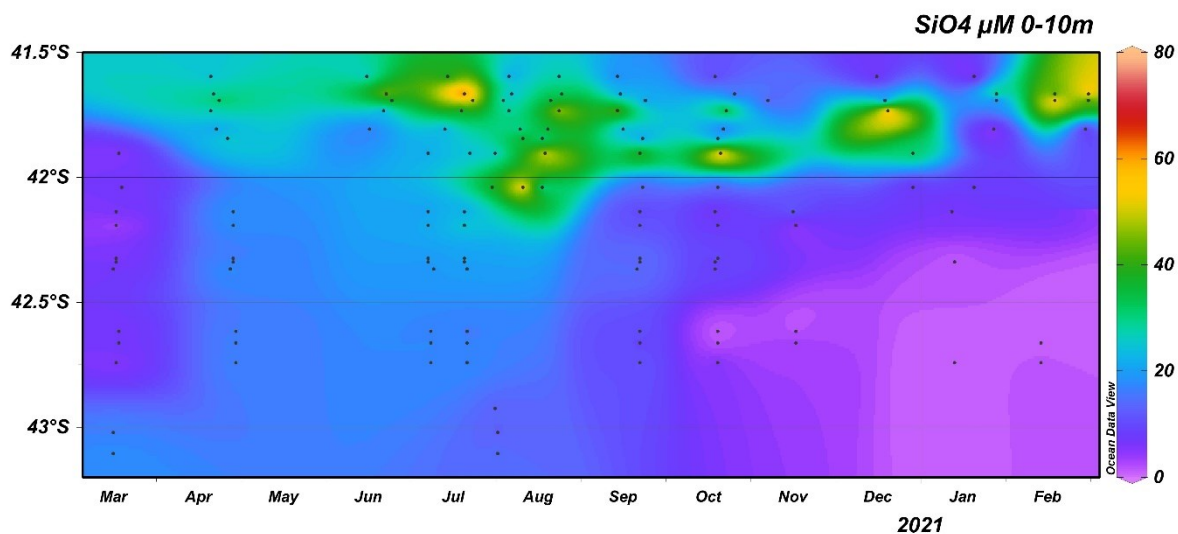


Figura 1.3.11. Distribución espacial y temporal de sílice del estrato 0-10m, desde marzo 2020 a febrero 2021 en la región de Los Lagos.

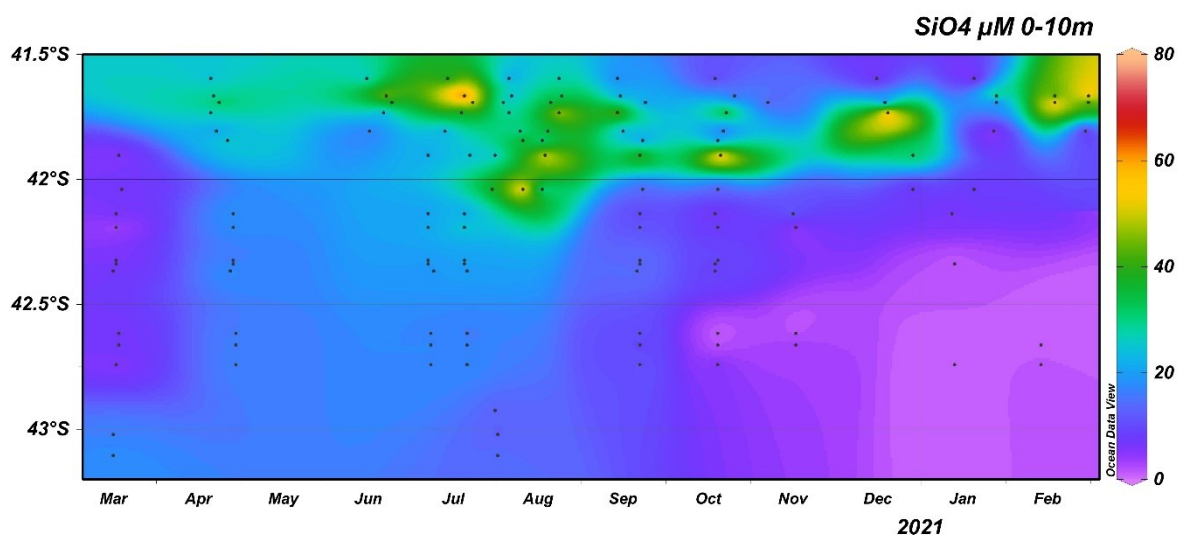


Figura 1.3.12. Distribución espacial y temporal de sílice del estrato 10-20m, desde marzo 2020 a febrero 2021 en la región de Los Lagos.

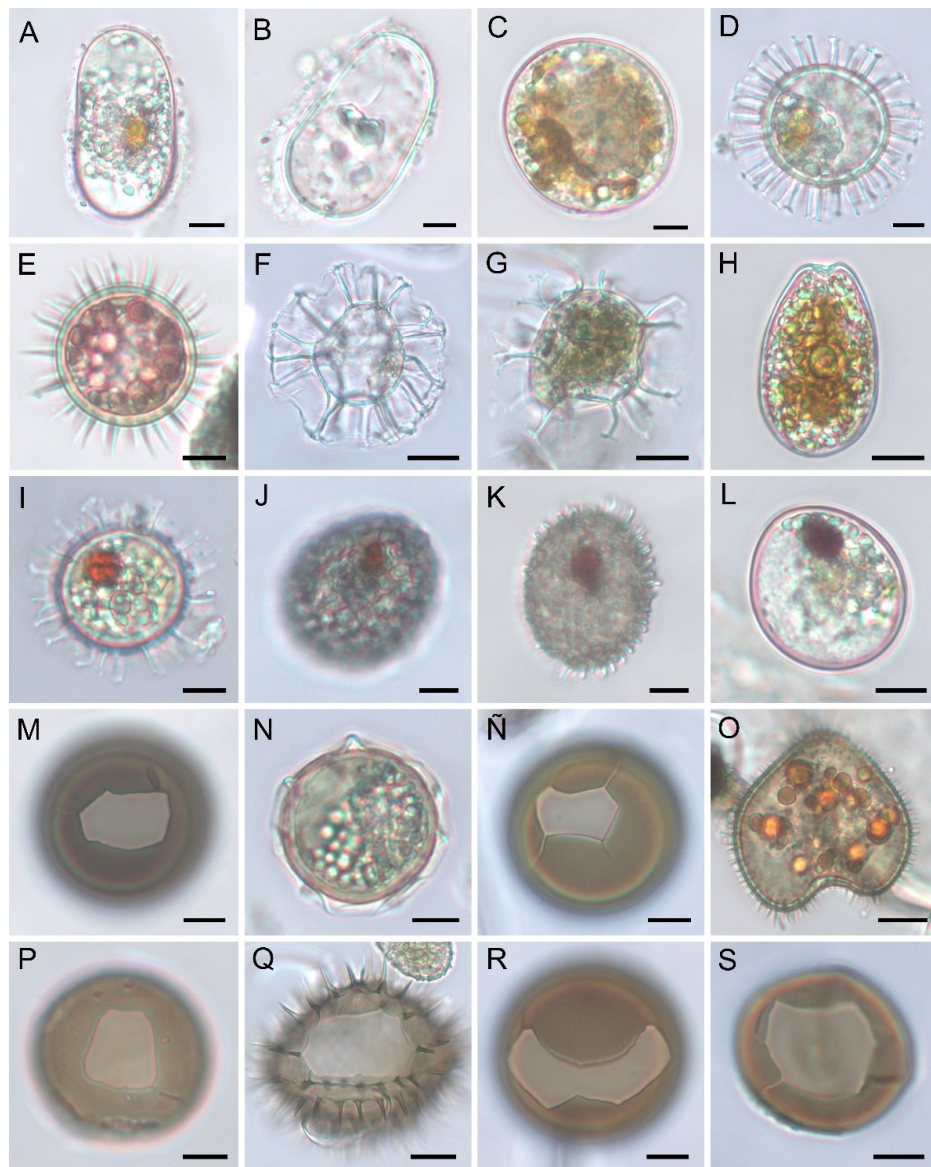


Figura 1.4.1. Quistes de resistencia de dinoflagelados registrados en sedimentos de las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes durante 2020. **A.** *Alexandrium catenella*. **B.** *Alexandrium catenella* vacío. **C.** *Alexandrium ostenfeldii*. **D.** *Protoceratium reticulatum*. **E.** *Lingulodinium polyedrum*. **F.** *Nematosphaeropsis labyrinthus*. **G.** *Spiniferites ramosus*. **H.** *Prorocentrum lima*. **I.** *Pentaparsodinium dalei*. **J.** *Scrippsiella patagonica*. **K.** *Scrippsiella trochoidea*. **L.** *Scrippsiella* sp. **M.** *Protoperidinium* cf. *abei*. **N.** *Protoperidinium americanum*. **Ñ.** *Protoperidinium avellana*. **O.** *Protoperidinium claudicans*. **P.** *Protoperidinium conicoides*. **Q.** *Protoperidinium conicum*. **R.** *Protoperidinium denticulatum*. **S.** *Protoperidinium excentricum*. Barras de escala: 10 μ m.

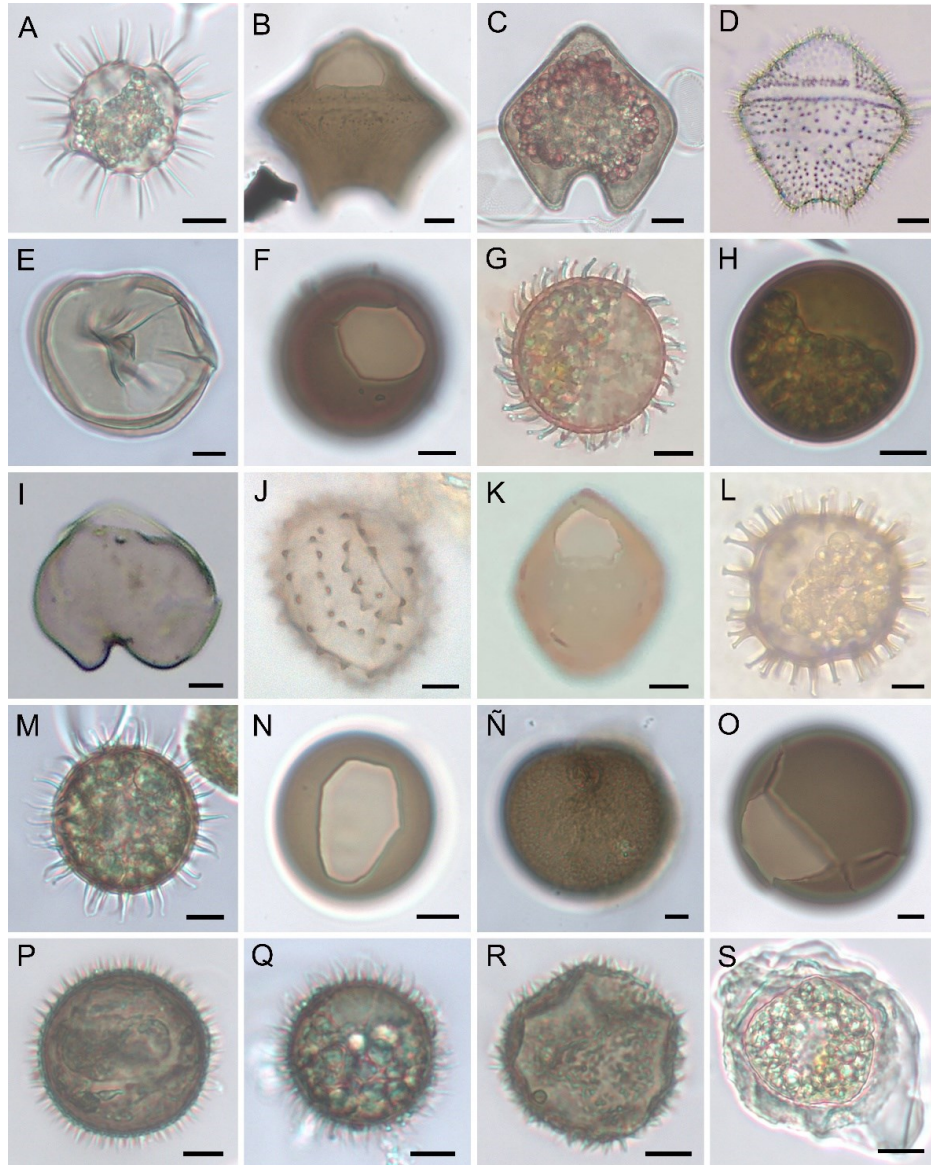


Figura 1.4.2. Quistes de resistencia de dinoflagelados registrados en sedimentos de las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes durante 2020. **A.** *Protoperidinium* cf. *nudum*. **B.** *Protoperidinium* *leonis*. **C.** *Protoperidinium* *oblongum*. **D.** *Protoperidinium* *pentagonum*. **E.** *Protoperidinium* *subinermis*. **F.** *Protoperidinium* *thorianum*. **G.** *Protoperidinium* *tricingulatum*. **H.** *Protoperidinium* spp. **I.** *Protoperidinium* sp. 3. **J.** *Protoperidinium* sp. 6. **K.** *Protoperidinium* sp. 9. **L.** *Trinovantedinium* *variabile*. **M.** *Niea* *acanthocysta*. **N.** *Diplopsalopsis* *ovata*. **Ñ.** *Preperidinium* *meunieri*. **O.** *Protoperidinium* *sinuosum*. **P.** *Archaeoperidinium* *constrictum*. **Q.** *Archaeoperidinium* *minutum*. **R.** *Archaeoperidinium* sp. **S.** *Gymnodinium* *aureolum*. Barras de escala: 10 μ m.

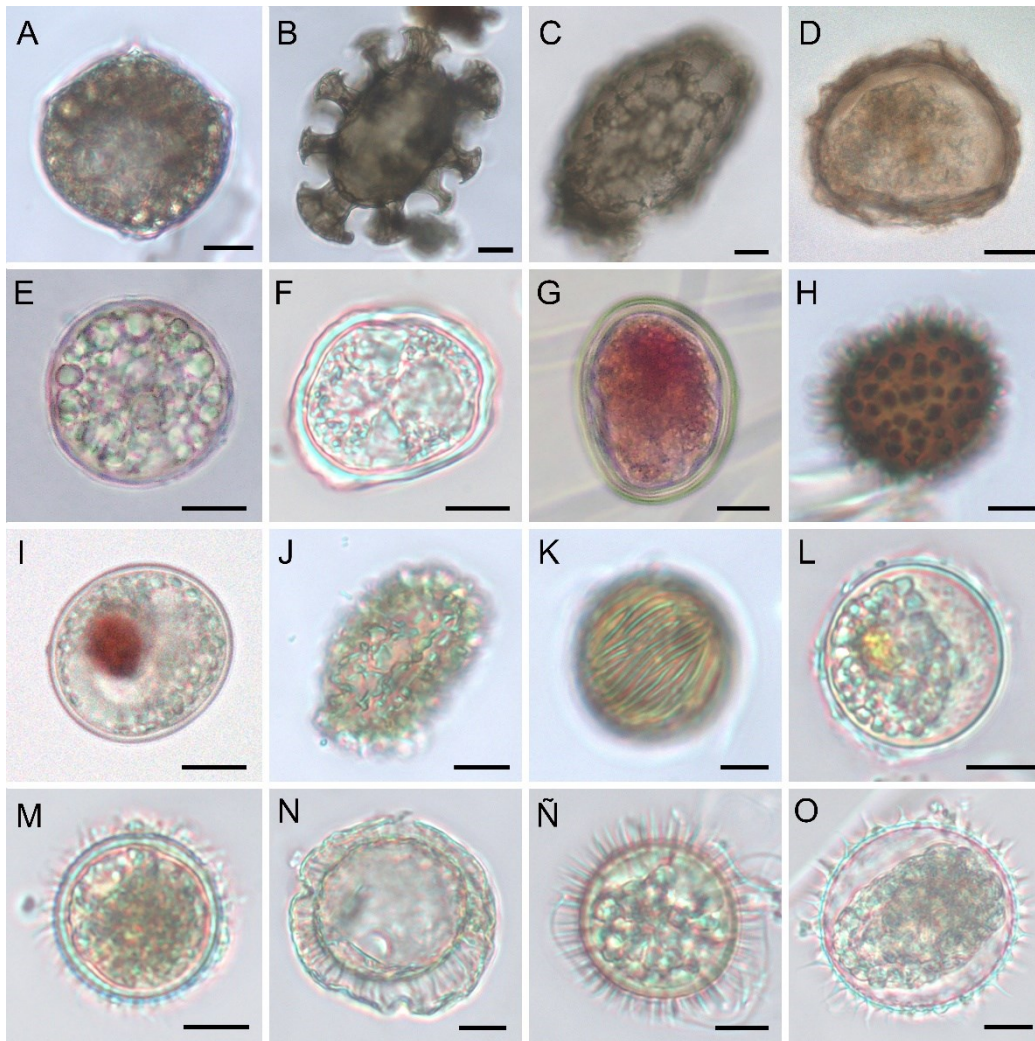


Figura 1.4.3. Quistes de resistencia de dinoflagelados registrados en sedimentos de las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes durante 2020. **A.** *Gyrodinium undulans*. **B.** *Polykrikos schwartzii*. **C.** *Polykrikos* sp. 1. **D.** No identificado 1. **E.** No identificado 2. **F.** No identificado 4. **G.** No identificado 8. **H.** No identificado 9. **I.** No identificado 10. **J.** No identificado 13. **K.** No identificado 14. **L.** No identificado 27. **M.** No identificado 34. **N.** No identificado 36. **Ñ.** No identificado 42. **O.** No identificado 43. Barras de escala: 10 μ m.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

Tabla 1.4.1. Diversidad y abundancia de quistes (quistes cm⁻³ de sedimento húmedo) obtenidos en sedimentos de la región de Los Lagos durante otoño-invierno 2020.

Estación	E. Yaldad	San Antonio	P. Chaiguao	Yelcho	C. Coldita	I. Laitec	B. Velahué	S. Pedro	
Código	L18	L18N2	L19	L19N1	L19N2	L20	L20N1	L23	
Fecha de muestreo	27-07-2020	27-07-2020	31-07-2020	31-07-2020	31-07-2020	31-07-2020	31-07-2020	31-07-2020	
Especie									Total
<i>Alexandrium catenella</i>	0	0	3	0	0	2	15	0	20
<i>Protoceratium reticulatum</i>	0	0	2	0	6	0	10	9	27
<i>Lingulodinium polyedra</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	3
<i>Spiniferites ramosus</i>	0	0	0	0	0	0	10	0	10
<i>Pentapharsodinium dalei</i>	0	6	0	0	0	4	0	0	10
<i>Scrippsiella patagonica</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	0	0	0	0	0	0	5	0	5
<i>Protoperidinium americanum</i>	32	6	2	2	0	2	15	2	61
<i>Protoperidinium avellana</i>	24	6	0	2	3	3	10	12	60
<i>Protoperidinium claudicans</i>	8	0	0	0	0	0	0	0	8
<i>Protoperidinium conicoides</i>	0	0	0	0	0	0	5	0	5
<i>Protoperidinium conicum</i>	104	12	4	0	3	13	15	14	165
<i>Protoperidinium denticulatum</i>	64	0	1	4	11	3	15	5	103
<i>Protoperidinium excentricum</i>	32	6	0	2	6	0	0	0	46
<i>Protoperidinium cf. nudum</i>	48	6	0	0	3	0	45	14	116
<i>Protoperidinium leonis</i>	16	0	0	0	0	2	0	0	18
<i>Protoperidinium oblongum</i>	8	0	0	0	0	0	0	0	8
<i>Protoperidinium pentagonum</i>	0	0	0	0	3	0	5	0	8
<i>Protoperidinium subinermis</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Protoperidinium spp.</i>	0	6	1	0	0	2	0	0	9
<i>Preperidinium meunieri</i>	56	0	0	0	3	4	15	2	80
<i>Trinovantidium variable</i>	0	6	0	0	0	0	0	0	6
<i>Archaeoperidinium constrictum</i>	8	0	0	0	0	0	0	0	8
<i>Archaeoperidinium minutum</i>	112	0	0	0	0	0	40	2	154
<i>Polykrikos schwartzii</i>	64	42	0	0	3	2	10	7	128
<i>Polykrikos sp.1</i>	0	6	0	0	3	0	0	2	11
No identificado 2	8	0	0	0	0	0	0	0	8
No identificado 9	8	0	0	0	0	0	0	0	8
No identificado 13	0	0	0	2	0	0	0	0	2
No identificado 14	32	0	0	0	3	0	0	0	35
No identificado 27	0	0	0	0	0	0	0	5	5
No identificado 34	16	0	0	0	0	0	25	0	41
No identificado 36	16	0	0	0	0	0	0	0	16
Total	656	102	13	14	50	37	240	76	1188



Tabla 1.4.2. Diversidad y abundancia de quistes (quistes cm⁻³ de sedimento húmedo) obtenidos en sedimentos de la región de Los Lagos durante primavera 2020.

Estación	E. Yaldad	S. Antonio	P. Chaiguao	Yelcho	C. Coldita	I. Laitec	B. Velahué	S. Pedro	
Código	L18	L18N2	L19	L19N1	L19N2	L20	L20N1	L23	
Fecha de muestreo	04-12-2020	04-12-2020	02-12-2020	04-12-2020	04-12-2020	04-12-2020	02-12-2020	04-12-2020	
Especie									Total
<i>Alexandrium catenella</i>	0	36	0	2	0	0	0	0	38
<i>Protoceratium reticulatum</i>	0	9	3	2	28	0	1	18	61
<i>Nematosphaeropsis labyrinthus</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	3
<i>Spiniferites ramosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	3
<i>Pentaparsodinium dalei</i>	0	9	0	0	0	0	0	0	9
<i>Scrippsiella patagonica</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	2
<i>Protoperidinium americanum</i>	27	54	0	2	27	2	0	0	112
<i>Protoperidinium avellana</i>	18	36	3	7	14	2	1	3	84
<i>Protoperidinium claudicans</i>	5	0	3	0	0	0	0	0	8
<i>Protoperidinium conicoides</i>	5	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Protoperidinium conicum</i>	9	27	3	0	5	2	1	11	58
<i>Protoperidinium denticulatum</i>	23	27	0	0	18	2	0	3	73
<i>Protoperidinium excentricum</i>	9	0	0	0	0	0	0	0	9
<i>Protoperidinium cf. nudum</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Protoperidinium leonis</i>	0	0	0	2	9	0	0	0	11
<i>Protoperidinium pentagonum</i>	0	9	0	0	9	0	0	0	18
<i>Protoperidinium subinerme</i>	9	0	0	0	9	2	1	0	21
<i>Protoperidinium spp.</i>	0	18	0	0	5	0	1	5	29
<i>Preperidinium meunieri</i>	9	9	0	0	14	2	0	0	34
<i>Archaeoperidinium constrictum</i>	5	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Archaeoperidinium minutum</i>	0	9	0	0	14	0	2	0	25
<i>Archaeoperidinium sp.1</i>	0	9	0	0	0	0	0	0	9
<i>Polykrikos schwartzii</i>	50	198	6	3	32	6	1	13	309
<i>Polykrikos sp.1</i>	9	18	0	0	0	0	0	0	27
No identificado 1	5	9	0	0	0	0	0	3	17
No identificado 9	0	9	0	0	9	0	0	0	18
No identificado 13	9	18	0	0	5	0	0	0	32
No identificado 14	9	18	0	0	0	0	0	0	27
No identificado 27	0	18	0	0	32	2	0	0	52
Total	201	540	18	20	230	22	8	62	1101



Tabla 1.4.3. Diversidad y abundancia de quistes (quistes cm⁻³ de sedimento húmedo) obtenidos en sedimentos de la región de Aysén durante otoño-invierno 2020.

Estación	I. Orestes	C. Hermanas	I. Elena	I. Julián	I. Viola	I. Vergara	I. Ester	C. Pilcomayo	C. Rodríguez	
Código	A-23	A-24	A-25	A-30	A30N1	A-32	A32N1	A-42	A-45	
Fecha de muestreo	19-06-2020	24-06-2020	20-06-2020	19-06-2020	19-06-2020	19-06-2020	19-06-2020	20-06-2020	20-06-2020	
Especie										Total
<i>Alexandrium catenella</i>	6	0	0	0	4	0	5	0	0	15
<i>Alexandrium ostenfeldii</i>	0	4	0	0	4	0	0	0	2	10
<i>Protoceratium reticulatum</i>	99	0	0	252	51	120	49	45	2	618
<i>Lingulodinium polyedra</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
<i>Pentaparsodinium dalei</i>	6	0	0	9	0	0	0	0	0	15
<i>Protoperidinium cf. abei</i>	0	0	10	0	0	0		0	0	10
<i>Protoperidinium americanum</i>	51	16	20	153	13	32	13	15	7	320
<i>Protoperidinium avellana</i>	78	20	48	63	9	8	10	65	13	314
<i>Protoperidinium claudicans</i>	9	0	10	9	13	0	5	5	0	51
<i>Protoperidinium conicoides</i>	6	16	0	18	0	0	2	15	0	57
<i>Protoperidinium conicum</i>	15	4	10	54	0	16	2	25	7	133
<i>Protoperidinium denticulatum</i>	54	24	38	54	0	0	5	10	9	194
<i>Protoperidinium excentricum</i>	54	36	38	45	0	24	15	25	11	248
<i>Protoperidinium leonis</i>	0	4	0	0	0	0	0	0	11	15
<i>Protoperidinium oblongum</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
<i>Protoperidinium pentagonum</i>	0	0	0	9	0	8	0	0	0	17
<i>Protoperidinium subinermis</i>	12	4	0	0	0	0	0	0	0	16
<i>Protoperidinium thorianum</i>	0	8	29	0	0	8	3	0	0	48
<i>Protoperidinium spp.</i>	15	12	48	18	13	64	5	50	7	232
<i>Preperidinium meunieri</i>	9	12	0	18	0	8	0	0	0	47
<i>Diplopsalopsis ovata</i>	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9
<i>Archaeoperidinium minutum</i>	6	12	66	27	0	0	2	45	7	165
<i>Niea acanthocysta</i>	0	4	0	0	0	0	0	5	0	9
<i>Polykrikos schwartzii</i>	3	0	0	0	0	8	2	15	0	28
No identificado 4	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10
No identificado 34	3	0	0	0	4	0	0	0	0	7
No identificado 42	0	4	0	0	0	16	0	0	0	20
No identificado 43	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4
Total	435	180	327	729	115	312	122	320	76	2220



Tabla 1.4.4. Diversidad y abundancia de quistes (quistes cm⁻³ de sedimento húmedo) obtenidos en sedimentos de la región de Aysén durante primavera 2020.

Estación	I. Orestes	C. Hermanas	I. Elena	I. Julián	I. Viola	I. Vergara	I. Ester	C. Pilcomayo	C. Rodríguez	
Código	A-23	A-24	A-25	A-30	A30N1	A-32	A32N1	A-42	A-45	
Fecha de muestreo	15-11-2020	18-11-2020	17-11-2020	15-11-2020	15-11-2020	15-11-2020	15-11-2020	15-11-2020	15-11-2020	
Especie										Total
<i>Alexandrium catenella</i>	0	0	0	0	0	4	0	5	5	14
<i>Protoceratium reticulatum</i>	36	0	0	198	3	24	12	32	9	314
<i>Lingulodinium polyedra</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Protoperidinium americanum</i>	0	12	42	12	0	4	0	0	0	70
<i>Protoperidinium avellana</i>	12	12	48	17	0	0	9	9	9	116
<i>Protoperidinium claudicans</i>	0	0	6	0	0	0	0	0	5	11
<i>Protoperidinium conicoides</i>	0	4	0	0	0	0	0	0	2	6
<i>Protoperidinium conicum</i>	3	0	12	6	0	0	3	5	2	31
<i>Protoperidinium denticulatum</i>	9	0	18	44	5	16	6	0	23	121
<i>Protoperidinium excentricum</i>	57	16	108	28	8	12	6	14	12	261
<i>Protoperidinium cf. nudum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5
<i>Protoperidinium leonis</i>	0	0	0	0	0	4	3	0	5	12
<i>Protoperidinium oblongum</i>	0	0	6	0	0	0	0	0	0	6
<i>Protoperidinium pentagonum</i>	0	0	0	6	0	0	0	9	0	15
<i>Protoperidinium subinermis</i>	0	4	18	0	0	0	0	0	0	22
<i>Protoperidinium thorianum</i>	0	0	6	6	0	0	0	0	0	12
<i>Protoperidinium spp.</i>	3	4	132	0	2	4	12	0	2	159
<i>Protoperidinium sp. 3</i>	0	0	0	0	2	4	0	0	0	6
<i>Preperidinium meunieri</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
<i>Diplopsalopsis ovata</i>	3	0	6	17	0	0	0	0	0	26
<i>Archaeoperidinium minutum</i>	0	0	12	17	0	0	6	10	9	54
<i>Niea acanthocysta</i>	0	4	6	0	0	0	0	0	0	10
<i>Polykrikos schwartzii</i>	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4
<i>Gyrodinium undulans</i>	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6
No identificado 1	0	12	0	0	0	4	0	0	0	16
No identificado 2	6	8	18	17	0	4	0	5	2	60
No identificado 10	0	0	6	0	0	0	0	0	0	6
No identificado 42	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Total	138	76	444	368	20	84	60	89	92	1190



Tabla 1.4.5. Diversidad y abundancia de quistes (quistes cm⁻³ de sedimento húmedo) obtenidos en sedimentos de la región de Magallanes durante otoño-invierno 2020.

Estación	P. Edén	R. Valdera	D. Edimburgo	I. Salamandra	P. Mancilla	I. Morton	I. Carlos	I. Carlos N.	A. Hamond	
Código	M06	M06N	M06N1	M06N2	M06N3	M01N	M02N	M06N4	M03N	
Fecha de muestreo	24-05-2020	24-05-2020	25-05-2020	25-05-2020	25-05-2020	25-05-2020	24-05-2020	24-05-2020	24-05-2020	
Especie										Total
<i>Alexandrium ostenfeldii</i>	12	10	0	0	18	17	0	0	0	57
<i>Protoceratium reticulatum</i>	0	0	0	24	0	34	0	0	0	58
<i>Prorocentrum lima</i>	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10
<i>Pentaparsodinium dalei</i>	36	5	9	0	99	102	38	0	30	319
<i>Scrippsiella patagonica</i>	0	0	0	0	0	0	0	27		27
<i>Scrippsiella</i> sp.	0	0	9	0	0	0	0	0	15	24
<i>Protoperidinium americanum</i>	24	0	27	24	9	34	0	27	45	190
<i>Protoperidinium avellana</i>	12	19	0	0	0	25	0	41	0	97
<i>Protoperidinium conicoides</i>	0	0	0	0	27	8	0	0	0	35
<i>Protoperidinium conicum</i>	60	10	18	24	18	0	19	0	0	149
<i>Protoperidinium denticulatum</i>	36	0	0	12	9	0	0	0	0	57
<i>Protoperidinium excentricum</i>	36	5	18	12	9	68	0	0	0	148
<i>Protoperidinium</i> cf. <i>nudum</i>	0	0	0	6	0	0	0	0	0	6
<i>Protoperidinium leonis</i>	0	0	0	0	9	0	0	0	0	9
<i>Protoperidinium oblongum</i>	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Protoperidinium pentagonum</i>	12	14	0	0	0	8	0	0	0	34
<i>Protoperidinium punctulatum</i>	0	0	0	0	9	0	36	0	0	45
<i>Protoperidinium subinermis</i>	0	5	0	0	9	8	0	0	0	22
<i>Protoperidinium thorianum</i>	0	0	18	0	18	34	36	0	0	106
<i>Protoperidinium tricingulatum</i>	0	0	0	0	0	17	0	0	0	17
<i>Protoperidinium</i> spp.	60	19	90	24	81	0	114	41	75	504
<i>Protoperidinium</i> sp. 3	0	0	0	0	0	34	0	0	0	34
<i>Protoperidinium</i> sp. 6	0	0	0	0	0	0	0	0	30	30
<i>Preperidinium meunieri</i>	48	14	9	36	27	51	45	0	15	245
<i>Diplopsalopsis ovata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	15	15
<i>Archaeoperidinium minutum</i>	24	5	0	0	27	136	76	14	0	282
<i>Archaeoperidinium</i> sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	15	15
<i>Niea acanthocysta</i>	0	0	9	24	0	0	0	0	0	33
<i>Polykrikos schwartzii</i>	12	10	0	6	0	17	0	14	0	59
<i>Gymnodinium aureolum</i>	0	10	18	0	9	0	0	0	0	37
No identificado 1	0	0	0	0	0	8	0	14	0	22
No identificado 2	24	14	27	0	18	51	19	0	0	153
No identificado 4	12	5	0	12	0	0	0	0	0	29
No identificado 8	0	0	0	0	9	0	0	0	0	9
No identificado 10	0	5	0	0	0	17	0	0	0	22
No identificado 27	12	0	0	0	0	0	0	0	0	12
No identificado 36	0	0	0	0	9	0	0	0	0	9
No identificado 41	0	0	0	0	18	0	0	0	0	18
No identificado 42	0	5	27	0	0	0	19	0	0	51
No identificado 43	12	0	9	24	0	0	0	0	0	45
Total	432	170	288	228	432	669	402	178	240	3039



Tabla 1.4.6. Diversidad y abundancia de quistes (quistes cm^{-3} de sedimento húmedo) obtenidos en sedimentos de la región de Magallanes durante primavera 2020.

Estación	P. Edén	R. Valdera	D. Edimburgo	I. Salamandra	P. Mancilla	I. Morton	I. Carlos	I. Carlos N.	A. Hamond	
Código	M06	M06N	M06N1	M06N2	M06N3	M01N	M02N	M06N4	M03N	
Fecha de muestreo	02-11-2020	02-11-2020	02-11-2020	02-11-2020	02-11-2020	02-11-2020	02-11-2020	02-11-2020	02-11-2020	
Especie										Total
<i>Pentaparsodinium dalei</i>	6	23	5	8	6	14	8	5	83	158
<i>Protoperidinium americanum</i>	12	0	0	4	12	14	4	5	23	74
<i>Protoperidinium avellana</i>	0	18	10	0	0	0	12	0	8	48
<i>Protoperidinium claudicans</i>	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5
<i>Protoperidinium conicoides</i>	0	18	0	4	0	0	4	0	0	26
<i>Protoperidinium conicum</i>	0	5	5	4	0	7	0	0	0	21
<i>Protoperidinium denticulatum</i>	0	0	0	0	6	0	4	10	0	20
<i>Protoperidinium excentricum</i>	6	81	10	30	0	7	20	0	0	154
<i>Protoperidinium pentagonum</i>	0	0	0	0	0	7	0	0	0	7
<i>Protoperidinium subinermis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8
<i>Protoperidinium thorianum</i>	0	0	0	4	12	0	0	0	0	16
<i>Protoperidinium tricingulatum</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
<i>Protoperidinium</i> spp.	6	36	0	11	0	0	8	0	15	76
<i>Protoperidinium</i> sp. 3	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
<i>Protoperidinium</i> sp. 9	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Preperidinium meunieri</i>	6	14	0	0	0	0	16	5	8	49
<i>Diplopsalopsis ovata</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
<i>Archaeoperidinium minutum</i>	6	5	5	0	0	0	0	0	45	61
No identificado 1	0	5	5	0	0	14	0	0	8	32
No identificado 2	6	23	5	8	0	0	12	0	0	54
No identificado 36	0	14	0	0	0	0	0	0	0	14
No identificado 42	0	5	0	0	0	0	0	0	15	20
No identificado 43	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5
Total	48	257	45	73	36	63	100	30	213	865

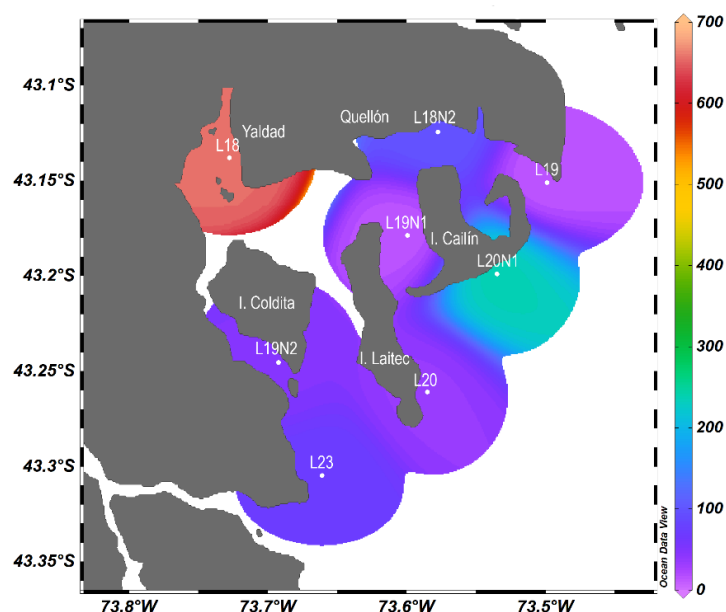


Figura 1.4.4. Abundancia total (quistes $\times$ cm^{-3}) de quistes de dinoflagelados en sedimento superficial de la región de Los Lagos durante muestreo de otoño-invierno 2020.

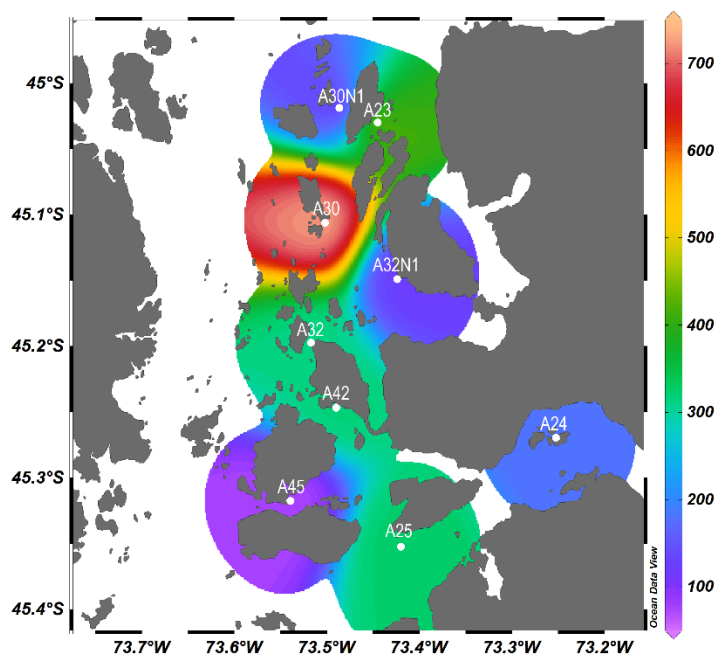


Figura 1.4.5. Abundancia total (quistes $\times$ cm^{-3}) de quistes de dinoflagelados en sedimento superficial de la región de Aysén durante muestreo de otoño-invierno 2020.

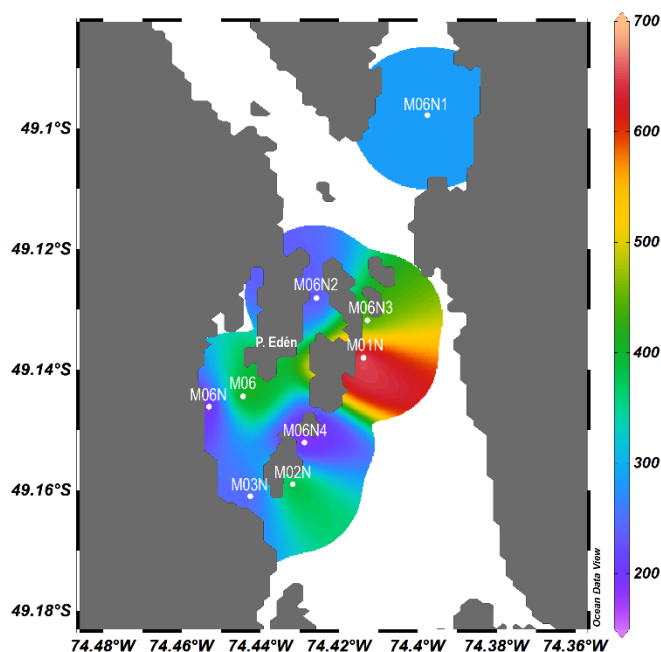


Figura 1.4.6. Abundancia total (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de dinoflagelados en sedimento superficial de la región de Magallanes durante muestreo de otoño-invierno 2020.

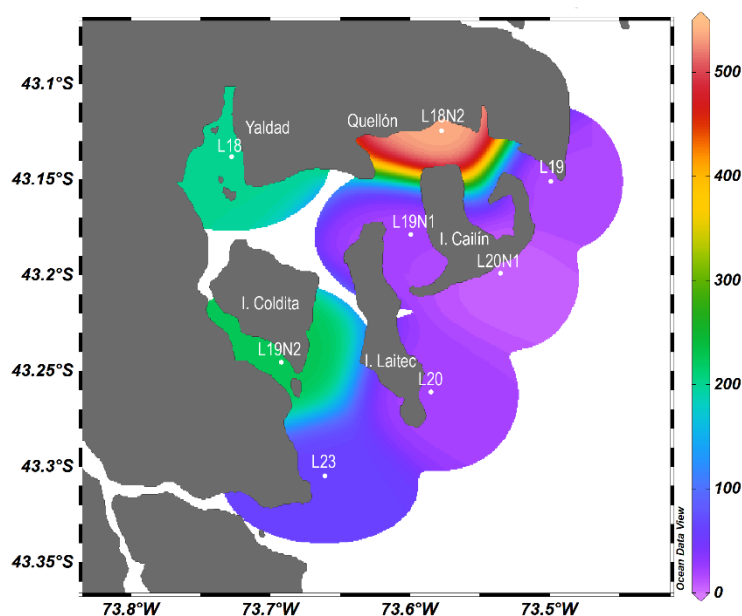


Figura 1.4.7. Abundancia total (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de dinoflagelados en sedimento superficial de la región de Los Lagos durante muestreo de primavera 2020.

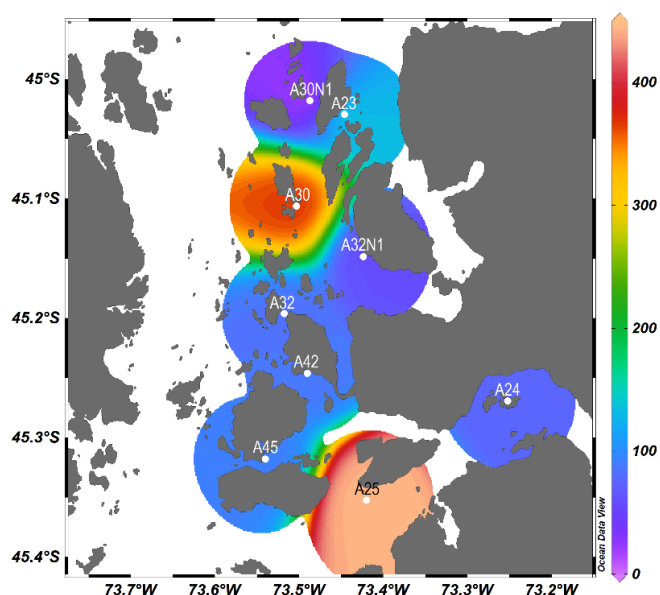


Figura 1.4.8. Abundancia total (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de dinoflagelados en sedimento superficial de la región de Aysén durante muestreo de primavera 2020.

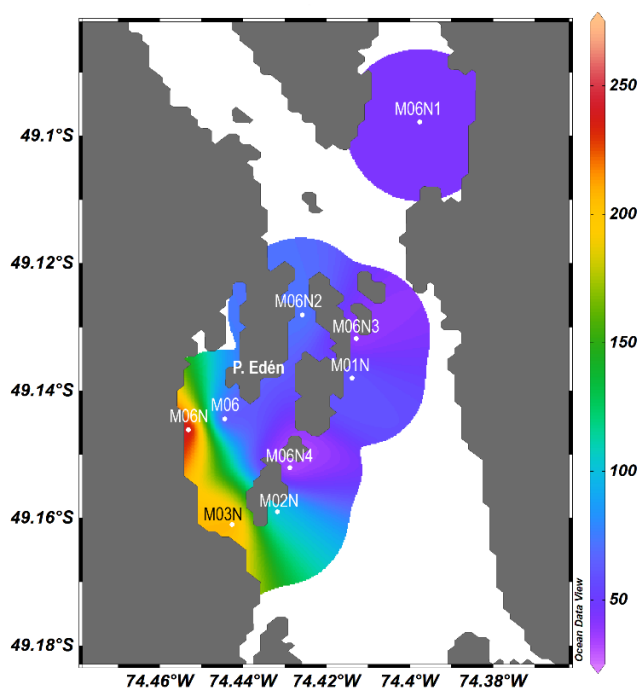


Figura 1.4.9. Abundancia total (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de dinoflagelados en sedimento superficial de la región de Magallanes durante muestreo de primavera 2020.

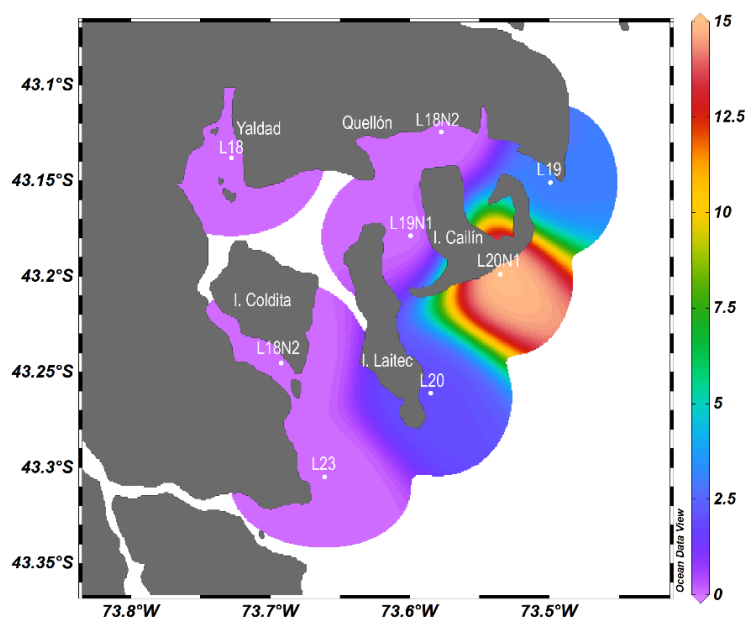


Figura 1.4.10. Abundancia (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de *A. catenella* en sedimento superficial de la región de Los Lagos durante muestreo de otoño-invierno 2020.

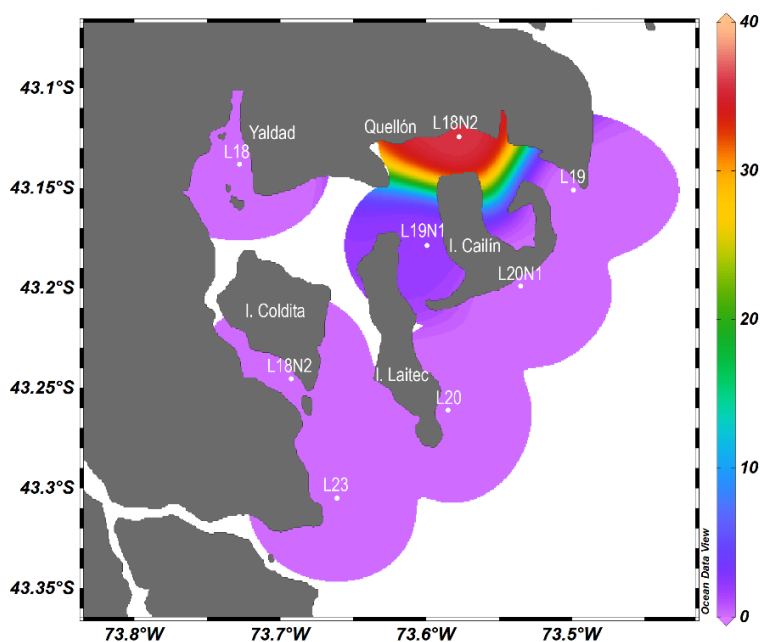


Figura 1.4.11. Abundancia (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de *A. catenella* en sedimento superficial de la región de Los Lagos durante muestreo de primavera 2020.

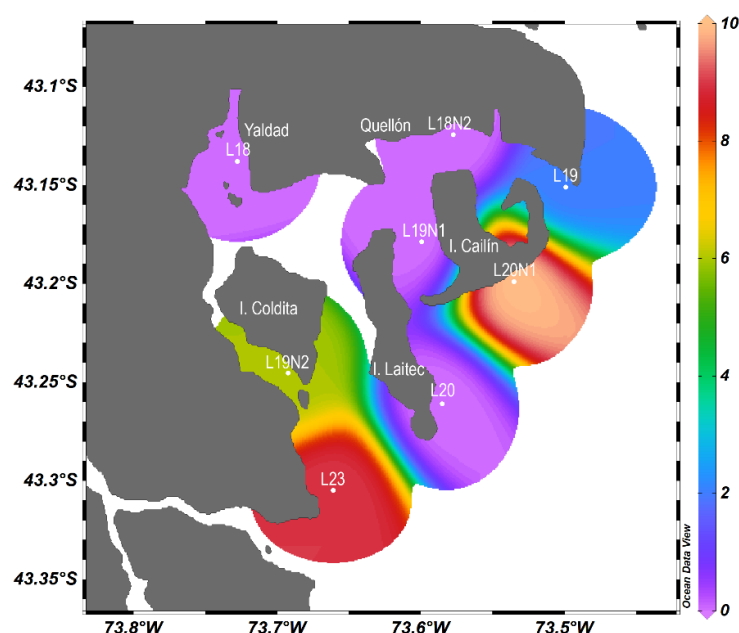


Figura 1.4.12. Abundancia (quistes $\times$ cm^{-3}) de quistes de *P. reticulatum* en sedimento superficial de la región de Los Lagos durante muestreo de otoño-invierno 2020.

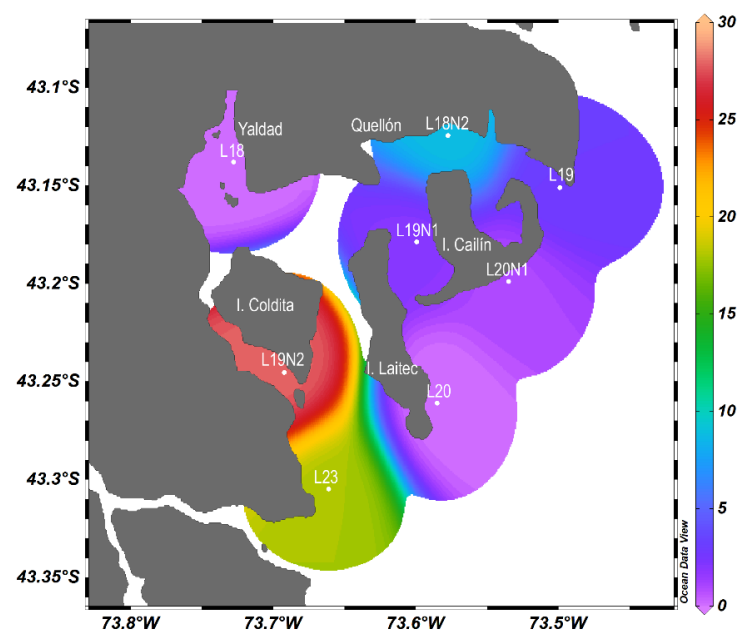


Figura 1.4.13. Abundancia (quistes $\times$ cm^{-3}) de quistes de *P. reticulatum* en sedimento superficial de la región de Los Lagos durante muestreo de primavera 2020.

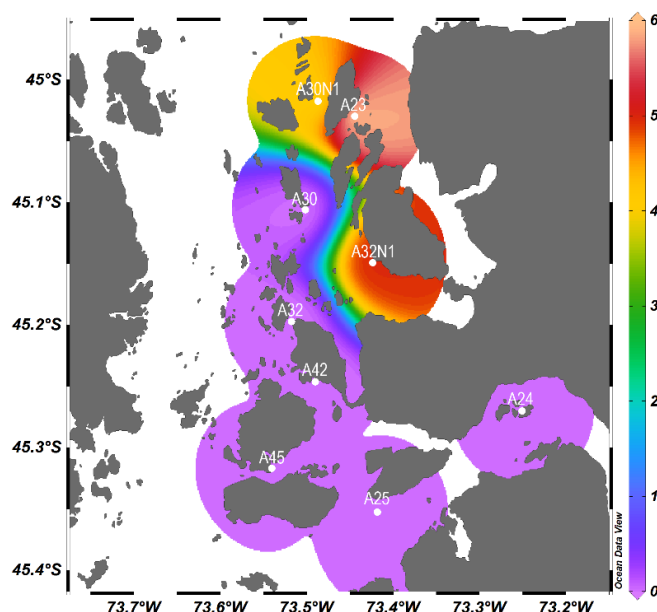


Figura 1.4.14. Abundancia (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de *A. catenella* en sedimento superficial de la región de Aysén durante muestreo de otoño-invierno 2020.

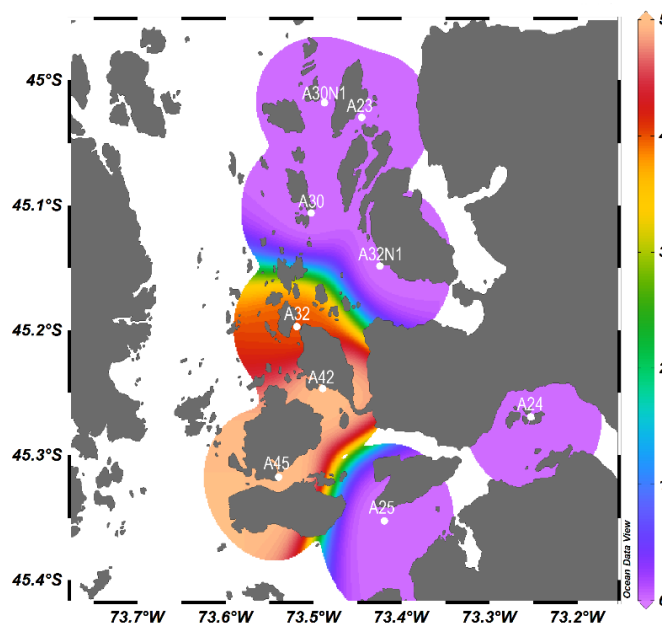


Figura 1.4.15. Abundancia (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de *A. catenella* en sedimento superficial de la región de Aysén durante muestreo de primavera 2020.

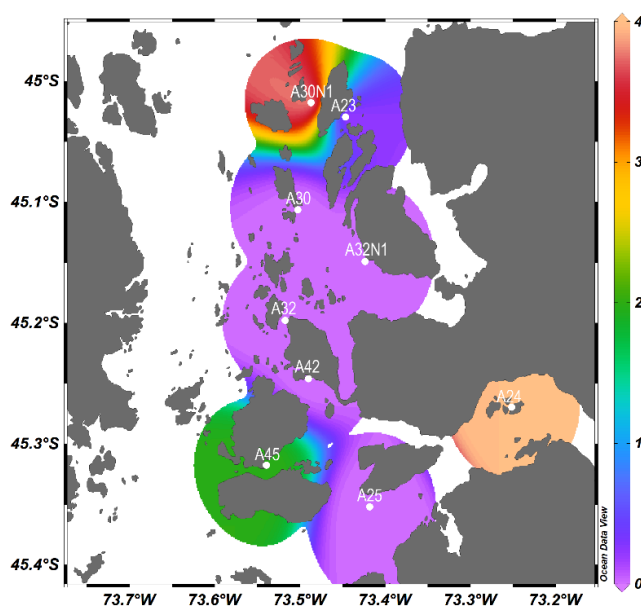


Figura 1.4.16. Abundancia (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de *A. ostensfeldii* en sedimento superficial de la región de Aysén durante muestreo de otoño-invierno 2020.

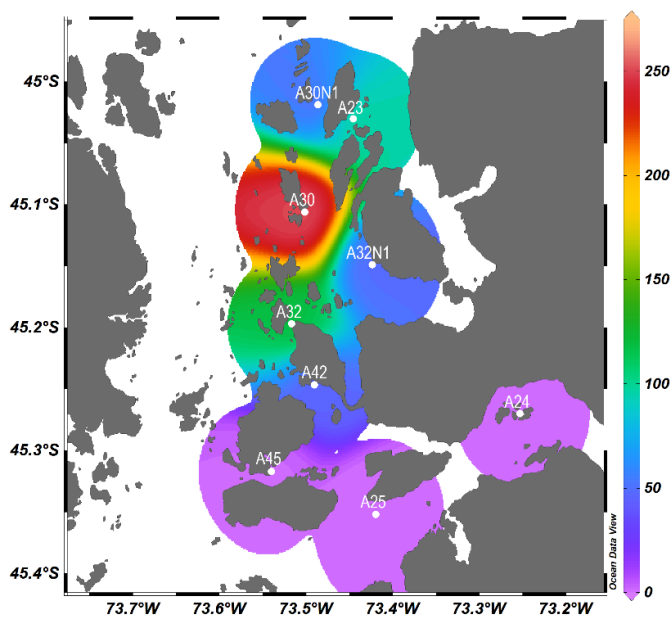


Figura 1.4.17. Abundancia (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de *P. reticulatum* en sedimento superficial de la región de Aysén durante muestreo de otoño-invierno 2020.

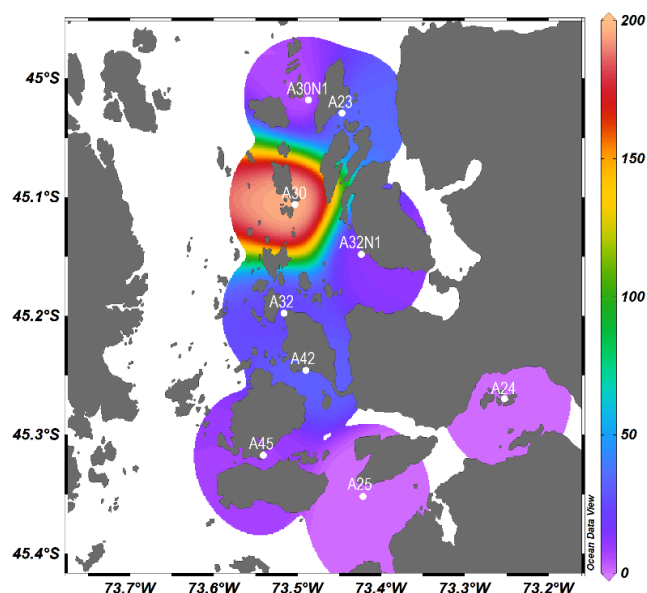


Figura 1.4.18. Abundancia (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de *P. reticulatum* en sedimento superficial de la región de Aysén durante muestreo de primavera 2020.

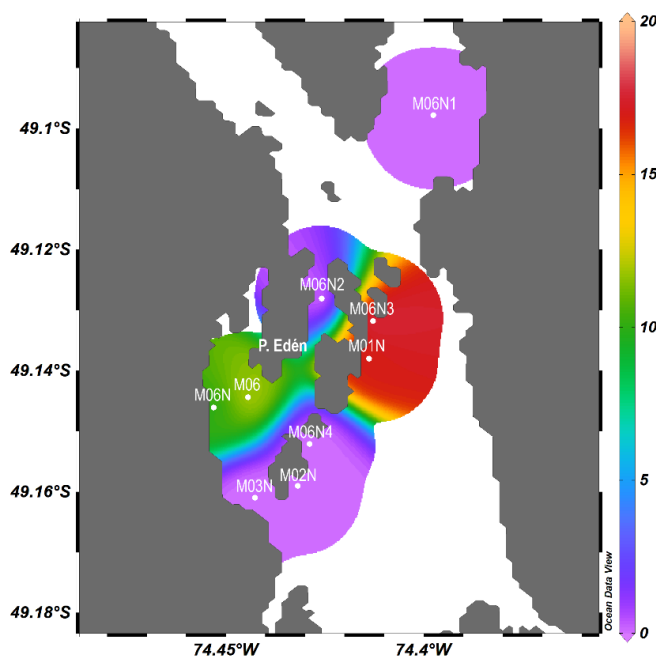


Figura 1.4.19. Abundancia (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de *A. ostensfeldii* en sedimento superficial de la región de Magallanes durante muestreo de otoño-invierno 2020.

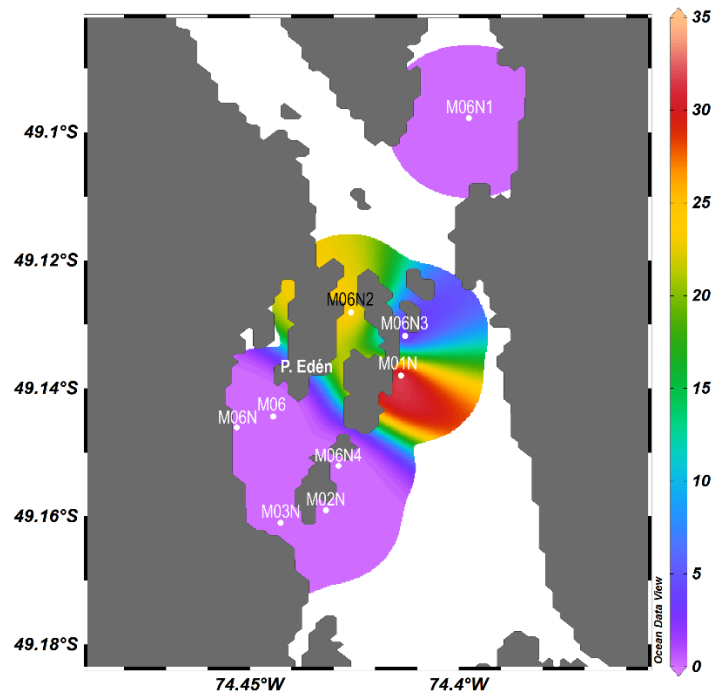


Figura 1.4.20. Abundancia (quistes $\times$ cm⁻³) de quistes de *P. reticulatum* en sedimento superficial de la región de Magallanes durante muestreo de otoño-invierno 2020.

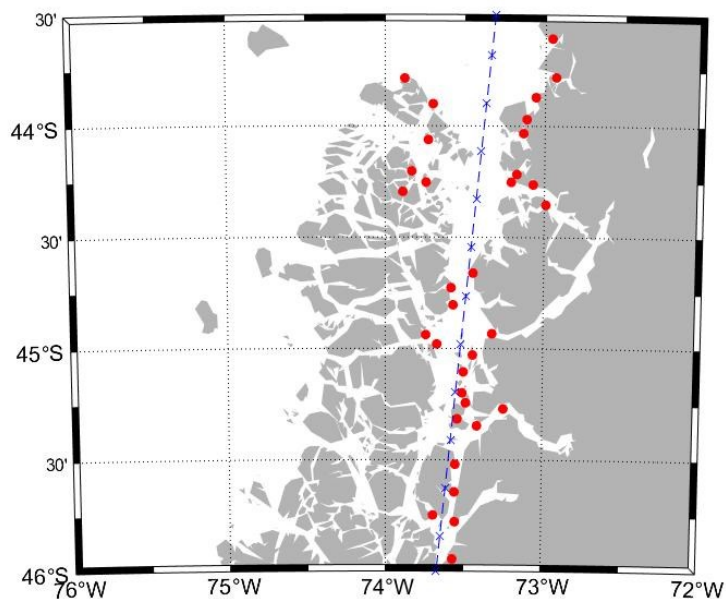


Figura 2.1.1. Ubicación de las estaciones de marea roja (rojo) y datos del modelo atmosférico (azul).

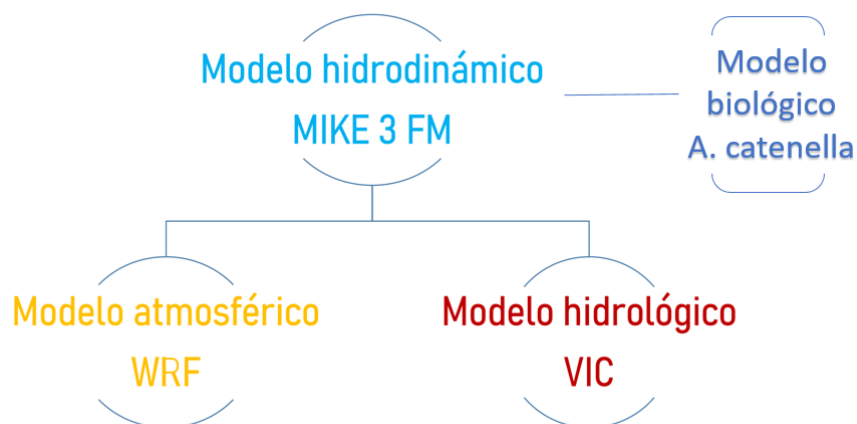


Figura 2.1.2. Sistema de modelación que incluye los módulos físicos (hidrodinámico, atmosférico, hidrológico) y biológico (*A. catenella*).

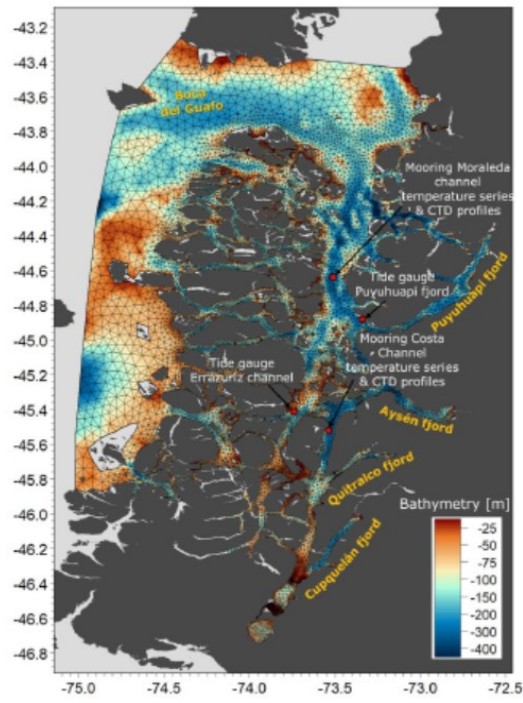


Figura 2.1.3. Malla desestructurada y dominio del modelo de la región de Aysén.

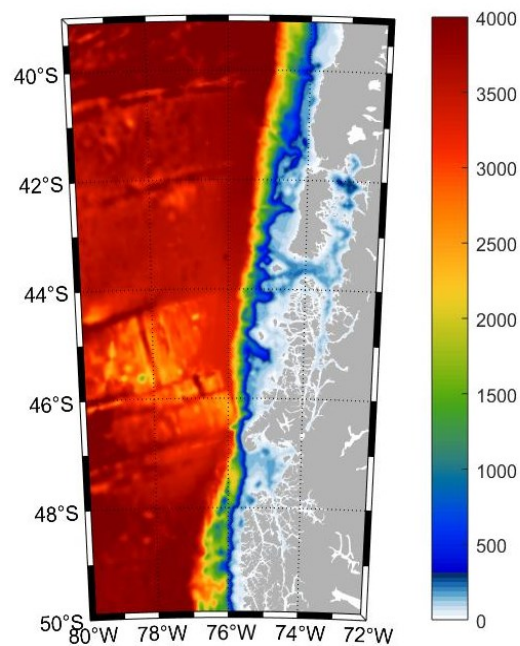


Figura 2.1.4. Dominio y batimetría del modelo.



Tabla 2.1.1. Parámetros el modelo NPDZ.

Parámetro		Valor	Unidad
K_w	Atenuación de la luz en el agua de mar	0.04	m ⁻¹
K_{Chla}	Atenuación de la luz por clorofila	0.024	(m ² mg Chla) ⁻¹
α	Pendiente inicial de la curva P-I	1.0	(W m ⁻² d) ⁻¹
R_{C:NPhyt}	Razón C:N para el fito	6.625	mMol C (mMol N) ⁻¹
R_{C:NZoo}	Razón C:N para el zoo	6.625	mol-C (mol-N) ⁻¹
Θ_{max}	Razón máxima de clorofila celular a carbono.	0.0535	mg Chla/mg C
K_{NO3}	Saturación media para la absorción de NO ₃ por el fito	2	(mmol-N m ⁻³) ⁻¹
M_{fdet}	Tasa de mortalidad de fito a detritus	0.03	d ⁻¹
G_{max}	Tasa máxima de crecimiento de zoo	0.9	d ⁻¹
β	Eficiencia de asimilación del zoo	0.75	
K_{fito}	Constante de saturación media del zooplancton para la ingestión de fito	1.0	d ⁻¹
M_{zmet}	Tasa de excreción específica del zoo	0.10	d ⁻¹
M_{zdet}	Tasa de mortalidad del zoo a detritus	0.10	d ⁻¹
M_{Dremin}	Tasa de remineralización del detritus a NO ₃	0.05	d ⁻¹
W_{Phyt}	Velocidad de hundimiento del fito	0.5	m d ⁻¹
W_{Det}	Velocidad de hundimiento del detritus	5.0	m d ⁻¹

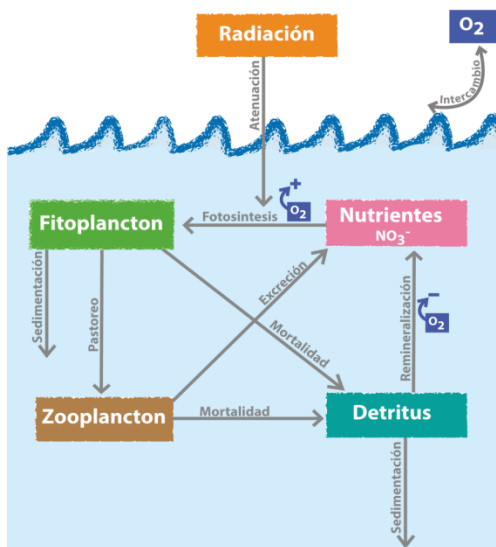


Figura 2.1.5. Esquema del modelo NPZD.



Tabla 2.1.2. Tasas crecimiento de experimentos factoriales realizados con la cepa de *Alexandrium catenella* de Aysén y Magallanes. Las tasas fueron obtenidas a diferentes combinaciones de luz (50, 100 y 150 μE), nutrientes (2.2, 4.4 y 8.8 μM), salinidad (15, 25 y 35 psu) y temperatura (12, 15 17 $^{\circ}\text{C}$).

Experimento 2 LNS					CEPA MAGALLANES	
Codigo	Variables				Tasa de Crecimiento específica (d^{-1})	Tasa Mortalidad (d^{-1})
	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Luz ($\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Salinidad (psu)	Nutrientes (μM)		
LNS-1	15	50	15	2,2	0.33	0.10
LNS-2	15	50	15	4,4	0.38	0.10
LNS-3	15	50	15	8,8	0.30	0.11
LNS-4	15	50	25	2,2	0.53	0.16
LNS-5	15	50	25	4,4	0.35	
LNS-6	15	50	25	8,8	0.32	
LNS-7	15	50	35	2,2	0.37	
LNS-8	15	50	35	4,4	0.47	
LNS-9	15	50	35	8,8	0.53	0.38
LNS-10	15	100	15	2,2	0.34	
LNS-11	15	100	15	4,4	0.31	
LNS-12	15	100	15	8,8	0.41	
LNS-13	15	100	25	2,2	0.46	0.10
LNS-14	15	100	25	4,4	0.39	
LNS-15	15	100	25	8,8	0.35	
LNS-16	15	100	35	2,2	0.39	
LNS-17	15	100	35	4,4	0.32	0.25
LNS-18	15	100	35	8,8	0.41	



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

LNS-19	15	150	15	2,2	0.32	
LNS-20	15	150	15	4,4	0.27	
LNS-21	15	150	15	8,8	0.39	0.21
LNS-22	15	150	25	2,2	0.46	
LNS-23	15	150	25	4,4	0.39	0.13
LNS-24	15	150	25	8,8	0.35	0.20
LNS-25	15	150	35	2,2	0.46	0.15
LNS-26	15	150	35	4,4	0.37	0.17
LNS-27	15	150	35	8,8	0.33	



Tabla 2.1.2. Tasas de crecimiento de experimentos factoriales realizados con la cepa de *Alexandrium catenella* de Aysén y Magallanes. Las tasas fueron obtenidas a diferentes combinaciones de luz (50, 100 y 150 μE), nutrientes (2.2, 4.4 y 8.8 μM), salinidad (15, 25 y 35 psu) y temperatura (12, 15 17 $^{\circ}\text{C}$). (Continuación)

Experimento 2 TNS					CEPA MAGALLANES	
Codigo	Variables				Tasa de Crecimiento especifica (d^{-1})	Tasa Mortalidad (d^{-1})
	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Luz ($\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Salinidad (psu)	Nutrientes (μM)		
TNS-1	12	100	15	2,2	0.47	0.18
TNS-2	12	100	15	4,4	0.35	0.12
TNS-3	12	100	15	8,8	0.44	0.10
TNS-4	12	100	25	2,2	0.33	0.15
TNS-5	12	100	25	4,4	0.40	0.20
TNS-6	12	100	25	8,8	0.36	
TNS-7	12	100	35	2,2	0.46	
TNS-8	12	100	35	4,4	0.31	0.18
TNS-9	12	100	35	8,8	0.35	
TNS-19	17	100	15	2,2	0.40	0.26
TNS-20	17	100	15	4,4	0.54	0.44
TNS-21	17	100	15	8,8	0.36	0.19
TNS-22	17	100	25	2,2	0.38	0.11
TNS-23	17	100	25	4,4	0.35	0.33
TNS-24	17	100	25	8,8	0.36	0.36
TNS-25	17	100	35	2,2	0.30	0.23
TNS-26	17	100	35	4,4	0.30	0.20
TNS-27	17	100	35	8,8	0.42	0.27



Tabla 2.1.2. Tasas de crecimientos de experimentos factoriales realizados con la cepa de *Alexandrium catenella* de Aysén y Magallanes. Las tasas fueron obtenidas a diferentes combinaciones de luz (50, 100 y 150 μE), nutrientes (2.2, 4.4 y 8.8 μM), salinidad (15, 25 y 35 psu) y temperatura (12, 15 17 $^{\circ}\text{C}$). (Continuación)

Experimento 3 LNS

CEPA AYSÉN

Codigo	Variables				Tasa de Crecimiento específica (d^{-1})	Tasa Mortalidad (d^{-1})
	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Luz ($\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Salinidad (psu)	Nutrientes (μM)		
LNS-1	15	50	15	2,2	0.24	
LNS-2	15	50	15	4,4	0.15	0.13
LNS-3	15	50	15	8,8	0.42	0.29
LNS-4	15	50	25	2,2	0.29	0.19
LNS-5	15	50	25	4,4	0.24	
LNS-6	15	50	25	8,8	0.33	
LNS-7	15	50	35	2,2	0.28	
LNS-8	15	50	35	4,4	0.26	
LNS-9	15	50	35	8,8	0.23	0.14
LNS-10	15	100	15	2,2	0.41	0.04
LNS-11	15	100	15	4,4	0.38	
LNS-12	15	100	15	8,8	0.37	
LNS-13	15	100	25	2,2	0.42	0.32
LNS-14	15	100	25	4,4	0.46	0.10
LNS-15	15	100	25	8,8	0.31	
LNS-16	15	100	35	2,2	0.24	
LNS-17	15	100	35	4,4	0.29	
LNS-18	15	100	35	8,8	0.32	



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

LNS-19	15	150	15	2,2	0.35	0.12
LNS-20	15	150	15	4,4	0.32	
LNS-21	15	150	15	8,8	0.53	0.10
LNS-22	15	150	25	2,2	0.39	0.11
LNS-23	15	150	25	4,4	0.42	0.15
LNS-24	15	150	25	8,8	0.31	0.10
LNS-25	15	150	35	2,2	0.42	
LNS-26	15	150	35	4,4	0.30	
LNS-27	15	150	35	8,8	0.31	



Tabla 2.1.2. Tasas de crecimiento de experimentos factoriales realizados con la cepa de *Alexandrium catenella* de Aysén y Magallanes. Las tasas fueron obtenidas a diferentes combinaciones de luz (50, 100 y 150 μE), nutrientes (2.2, 4.4 y 8.8 μM), salinidad (15, 25 y 35 psu) y temperatura (12, 15 17 $^{\circ}\text{C}$). (Continuación)

Experimento 3 TNS

CEPA AYSÉN

Codigo	Variables				Tasa de Crecimiento específica (d^{-1})	Tasa Mortalidad (d^{-1})
	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Luz ($\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Salinidad (psu)	Nutrientes (μM)		
TNS-1	12	100	15	2,2	0.33	0.18
TNS-2	12	100	15	4,4	0.27	0.1
TNS-3	12	100	15	8,8	0.62	0.27
TNS-4	12	100	25	2,2	0.47	0.22
TNS-5	12	100	25	4,4	0.36	
TNS-6	12	100	25	8,8	0.30	
TNS-7	12	100	35	2,2	0.45	
TNS-8	12	100	35	4,4	0.36	
TNS-9	12	100	35	8,8	0.34	
TNS-19	17	100	15	2,2	0.38	0.10
TNS-20	17	100	15	4,4	0.39	
TNS-21	17	100	15	8,8	0.25	
TNS-22	17	100	25	2,2	0.44	
TNS-23	17	100	25	4,4	0.32	0.039
TNS-24	17	100	25	8,8	0.32	
TNS-25	17	100	35	2,2	0.35	0.14
TNS-26	17	100	35	4,4	0.32	0.18
TNS-27	17	100	35	8,8	0.31	0.25

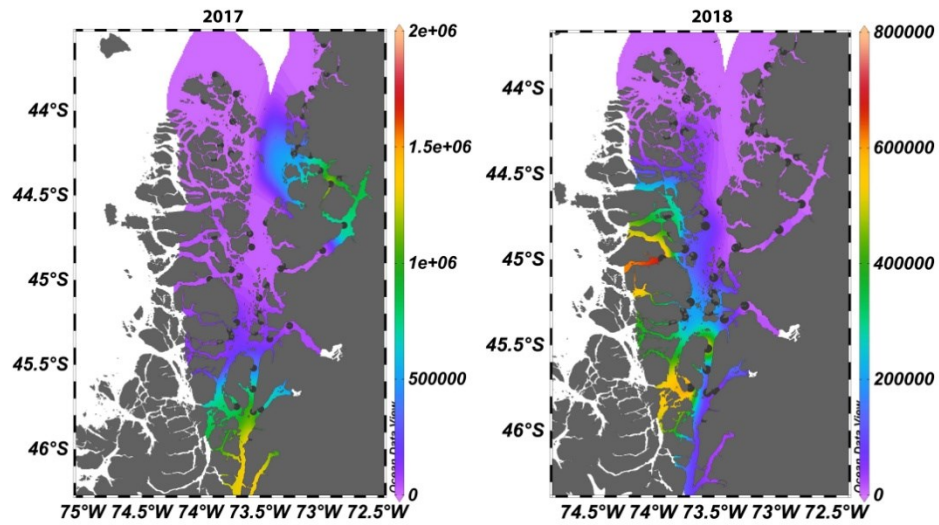


Figura 2.1.6. Condiciones iniciales de *A. catenella*.

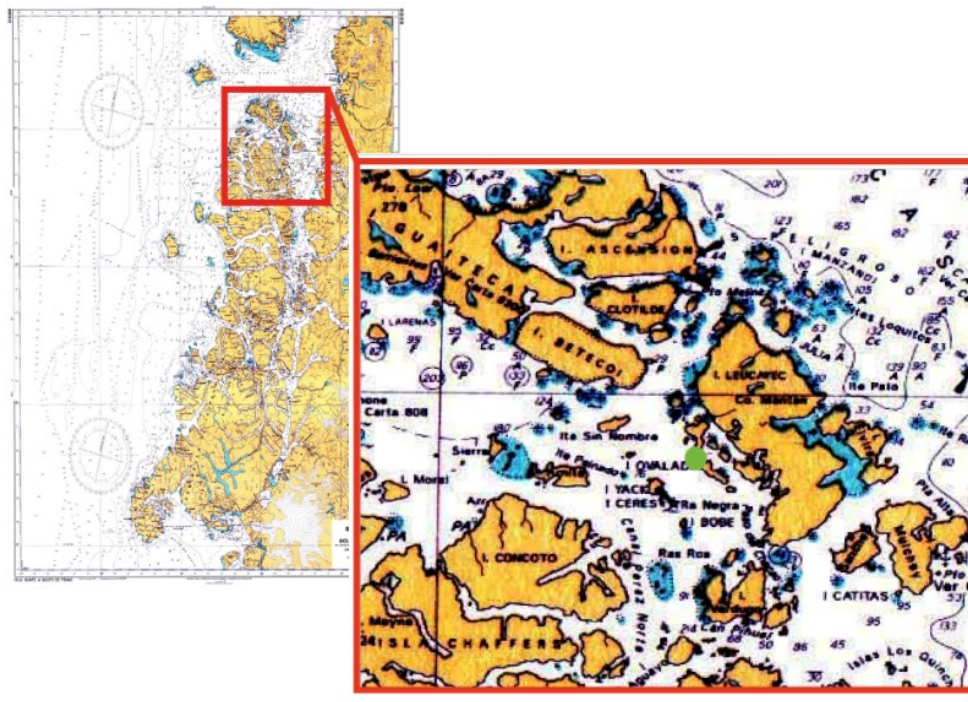


Figura 2.1.7. Ubicación del anclaje.

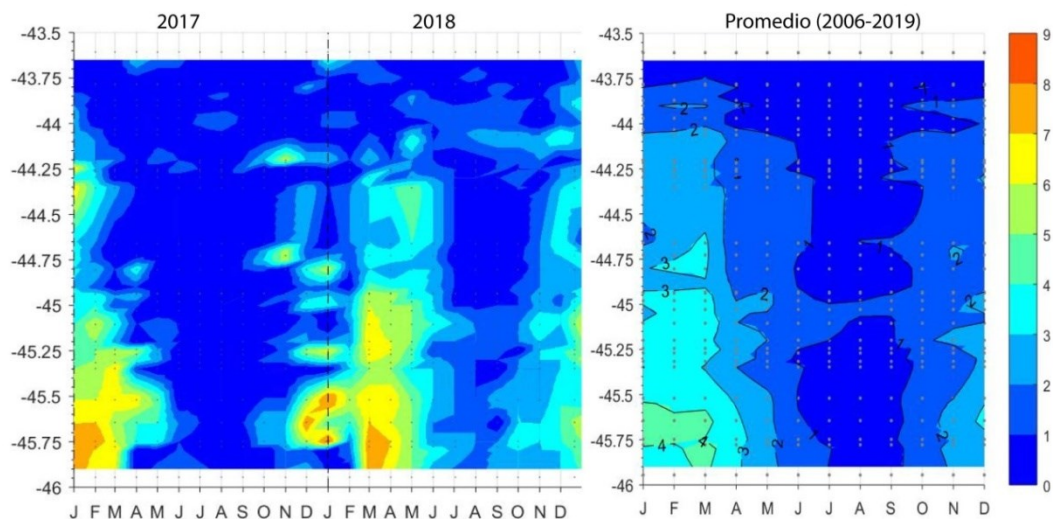


Figura 2.1.8. Distribución latitudinal de abundancia relativa de *A. catenella* registrada durante los años 2017-2018 y promedio mensual de abundancia relativa de *A. catenella* desde 2006 al 2019.

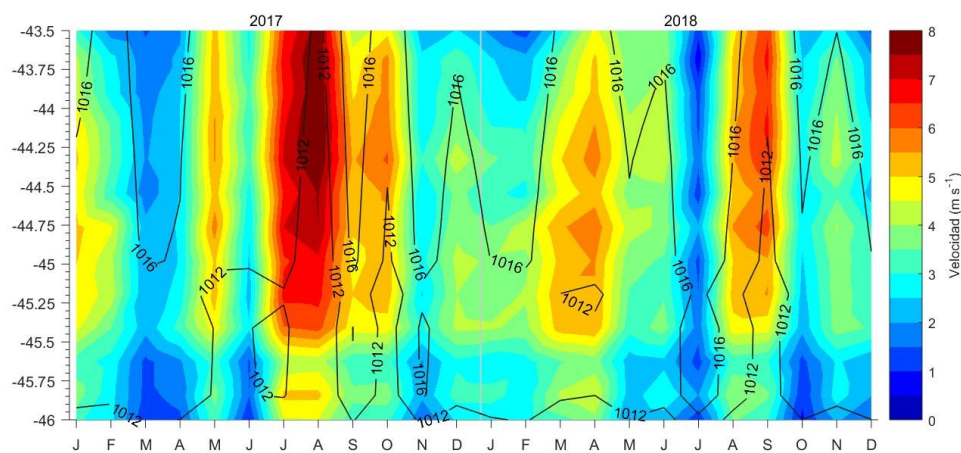


Figura 2.1.9. Promedio mensual de viento y en líneas negras las isobaras de presión atmosférica (hPa) en el Canal Moraleda.

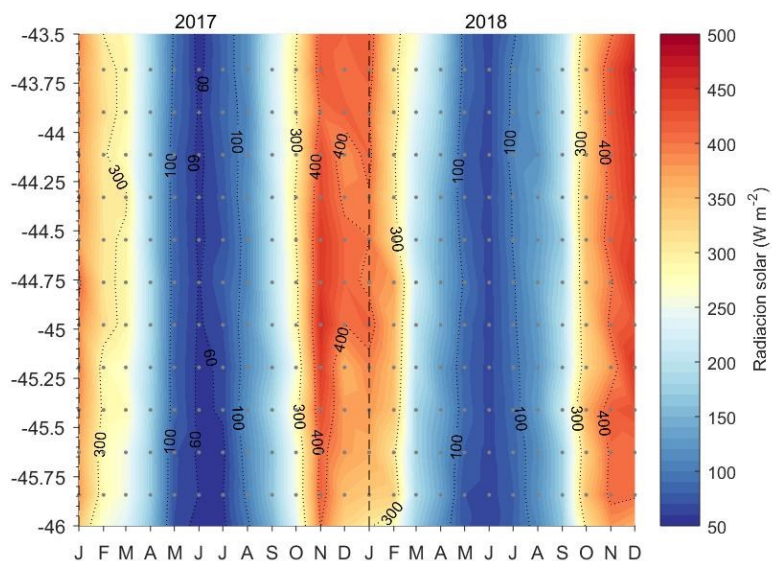


Figura 2.1.10. Radiación solar promedio mensual en el Canal Moraleda.

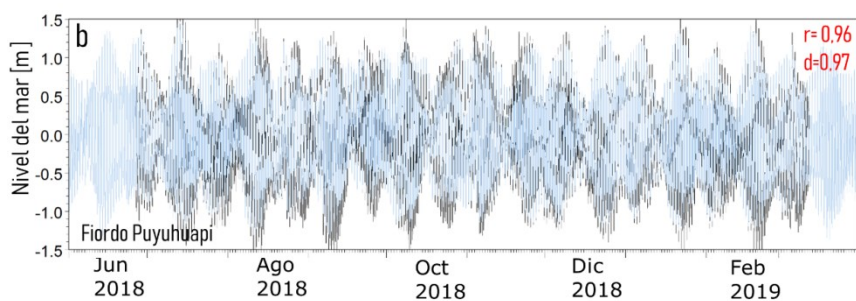


Figura 2.1.11. Series de tiempo horario de nivel del mar observado (negro) y modelado (azul) para fiordo Puyuhuapi.

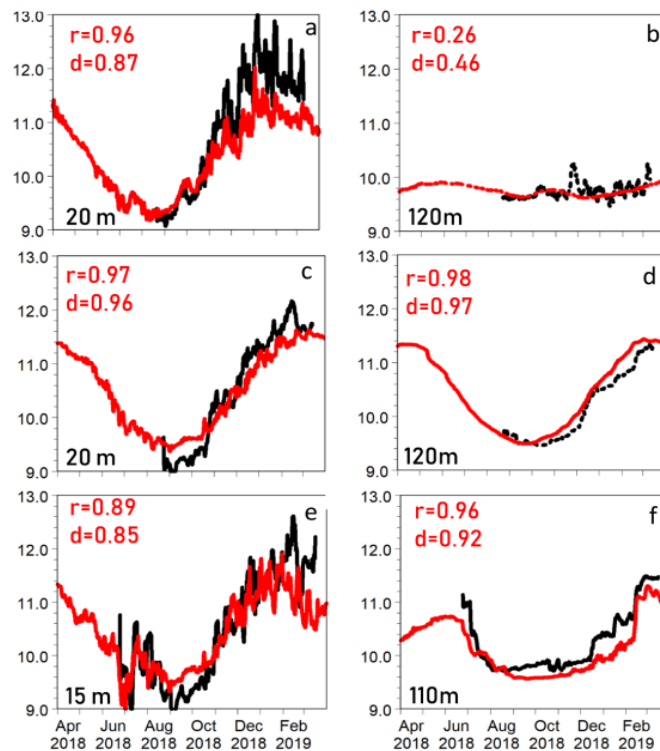


Figura 2.1.12. Series de tiempo de temperatura en canal Moraleda: a 20 m (a) y 120 m (b), canal Costa a 20 m (c) y 120 m (d) y en fiordo Quitralco a 15 m (e) y 110 m (f) para valores observados (negro) y modelados (rojo).

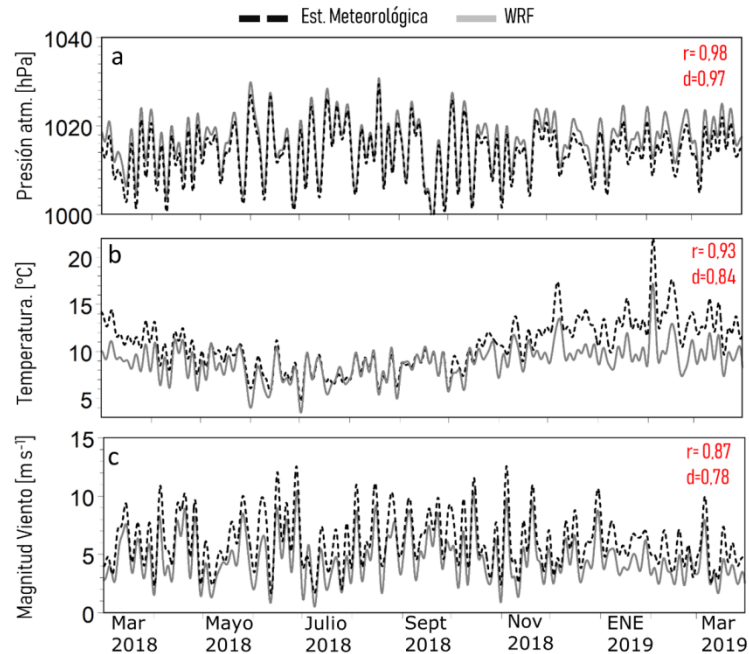


Figura 2.1.13. Series de tiempo observadas (negro) y modeladas (gris) para a) presión atmosférica, b) Temperatura del aire a 10 m y c) Magnitud del viento en un punto ubicado en Melinka.

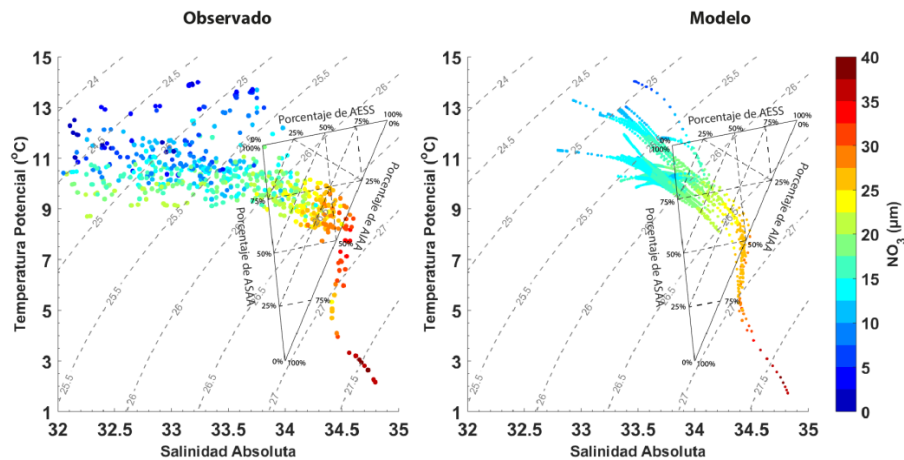


Figura 2.1.14. Diagrama de temperatura-salinidad asociado a nitrato (μM) disuelto para los datos de ubicados en boca del Guafo. Las líneas punteadas de color gris se corresponden a las isopicnas y en línea negra los porcentajes de contribución de las masas de agua.

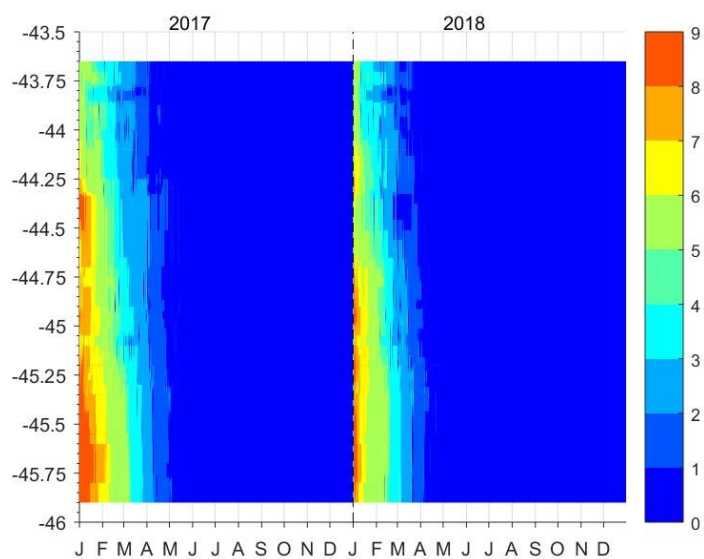


Figura 2.1.15. Distribuci3n latitudinal de abundancia relativa modelada para los a1os 2017 y 2018.

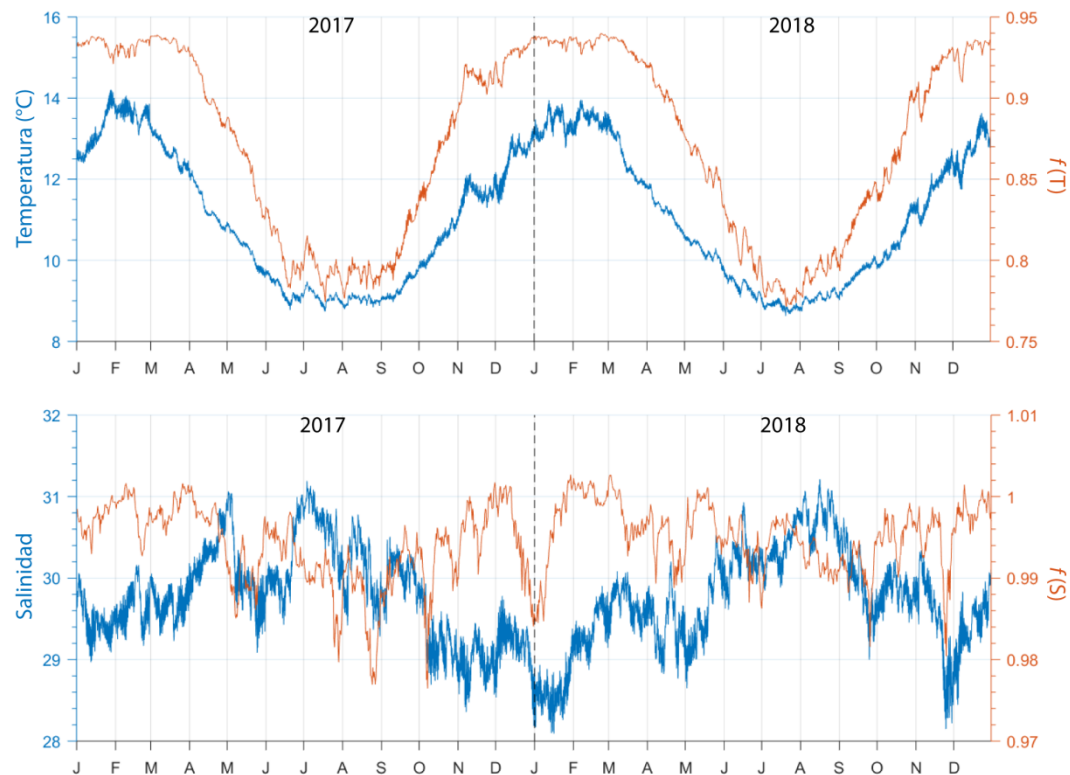


Figura 2.1.16. Series de tiempo de temperatura y salinidad promedios del modelo hidrodinámico (azul) y series de tiempo de las respuestas a la función de temperatura y salinidad promedios del modelo biológico (naranja) de todas las estaciones de marea roja del modelo a 5m de profundidad.

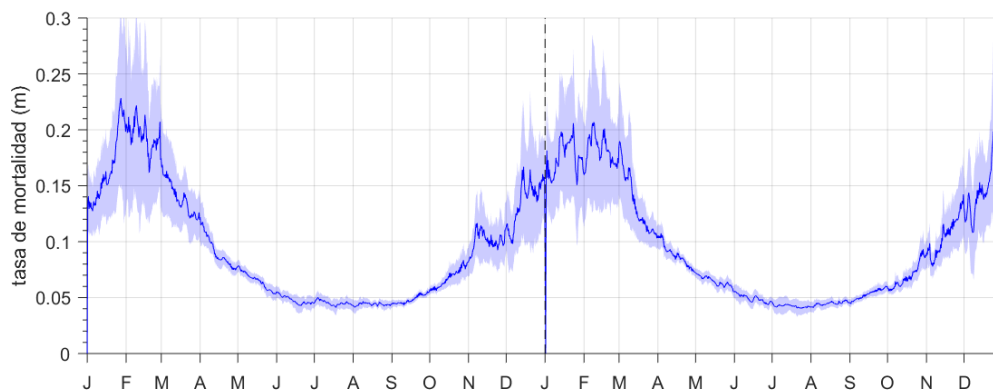


Figura 2.1.17. Series de tiempo de tasa de mortalidad promedio simulada de todas las estaciones de marea roja del modelo a 5m de profundidad.

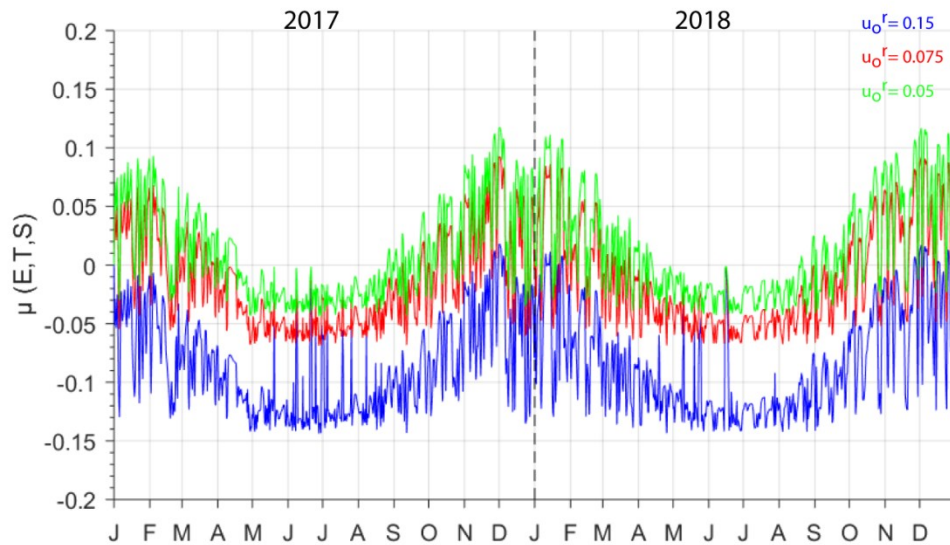


Figura 2.1.18. Series de tiempo de la tasa de crecimiento simulada dependiente de radiación, temperatura y salinidad de *A. catenella* para las estaciones de marea roja a 5m.

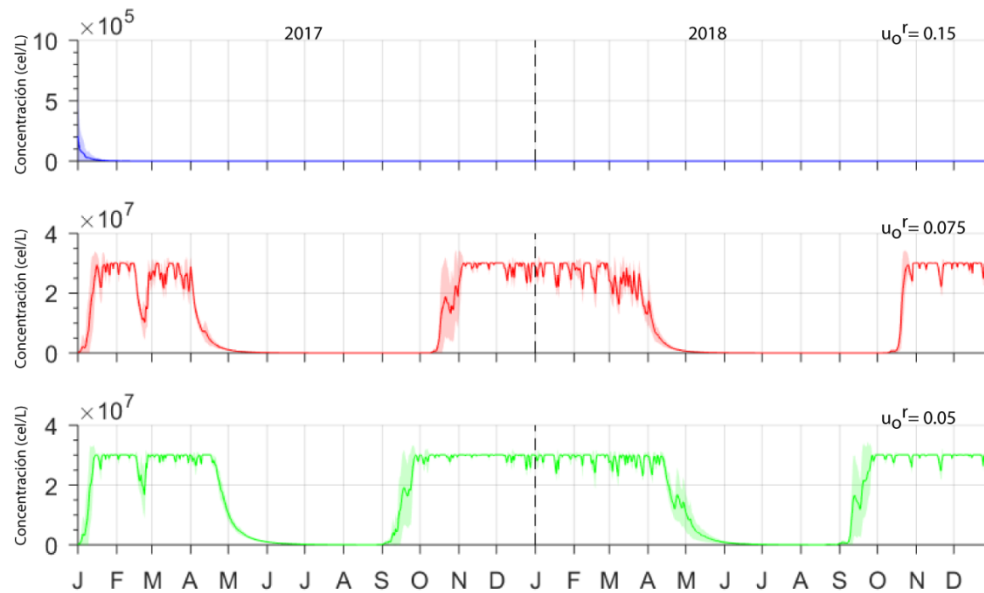


Figura 2.1.19. Series de tiempo concentración promedio y desviación estándar de *A. catenella* modelada para las estaciones de marea roja en los primeros 10m.

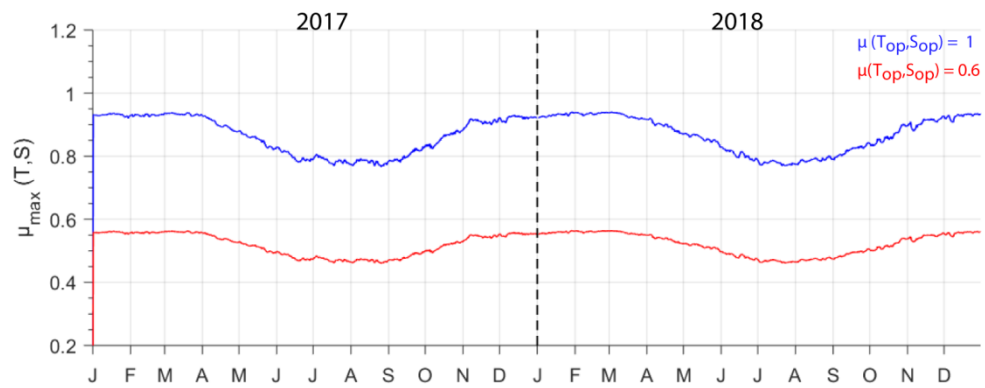


Figura 2.1.20. Series de tiempo de la tasa máxima de crecimiento bajo condiciones óptimas de temperatura y salinidad promedio simulada de *A. catenella* para las estaciones de marea roja a los 5m.

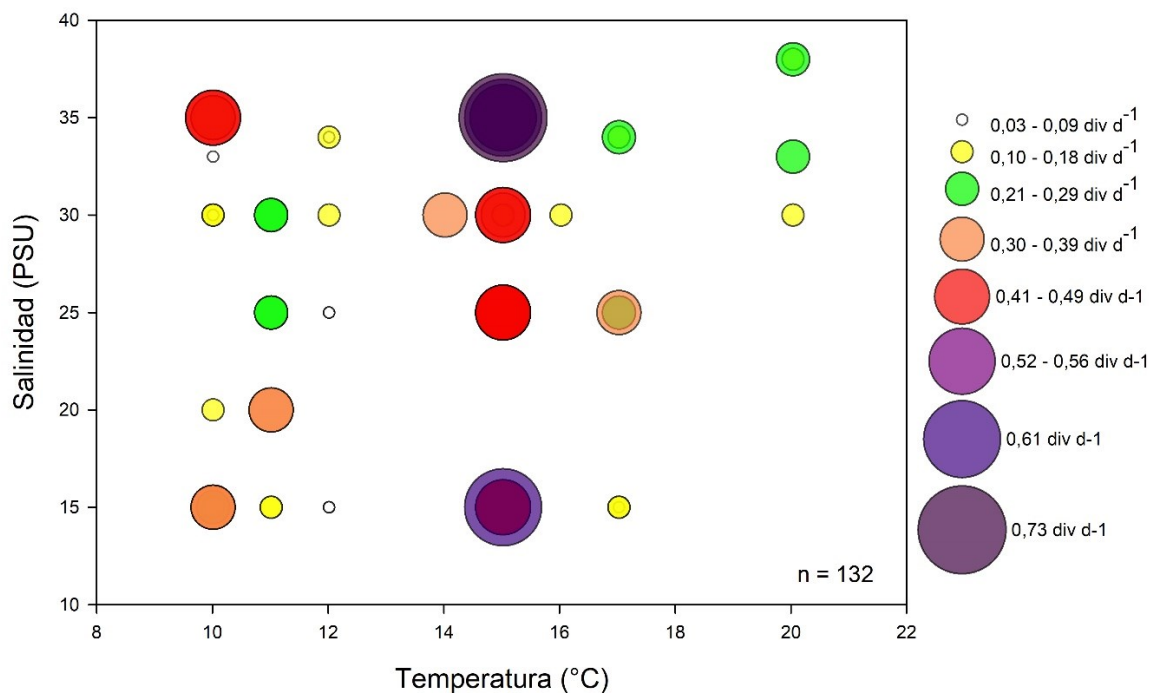


Figura 2.2.1. Tasas de máximo crecimiento de *A. catenella* a distintos rangos de temperatura y salinidad.

Tabla 2.2.1. Parámetros utilizados en el modelo biológico.

Símbolo	Definición	Unidades	Utilizados	Rango	Referencia
$\mu_{max}(T, S)$	Tasa máxima de crecimiento bajo condiciones óptimas de temperatura y salinidad.	dia ⁻¹	1	0.46-0.70	Watras et al., 1982; Langdon, 1987.
μ_0^r	Tasa de respiración basal.	dia ⁻¹	0.15	0.15-0.25	Cullen (datos sin publicar).
a_g	Eficiencia de crecimiento.	de dia ⁻¹ W ⁻¹ m ²	0.017	0.017-0.056	Cullen (datos sin publicar).

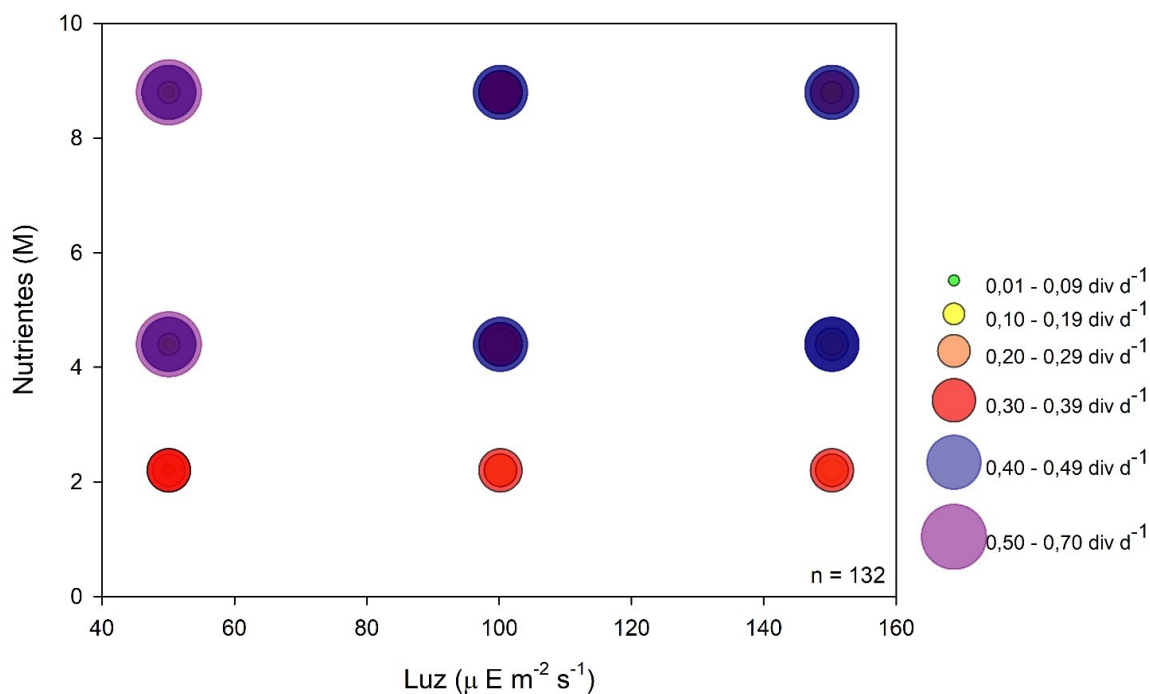


Figura 2.2.2. Tasas de máximo crecimiento de *A. catenella* a distintos rangos de luz y nutrientes.

Tabla 2.2.2. Comparación de tasas de germinación de *A. catenella*.

Referencia	Factor	Origen Quistes	Tasa germinacion (% día ⁻¹)
Este estudio	30 PSU	Generados laboratorio	0,24
Este estudio	35 PSU	Generados laboratorio	0,27
Correa et al 2015	L1	Aislados del sedimento	0,55
Correa et al 2015	Agua de mar natural	Aislados del sedimento	4,3

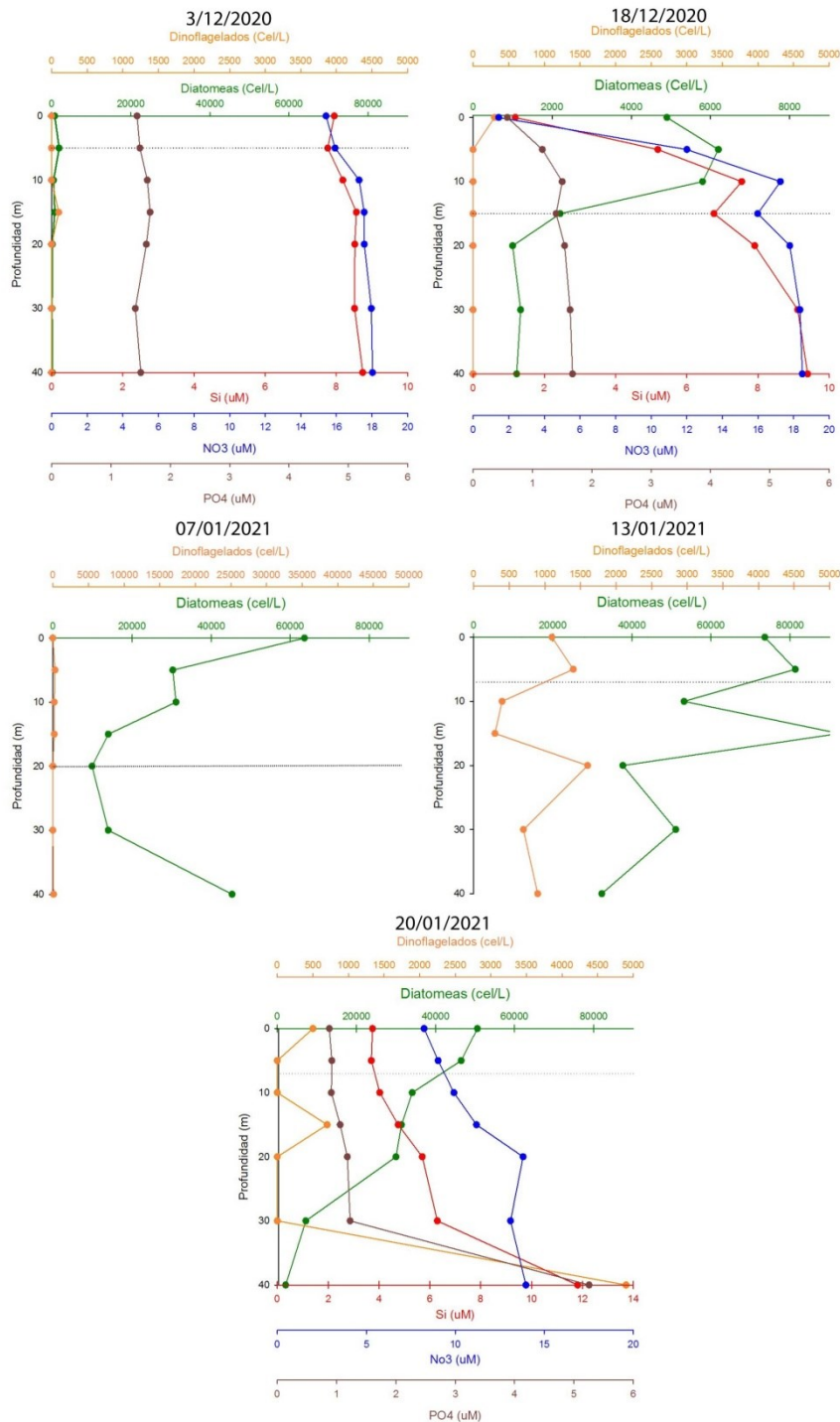


Figura 2.4.1 Perfiles de abundancias de diatomeas, dinoflagelados, silicato, nitrato y fosfato, la línea gris punteada corresponde a la pícnocline en Isla Ovalada.

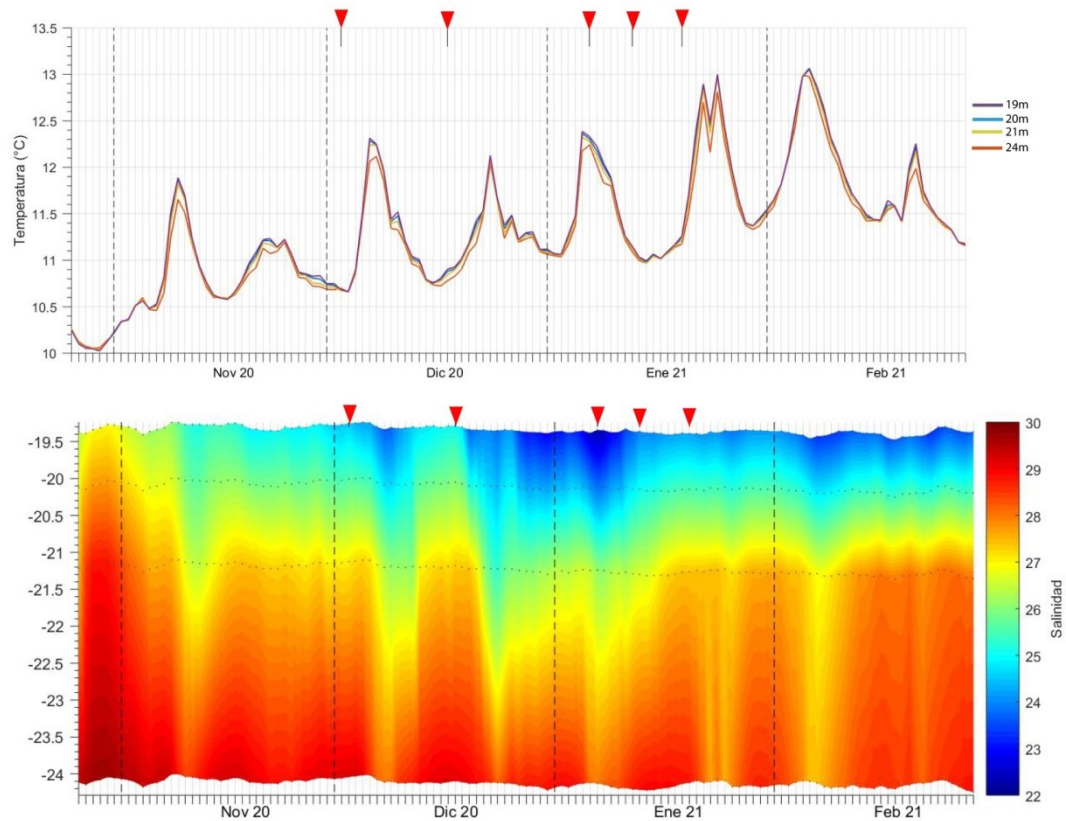


Figura 2.4.2. Temperatura y salinidad en el anclaje de Isla Ovalada, los triángulos las fechas de toma de muestras biológicas.

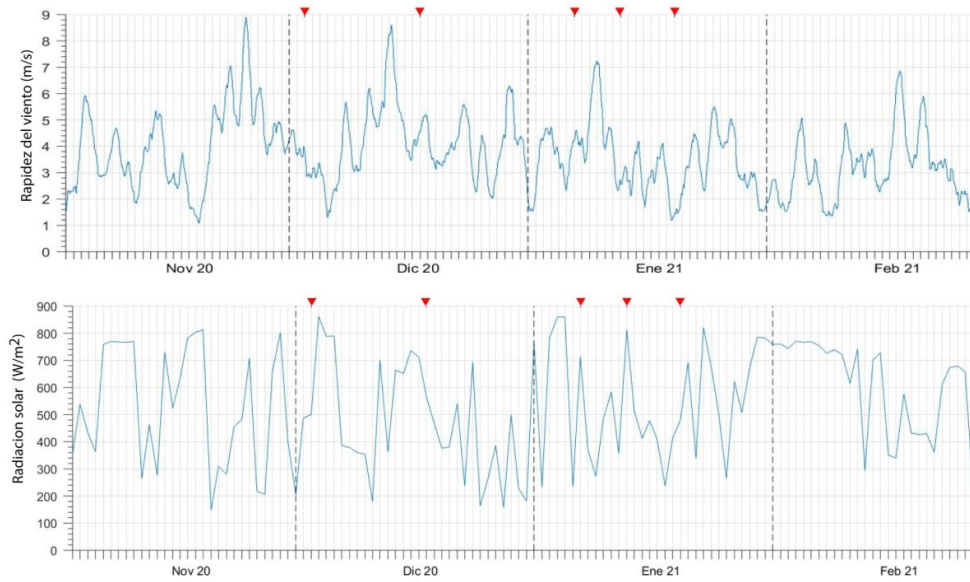


Figura 2.4.3. Series de tiempo de componente magnitud del viento y radiación solar en la estación meteorológica de Melinka.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

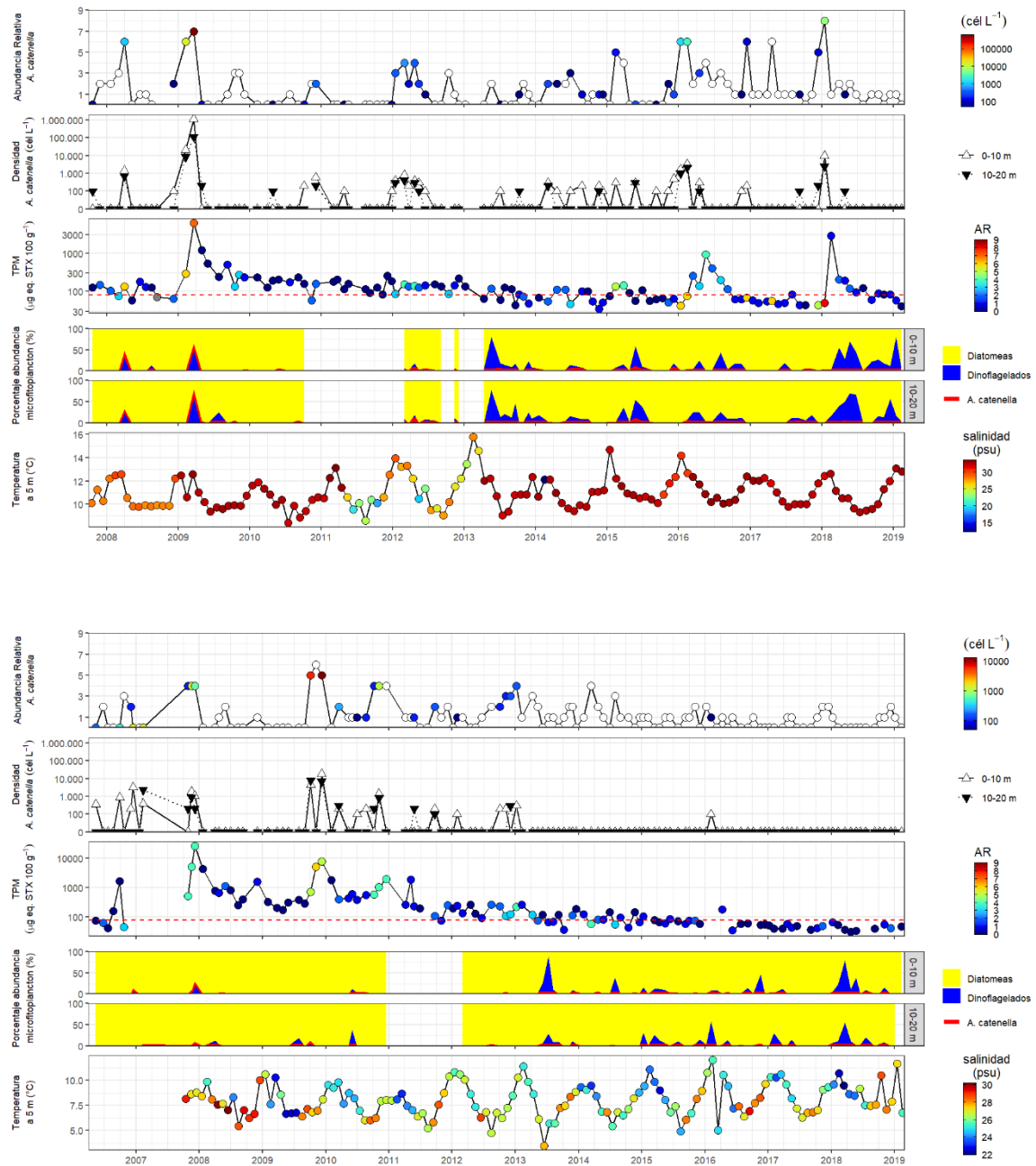


Figura 3.1.1. Representación gráfica de series temporales para dos estaciones de muestreo a) A03- Puerto Barrientos y b) M16 Isla Piazzzi. Las variables graficadas (en orden descendente) son las siguientes: abundancia relativa, densidad celular de *A. catenella*, Toxinas asociadas, porcentaje de abundancia microfitoplancton, temperatura y salinidad.

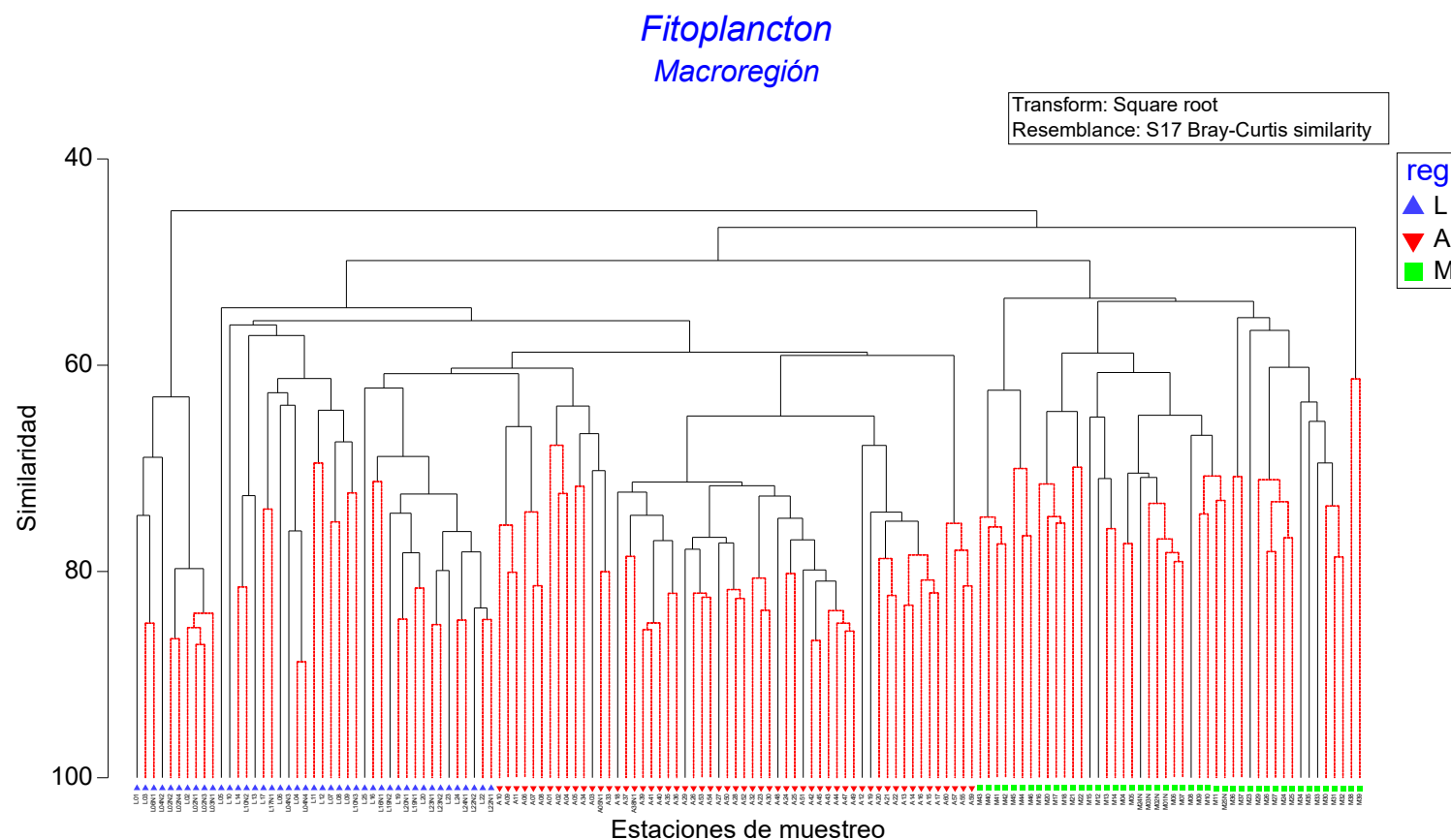


Figura 3.1.2. Análisis de CLUSTER para la matriz de datos de **fitoplancton total** de la macro-región sur-austral (L: región de Los Lagos; A: región de Aysén; M: región de Magallanes). Los símbolos indican las estaciones por región y las líneas rojas indican las estaciones que significativamente (5%) se encuentran agrupadas por el test SIMPROF.



Diatomeas total
Macroregión

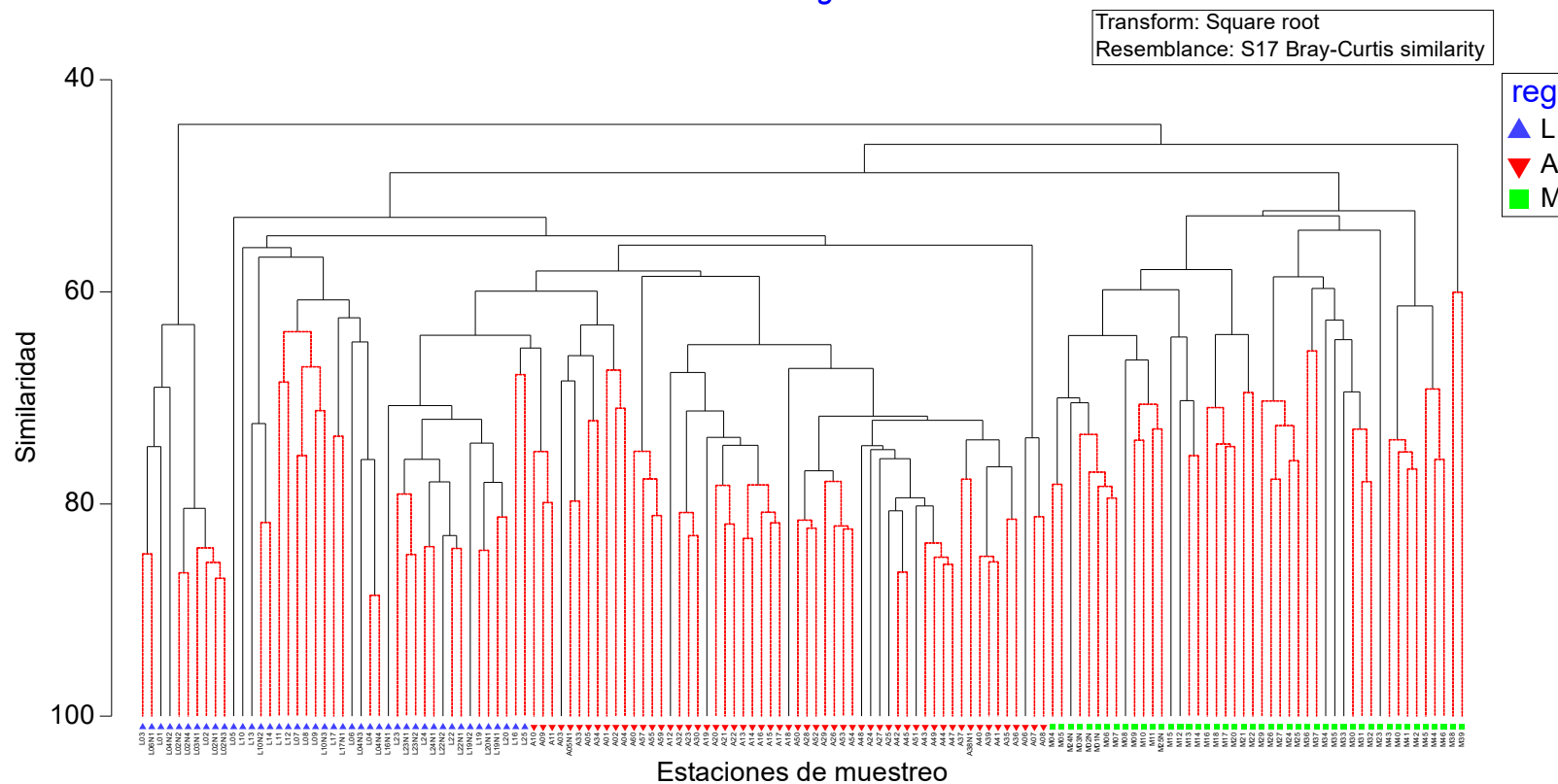


Figura 3.1.3. Análisis de CLUSTER para la matriz de datos de **diatomeas total** de la macro-región sur-austral (L: región de Los Lagos; A: región de Aysén; M: región de Magallanes). Los símbolos indican las estaciones por región y las líneas rojas indican las estaciones que significativamente (5%) resultaron agrupadas por el test SIMPROF.



Dinoflagelados total
Macroregi3n

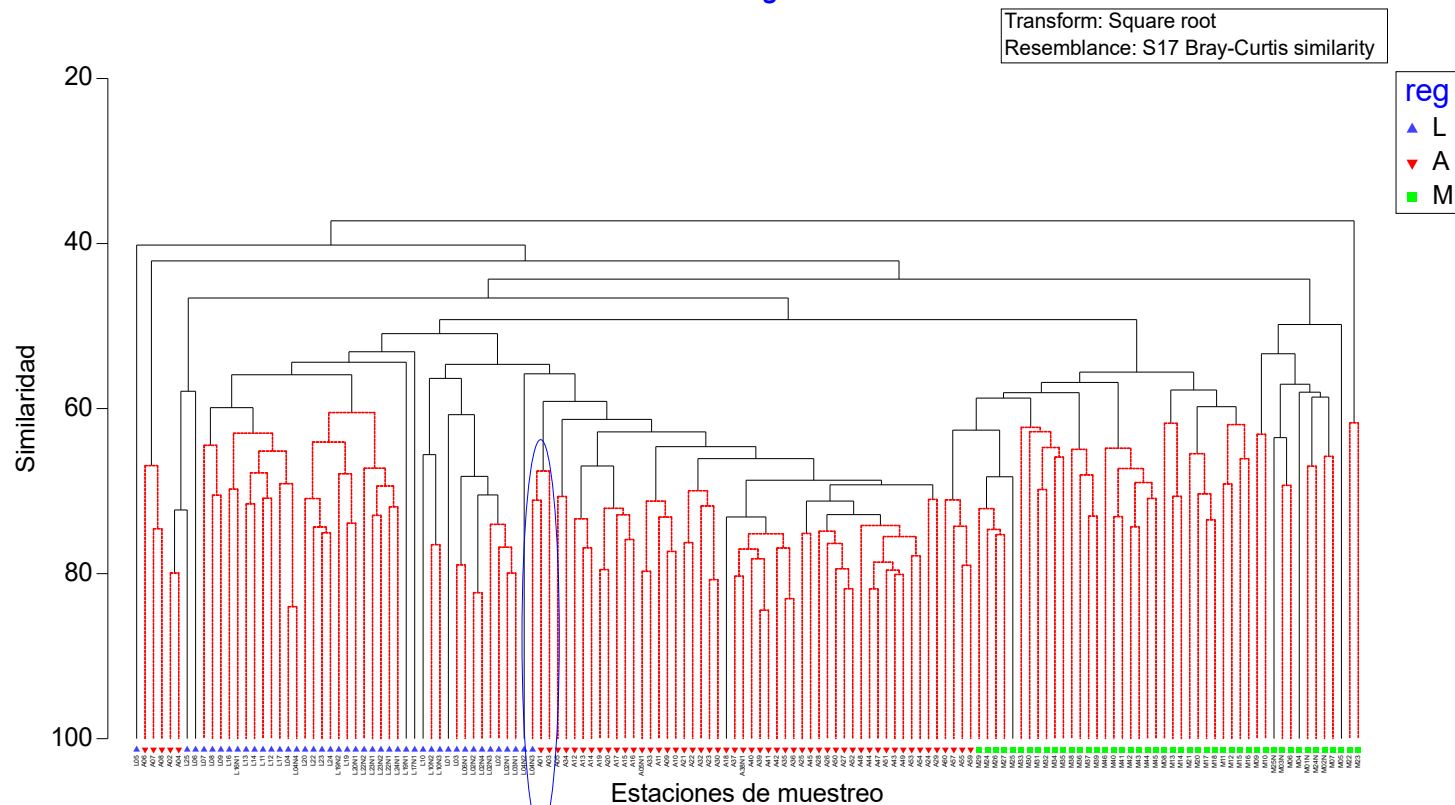


Figura 3.1.4. Análisis de CLUSTER para la matriz de datos de **dinoflagelados total** de la macro-regi3n sur-austral (L : regi3n de Los Lagos; A: regi3n de Aysén; M: regi3n de Magallanes). Los s3mbolos indican las estaciones por regi3n y las l3neas rojas indican las estaciones que significativamente (5%) se encuentran agrupadas. La elipse azul, indica un conglomerado, conformado por una estaci3n ubicada al norte de Los Lagos, y dos estaci3nes del sector norte de Aysén.



Fitoplancton total Los Lagos

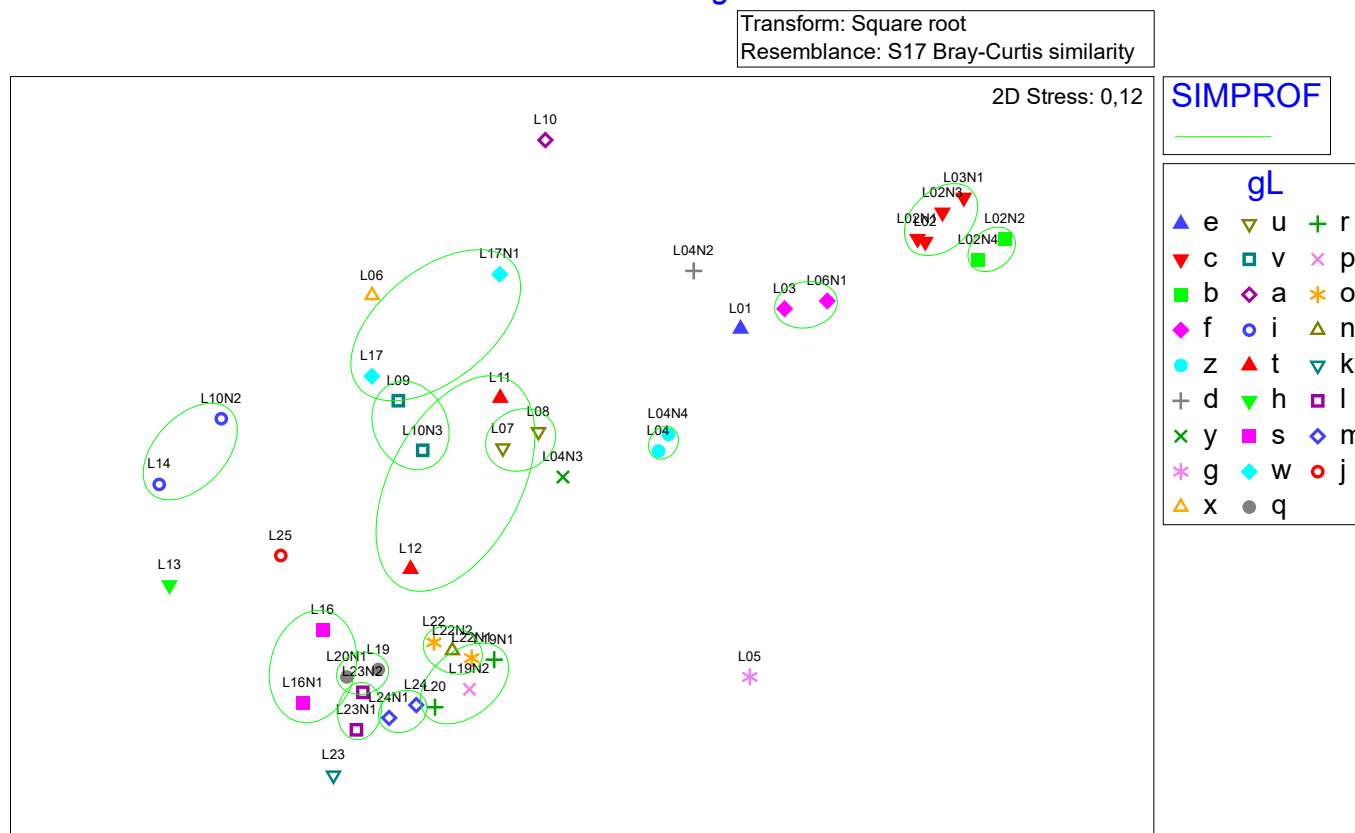


Figura 3.1.5. Representaciones gráficas nMDS de los conglomerados resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **fitoplancton total** de la región de Los Lagos (L). Las estaciones significativamente agrupadas (nivel de confianza 5%, prueba SIMPROF), están delineados con una línea elíptica.



Fitoplancton total Aysén

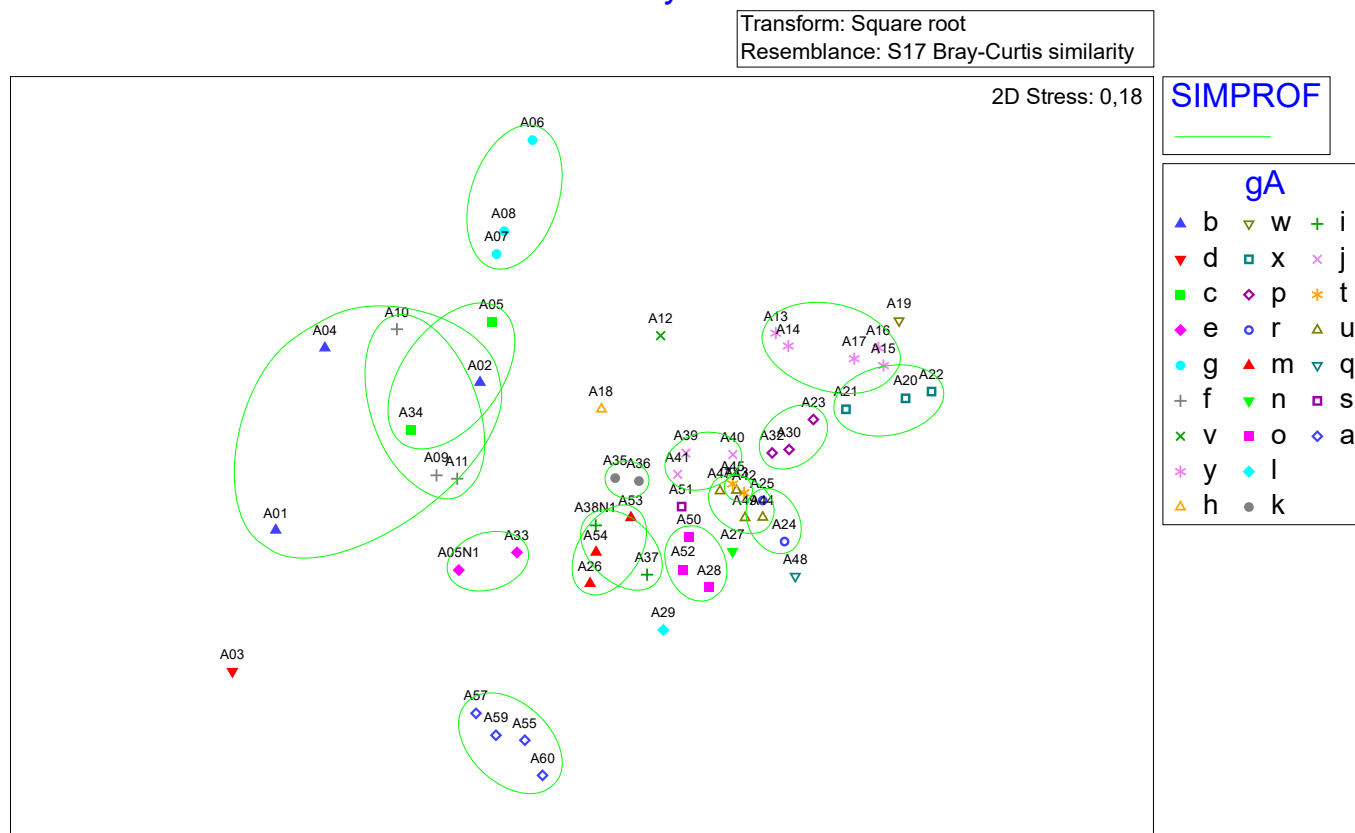


Figura 3.1.6. Representaciones gráficas nMDS de los conglomerados resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **fitoplancton total** de la región de Aysén (A). Las estaciones significativamente agrupadas (nivel de confianza 5%, prueba SIMPROF), están delineados con una línea elíptica.



Fitoplancton total Magallanes

Transform: Square root
Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

2D Stress: 0,2

SIMP

gM

▲	k	*	d	▼	q
▼	i	△	e	■	r
■	l	▽	o	◆	n
◆	m	□	p	●	a
●	g	◇	j	+	b
+	h	○	t	×	c
×	f	▲	s		

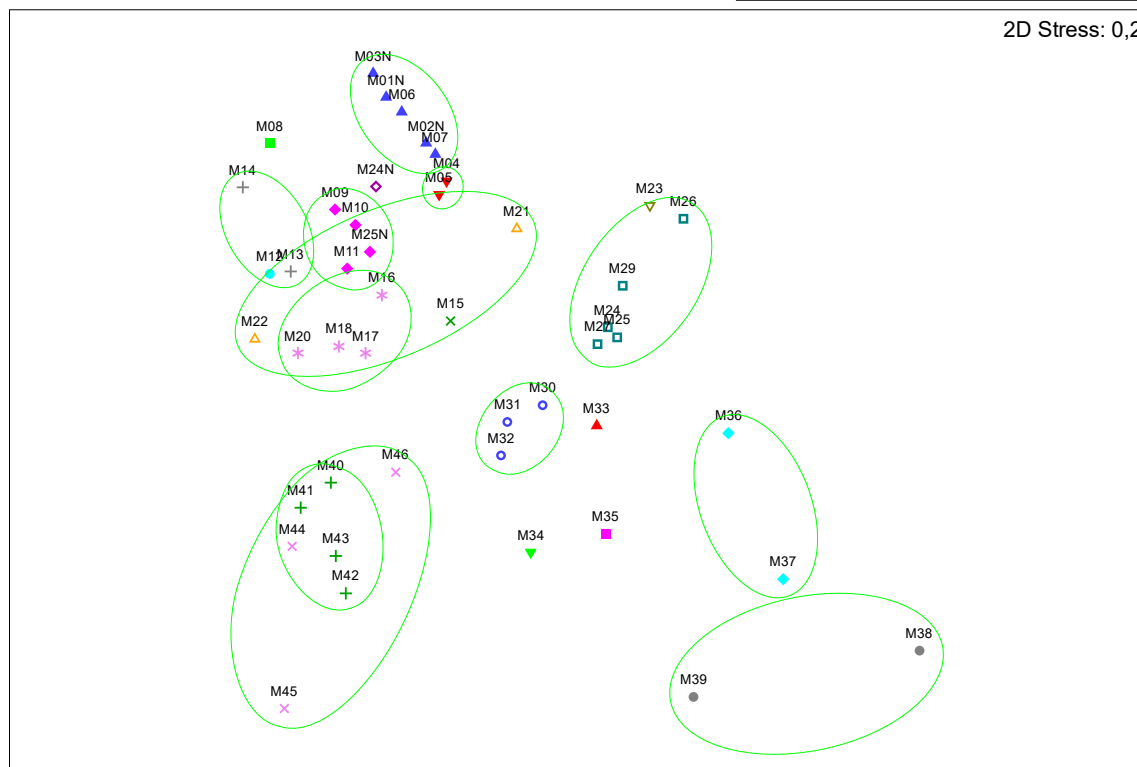
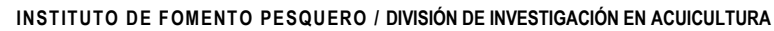
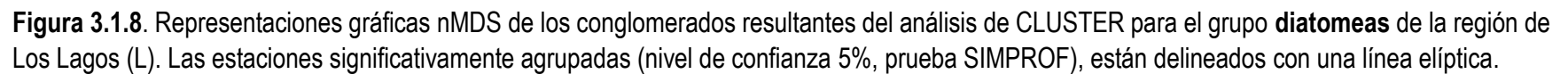


Figura 3.1.7. Representaciones gráficas nMDS de los conglomerados resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **fitoplancton total** de la regi3n de Magallanes (M). Las estaciones significativamente agrupadas (nivel de confianza 5%, prueba SIMPROF), est3n delineados con una l3nea el3ptica.



Transform: Square root
Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity





Diatomeas

Aysén

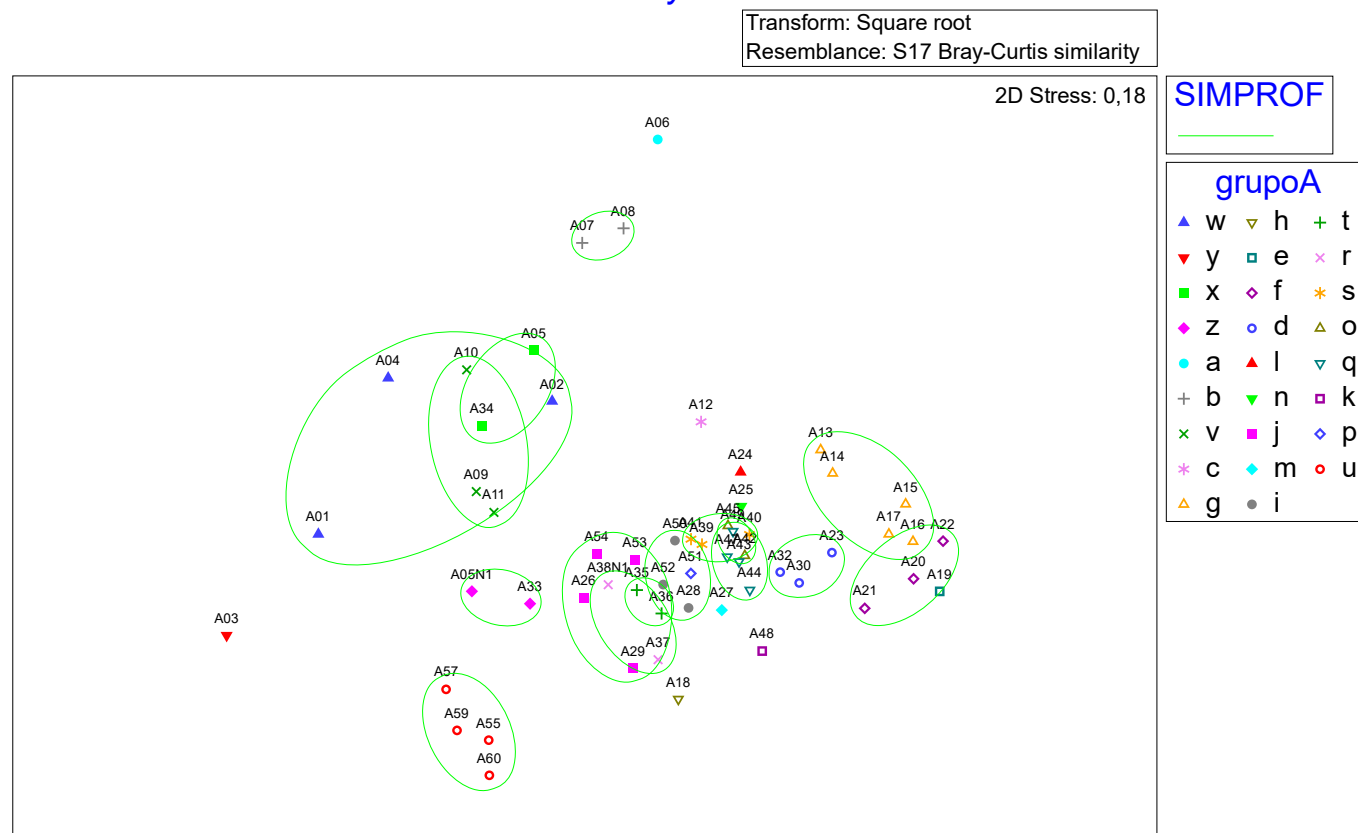


Figura 3.1.9. Representaciones gráficas nMDS de los conglomerados resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **diatomeas** de la región de Aysén (A). Las estaciones significativamente agrupadas (nivel de confianza 5%, prueba SIMPROF), están delineados con una línea elíptica.



Diatomeas
Magallanes

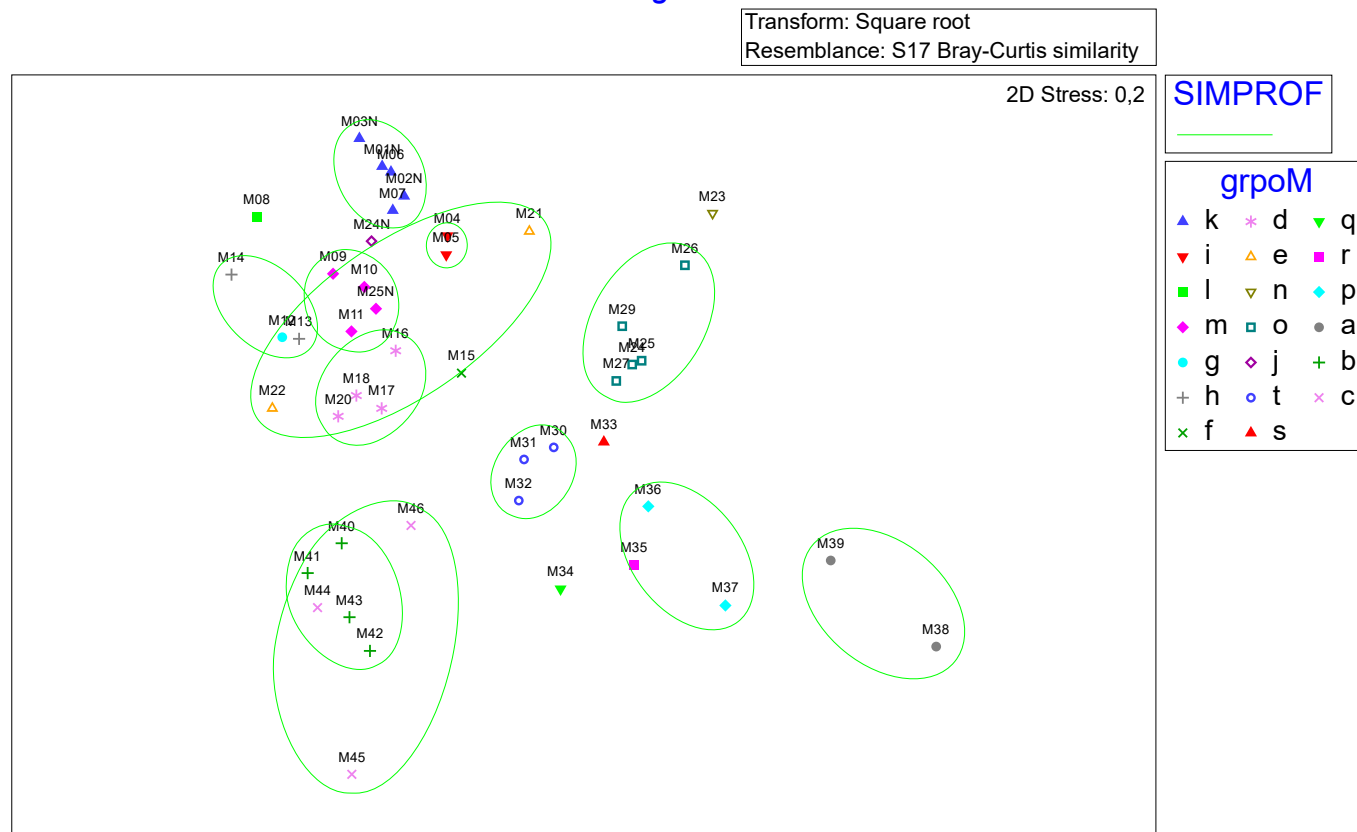


Figura 3.1.10. Representaciones gráficas nMDS de los conglomerados resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **diatomeas** de la regi3n de Magallanes (M). Las estaciones significativamente agrupadas (nivel de confianza 5%, prueba SIMPROF), est3n delineados con una l3nea el3ptica.

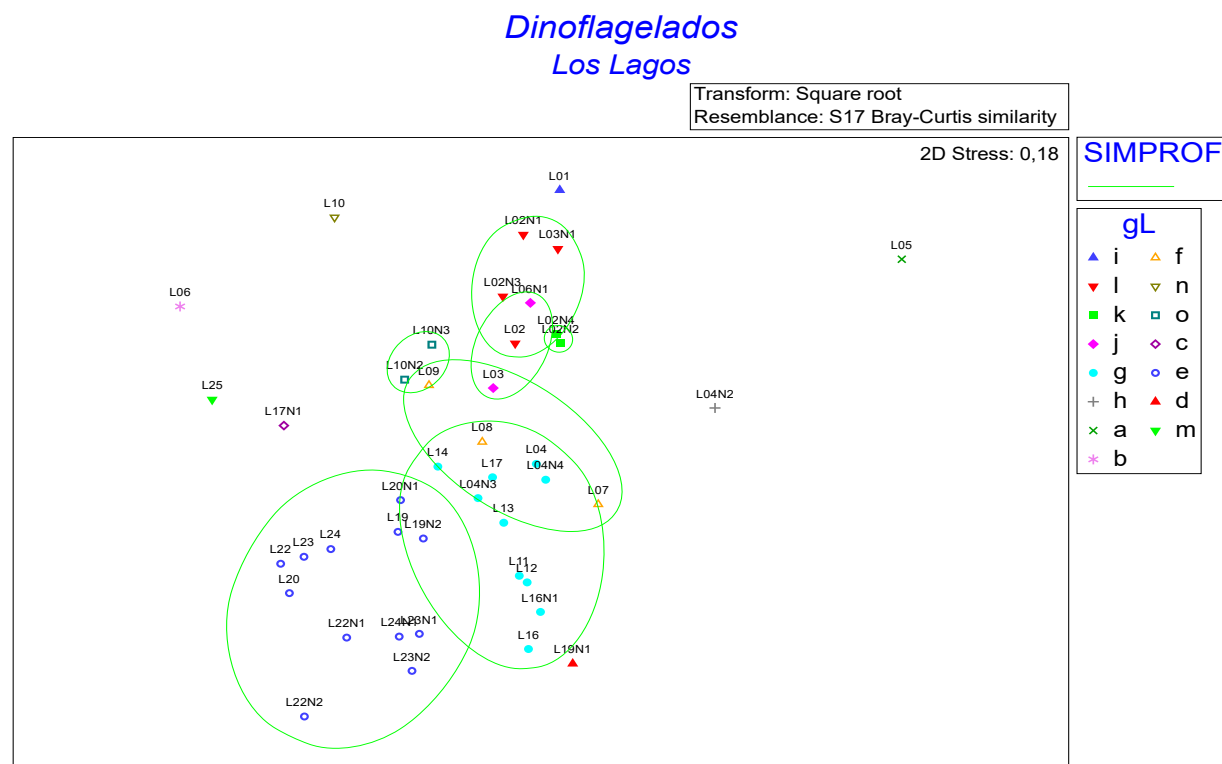


Figura 3.1.11. Representaciones gráficas nMDS de los conglomerados resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **dinoflagelados** de la regi3n de Los Lagos (L). Las estaciones significativamente agrupadas (nivel de confianza 5%, prueba SIMPROF), est3n delineados con una l3nea el3ptica.

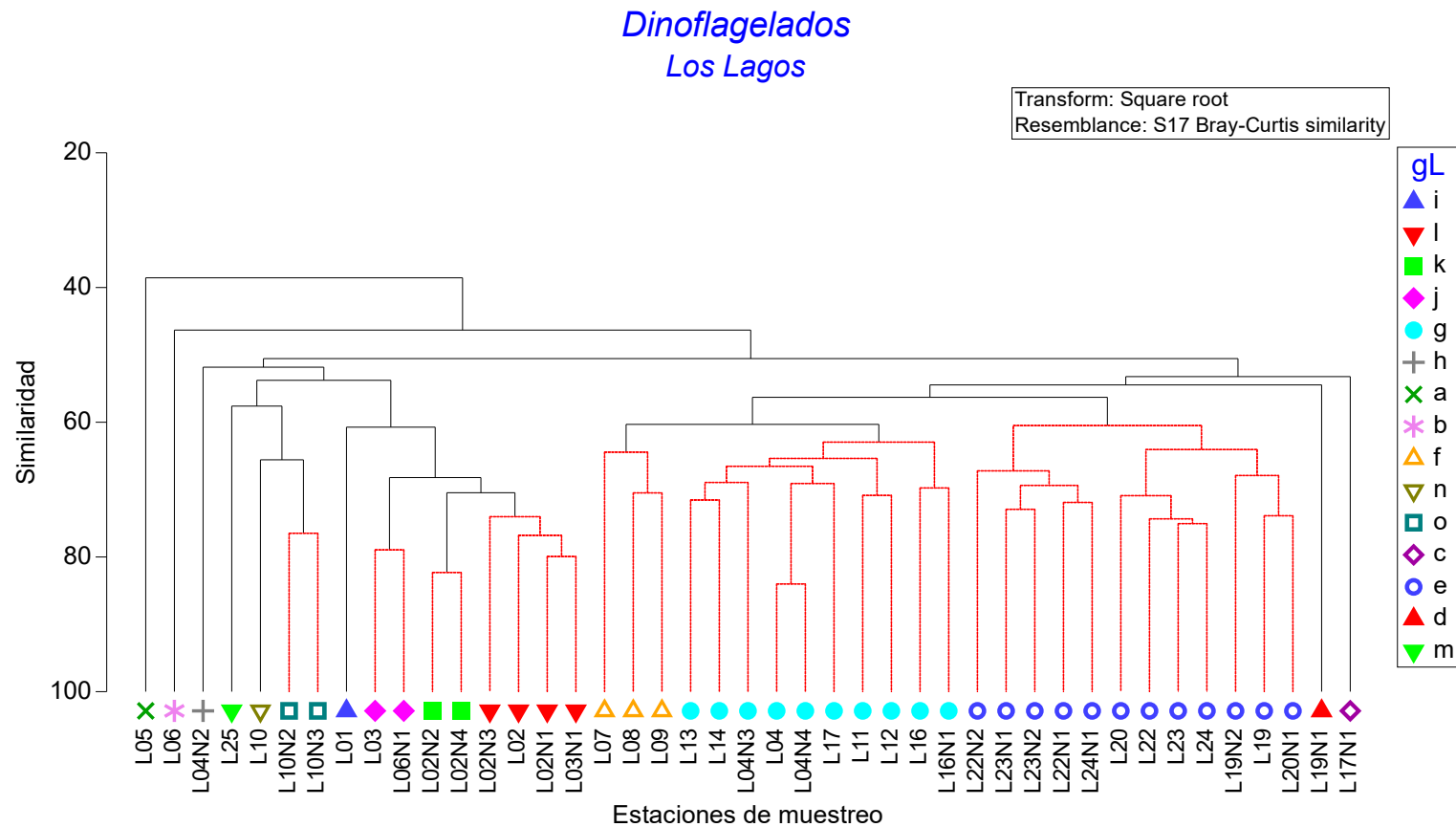


Figura 3.1.12. Conglomerados resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **dinoflagelados** de la región de Los Lagos (L). Los grupos de estaciones significativos (nivel de confianza 5%, prueba SIMPROF), se muestran en líneas rojas e igual símbolo.

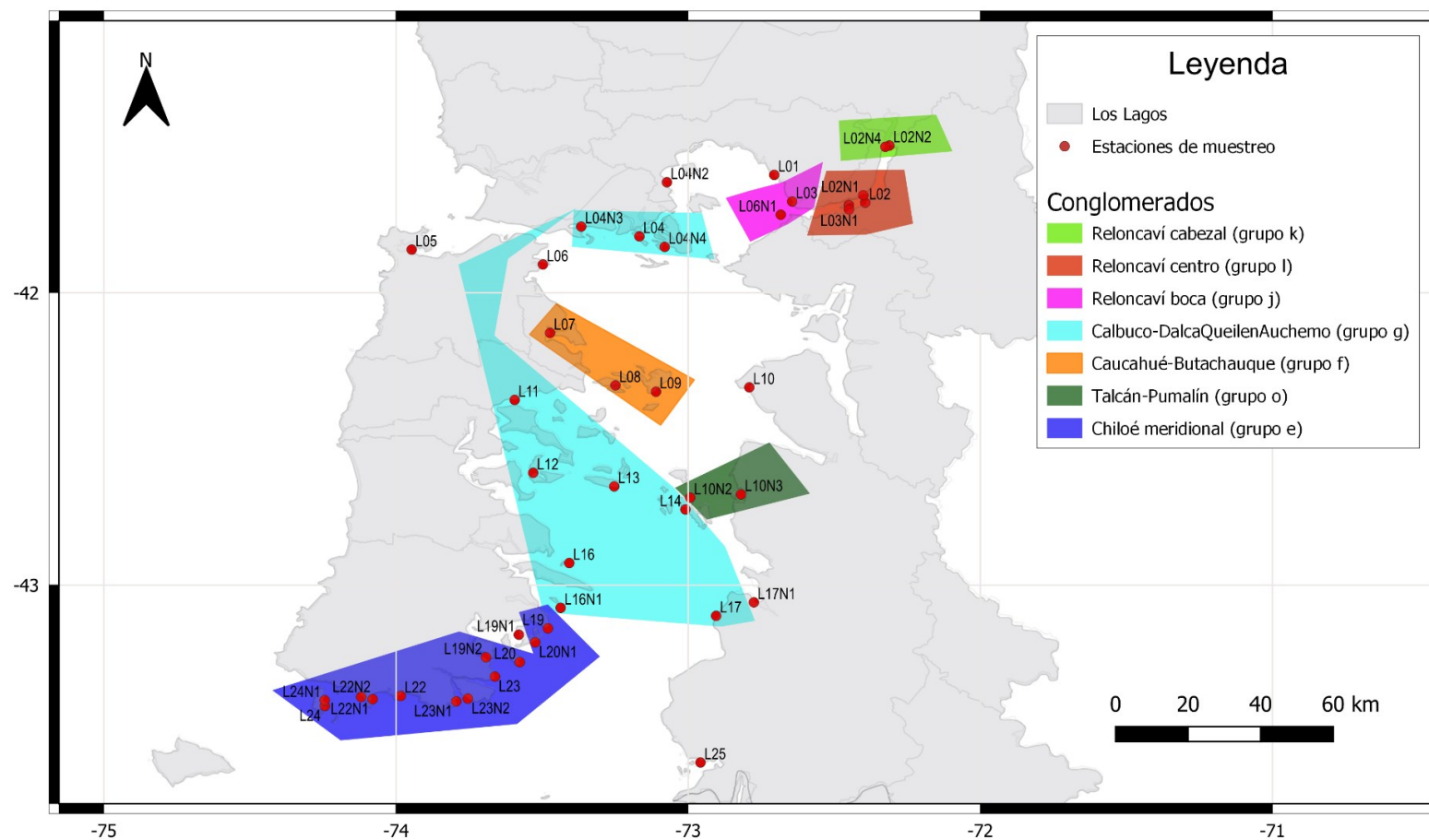


Figura 3.1.13. Distribución geográfica de los conglomerados significativos, resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **dinoflagelados** de la región de Los Lagos (L).



Dinoflagelados Aysén

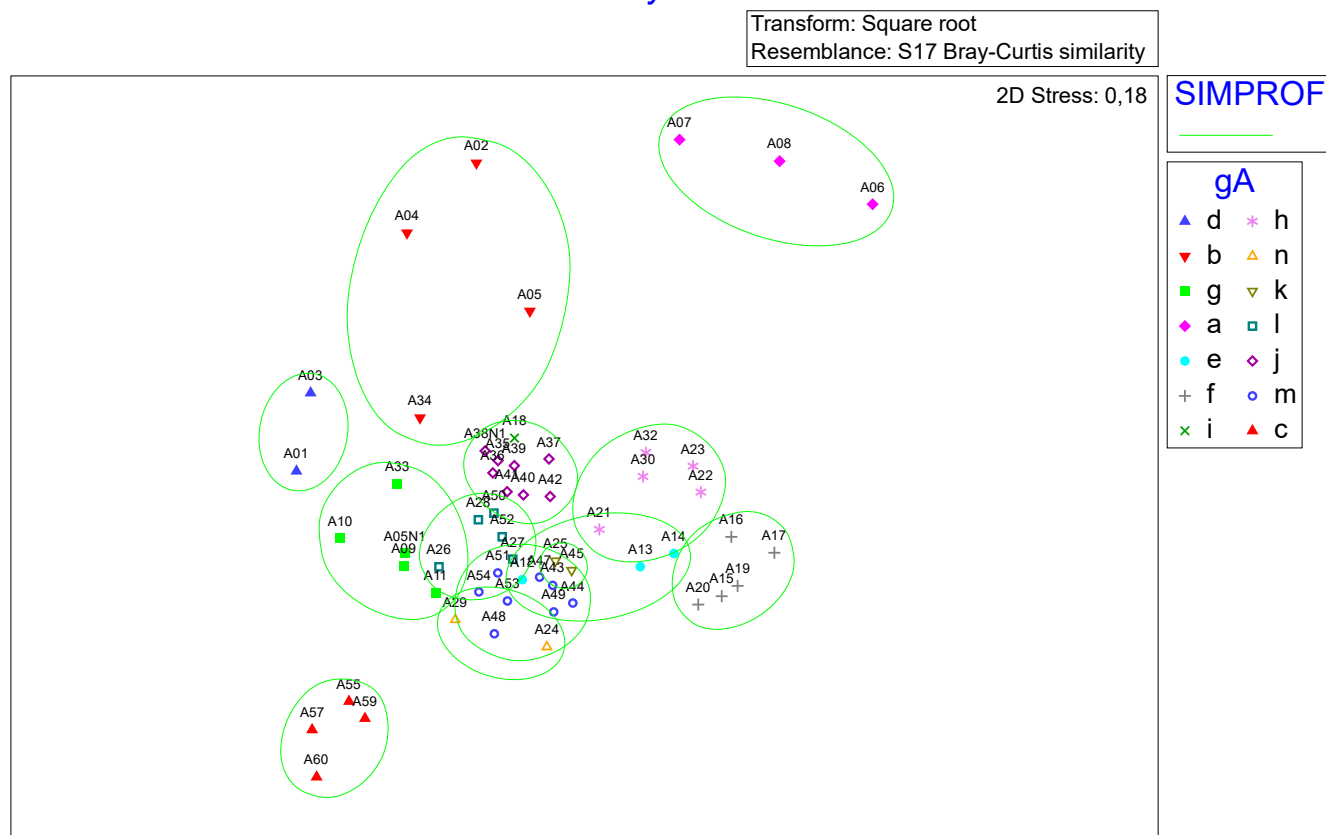


Figura 3.1.14. Representaciones gráficas nMDS de los conglomerados resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **dinoflagelados** de la región de Aysén (A). Las estaciones significativamente agrupadas (nivel de confianza 5%, prueba SIMPROF), están delineados con una línea elíptica.

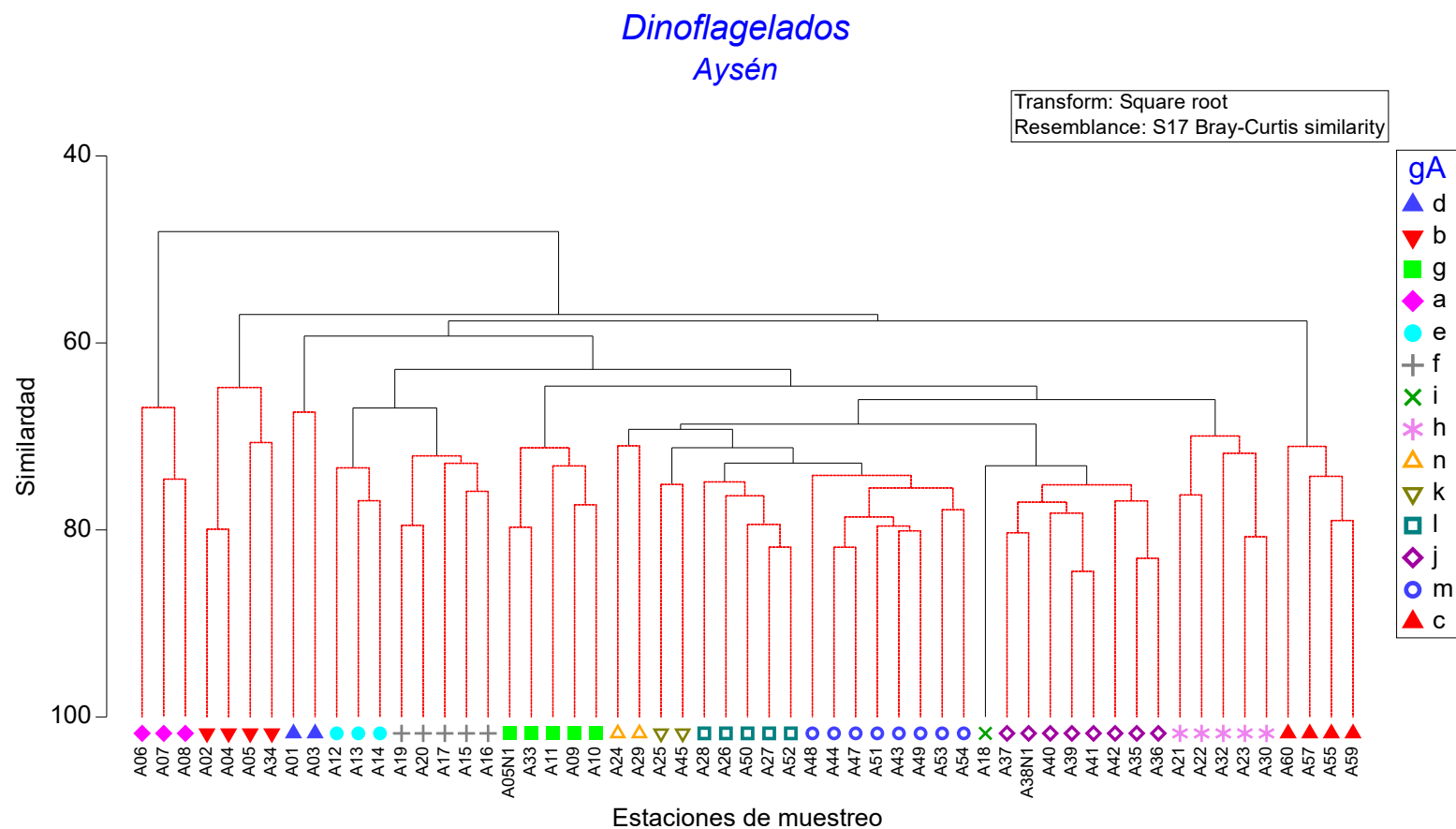


Figura 3.1.15. Conglomerados resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **dinoflagelados** de la región de Aysén (A). Los grupos de estaciones significativos (nivel de confianza 5%, prueba SIMPROF), se muestran en líneas rojas e igual símbolo.

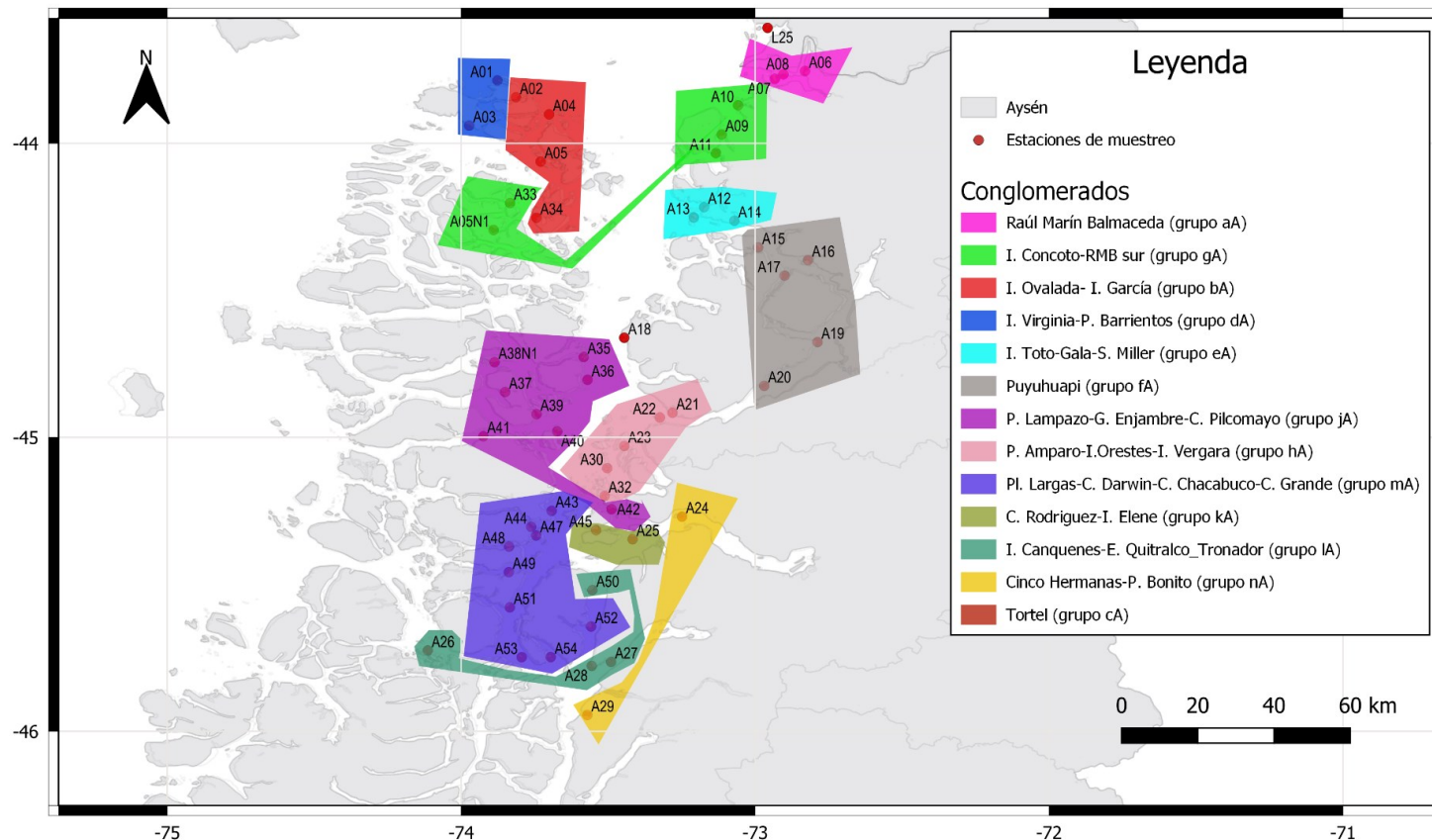


Figura 3.1.16. Distribución geográfica de los conglomerados significativos, resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **dinoflagelados** de la región de Aysén (A).

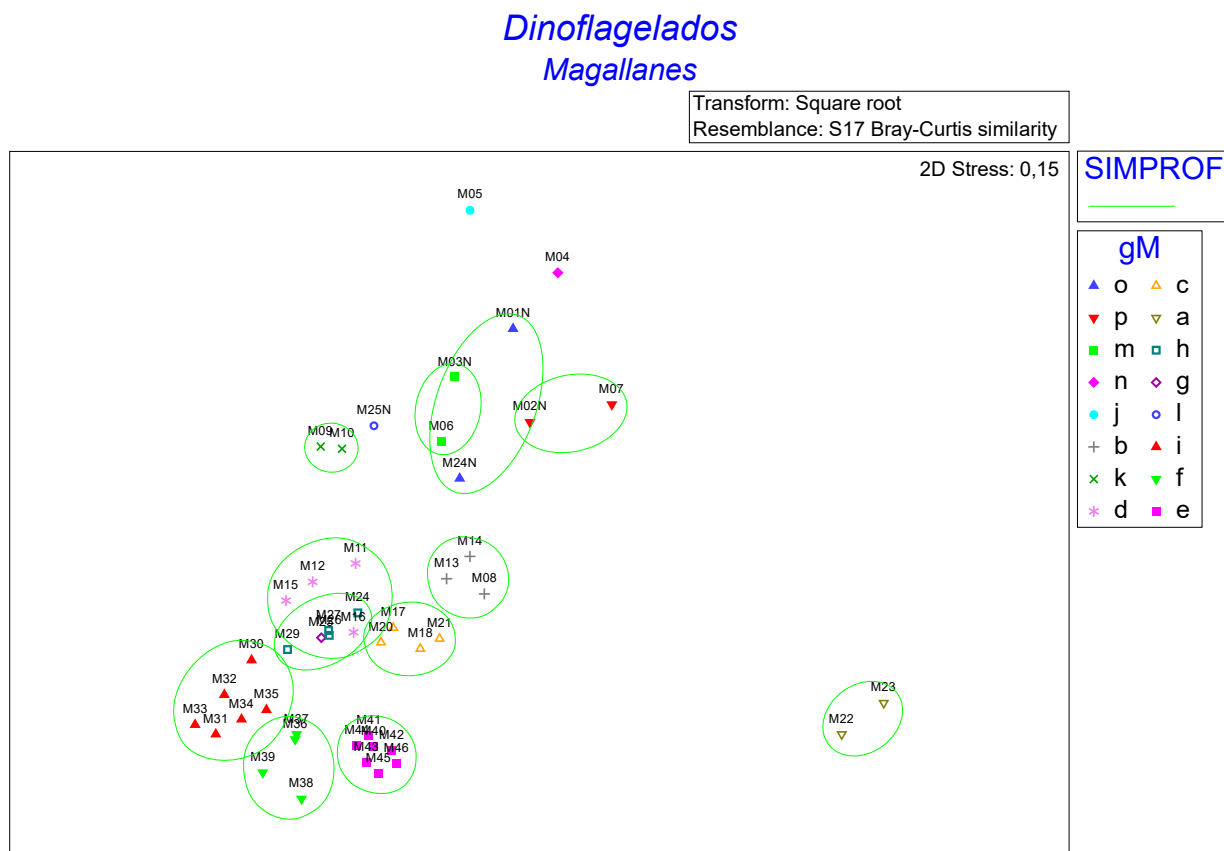


Figura 3.1.17. Representaciones gráficas nMDS de los conglomerados resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **dinoflagelados** de la región de Magallanes (M). Las estaciones significativamente agrupadas (nivel de confianza 5%, prueba SIMPROF), están delineados con una línea elíptica.



Dinoflagelados Magallanes

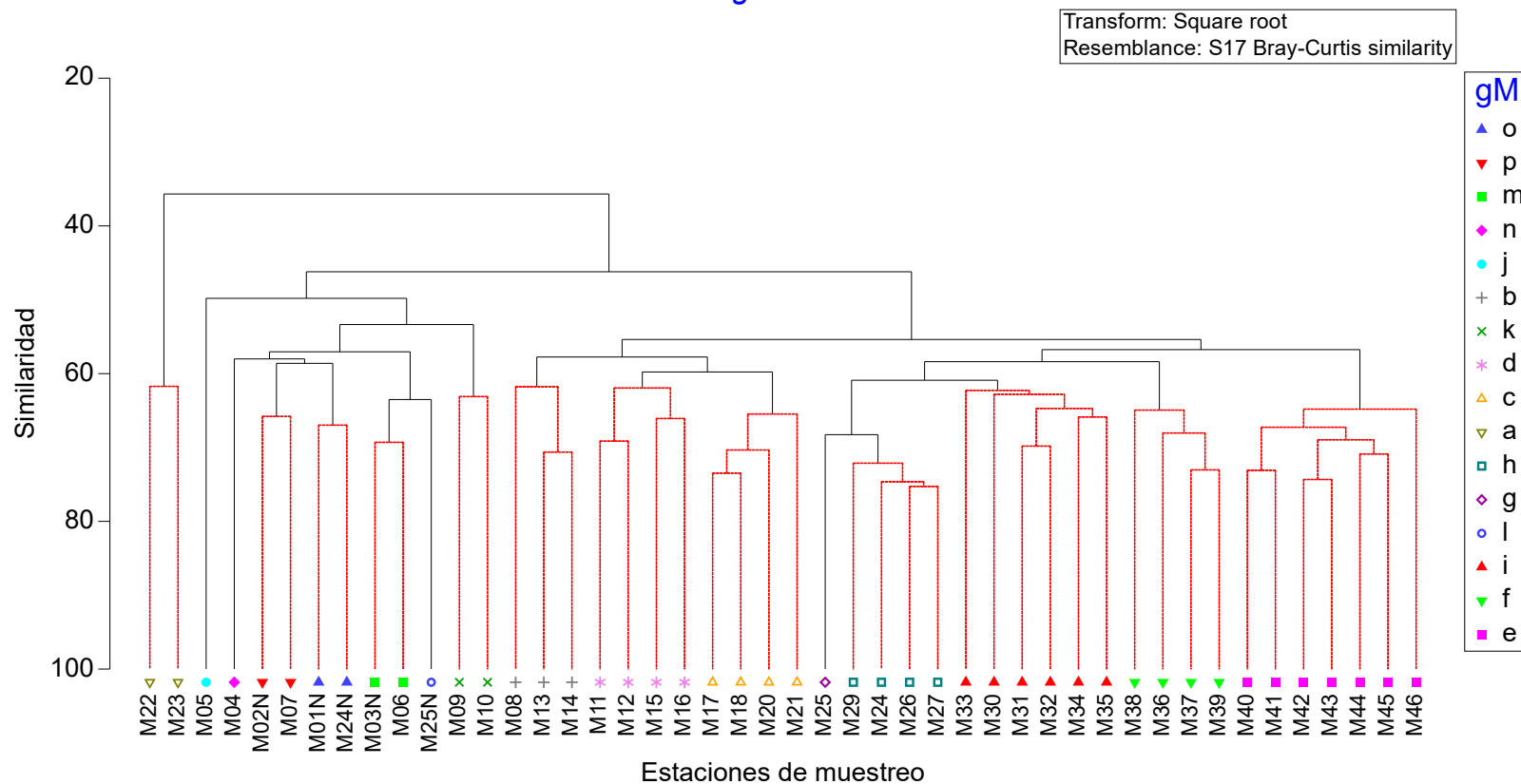


Figura 3.1.18. Conglomerados resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **dinoflagelados** de la regi3n de Magallanes (M). Los grupos de estaciones significativos (nivel de confianza 5%, prueba SIMPROF), se muestran en l3neas rojas e igual s3mbolo.

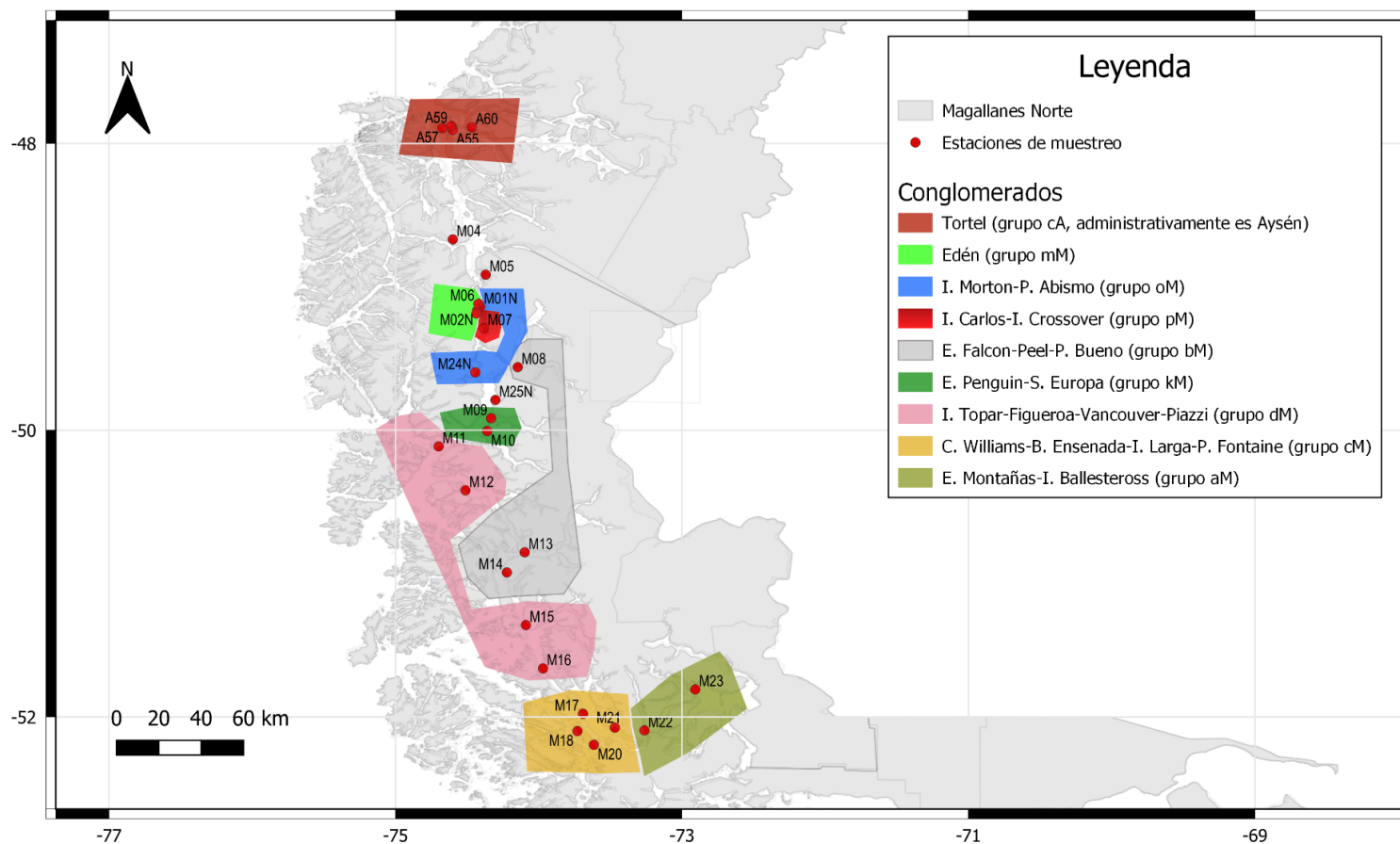


Figura 3.1.19. Distribución geográfica de los conglomerados significativos, resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **dinoflagelados** de la región de Magallanes Norte (M).

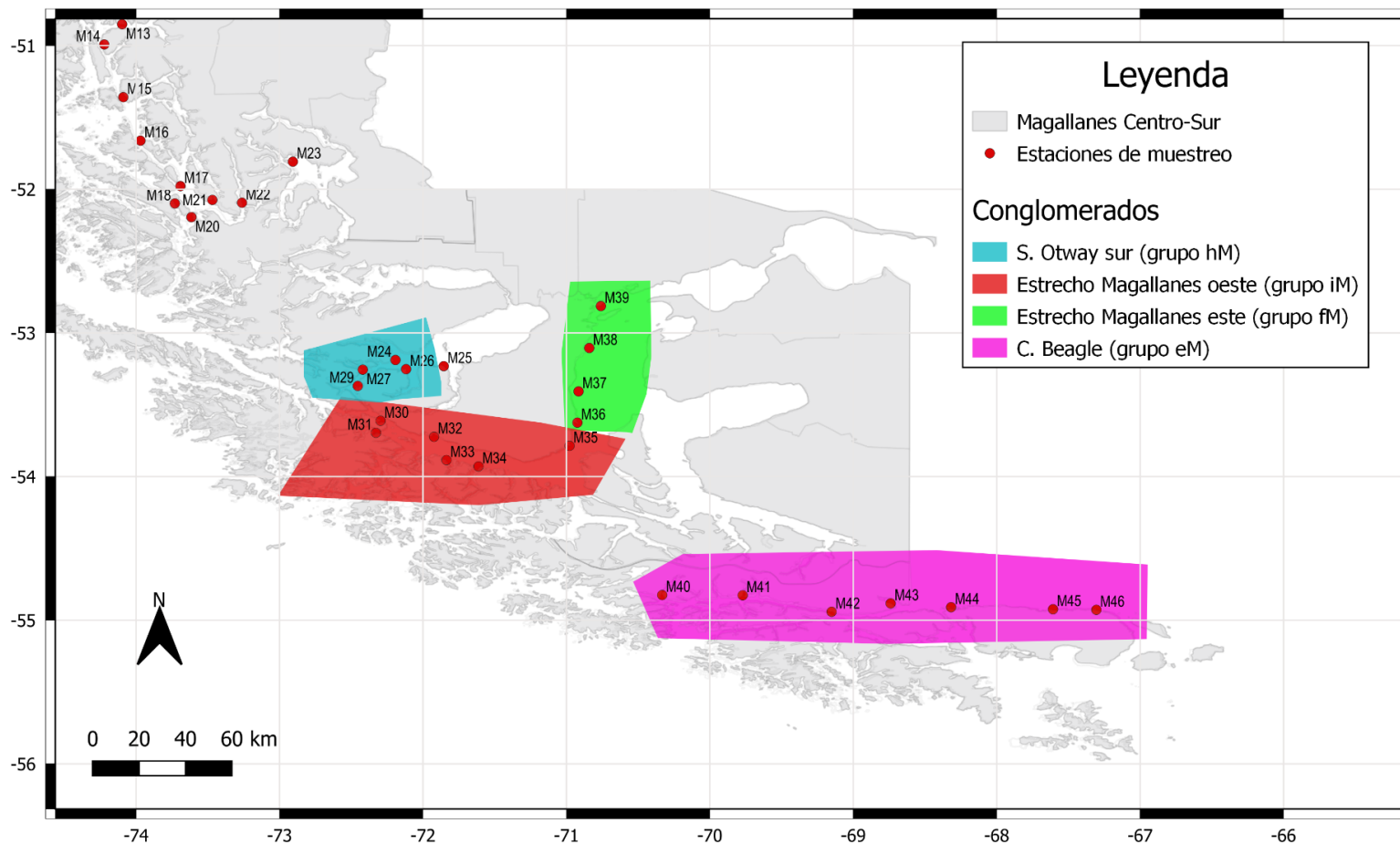


Figura 3.1.20. Distribución geográfica de los conglomerados significativos, resultantes del análisis de CLUSTER para el grupo **dinoflagelados** de la región de Magallanes Centro-Sur (M).



Fitoplancton total

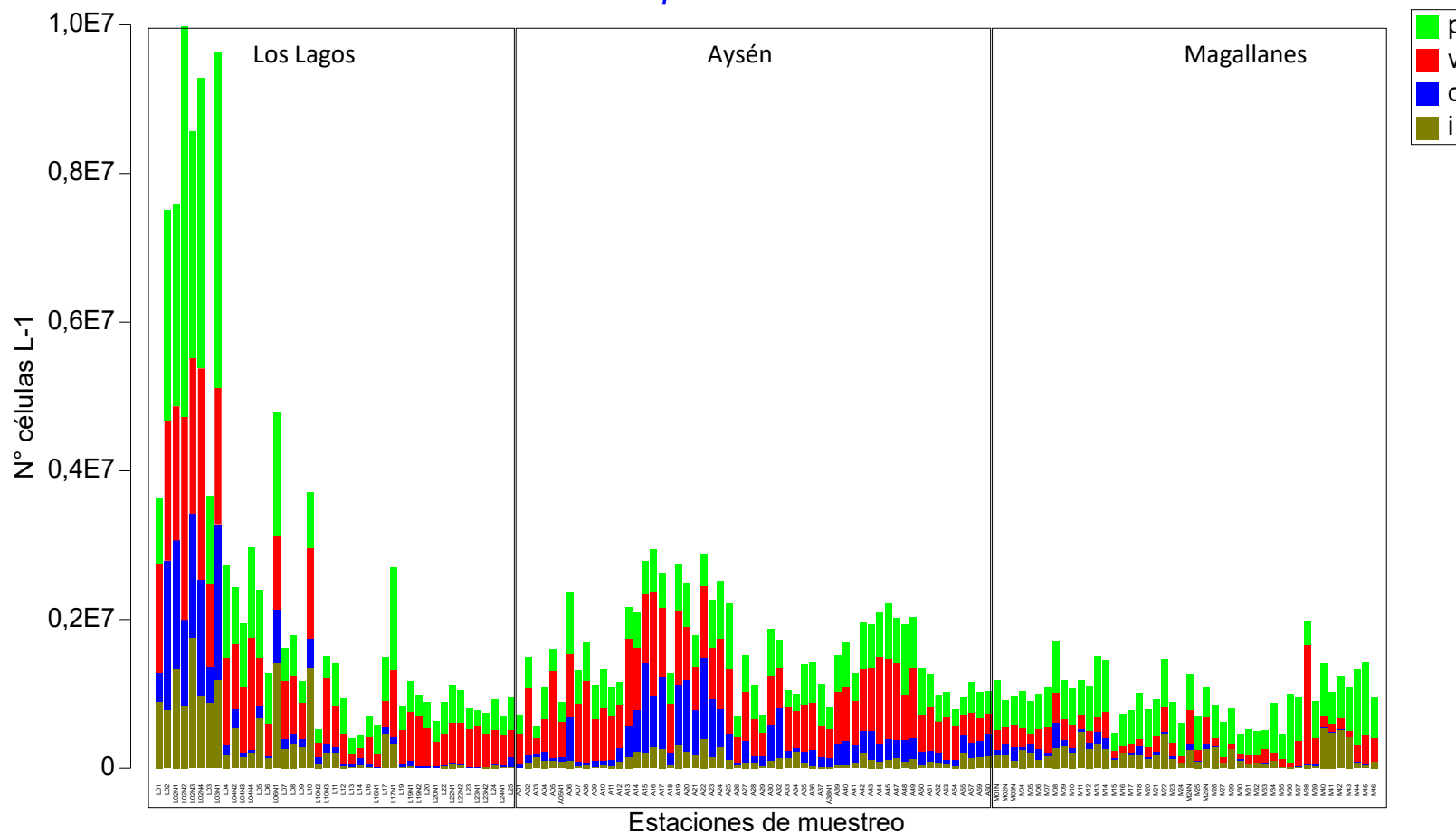


Figura 3.1.21. Distribución temporal de los promedios de abundancia absoluta (N° células L^{-1}) de **fitoplancton total**, por estación del año: Primavera (p), verano (v), otoño (o) e invierno (i), (sin considerar el año), para la macrozona sur-austral en el periodo octubre 2007-febrero 2019.



Diatomeas

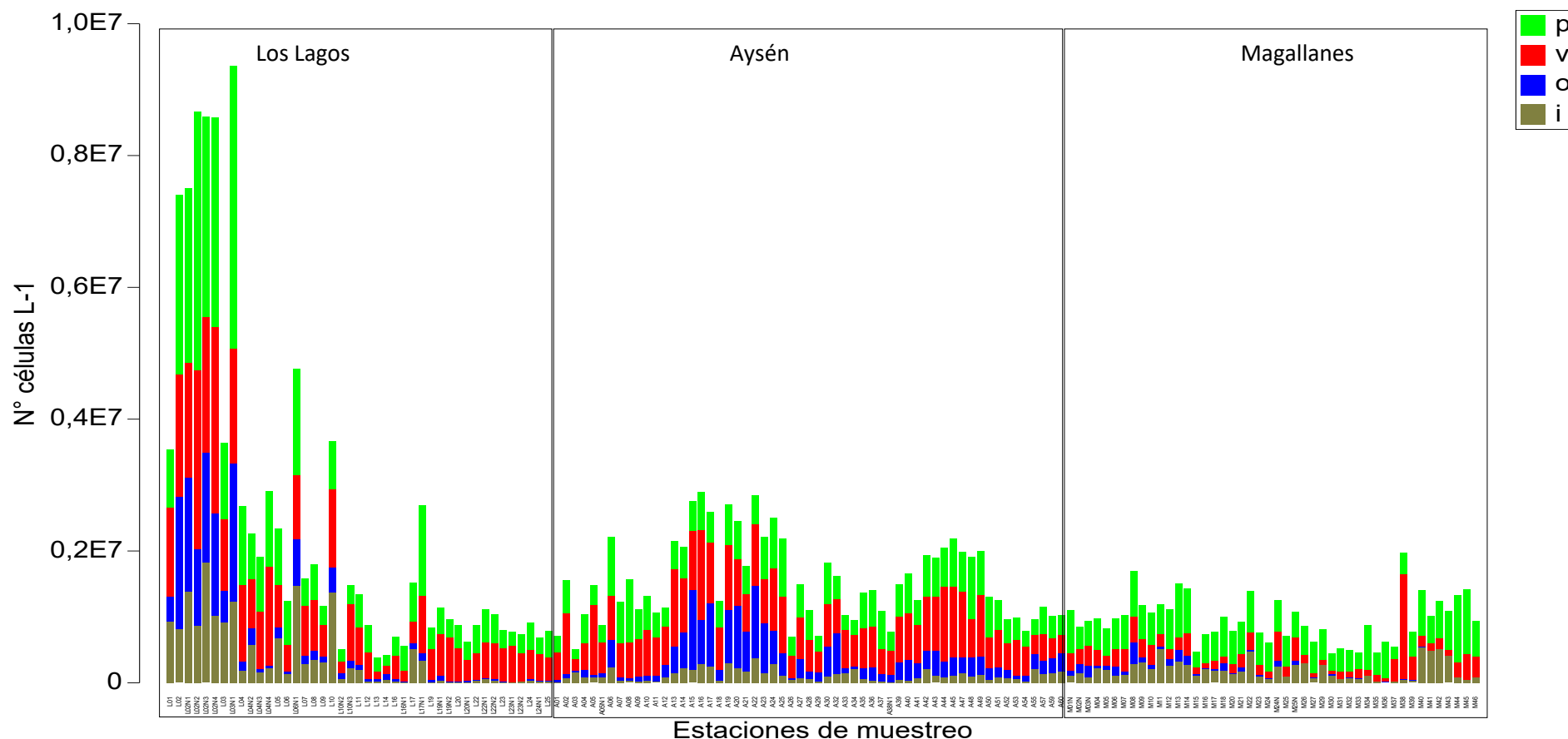


Figura 3.1.22. Distribución temporal de los promedios de abundancia absoluta (N° células L⁻¹) de **diatomeas**, por estación del año: Primavera (p), verano (v), otoño (o) e invierno (i), (sin considerar el año), para la macrozona sur-austral en el periodo octubre 2007-febrero 2019.

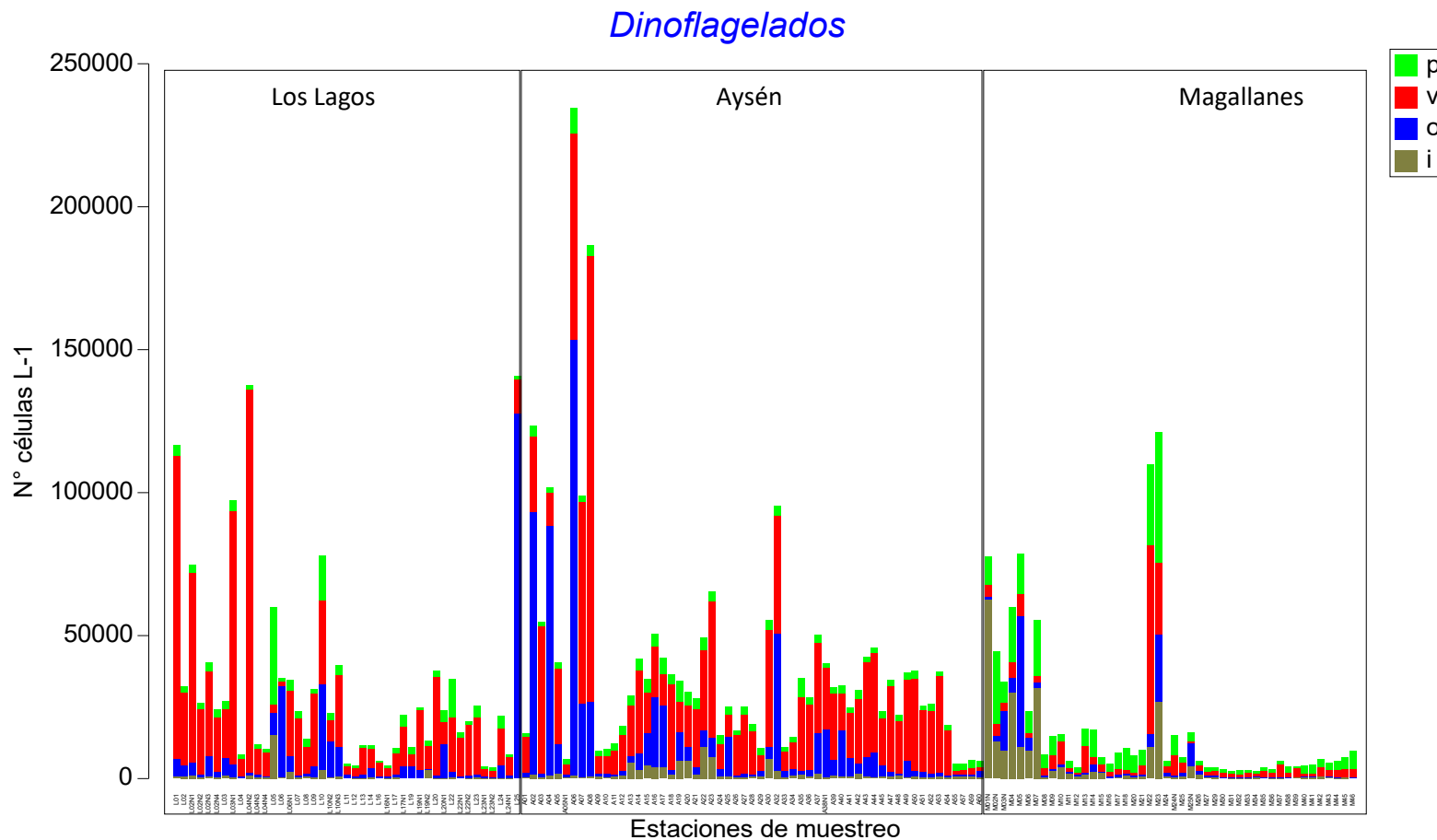


Figura 3.1.23. Distribución temporal de los promedios de abundancia absoluta (N° células L⁻¹) de **dinoflagelados**, por estación del año: Primavera (p), verano (v), otoño (o) e invierno (i), (sin considerar el año), para la macrozona sur-austral en el periodo octubre 2007-febrero 2019.



Ciclo estacional periodo oct 2007- feb 2019
Fitoplancton

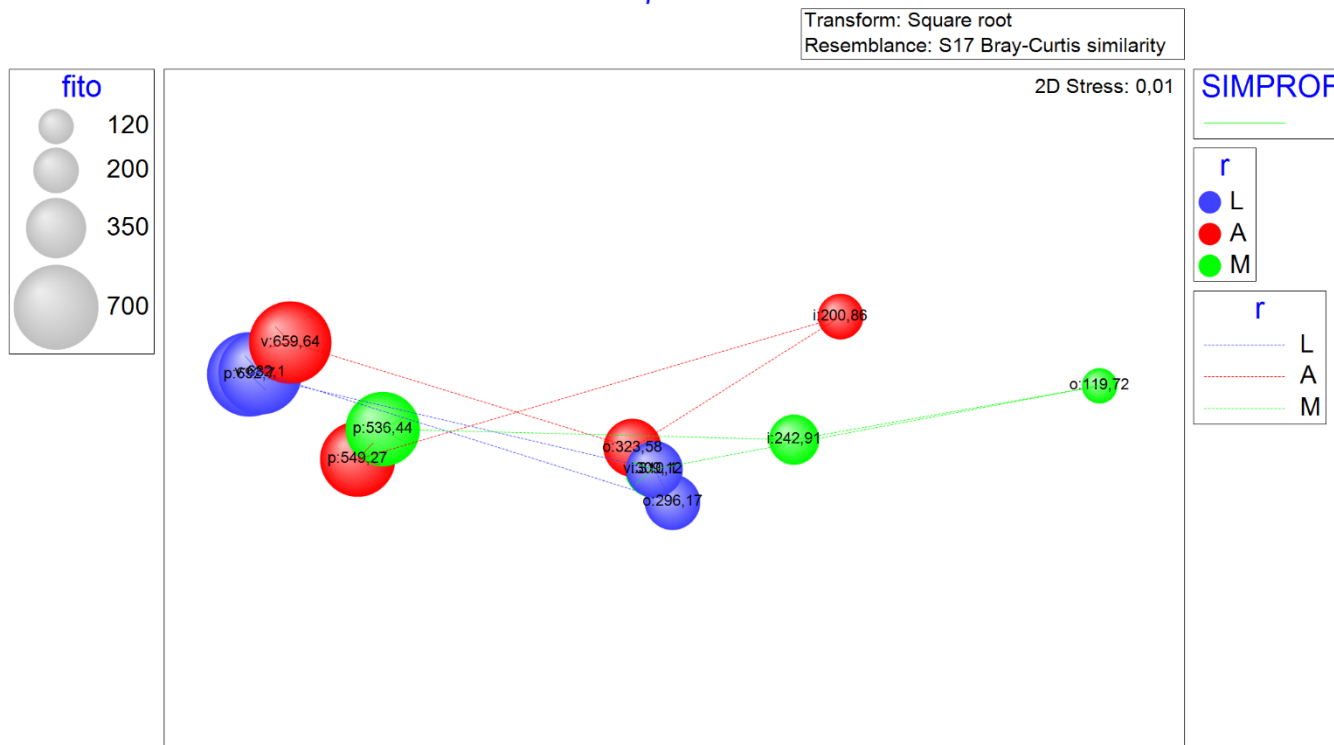


Figura 3.1.24. Patr3n estacional de los promedios de abundancia absoluta (N° c3lulas L⁻¹) por regi3n de **fitoplancton**, por estaci3n del a3o: Primavera (p), verano (v), oto3o (o) e invierno (i), (sin considerar el a3o), para la macrozona sur-austral en el periodo octubre 2007-febrero 2019.



Ciclo estacional periodo oct 2007- feb 2019
Diatomeas

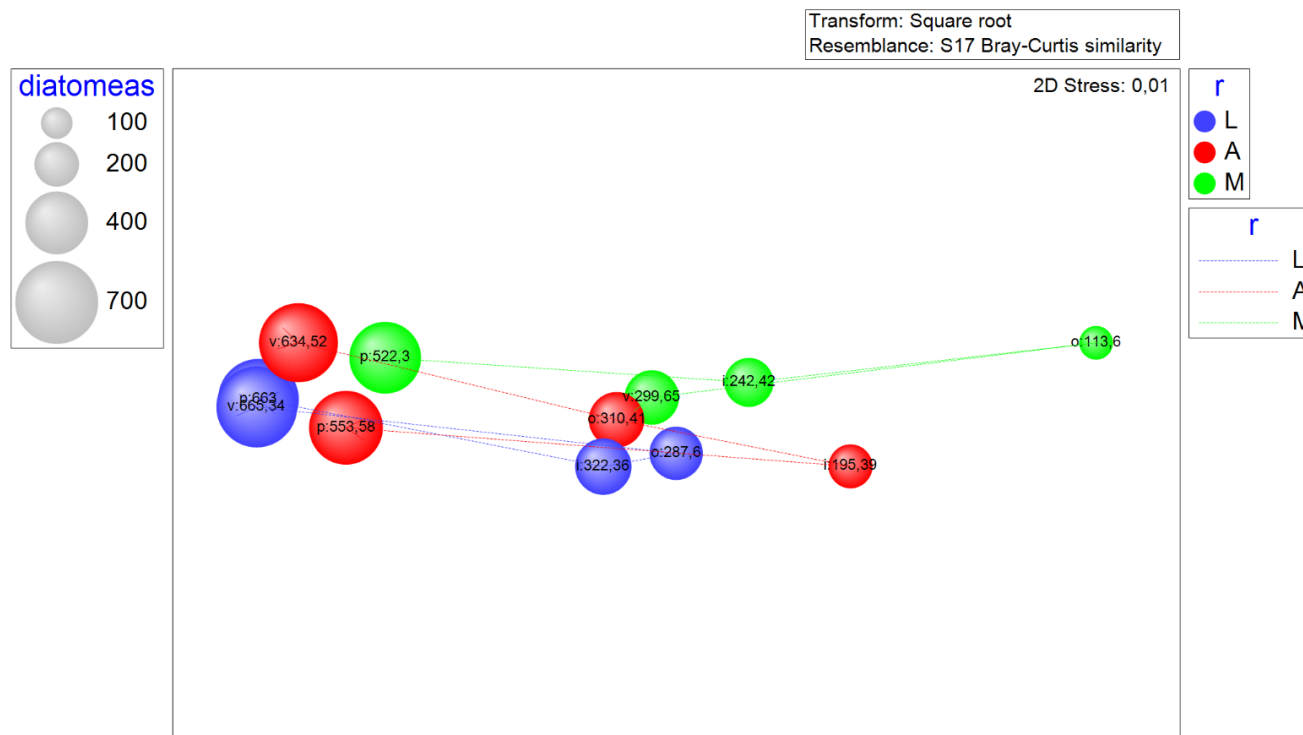


Figura 3.1.25. Patrón estacional de los promedios de abundancia absoluta (N° células L⁻¹) por región de **diatomeas**, por estación del año: Primavera (p), verano (v), otoño (o) e invierno (i), (sin considerar el año), para la macrozona sur-austral en el periodo octubre 2007-febrero 2019.

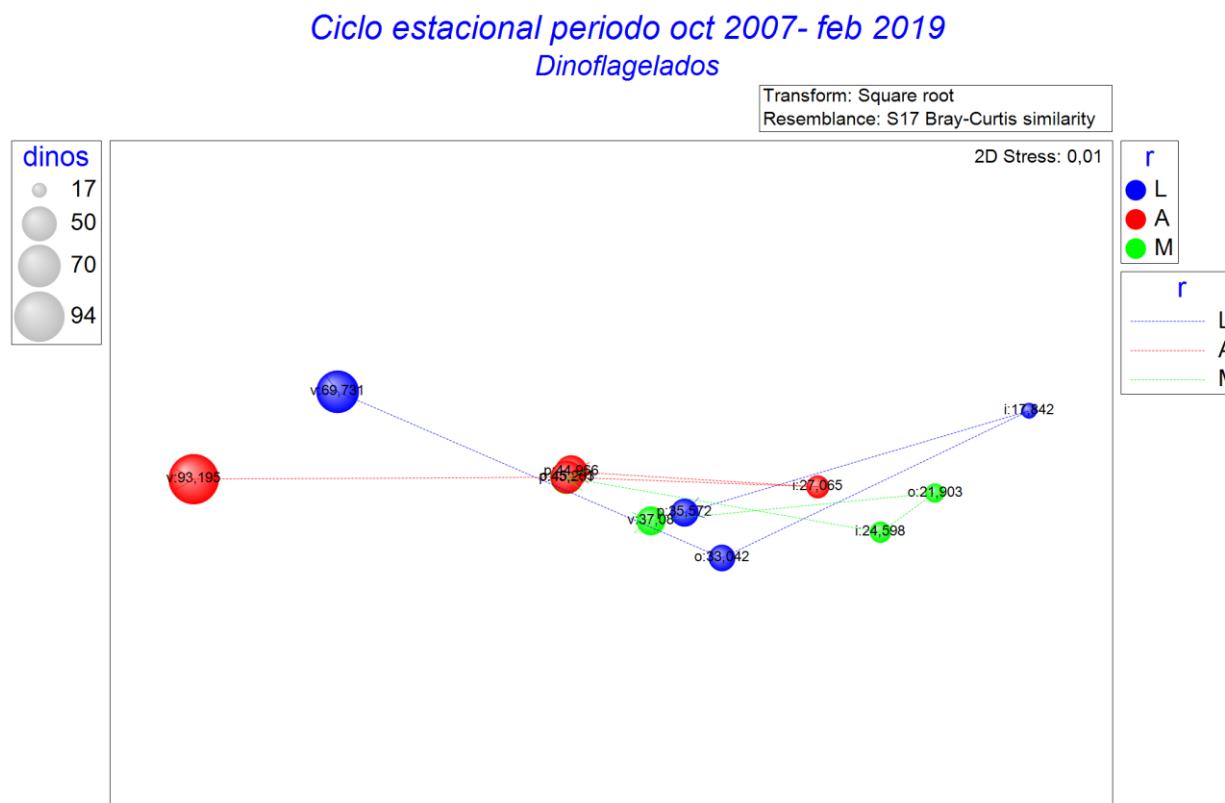


Figura 3.1.26. Patrón estacional de los promedios de abundancia absoluta (N° células L^{-1}) por región de **dinoflagelados**, por estación del año: Primavera (p), verano (v), otoño (o) e invierno (i), (sin considerar el año), para la macrozona sur-austral en el periodo octubre 2007-febrero 2019.

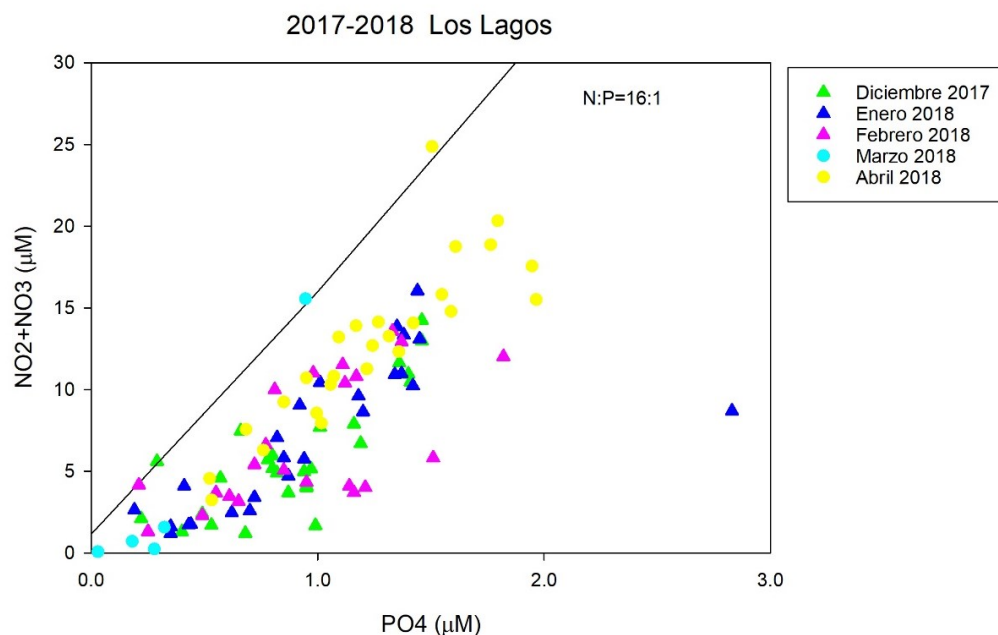


Figura 3.1.27. Concentraciones de f3sf3ro (PO₄ µM) y de n3trito+n3trato (NO₂+NO₃ µM) del estrato 0-10m durante los meses de diciembre 2017 a abril 2018 para la regi3n de Los Lagos.

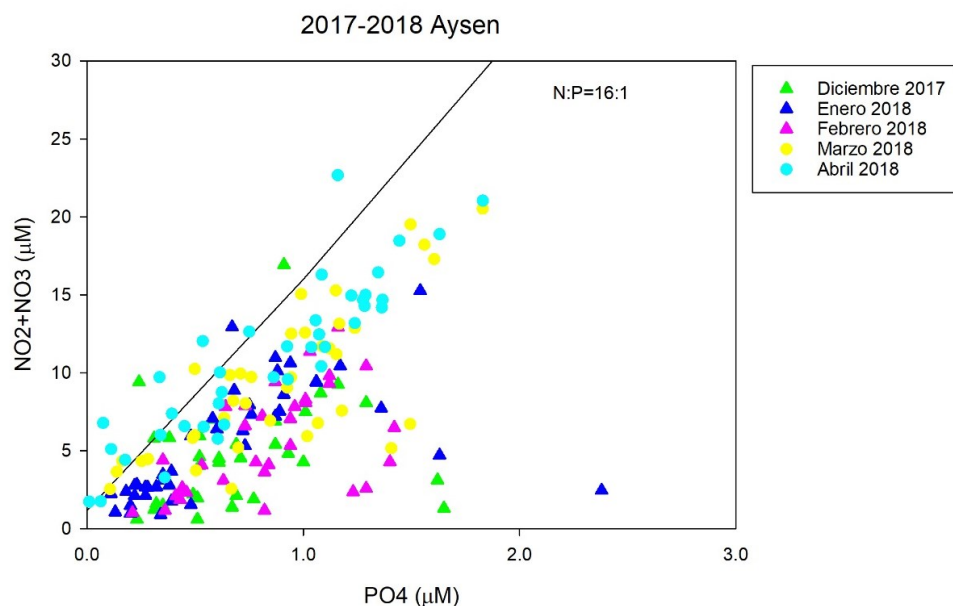


Figura 3.1.28. Concentraciones de f3sf3ro (PO₄ µM) y de n3trito+n3trato (NO₂+NO₃ µM) del estrato 0-10m durante los meses de diciembre 2017 a abril 2018 para la regi3n de Ays3n.

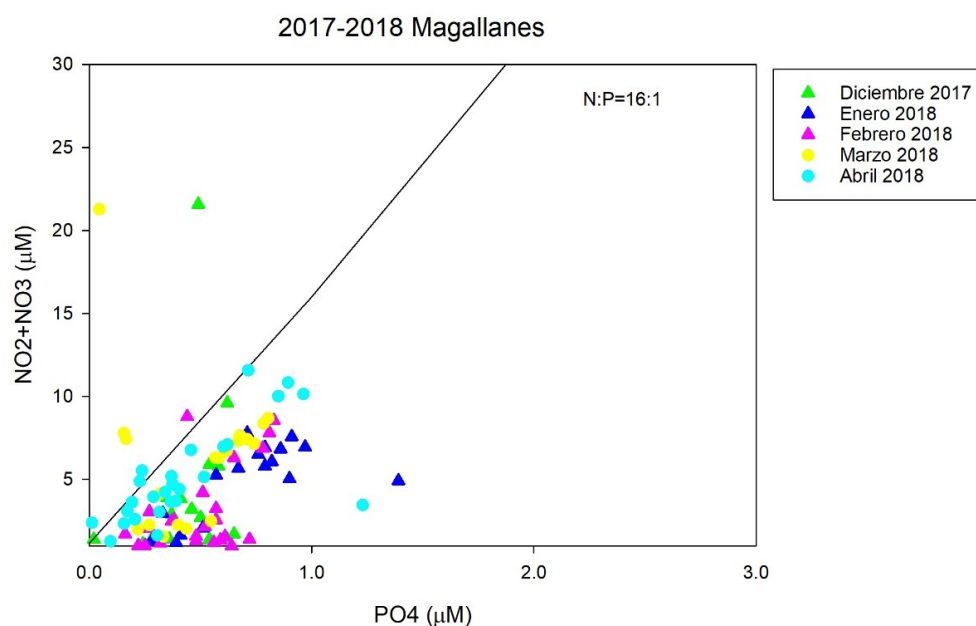


Figura 3.1.29. Concentraciones de fósforo (PO₄ µM) y de nitrato+nitrato (NO₂+NO₃ µM) del estrato 0-10m durante los meses de diciembre 2017 a abril 2018 para la región de Magallanes.

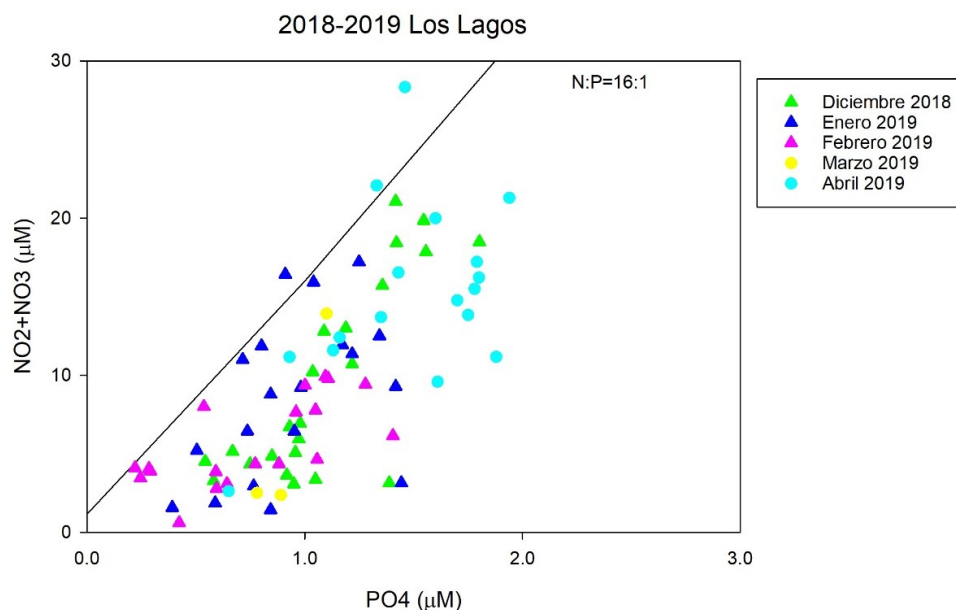


Figura 3.1.30. Concentraciones de fósforo (PO₄ µM) y de nitrato+nitrato (NO₂+NO₃ µM) del estrato 0-10m durante los meses de diciembre 2018 a abril 2019 para la región de Los Lagos.

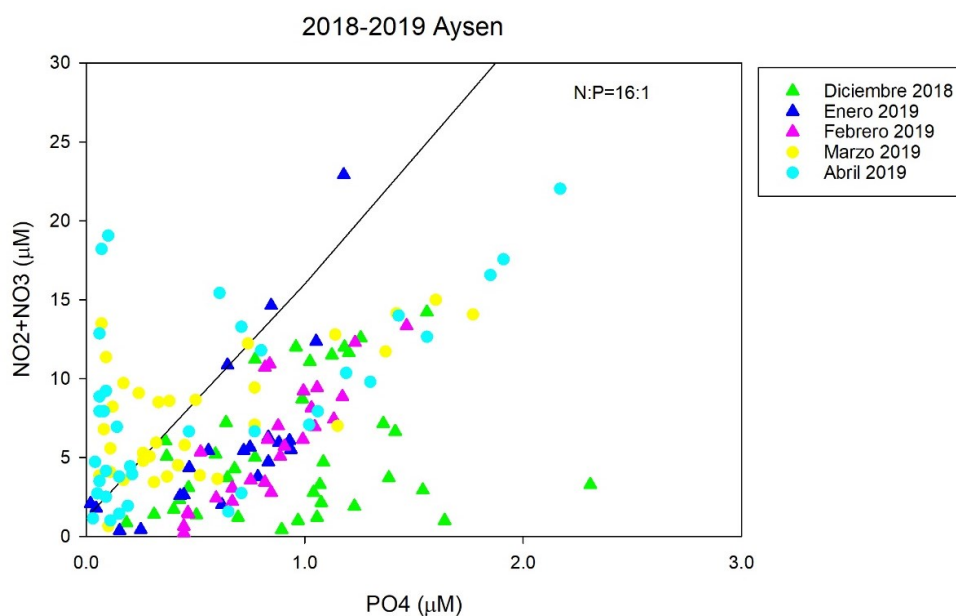


Figura 3.1.31. Concentraciones de fósforo (PO₄ µM) y de nitrito+nitrato (NO₂+NO₃ µM) del estrato 0-10m durante los meses de diciembre 2018 a abril 2019 para la región de Aysén.

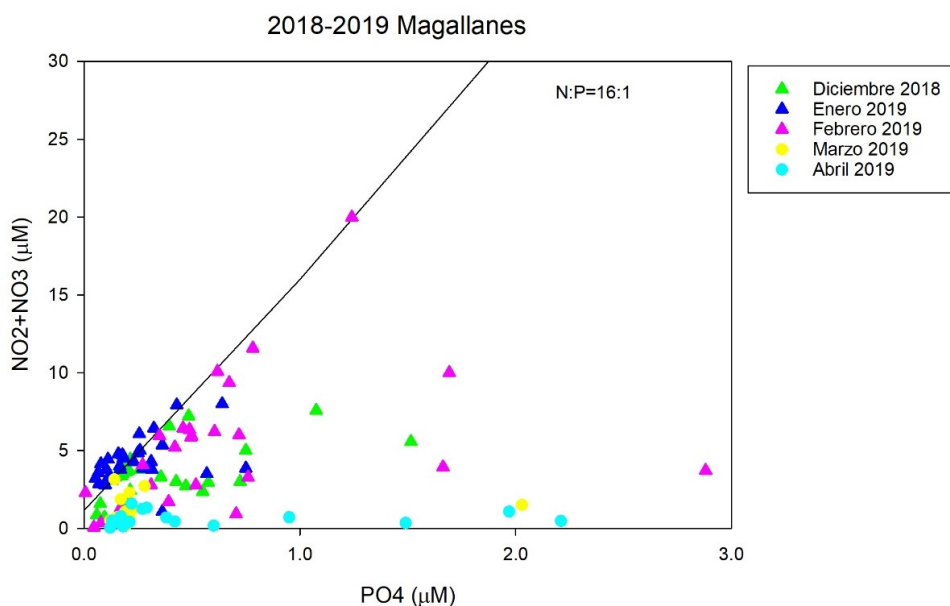


Figura 3.1.32. Concentraciones de fósforo (PO₄ µM) y de nitrito+nitrato (NO₂+NO₃ µM) del estrato 0-10m durante los meses de diciembre 2018 a abril 2019 para la región de Magallanes.

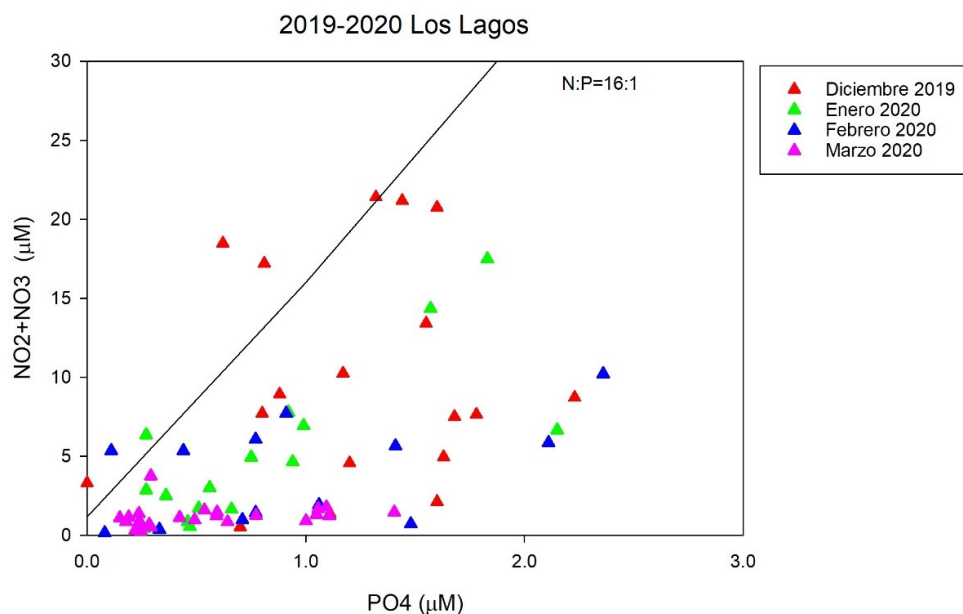


Figura 3.1.33. Concentraciones de fósforo (PO₄ µM) y de nitrato+nitrato (NO₂+NO₃ µM) del estrato 0-10m durante los meses de diciembre 2019 a marzo 2020 para la región de Los Lagos.

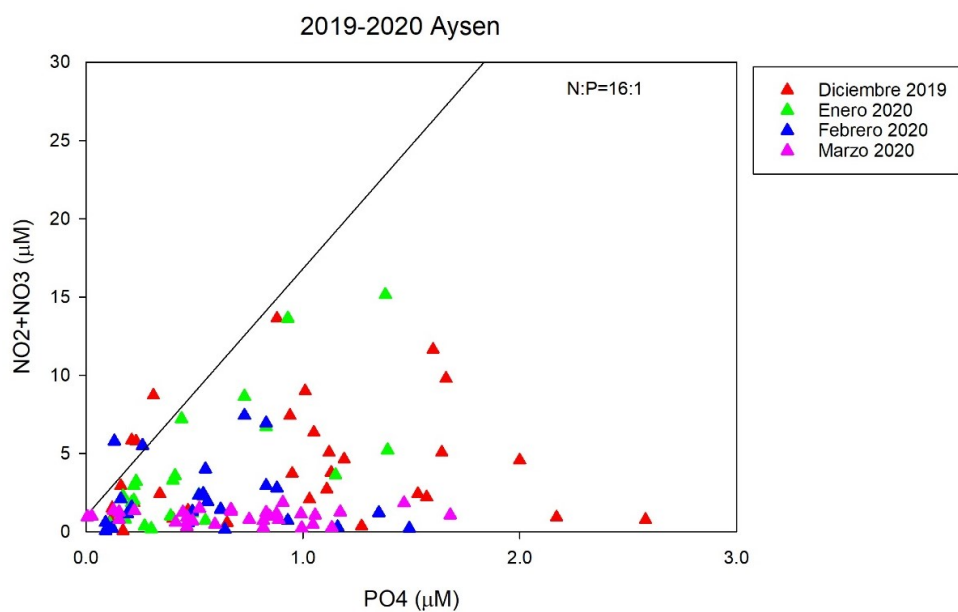


Figura 3.1.34. Concentraciones de fósforo (PO₄ µM) y de nitrato+nitrato (NO₂+NO₃ µM) del estrato 0-10m durante los meses de diciembre 2019 a marzo 2020 para la región de Aysén.

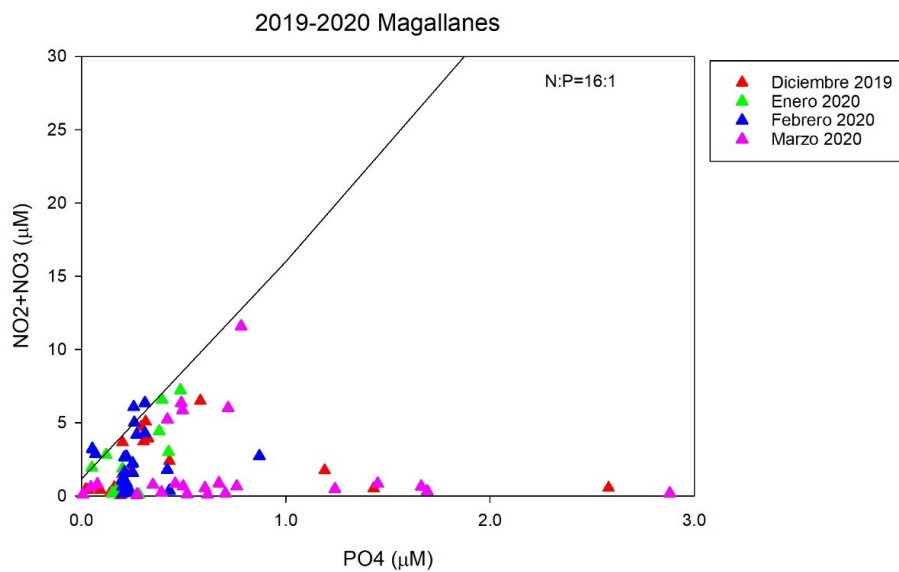


Figura 3.1.35. Concentraciones de fósforo (PO₄ μM) y de nitrito+nitrato (NO₂+NO₃ μM) del estrato 0-10m durante los meses de diciembre 2019 a marzo 2020 para la región de Magallanes.

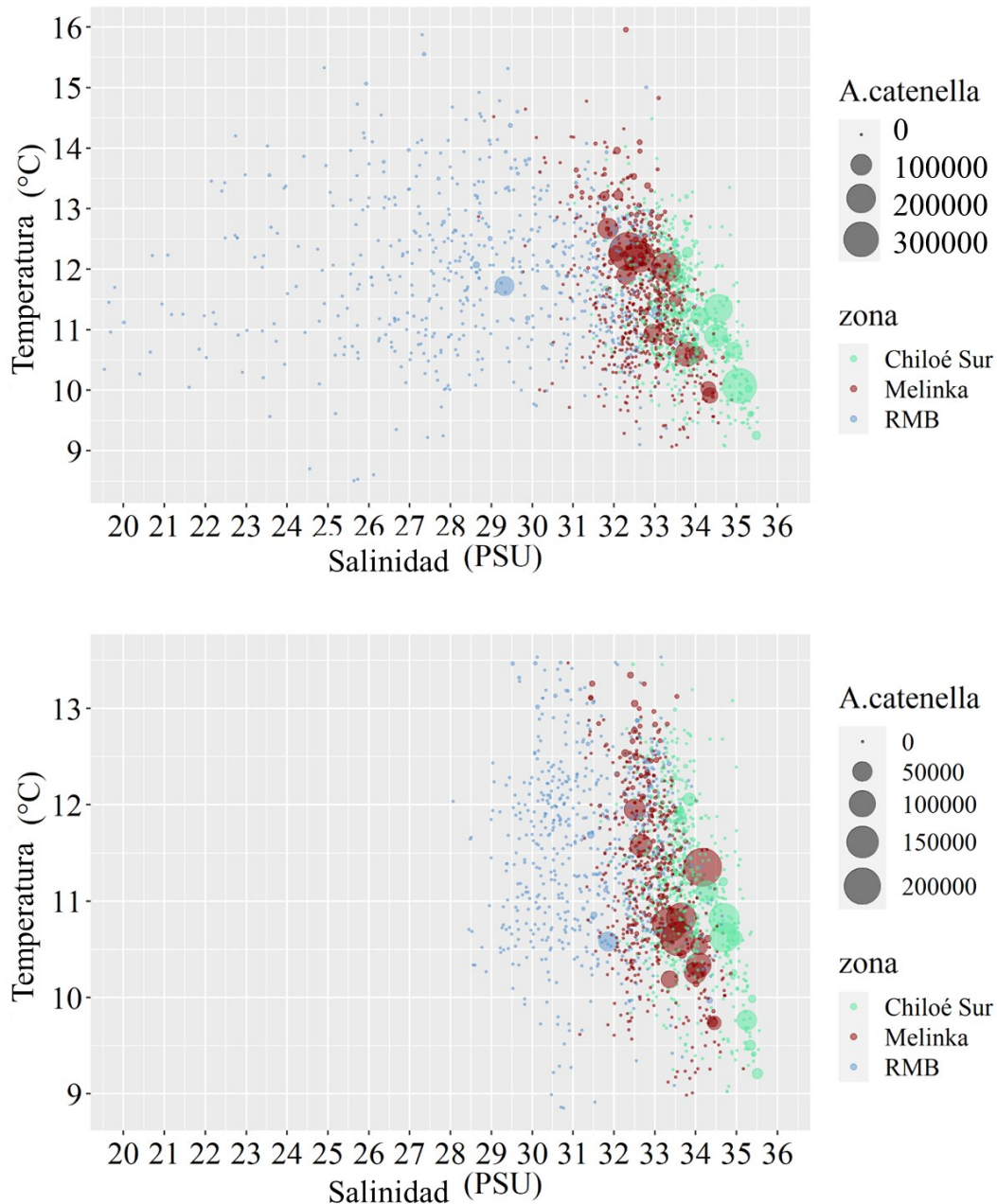


Figura 3.3.1. Abundancia (Cel. Litro) de *A. catenella* en distinta profundidad (grafico superior estrato 0-10 m; grafico inferior estrato 10-20 m), salinidad, temperatura y zonas. Datos tomados entre 2013 al 2019 desde 11 estaciones de Chiloé Sur (L20, L20N1, L19, L18N2, L18, L19N2, L19N3, L19N4, L23, L24, L22), 6 estaciones de Raúl Marín Balmaceda (A08N3, A08N2, A08N1, A08, A07, A06) y 6 de Melinka (A02, A04, A04N1, A05, A34, A11N1).

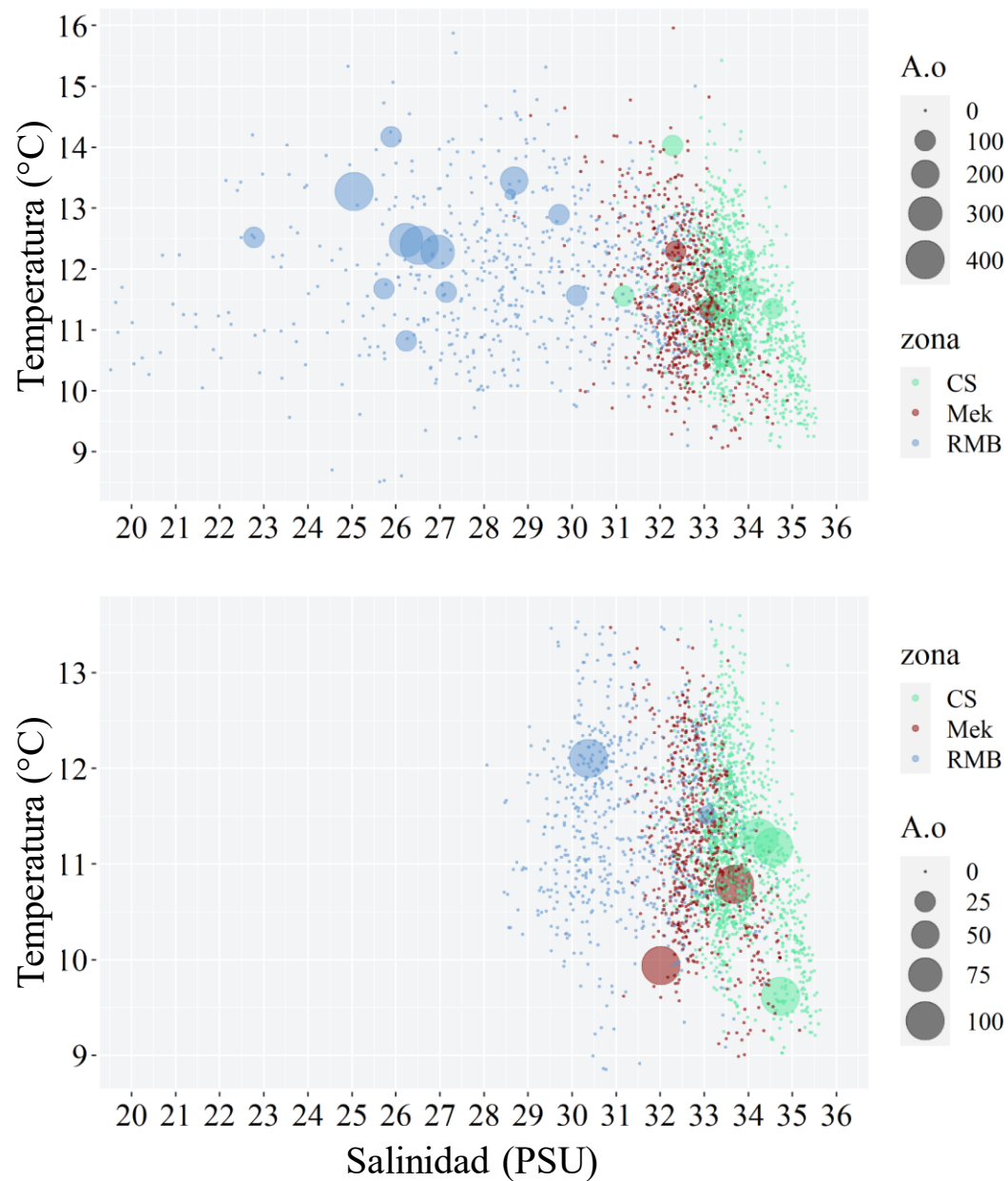


Figura 3.3.2. Abundancia (Cel. Litro) de *Alexandrium ostenfeldii* en distinta profundidad (grafico superior estrato 0-10 m; grafico inferior estrato 10-20 m), salinidad, temperatura y zonas. Datos tomados entre 2013 al 2019 desde 11 estaciones de Chiloé Sur (L20, L20N1, L19, L18N2, L18, L19N2, L19N3, L19N4, L23, L24, L22), 6 estaciones de Raúl Marín Balmaceda (A08N3, A08N2, A08N1, A08, A07, A06) y 6 de Melinka (A02, A04, A04N1, A05, A34, A11N1).

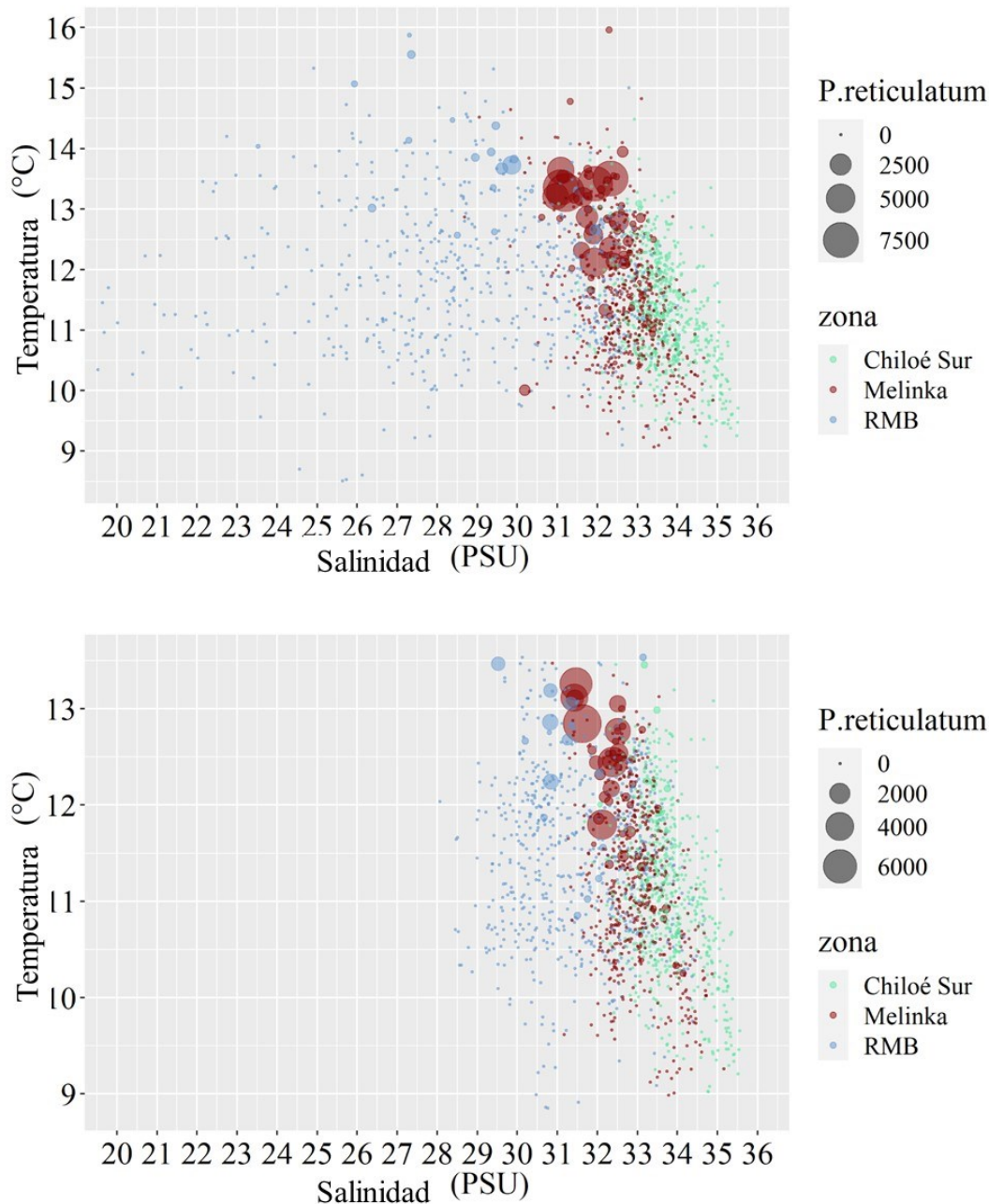


Figura 3.3.3. Abundancia (Cel. Litro) de *Protoceratium reticulatum* en distinta profundidad (grafico superior estrato 0-10 m; grafico inferior estrato 10-20 m), salinidad, temperatura y zonas. Datos tomados entre 2013 al 2019 desde 11 estaciones de Chiloé Sur (L20, L20N1, L19, L18N2, L18, L19N2, L19N3, L19N4, L23, L24, L22), 6 estaciones de Raúl Marín Balmaceda (A08N3, A08N2, A08N1, A08, A07, A06) y 6 de Melinka (A02, A04, A04N1, A05, A34, A11N1).

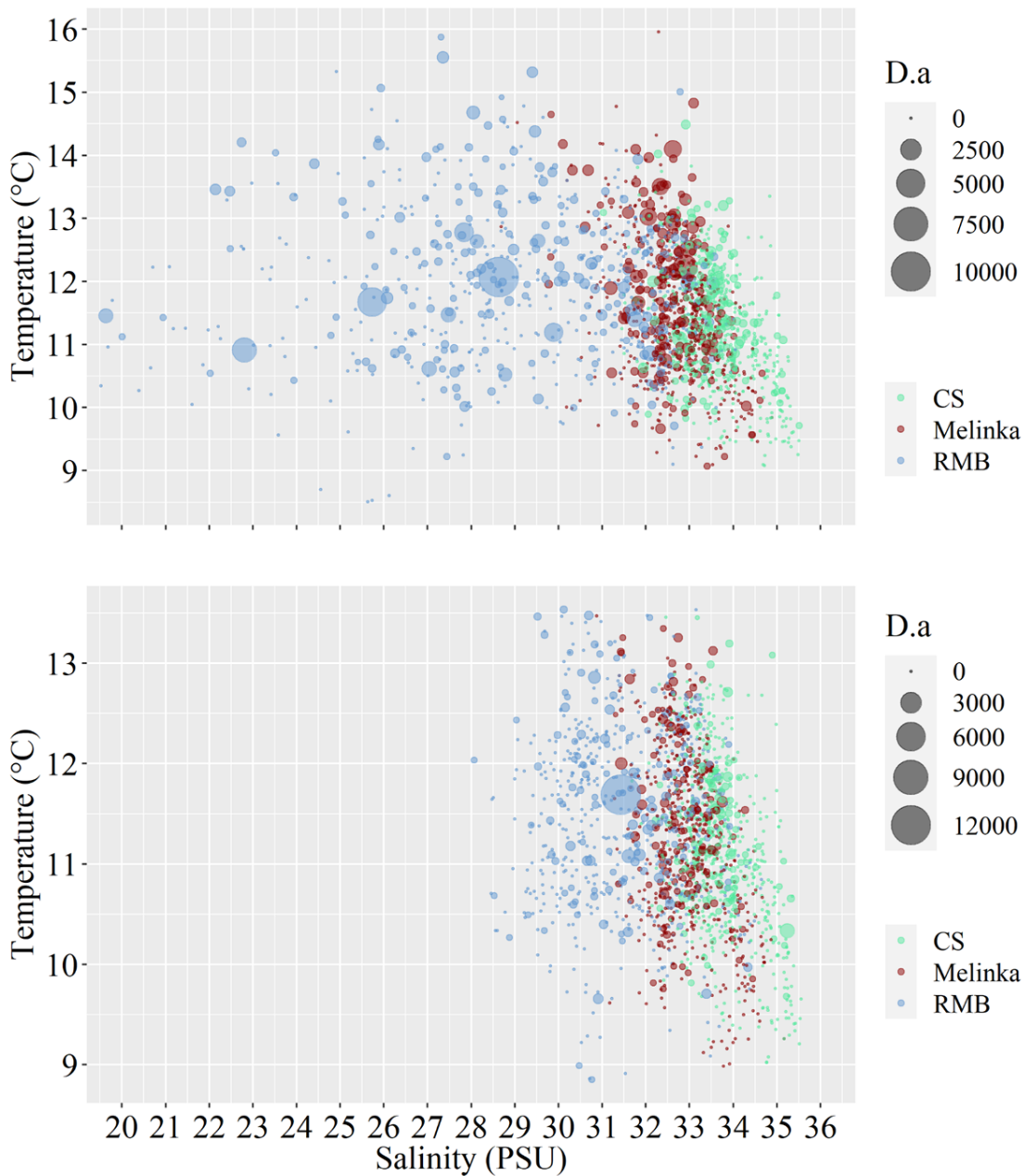


Figura 3.3.4. Abundancia (Cel. Litro) de *Dinophysis acuminata* en distinta profundidad (grafico superior estrato 0-10 m; grafico inferior estrato 10-20 m), salinidad, temperatura y zonas. Datos tomados entre 2013 al 2019 desde 11 estaciones de Chiloé Sur (L20, L20N1, L19, L18N2, L18, L19N2, L19N3, L19N4, L23, L24, L22), 6 estaciones de Raúl Marín Balmaceda (A08N3, A08N2, A08N1, A08, A07, A06) y 6 de Melinka (A02, A04, A04N1, A05, A34, A11N1).

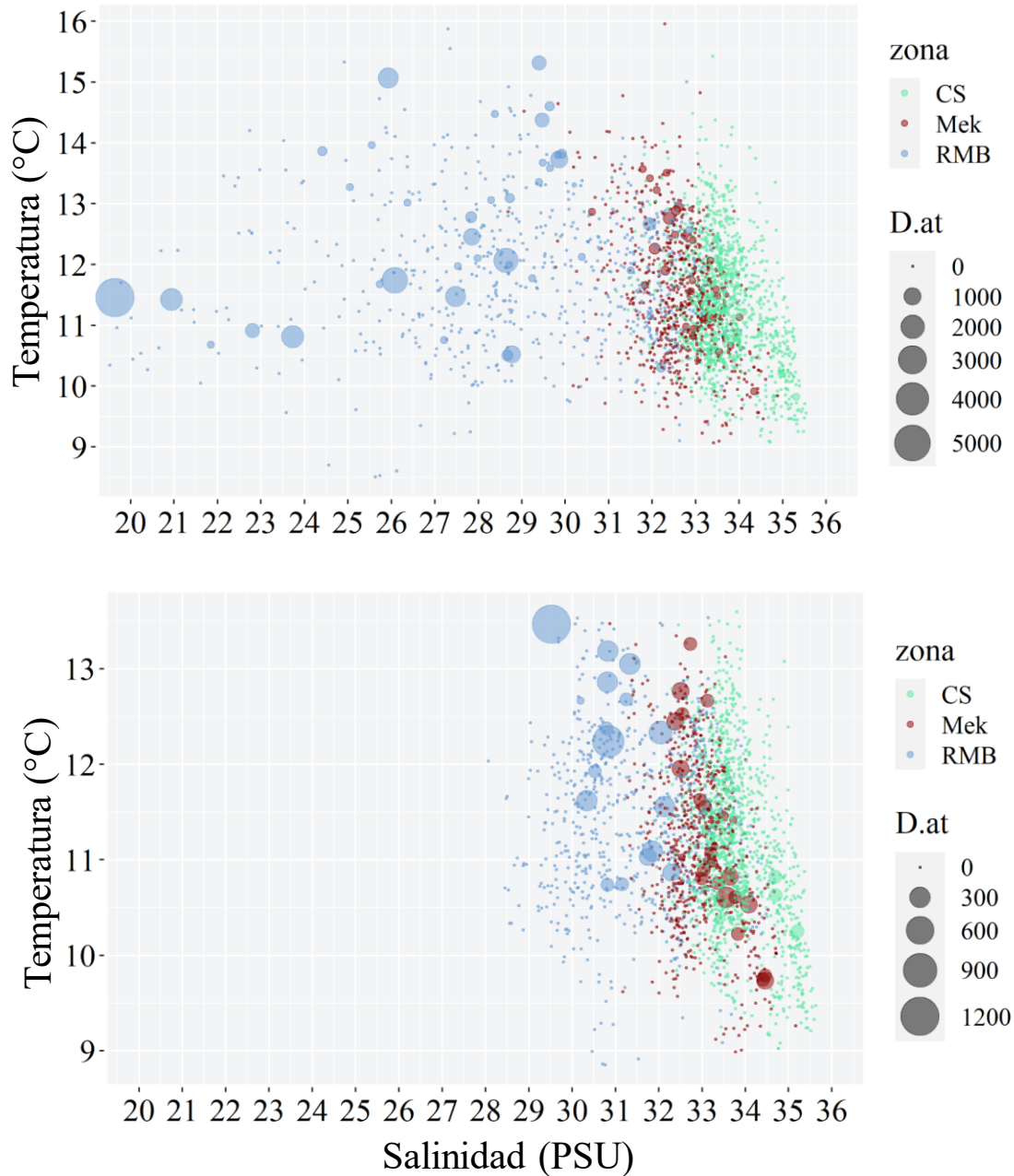


Figura 3.3.5. Abundancia (Cel. Litro) de *Dinophysis acuta* en distinta profundidad (grafico superior estrato 0-10 m; grafico inferior estrato 10-20 m), salinidad, temperatura y zonas. Datos tomados entre 2013 al 2019 desde 11 estaciones de Chiloé Sur (L20, L20N1, L19, L18N2, L18, L19N2, L19N3, L19N4, L23, L24, L22), 6 estaciones de Raúl Marín Balmaceda (A08N3, A08N2, A08N1, A08, A07, A06) y 6 de Melinka (A02, A04, A04N1, A05, A34, A11N1).



Tabla 3.3.1. Tabla de Anova para dinoflagelados tecados nocivos efectos de salinidad y temperatura.

<i>A. catenella</i>				
	LR	Chisq	Df	Pr(>Chisq)
Sal	95	1	2,E-16	
Tem	275	1	2,E-16	
<i>A. ostenfeldii</i>				
	LR	Chisq	Df	Pr(>Chisq)
Sal	16	1	7,E-05	
Tem	5	1	0,021	
<i>P. reticulatum</i>				
	LR	Chisq	Df	Pr(>Chisq)
Sal	4	1	0,037	
Tem	213	1	2,E-16	
<i>D. acuminata</i>				
	LR	Chisq	Df	Pr(>Chisq)
Sal	34	1	7,E-09	
Tem	108	1	2,E-16	
<i>D. acuta</i>				
	LR	Chisq	Df	Pr(>Chisq)
Sal	20,176	1	7,E-06	
Tem	29,725	1	5,E-08	



Tabla 3.3.2. Tabla de coeficientes obtenidos de la regresión logística para las especies tóxicas.

<i>A. catenella</i>				
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-20,190	1,41382	-14,28	2E-16
Sal	0,274	0,03258	8,403	2E-16
Tem	0,787	0,04933	15,961	2E-16
<i>A. ostensfeldii</i>				
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-3,342	2,43334	-1,373	0,170
Sal	-0,195	0,03935	-4,962	7E-07
Tem	0,376	0,15942	2,358	0,018
<i>P. reticulatum</i>				
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-18,977	1,89182	-10,031	2E-16
Sal	0,078	0,03929	1,979	0,048
Tem	1,105	0,08007	13,8	2E-16
<i>D. acuminata</i>				
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-2,68779	0,68124	-3,945	8E-05
Sal	-0,08532	0,014	-5,923	3E-09
Tem	0,35954	0,035	10,293	2E-16
<i>D. acuta</i>				
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-4,73445	1,46096	-3,241	0,001
Sal	-0,13786	0,02705	-5,097	3E-07
Tem	0,46441	0,08391	5,534	3E-08

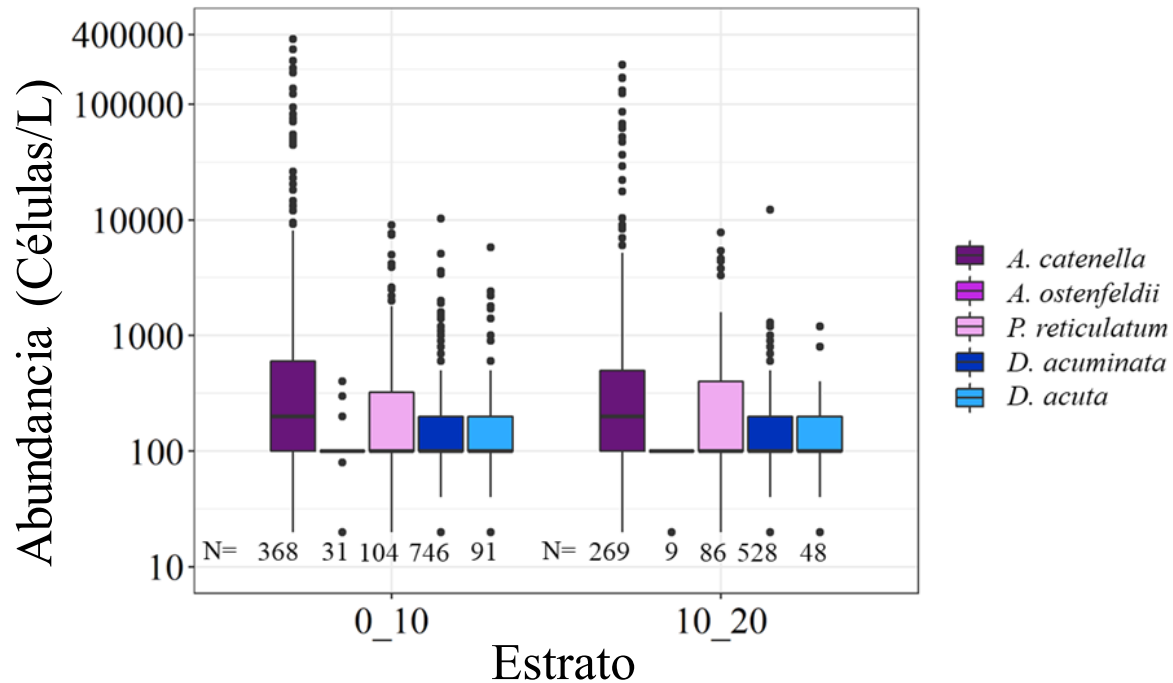


Figura 3.3.6. Abundancia celular de los taxones nocivos observada entre 2013-2019. El número de observaciones positivas (presencia) por especies se muestra en el eje X (N). El gráfico no considera los valores de cero lo cuales fueron eliminados. Datos tomados desde 11 estaciones de Chiloé Sur (L20, L20N1, L19, L18N2, L18, L19N2, L19N3, L19N4, L23, L24, L22), 6 estaciones de Raúl Marín Balmaceda (A08N3, A08N2, A08N1, A08, A07, A06) y 6 de Melinka (A02, A04, A04N1, A05, A34, A11N1).

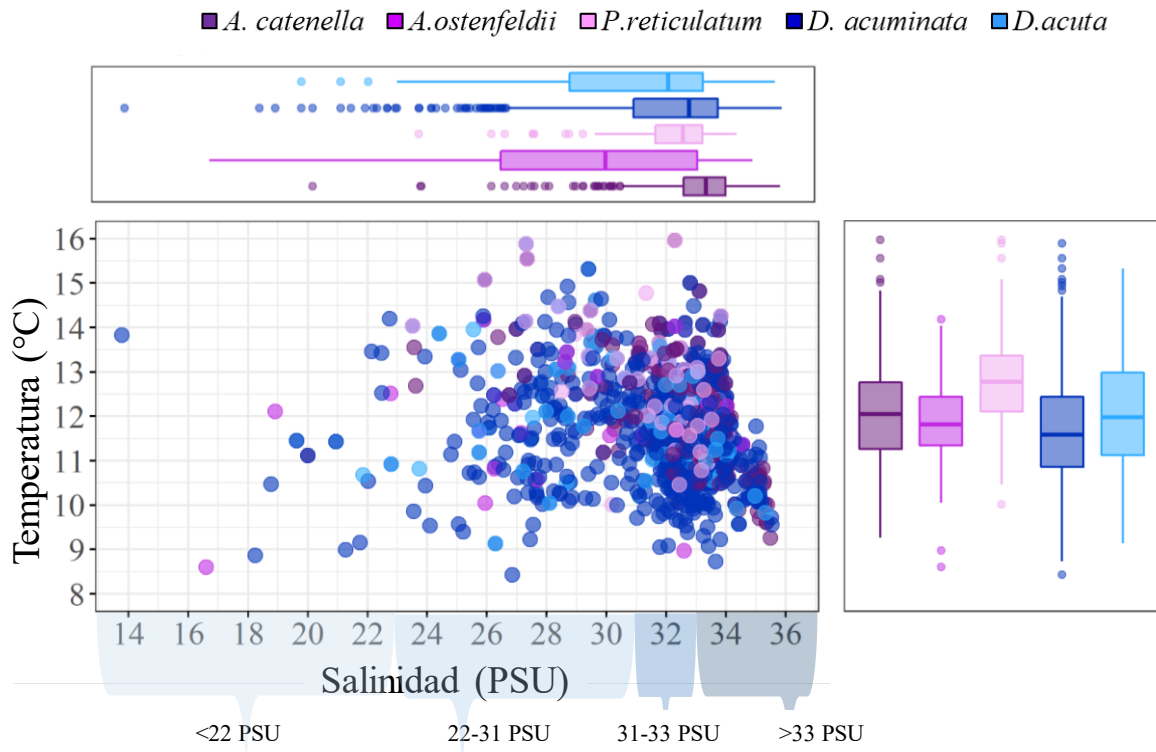


Figura 3.3.7. Presencia de los taxones tóxicos en rangos de salinidad-temperatura. Datos tomados entre 2013 al 2019 desde 11 estaciones de Chiloé Sur (L20, L20N1, L19, L18N2, L18, L19N2, L19N3, L19N4, L23, L24, L22), 6 estaciones de Raúl Marín Balmaceda (A08N3, A08N2, A08N1, A08, A07, A06) y 6 de Melinka (A02, A04, A04N1, A05, A34, A11N1).

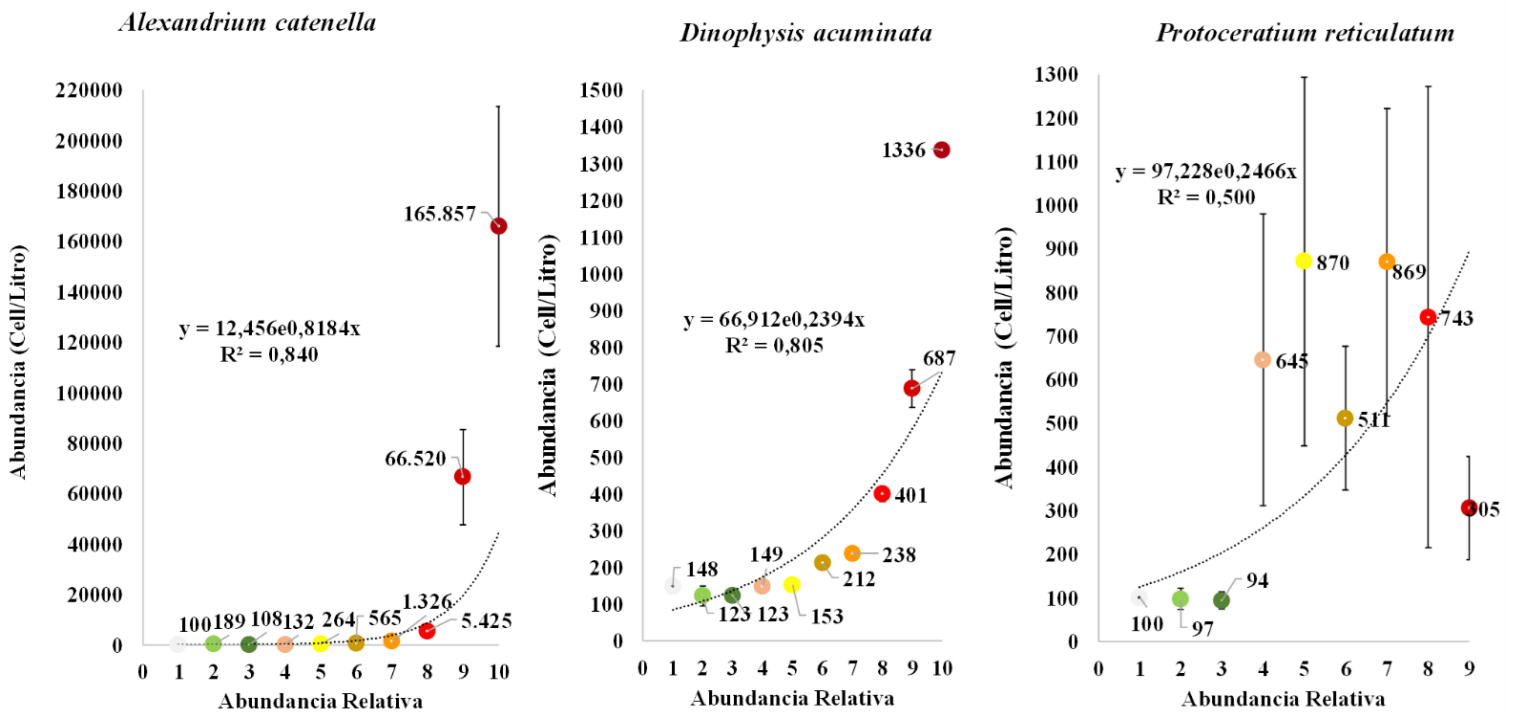


Figura 3.3.8. Correlación entre la AR y la abundancia celular (tomada desde el estrato 0-10 m) para dinoflagelados tecados nocivos.

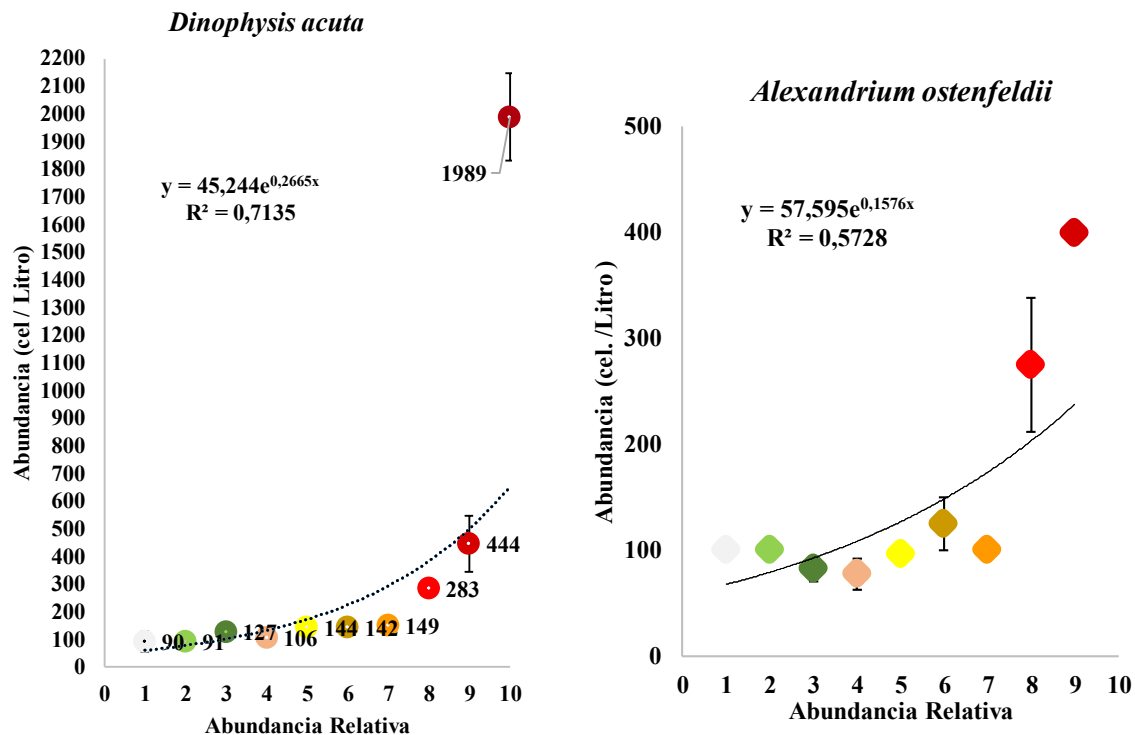


Figura 3.3.9. Correlación entre la AR y la abundancia celular (tomada desde el estrato 0-10 m) para dinoflagelados tecedores nocivos.

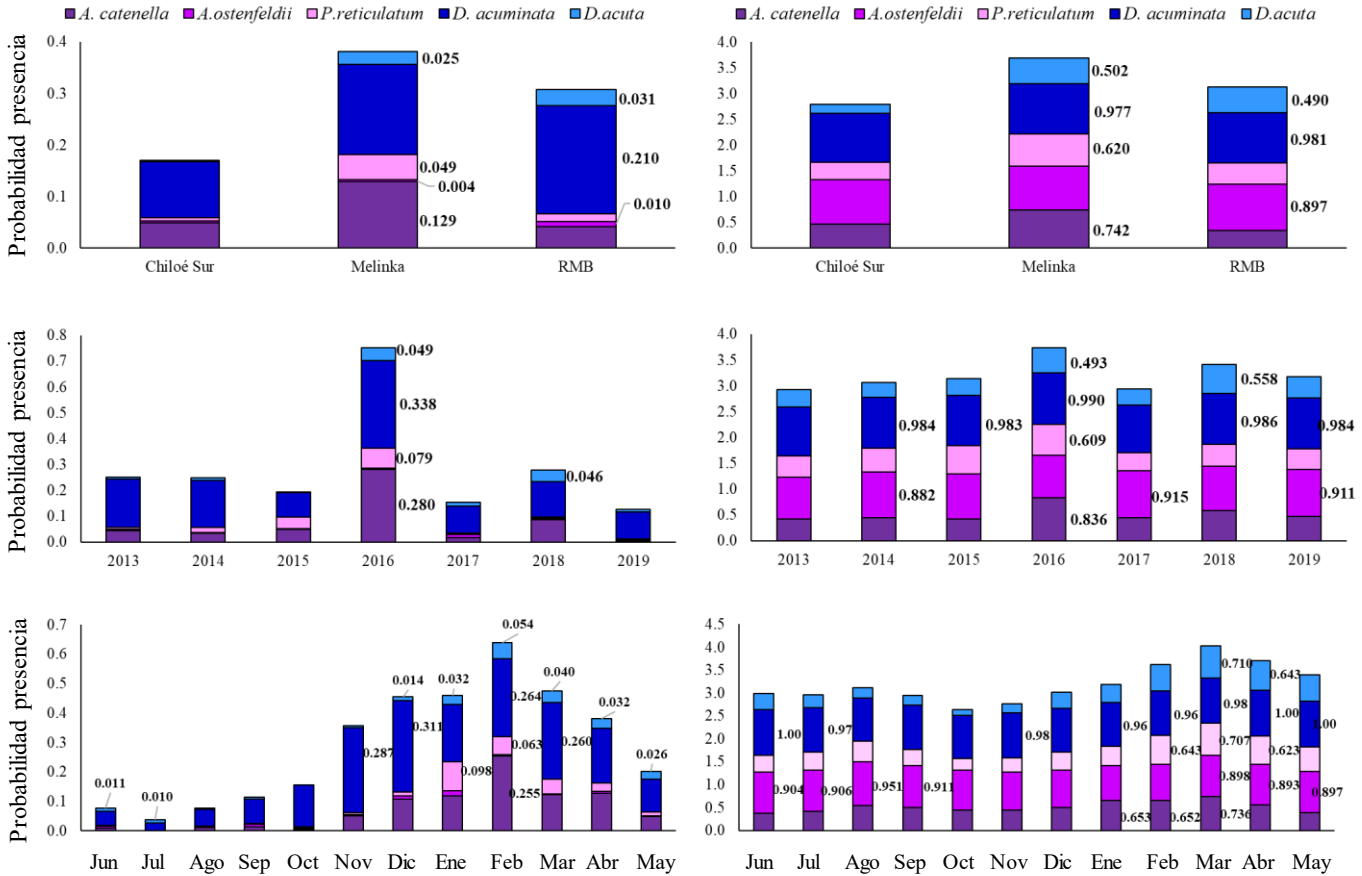


Figura 3.3.10. Probabilidad de la presencia de las especies toxicas estimadas por zonas, años, meses. Gráficos del lado derecho corresponden al análisis de la base de datos cualitativa. Gráficos del lado izquierdo corresponden al análisis de la base de datos cuantitativa transformada. Los números en las barras muestran los valores de probabilidad por especie más altos sin diferencias significativas (Tukey HSD).



Tabla 3.3.3. Tabla ANOVA resultados de la evaluación de efectos de las zonas, estratos, años y meses sobre la probabilidad de presencia de las especies tóxicas. Base de datos cuantitativa transformada.

<i>Alexandrium catenella</i>			
	LR Chisq	Df	Pr(>Chisq)
Zonas	227	2	0.000
Estrato	28	1	0.000
Años	919	6	0.000
Meses	626	11	0.000
<i>Alexandrium ostenfeldii</i>			
	LR Chisq	Df	Pr(>Chisq)
Zonas	10	2	0.005
Estrato	13	1	0.000
Años	11	6	0.091
Meses	24	11	0.014
<i>Protoceratium reticulatum</i>			
	LR Chisq	Df	Pr(>Chisq)
Zonas	10	2	0.000
Estrato	13	1	0.149
Años	11	6	0.000
Meses	24	11	0.000
<i>Dinophysis acuminata</i>			
	LR Chisq	Df	Pr(>Chisq)
Zonas	141	2	0.000
Estrato	51	1	0.000
Años	382	6	0.000
Meses	483	11	0.000
<i>Dinophysis acuta</i>			
	LR Chisq	Df	Pr(>Chisq)
Zonas	141	2	0.000
Estrato	51	1	0.000
Años	382	6	0.000
Meses	483	11	0.000



Tabla 3.3.4. Test a posteriori Tukey HSD y valores medios de probabilidad de presencia de las especies tóxicas para la base de datos cuantitativa transformada.

	<i>A. catenella</i>	<i>Tuk.</i>	<i>A. ostensfeldii</i>	<i>Tuk.</i>	<i>P. reticulatum</i>	<i>Tuk.</i>	<i>D. acuminata</i>	<i>Tuk.</i>	<i>D. acuta</i>	<i>Tuk.</i>
Zonas										
Chiloé Sur	0,049	a	0,003	a	0,007	a	0,108	a	0,003	a
Melinka	0,129	b	0,004	ab	0,049	b	0,175	b	0,025	b
RMB	0,041	a	0,010	b	0,015	c	0,210	c	0,031	b
Estrato										
0_10	0,085	a	0,009	a	0,026	a	0,192	a	0,026	a
10_20	0,061	b	0,003	b	0,021	a	0,137	b	0,013	b
Años										
2013	0,043	b	0,007	a	0,007	ab	0,187	b	0,006	a
2014	0,034	b	0,002	a	0,021	a	0,181	b	0,012	a
2015	0,048	b	0,005	a	0,045	c	0,095	a	0,001	a
2016	0,280	d	0,006	a	0,079	d	0,338	c	0,049	b
2017	0,016	a	0,012	a	0,005	b	0,106	a	0,014	a
2018	0,087	c	0,004	a	0,006	b	0,136	ab	0,046	b
2019	0,004	a	0,004	a	0,003	ab	0,107	a	0,009	a
Meses										
Jun	0,010	c	0,006	a	0,002	c	0,049	ac	0,011	ab
Jul	0,000	f	0,000	a	0,000	abc	0,028	ac	0,010	ab
Ago	0,013	bc	0,004	a	0,000	c	0,055	ab	0,004	a
Sep	0,014	ce	0,008	a	0,002	c	0,084	bcd	0,006	a
Oct	0,005	c	0,003	a	0,005	c	0,144	de	0,000	a
Nov	0,051	bc	0,005	a	0,008	c	0,287	g	0,007	a
Dec	0,107	d	0,012	a	0,013	c	0,311	g	0,014	ab
Ene	0,119	d	0,017	a	0,098	ad	0,195	ef	0,032	ab
Feb	0,255	a	0,003	a	0,063	bd	0,264	fg	0,054	b
Mar	0,124	d	0,001	a	0,051	bc	0,260	fg	0,040	ab
Abr	0,128	d	0,007	a	0,029	bc	0,186	ef	0,032	ab
May	0,050	be	0,002	a	0,013	c	0,111	bd	0,026	ab



Tabla 3.3.5. Tabla ANOVA resultados de la evaluación de efectos de las zonas, años y meses sobre la probabilidad de presencia de las especies tóxicas. Base de datos cualitativa.

<i>Alexandrium catenella</i>				
	LR	Chisq	Df	Pr(>Chisq)
Zonas	506,51	2	2	2,E-16
Años	470,87	6	2	2,E-16
Meses	294,8	11	2	2,E-16
<i>Alexandrium ostenfeldii</i>				
	LR	Chisq	Df	Pr(>Chisq)
Zonas	18	2	2	1,E-04
Años	59	6	2	7,E-11
Meses	123	11	2	2,E-16
<i>Protoceratium reticulatum</i>				
	LR	Chisq	Df	Pr(>Chisq)
Zonas	295,6	2	2	2,2E-16
Años	151,81	6	2	2,2E-16
Meses	411,18	11	2	2,2E-16
<i>Dinophysis acuminata</i>				
	LR	Chisq	Df	Pr(>Chisq)
Zonas	28	2	2	0,000
Años	94	6	2	0,000
Meses	77	11	2	0,000
<i>Dinophysis acuta</i>				
	LR	Chisq	Df	Pr(>Chisq)
Zonas	718	2	2	0,000
Años	256	6	2	0,000
Meses	824	11	2	0,000



Tabla 3.3.6. Test a posteriori Tukey HSD y valores medios de probabilidad de presencia de las especies tóxicas para la base de datos cualitativa.

		<i>A. catenella</i> Tuk.		<i>A. ostensfeldi</i> Tuk.		<i>P. reticulata</i> Tuk.		<i>D. acuminata</i> Tuk.		<i>D. acuta</i> Tuk.	
Zonas											
Chiloé Sur		0,471	a	0,851	a	0,337	a	0,951	a	0,172	a
Melinka		0,742	b	0,852	a	0,620	b	0,977	b	0,502	b
RMB		0,339	c	0,897	b	0,414	c	0,981	b	0,490	b
Años											
2013		0,421	a	0,810	a	0,417	ab	0,938	a	0,339	ab
2014		0,451	a	0,882	bc	0,464	a	0,984	b	0,280	a
2015		0,421	a	0,869	ab	0,546	c	0,983	b	0,319	a
2016		0,836	c	0,814	a	0,609	d	0,990	b	0,493	c
2017		0,445	a	0,915	bc	0,341	b	0,924	a	0,318	a
2018		0,577	b	0,866	ac	0,428	b	0,986	b	0,558	c
2019		0,470	a	0,911	bc	0,395	ab	0,984	b	0,411	b
Meses											
Jun	Invierno	0,376	a	0,904	ce	0,358	ac	1,00	ad	0,360	cd
Jul		0,412	ab	0,906	ce	0,396	bc	0,97	ad	0,274	bc
Ago		0,548	cde	0,951	e	0,448	cd	0,95	ab	0,220	ab
Sep	Primavera	0,497	bcd	0,911	de	0,364	ac	0,96	ac	0,214	ab
Oct		0,448	ac	0,862	bcd	0,266	a	0,93	a	0,130	a
Nov		0,443	ac	0,832	ac	0,311	ab	0,98	bcd	0,204	ab
Dec	Verano	0,506	bcd	0,806	ab	0,398	bc	0,96	ac	0,349	cd
Ene		0,653	ef	0,755	a	0,424	c	0,96	ad	0,397	d
Feb		0,652	ef	0,785	ab	0,643	ef	0,96	ad	0,584	e
Mar	Otoño	0,736	f	0,898	ce	0,707	f	0,98	bcd	0,710	f
Abr		0,551	d	0,893	ce	0,623	ef	1,00	d	0,643	ef
May		0,385	a	0,897	ce	0,547	de	1,00	cd	0,574	e

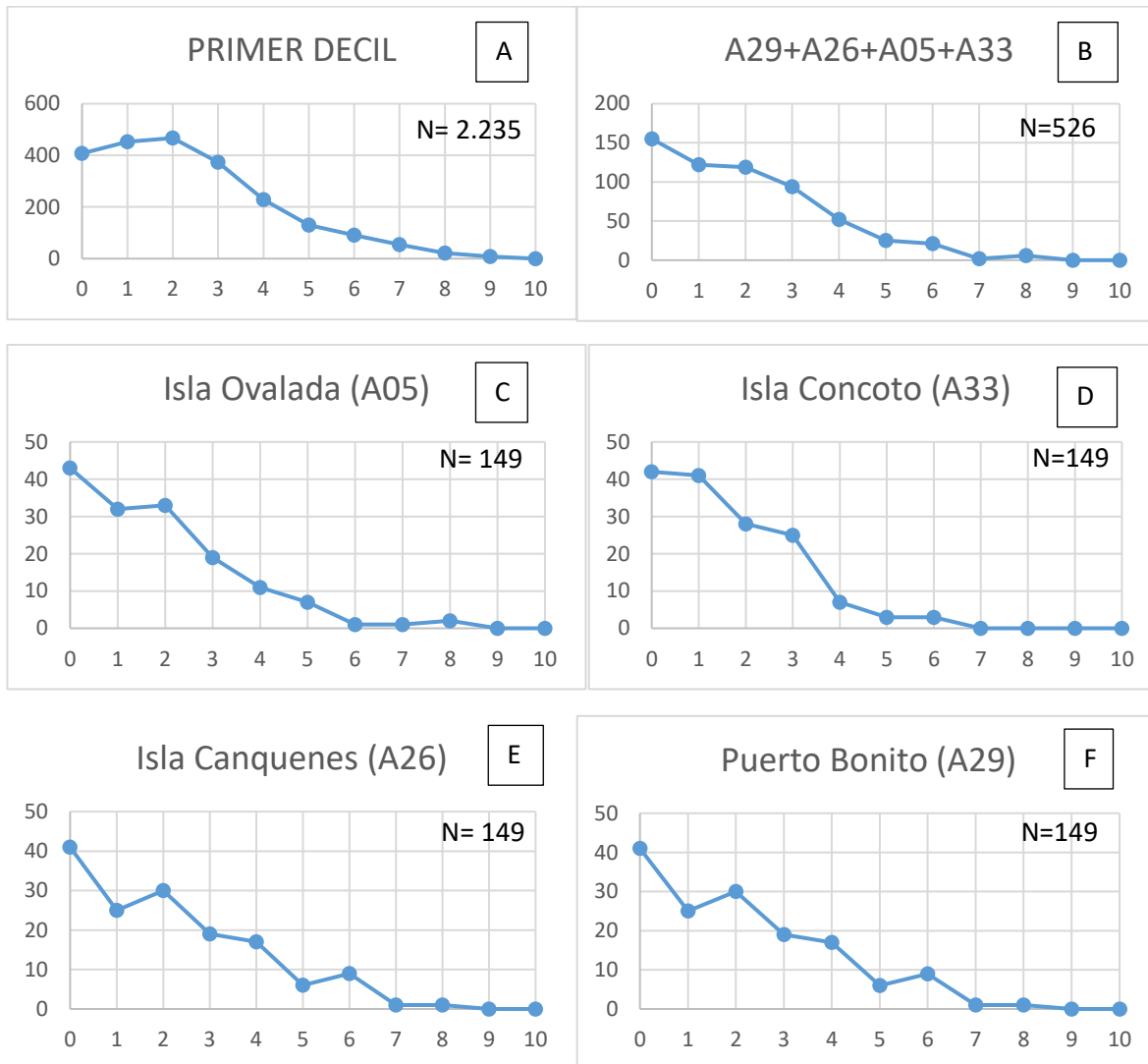


Figura 3.3.11. Distribución de las sumatorias de las abundancias relativas para *Alexandrium catenella* para el lapso octubre de 2007 y febrero de 2020 por nivel estimado, según la escala entre 0 (ausente) y 10 (>mega abundante). A: primer decil para las primeras 15 localidades (mayor a menor); b: cuatro localidades centinela mostradas en conjunto; C,D,E y F, distribución por localidad elegida como centinela. Eje X= escala de abundancia relativa (0,1,2,3.....8,9,10); eje Y= sumatoria de las abundancias relativas.

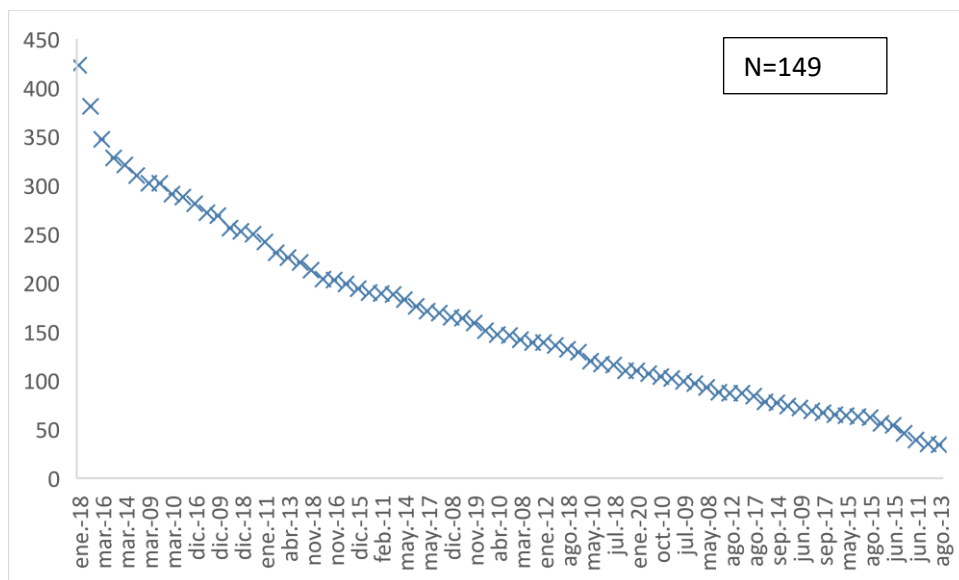


Figura 3.3.12. Sumatorias de las abundancias relativas de *Alexandrium catenella*, distribuidas en orden decreciente por fecha de muestreo, según datos mensuales obtenidos de 146 localidades, entre octubre de 2007 y febrero de 2020.



Non-metric MDS

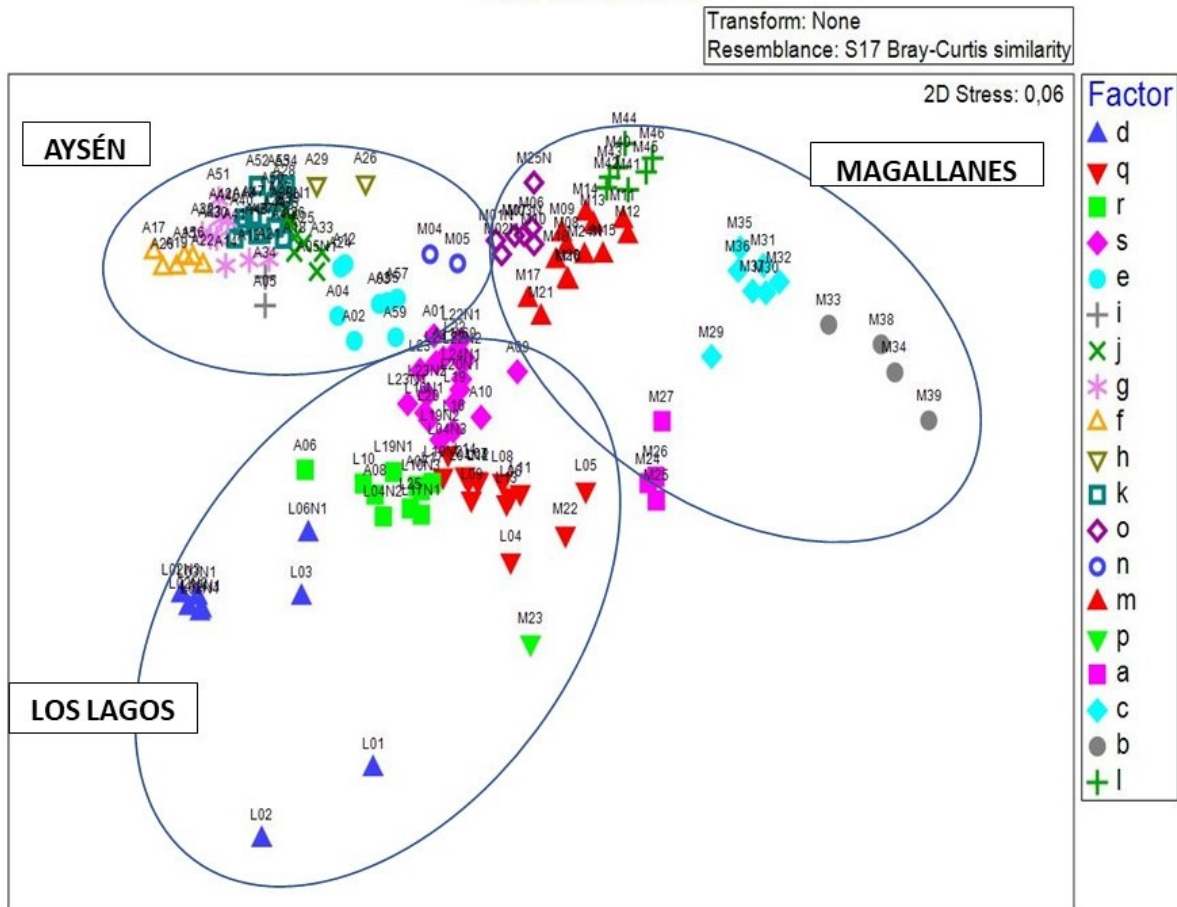


Figura 3.4.1 Escalamiento dimensional no métrico de los resultados del análisis de conglomerados entre localidades aplicado a los datos mensuales de abundancia relativa de *Dinophysis acuminata* (Dam), *Protoceratium reticulatum* (Pr), *Alexandrium catenella* (Ac), *Alexandrium ostenfeldii* (Ao) y *Dinophysis acuta* (Dat) entre octubre de 2007 y febrero de 2019.

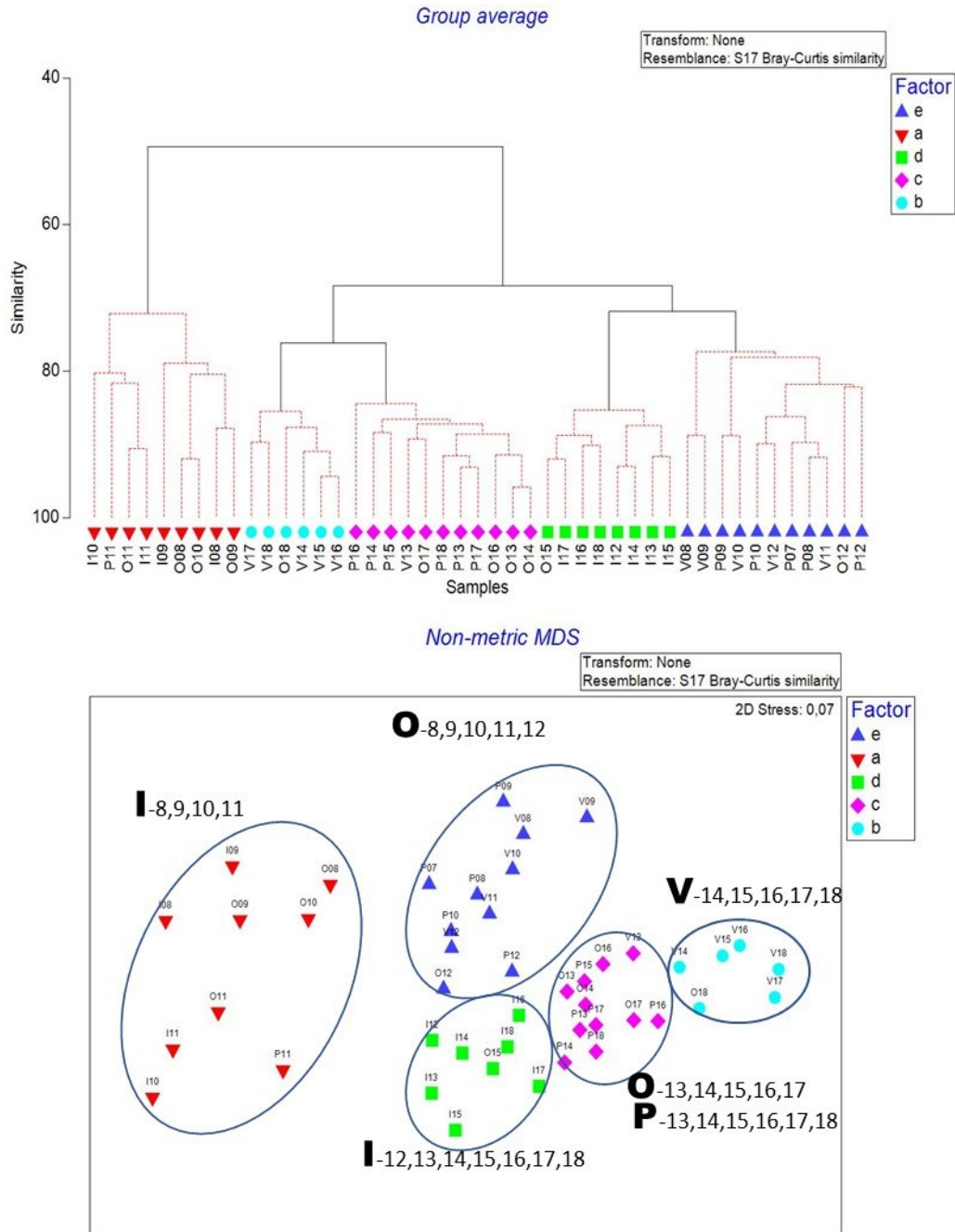


Figura 3.4.2. Dendrograma y escalamiento dimensional no métrico de los resultados del análisis de conglomerados entre periodos estacionales del año, aplicado a los datos mensuales de abundancia relativa de *Dinophysis acuminata* (Dam), *Protoceratium reticulatum* (Pr), *Alexandrium catenella* (Ac), *Alexandrium ostenfeldii* (Ao) y *Dinophysis acuta* (Dat) entre octubre de 2007 y febrero de 2019. (P) primavera, (V) verano, (O) otoño, (I) invierno entre 2007 y 2018.

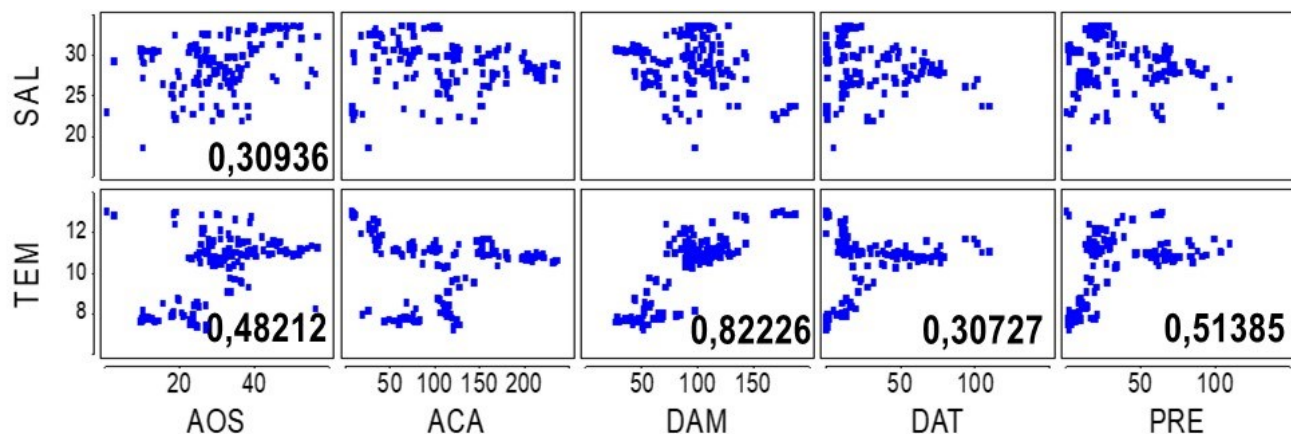


Figura 3.4.3. Gráficos de dispersión de las sumatorias de las estimaciones de abundancia relativa por localidad para cada taxón versus la temperatura (TEM) y la salinidad (SAL) del agua de mar entre octubre de 2007 y diciembre de 2018. *Alexandrium catenella* (ACA), *Alexandrium ostenfeldii* (AOS), *Dinophysis acuminata* (DAM), *Dinophysis acuta* (DAT) y *Protoceratium reticulatum* (PRE) n= 146.

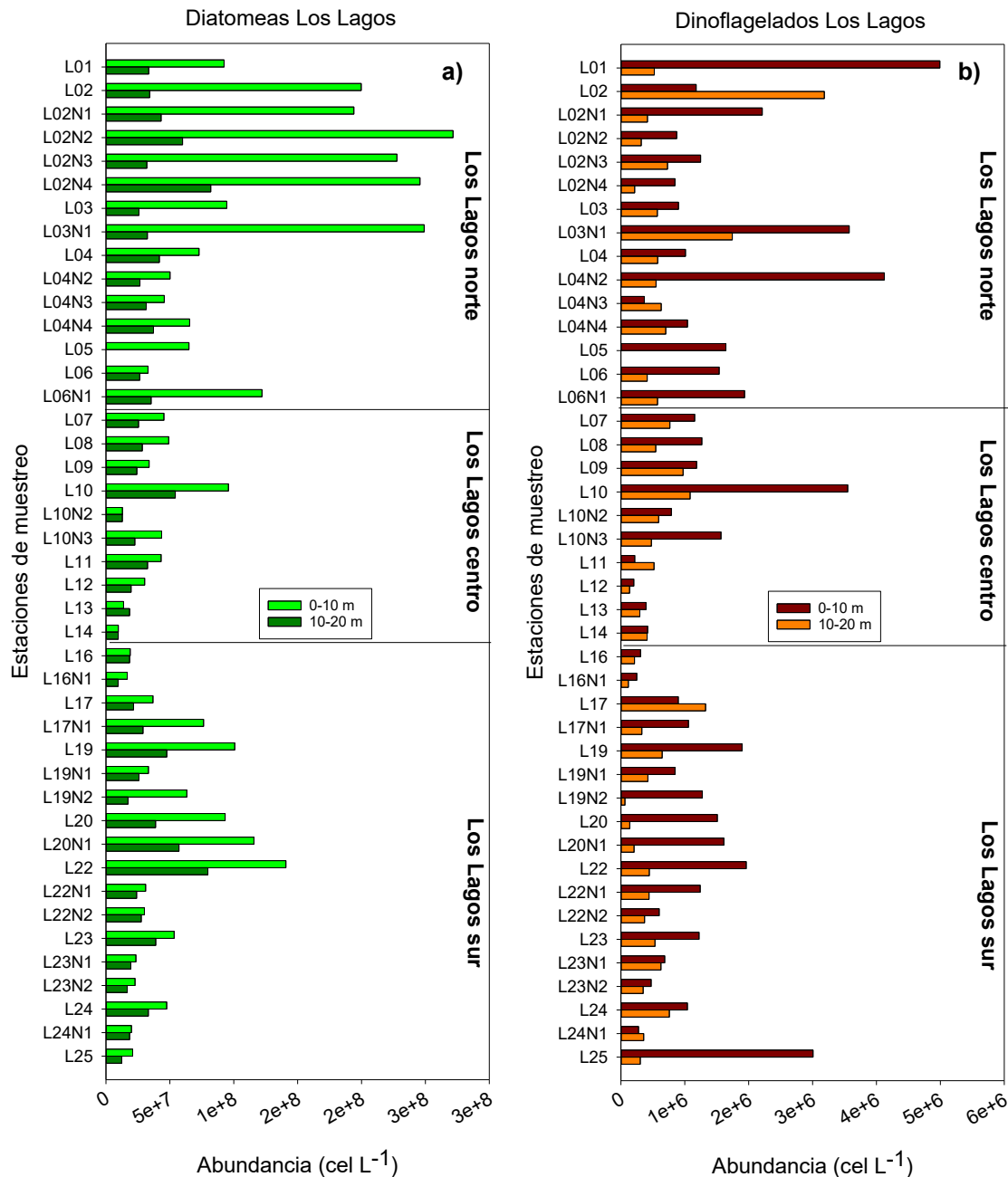


Figura 3.5.1. Sumatoria de la abundancia fitoplanctónica total (cel L⁻¹) por estaciones de muestreo en el periodo comprendido entre los años 2006 y 2019 para a) Diatomeas estrato 0-10 metros (verde claro) y estrato 10-20 metros (verde oscuro) y b) dinoflagelados, estrato 0-10 metros (burdeo) y estrato 10-20 metros (naranja) para cada una de las estaciones de las tres zonas administrativas correspondiente a la región de Los Lagos.

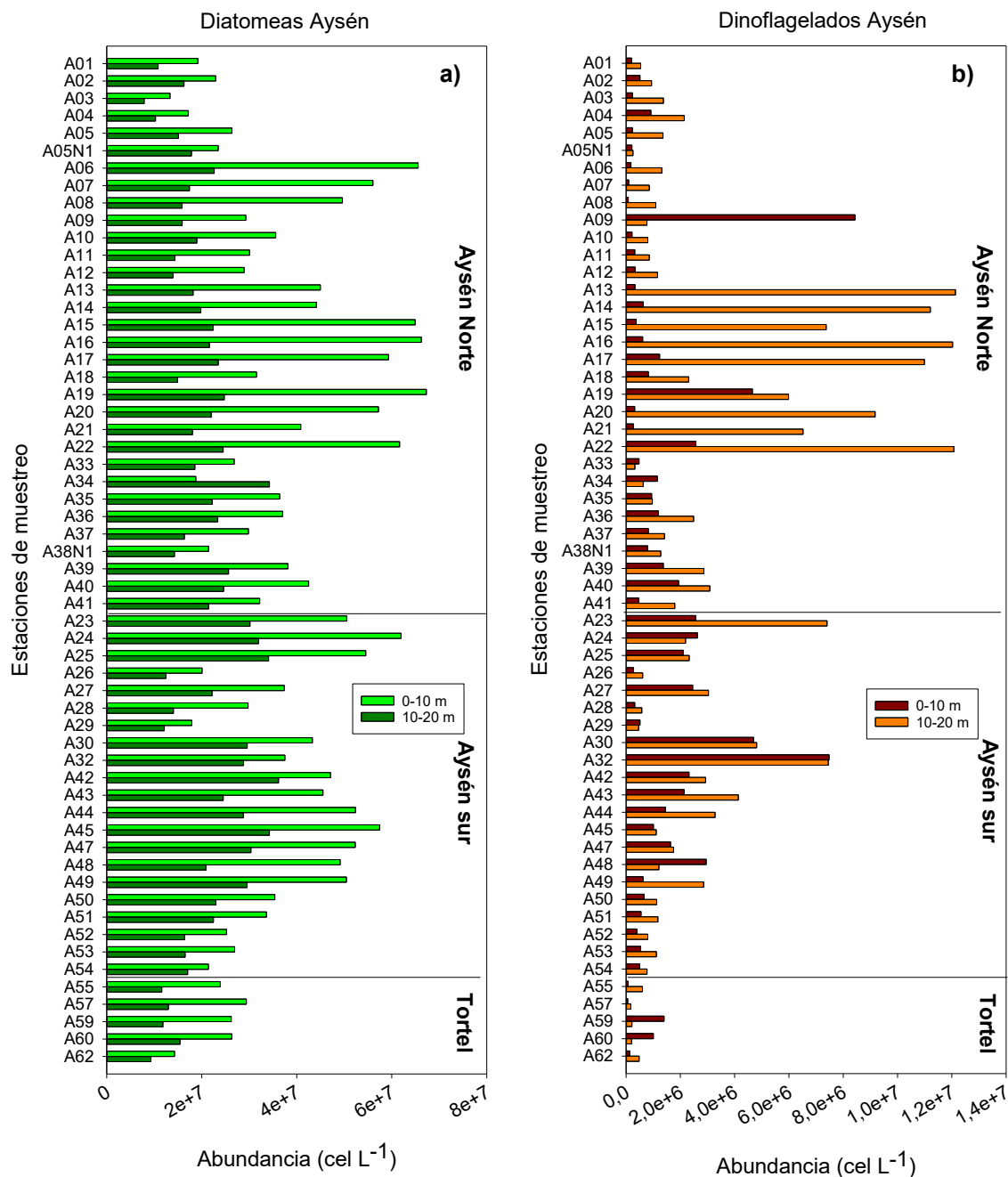


Figura 3.5.2. Sumatoria de la abundancia fitoplanctónica total (cel L^{-1}) por estaciones de muestreo en el periodo comprendido entre los años 2006 y 2019 para a) Diatomeas estrato 0-10 metros (verde claro) y estrato 10-20 metros (verde oscuro) y b) dinoflagelados, estrato 0-10 metros (burdeo) y estrato 10-20 metros (naranja) para cada una de las estaciones de las tres zonas administrativas correspondiente a la región de Aysén.

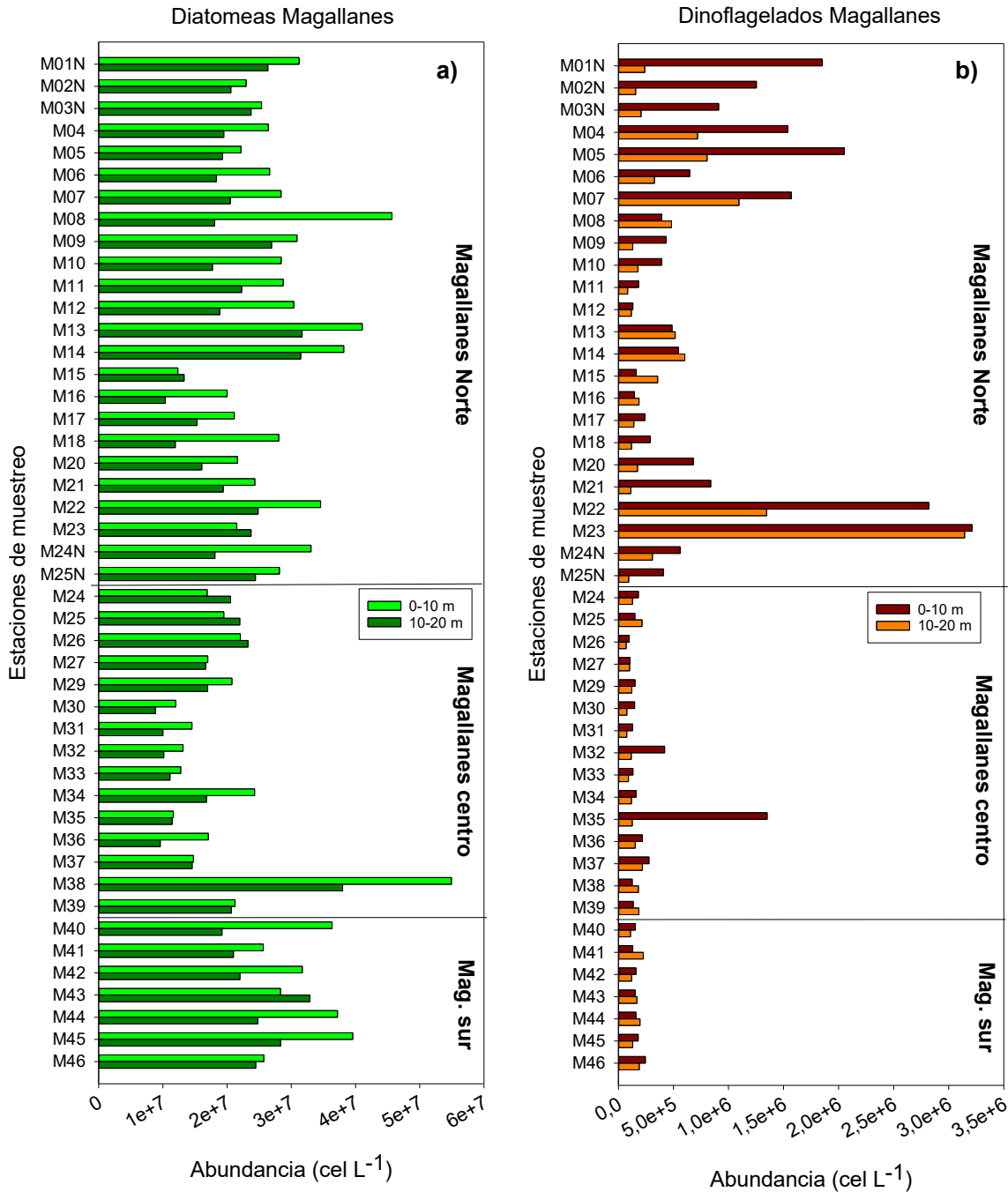


Figura 3.5.3. Sumatoria de la abundancia fitoplanctónica total (cel L⁻¹) por estaciones de muestreo en el periodo comprendido entre los años 2006 y 2019 para a) Diatomeas estrato 0-10 metros (verde claro) y estrato 10-20 metros (verde oscuro) y b) dinoflagelados, estrato 0-10 metros (burdeo) y estrato 10-20 metros (naranja) para cada una de las estaciones de las tres zonas administrativas correspondiente a la región de Magallanes.

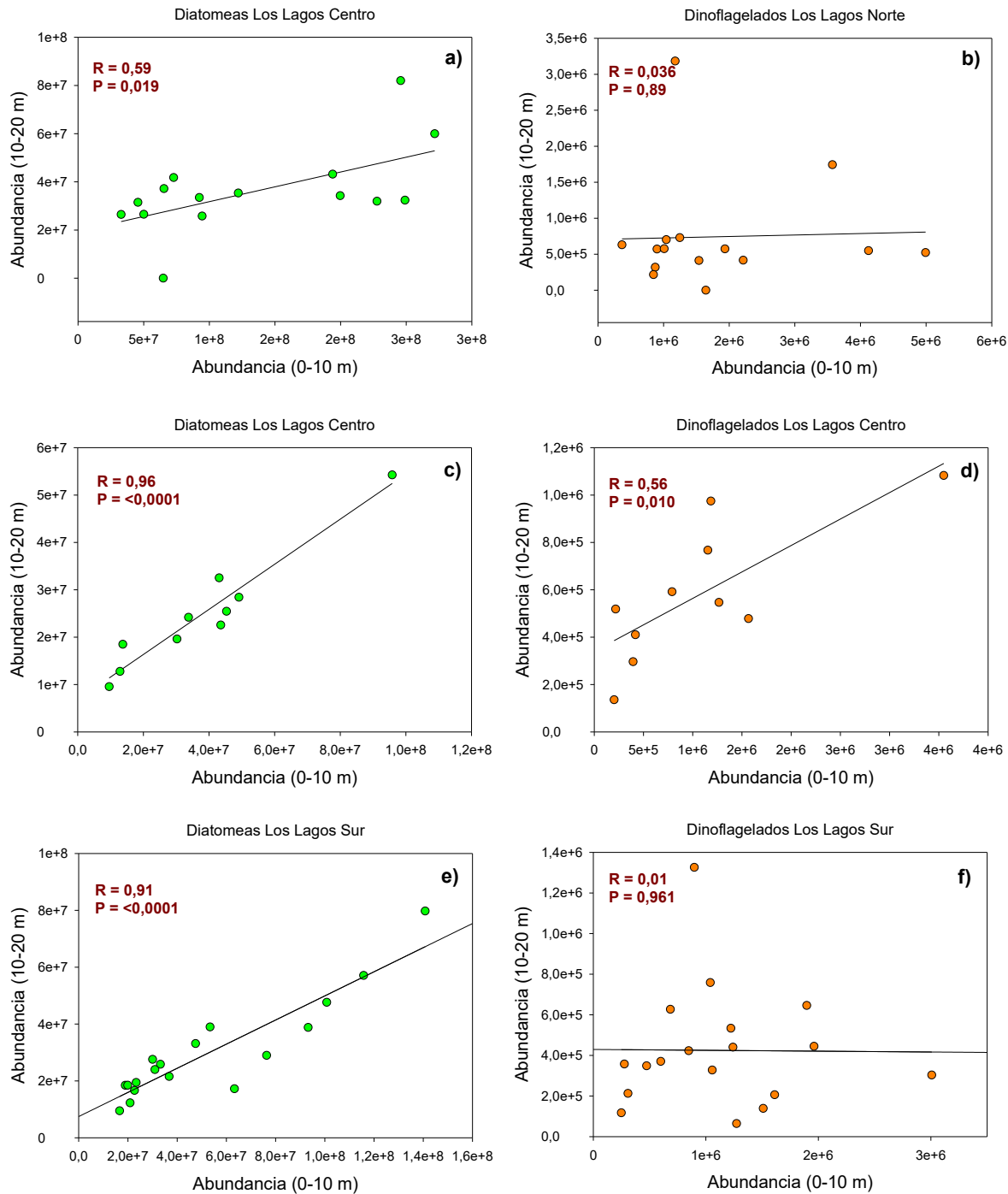


Figura 3.5.4. Análisis de correlaciones y nivel de significancia entre estrato superficial (0-10 m) y estrato subsuperficial (10-20 m) para la sumatoria de abundancias totales (cel L^{-1}) en el periodo comprendido entre los años 2006 y 2019 de diatomeas (círculos verdes) y dinoflagelados (círculos naranjos), para las tres zonas administrativas de la region de Los Lagos.

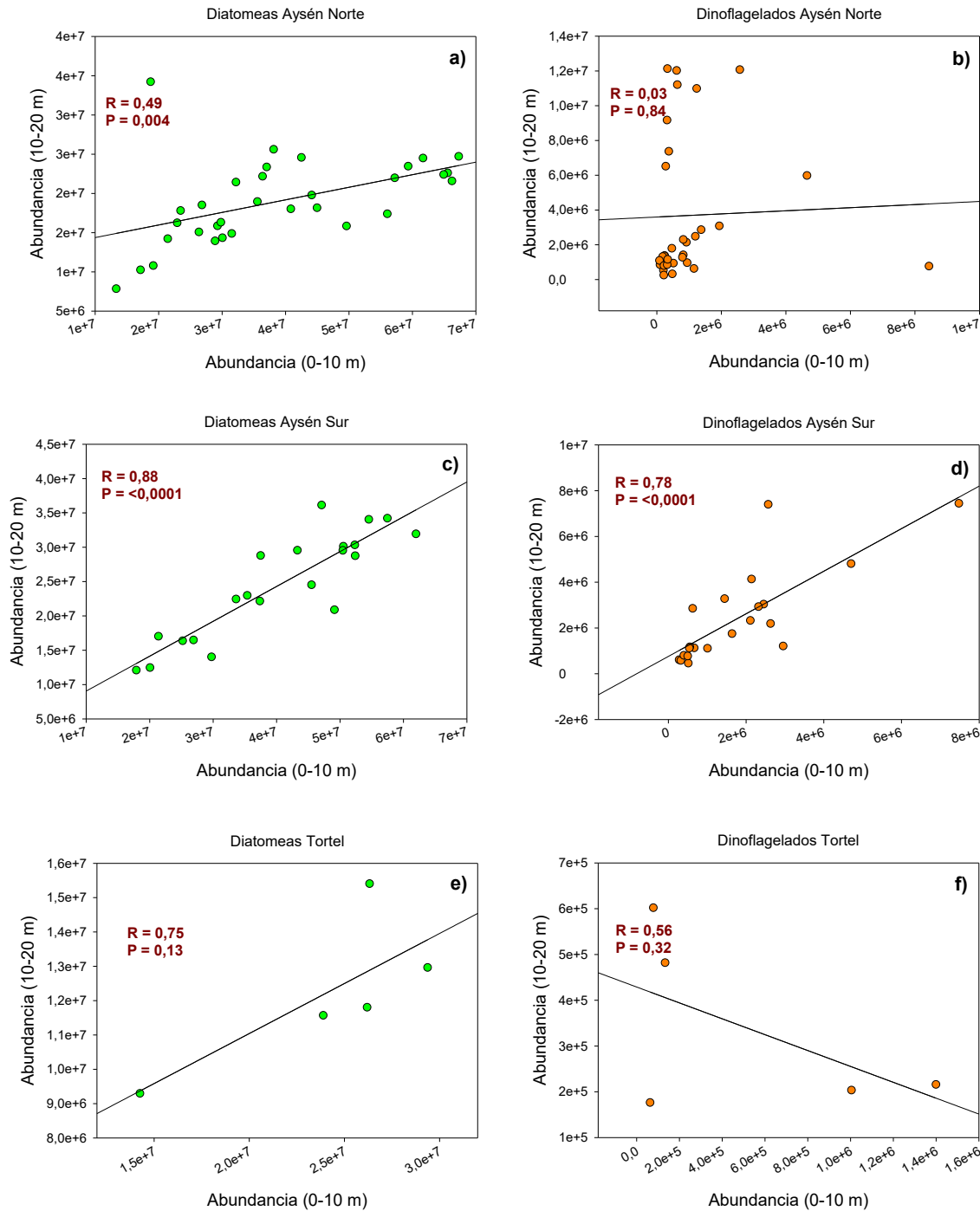


Figura 3.5.5 Análisis de correlaciones y nivel de significancia entre estrato superficial (0-10 m) y estrato subsuperficial (10-20 m) para la sumatoria de abundancias totales (cel L⁻¹) en el periodo comprendido entre los años 2006 y 2019 de diatomeas (círculos verdes) y dinoflagelados (círculos naranjos), para las tres zonas administrativas de la región de Aysén.

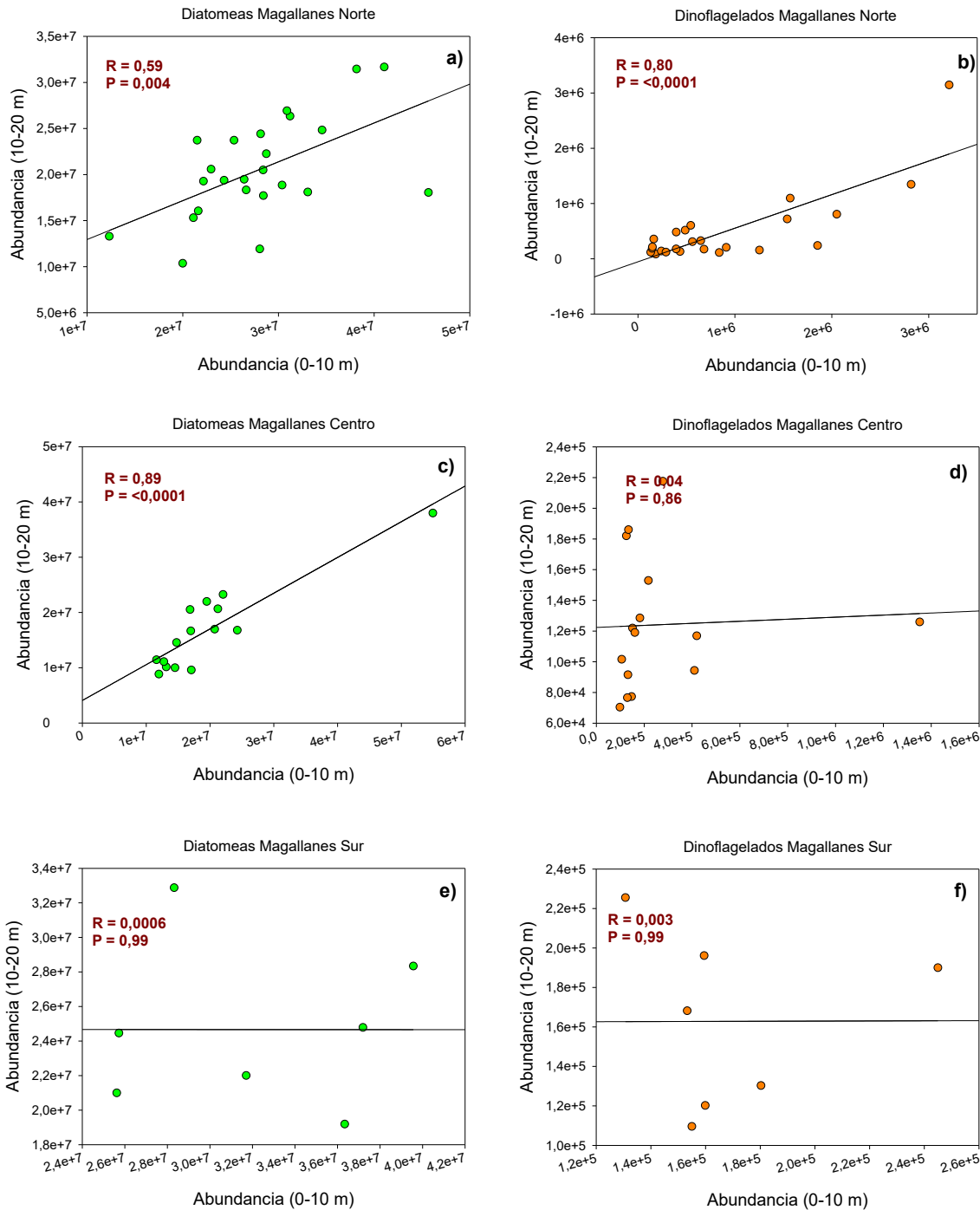


Figura 3.5.6. Análisis de correlaciones y nivel de significancia entre estrato superficial (0-10 m) y estrato subsuperficial (10-20 m) para la sumatoria de abundancias totales (cel L⁻¹) en el periodo comprendido entre los años 2006 y 2019 de diatomeas (círculos verdes) y dinoflagelados (círculos naranjos), para las tres zonas administrativas de la región de Magallanes.

**Tabla 3.5.1.** Análisis ANOVA realizada por especie para ver diferencias entre los estratos de 0-10 metros y 10-20 metros.

Estratos	Grupo	Región	Suma cuadrados	Grados libertad (df)	f	p
I	Diatomeas	Los Lagos	3,95792	1	1,606	0,2064
I	Diatomeas	Aysén	0,266385	1	0,1095	0,7412
I	Diatomeas	Magallanes	0.0779908	1	0.03974	0.8422
I	Dinoflagelados	Los Lagos	0,213613	1	0,2954	0,5877
I	Dinoflagelados	Aysén	1,9181	1	2,223	0,1386
I	Dinoflagelados	Magallanes	3,51282	1	3,622	0,05968
II	Diatomeas	Los Lagos	3,21326	1	1,369	0,2433
II	Diatomeas	Aysén	0.0002279	1	0.00010	0.9919
II	Diatomeas	Magallanes	1.40266	1	0.7173	0.3983
II	Dinoflagelados	Los Lagos	0,579119	1	0,5276	0,4691
II	Dinoflagelados	Aysén	0,0303869	1	0,0275	0,8686
II	Dinoflagelados	Magallanes	1,16894	1	1,27	0,2624

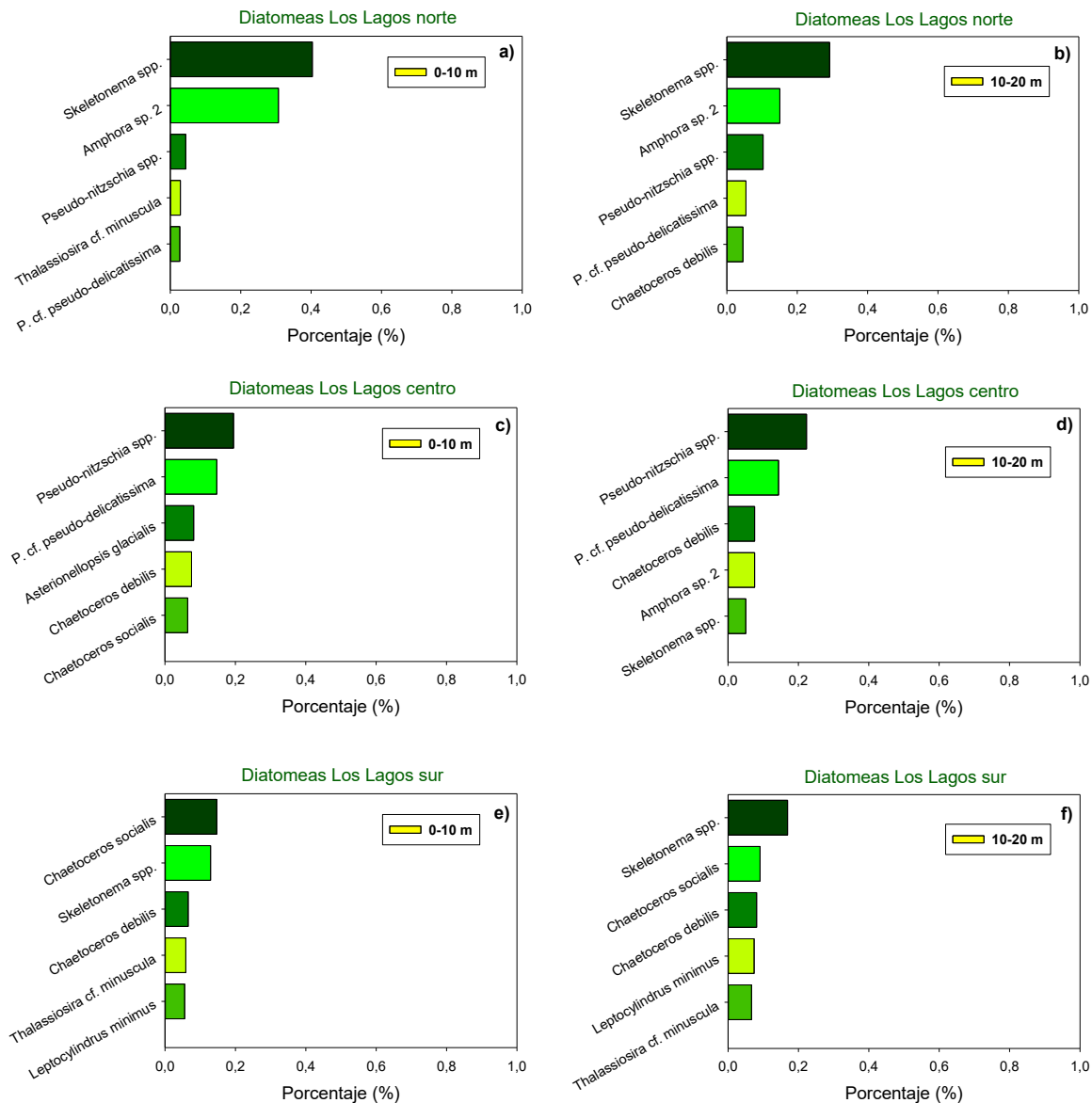


Figura 3.5.7. Contribución porcentual de las abundancias de las diferentes especies de diatomeas de la región de Los Lagos. Los gráficos de la izquierda (a, c y e) muestran el estrato superficial (0-10 m), mientras que las figuras de la derecha (b, d y f) muestran el estrato de 10-20 m.

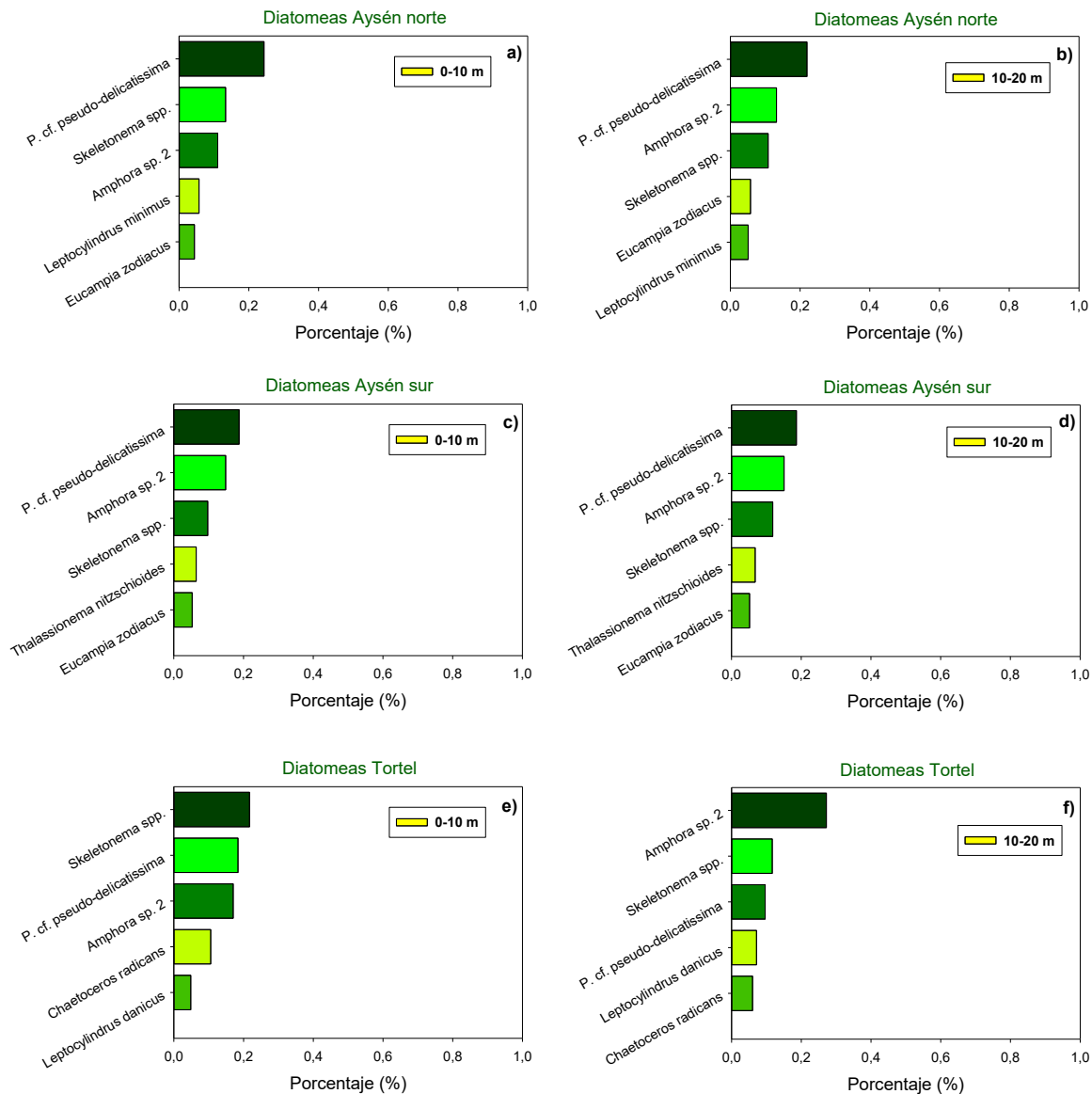


Figura 3.5.8. Contribución porcentual de las abundancias de las diferentes especies de diatomeas de la región de Aysén. Los gráficos de la izquierda (a, c y e) muestran el estrato superficial (0-10 m), mientras que las figuras de la derecha (b, d y f) muestran el estrato de 10-20 m.

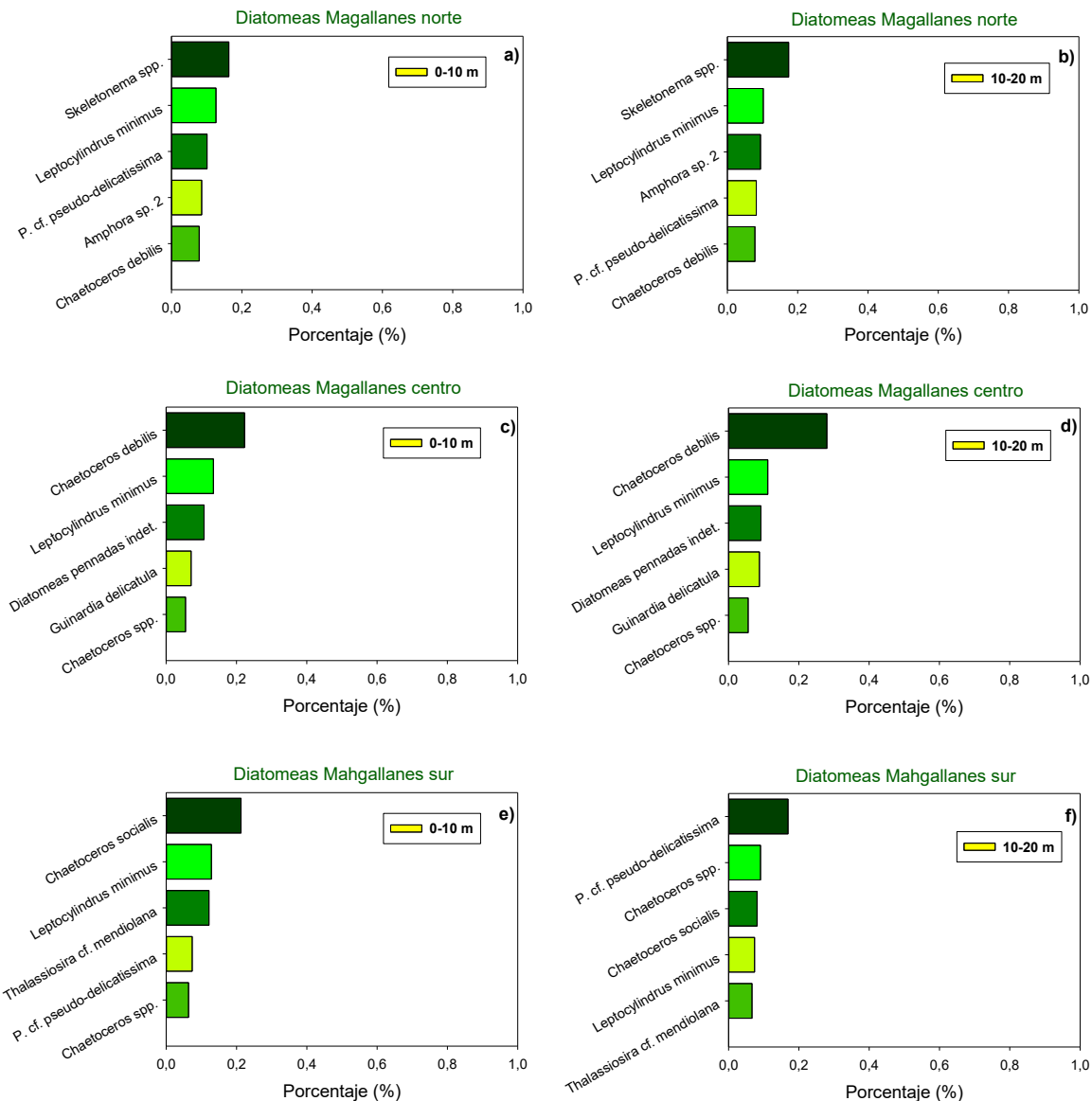


Figura 3.5.9. Contribución porcentual de las abundancias de las diferentes especies de diatomeas de la región de Magallanes. Los gráficos de la izquierda (a, c y e) muestran el estrato superficial (0-10 m), mientras que las figuras de la derecha (b, d y f) muestran el estrato de 10-20 m.



Tabla 3.5.2. Índices de dominancia (Simpson (D')) y diversidad (Shannon (H')) para las especies de diatomeas y dinoflagelados de las tres regiones administrativas, para ambas etapas y estratos.

Estratos	Grupo	Región	Índice Simpson (D') (0-10 mts)	Índice Simpson (D') (10-20 mts)	Índice Shannon (H') (0-10 mts)	Índice Shannon (H') (10-20 mts)
I	Diatomeas	Los Lagos	0,8813	0,8815	2,387	2,347
I	Diatomeas	Aysén	0,9009	0,9081	2,537	2,57
I	Diatomeas	Magallanes	0.9146	0.91	2.559	2.506
I	Dinoflagelados	Los Lagos	0,802	0,8244	1,872	1,934
I	Dinoflagelados	Aysén	0,8957	0,9042	1,427	1,497
I	Dinoflagelados	Magallanes	0,7413	0,8409	1,55	1,974
II	Diatomeas	Los Lagos	0,8624	0,8894	2,2	2,323
II	Diatomeas	Aysén	0.8549	0.8806	2.156	2.348
II	Diatomeas	Magallanes	0.8996	0.901	2.468	2.463
II	Dinoflagelados	Los Lagos	0,802	0,8244	1,872	1,934
II	Dinoflagelados	Aysén	0,7137	0,705	1,451	1,522
II	Dinoflagelados	Magallanes	0,8225	0,8336	1,891	1,929

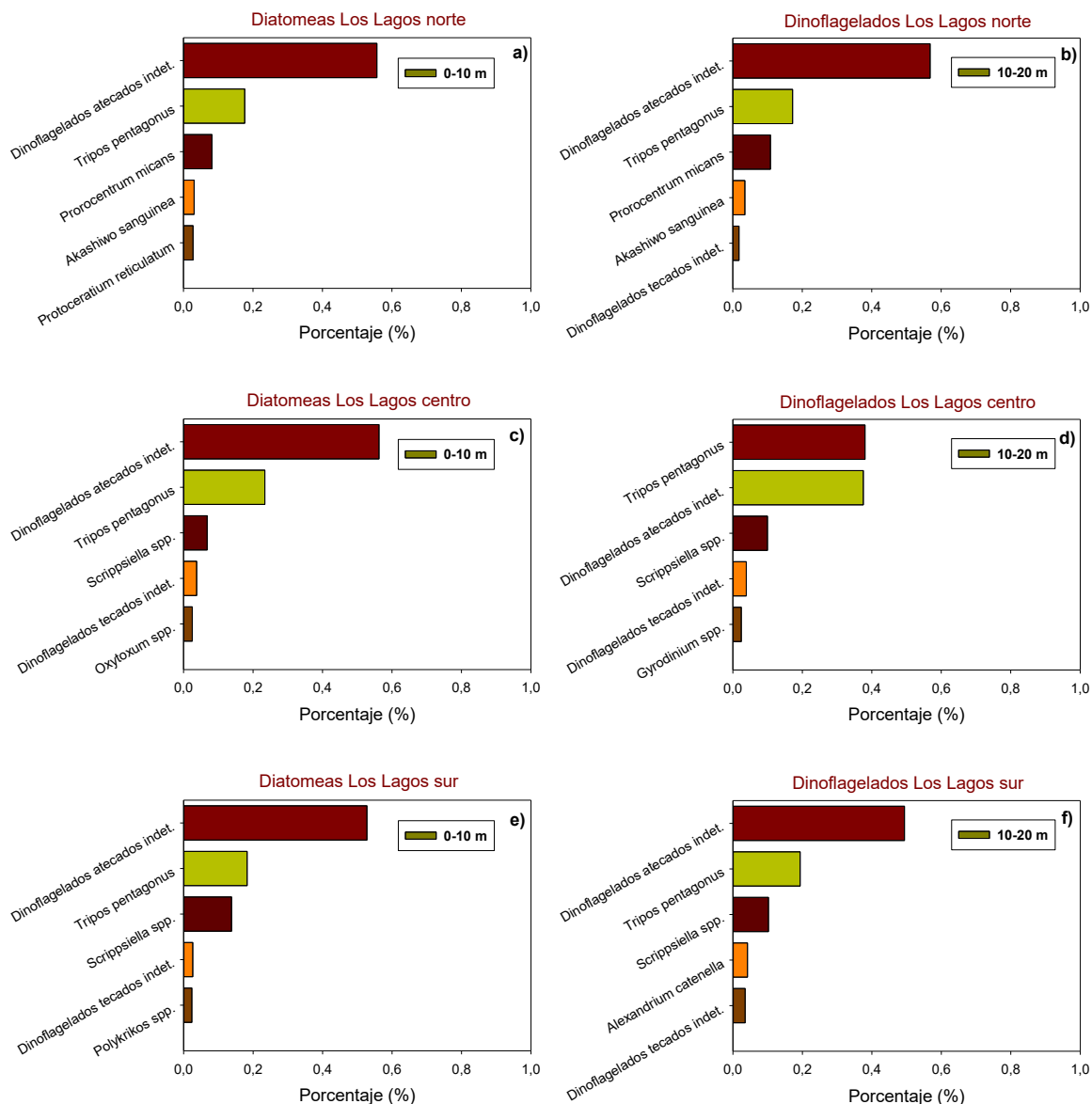


Figura 3.5.10. Contribución porcentual de las abundancias de las diferentes especies de dinoflagelados de la región de Los Lagos. Los gráficos de la izquierda (a, c y e) muestran el estrato superficial (0-10 m), mientras que las figuras de la derecha (b, d y f) muestran el estrato de 10-20 m.

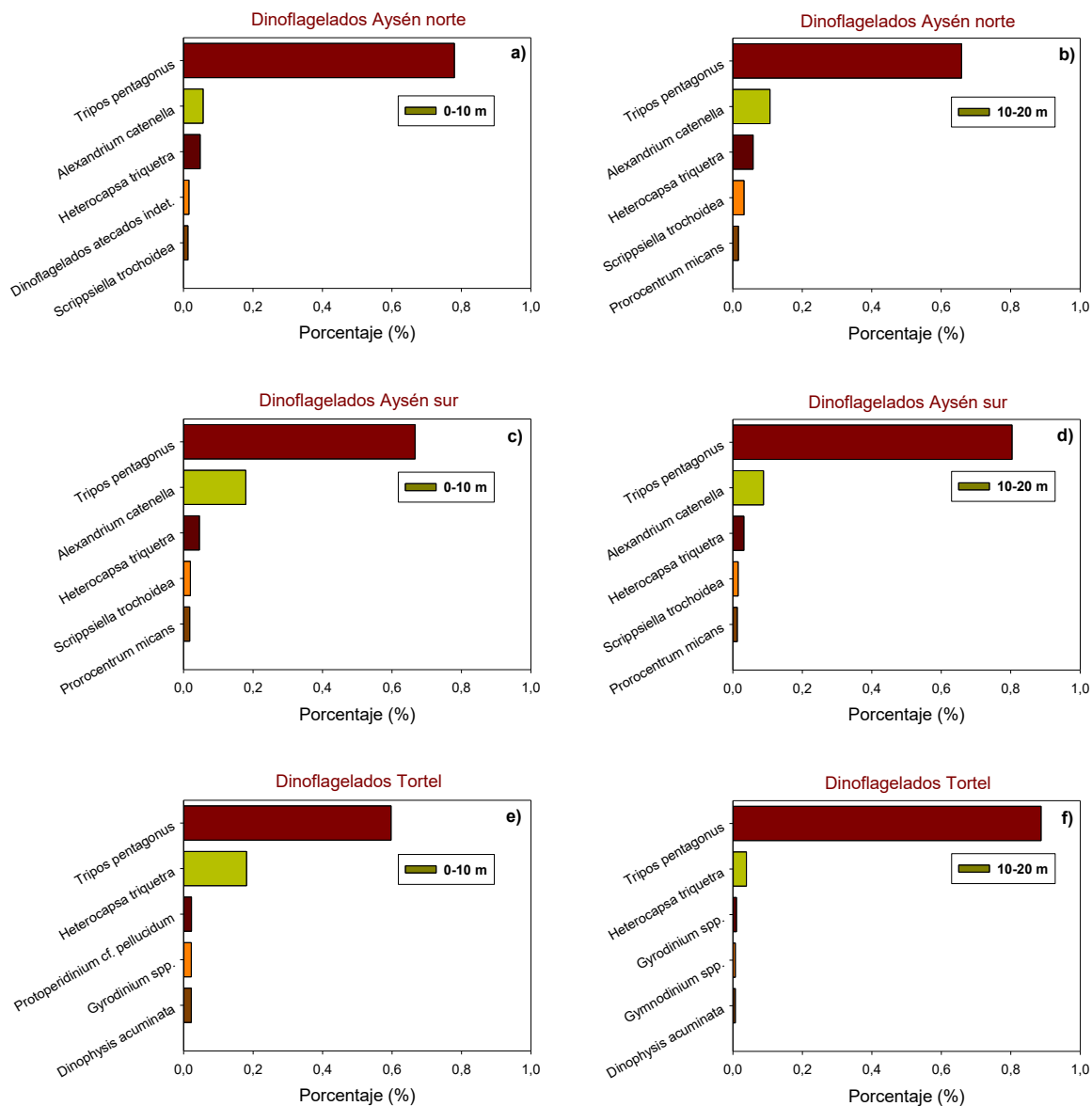


Figura 3.5.11. Contribución porcentual de las abundancias de las diferentes especies de dinoflagelados de la región de Aysén. Los gráficos de la izquierda (a, c y e) muestran el estrato superficial (0-10 m), mientras que las figuras de la derecha (b, d y f) muestran el estrato de 10-20 m.

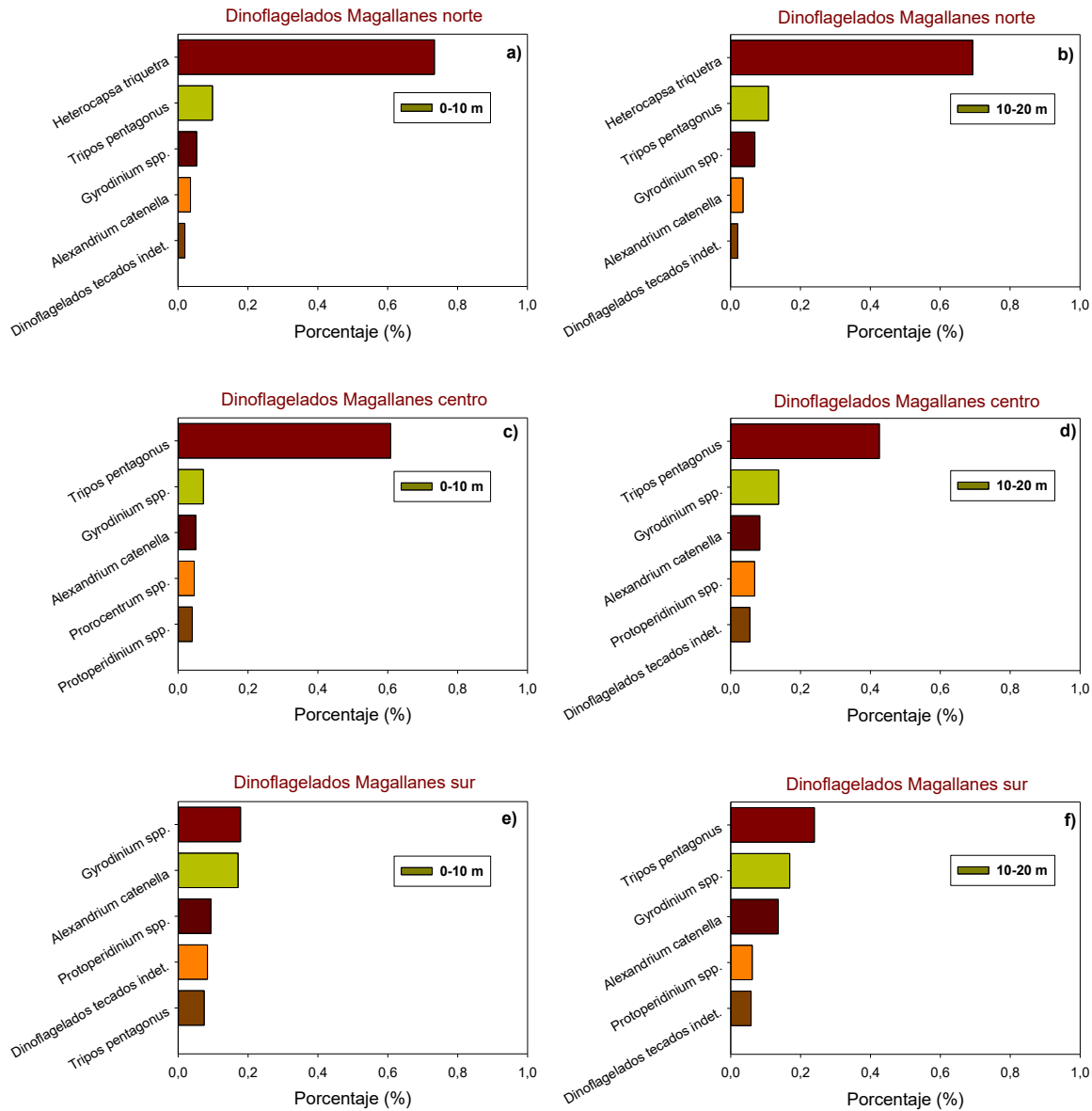


Figura 3.5.12. Contribución porcentual de las abundancias de las diferentes especies de dinoflagelados de la región de Magallanes. Los gráficos de la izquierda (a, c y e) muestran el estrato superficial (0-10 m), mientras que las figuras de la derecha (b, d y f) muestran el estrato de 10-20 m.

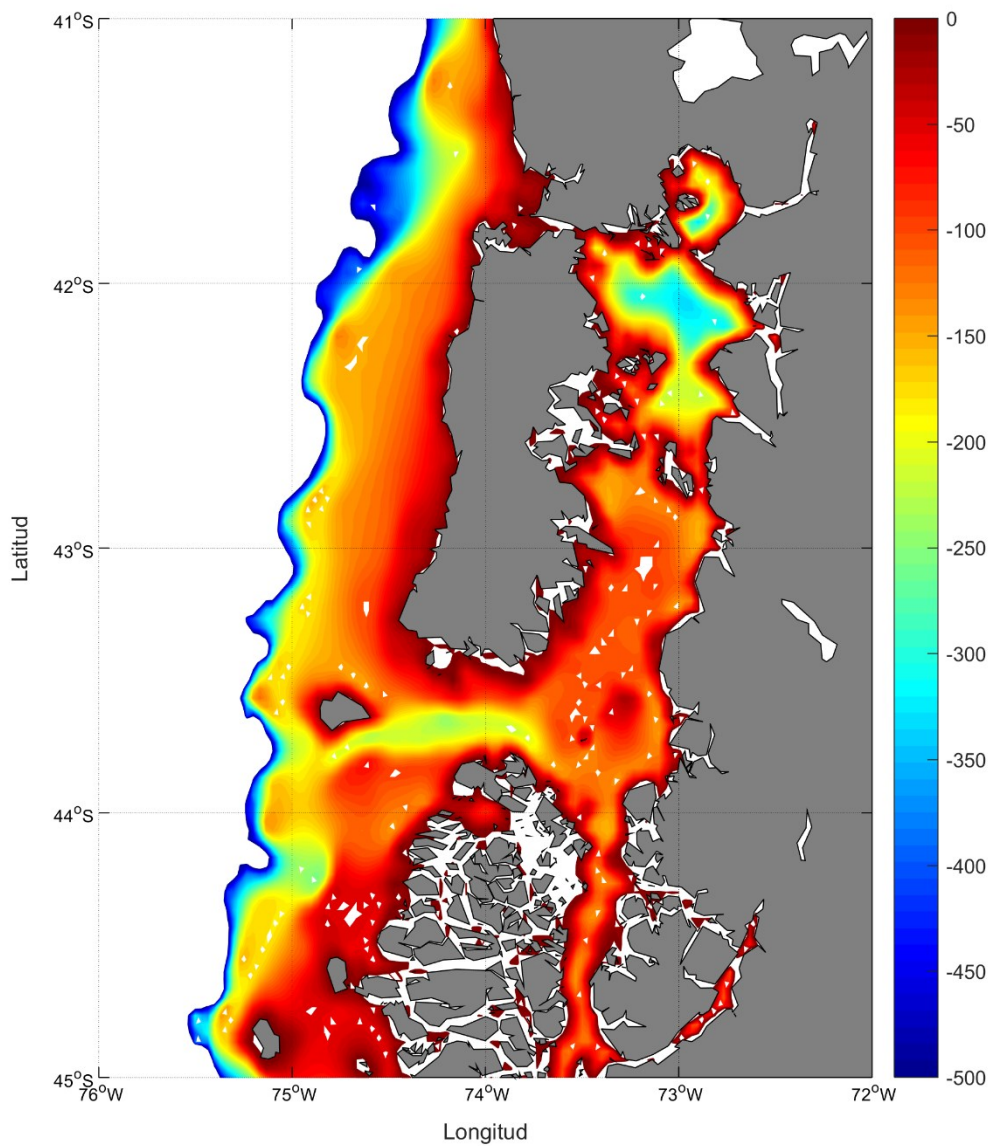


Figura 3.6.1. Batimetría [m] del área de estudio.

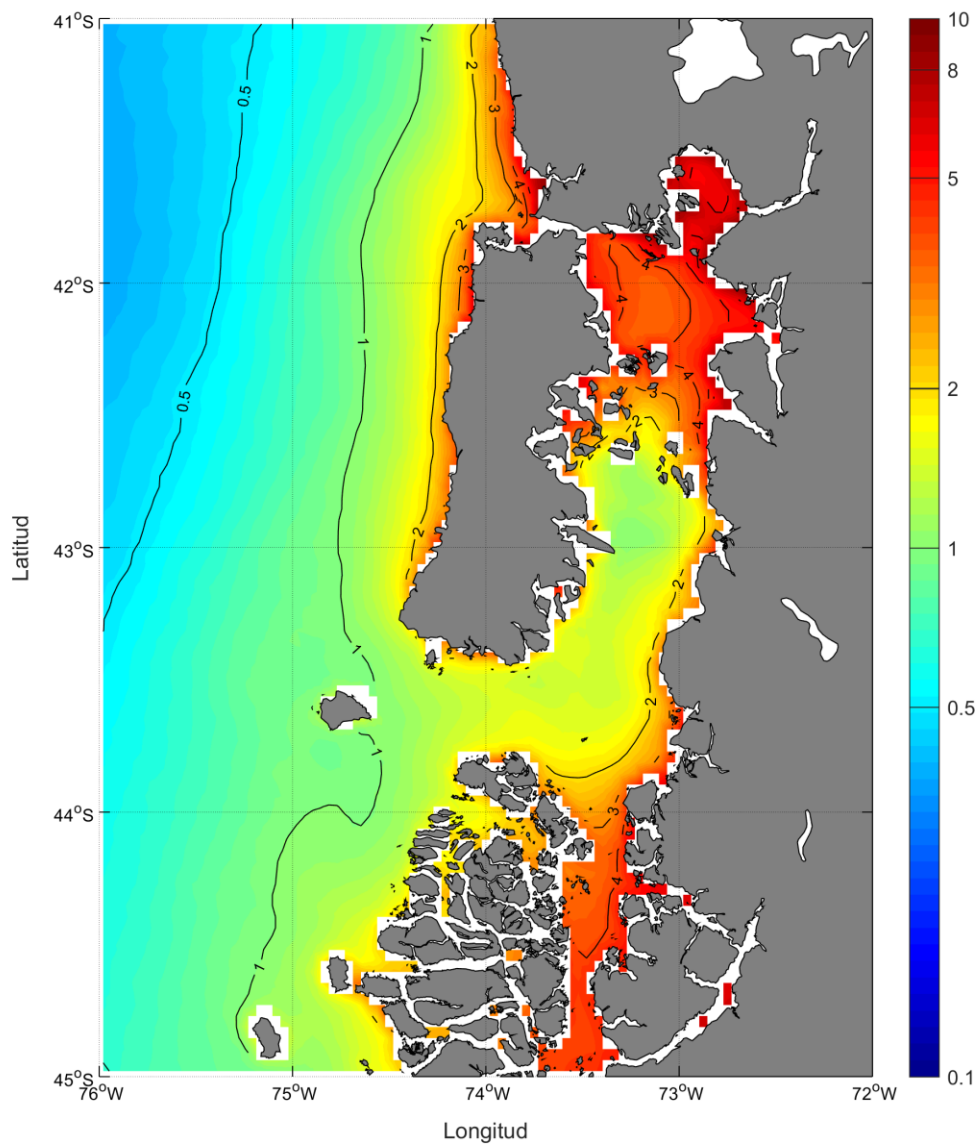
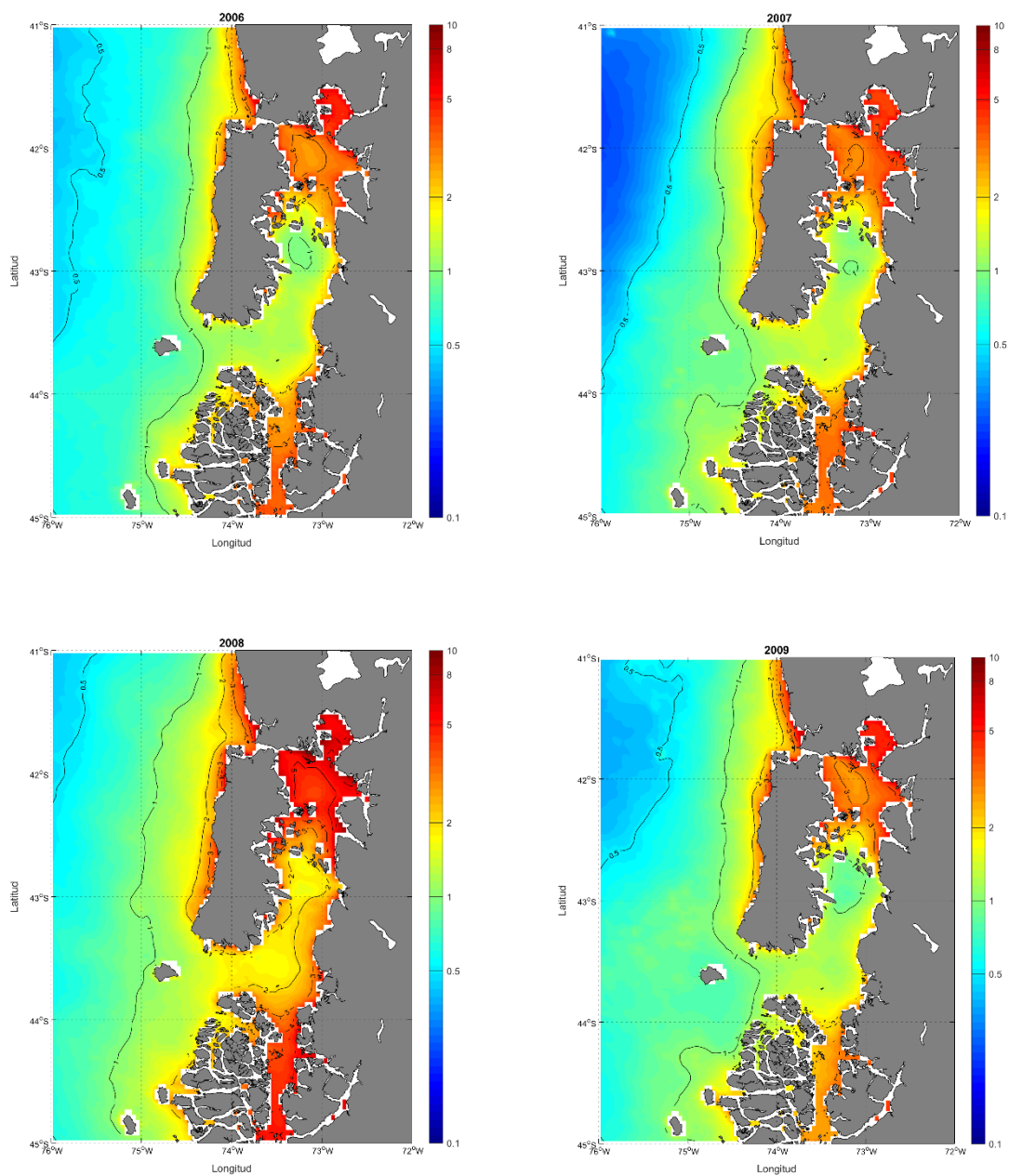
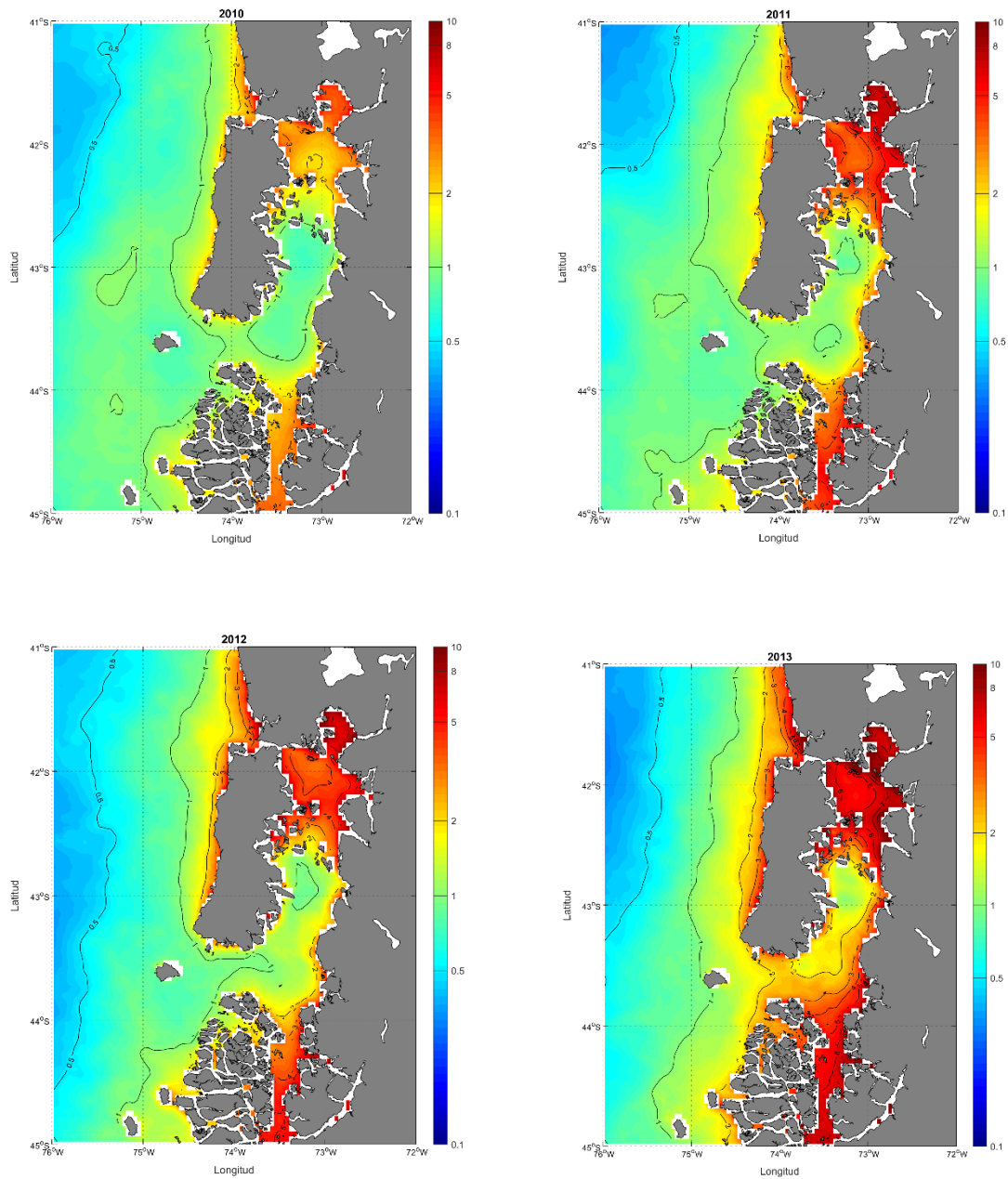


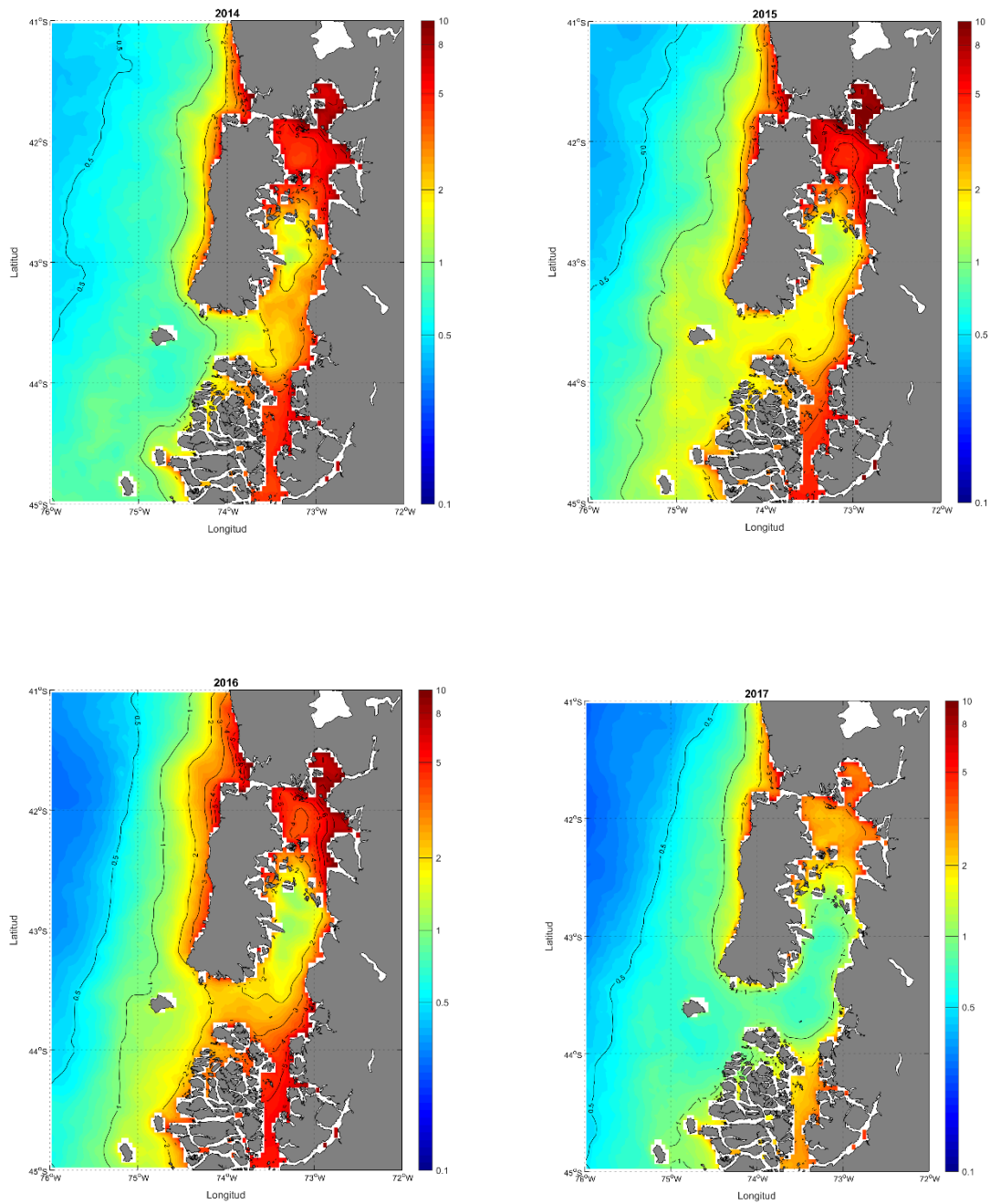
Figura 3.6.2. Campo promedio de clorofila-a [mg m^{-3}] entre enero 2006 hasta junio 2019 (13.5 años = 4929 imágenes)







INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA



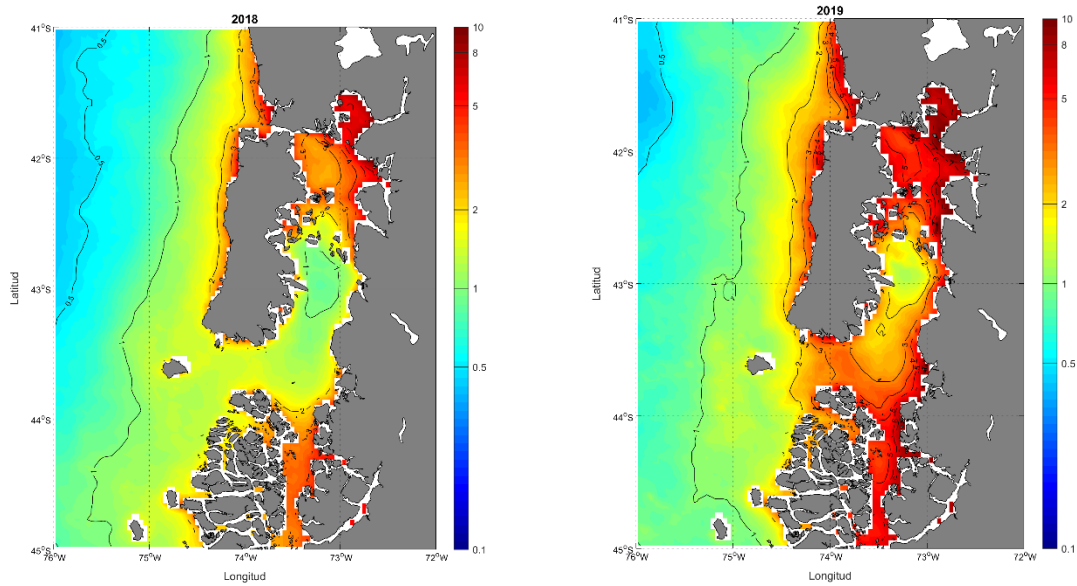
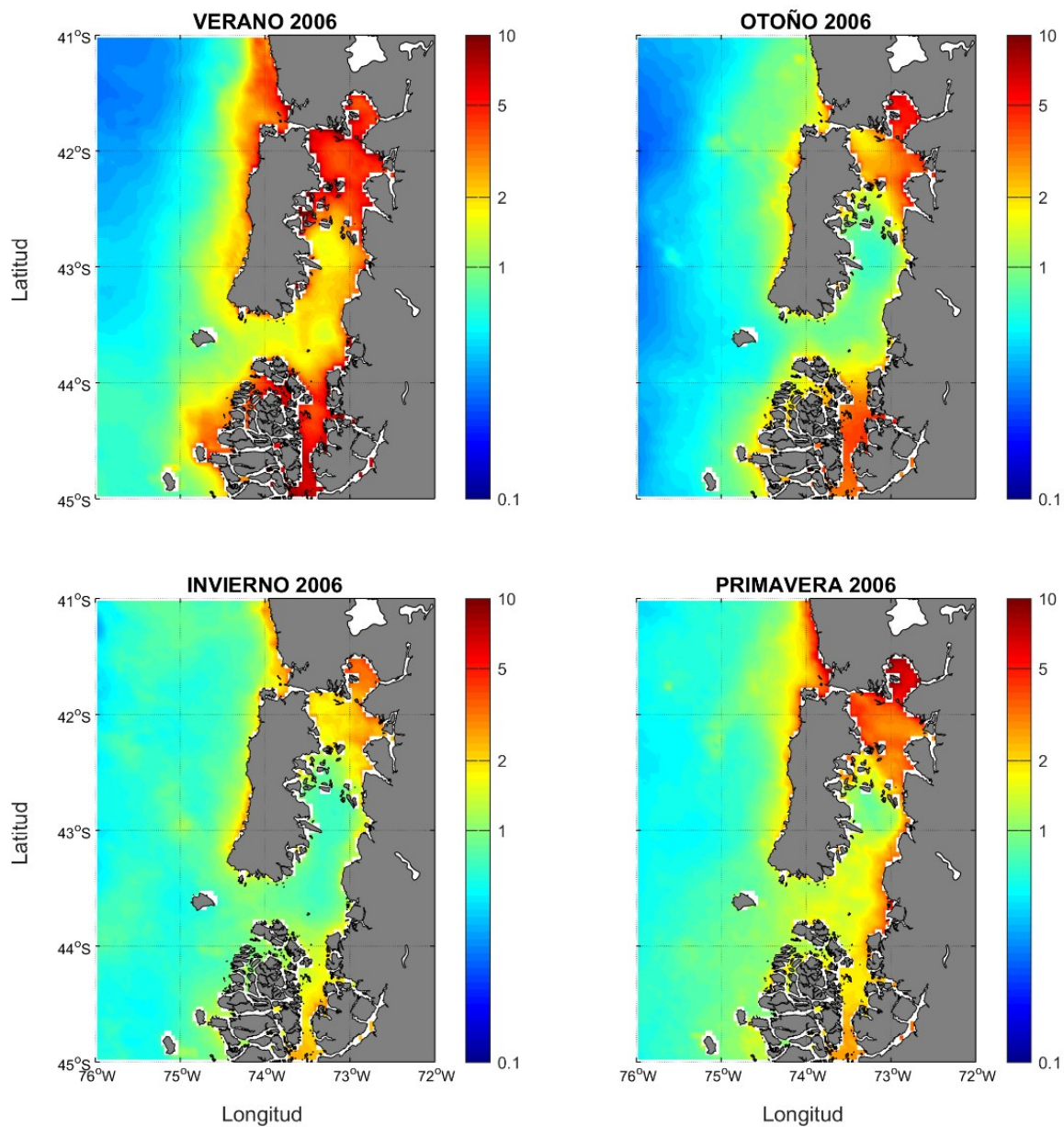
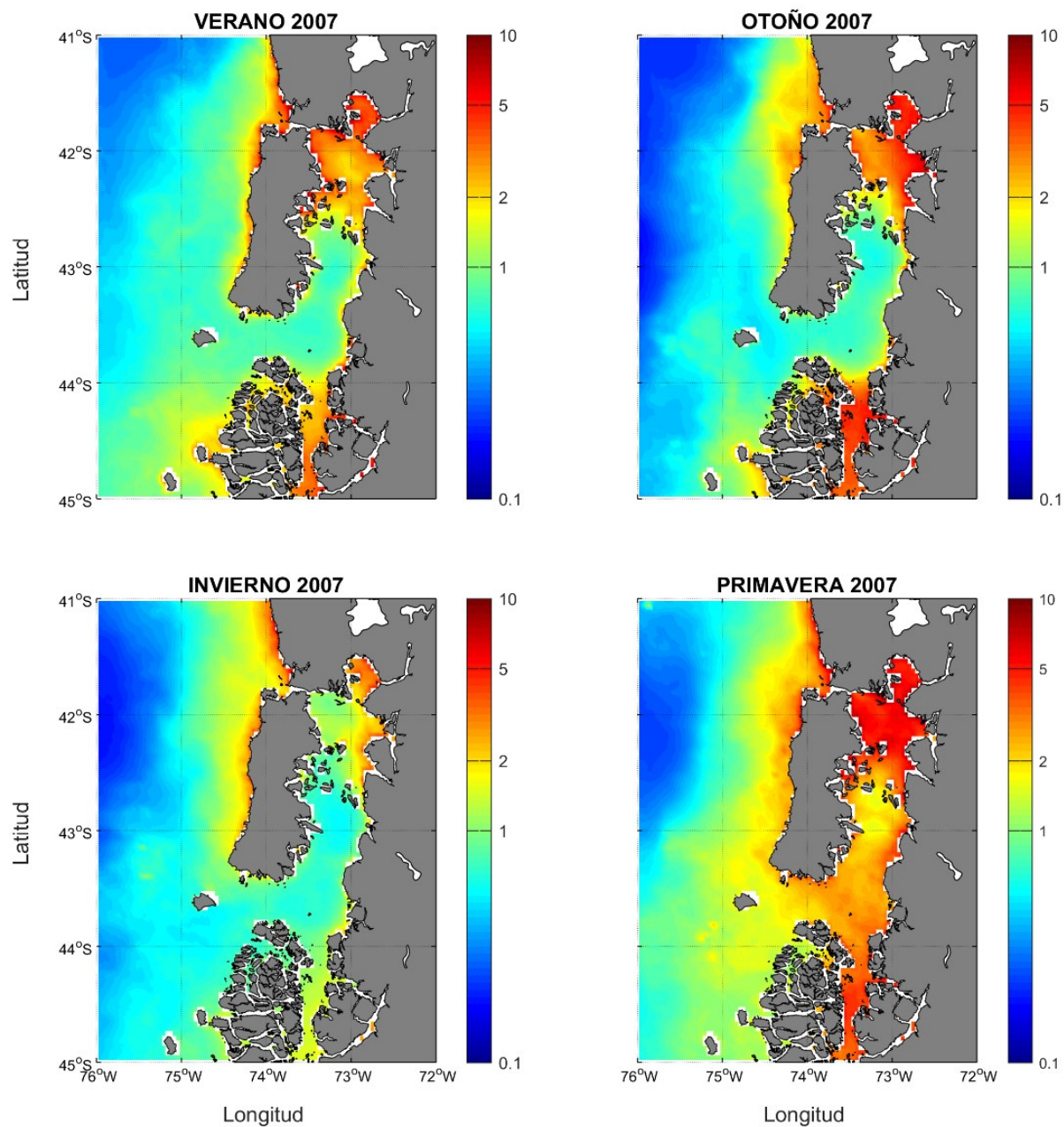
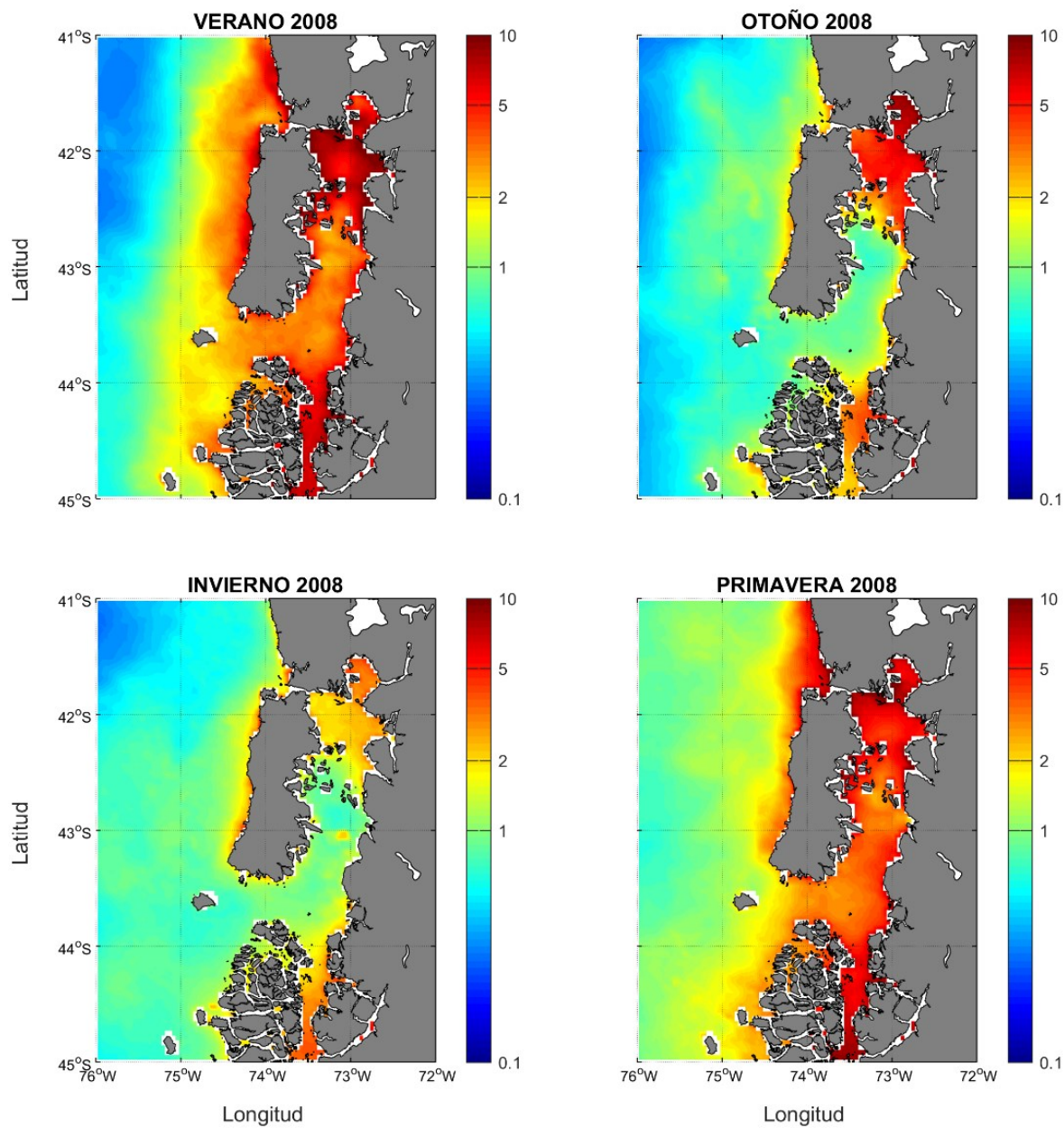
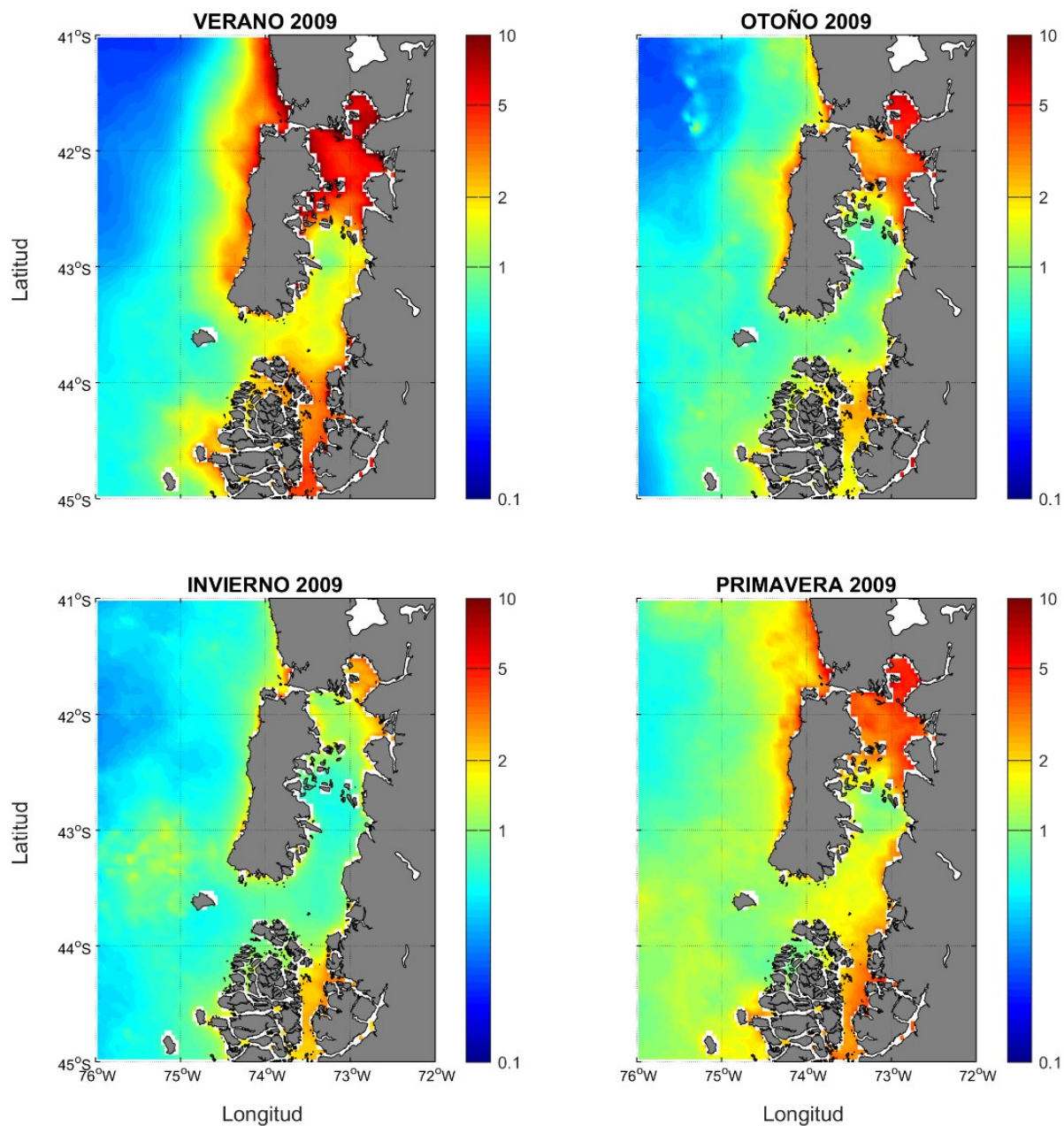


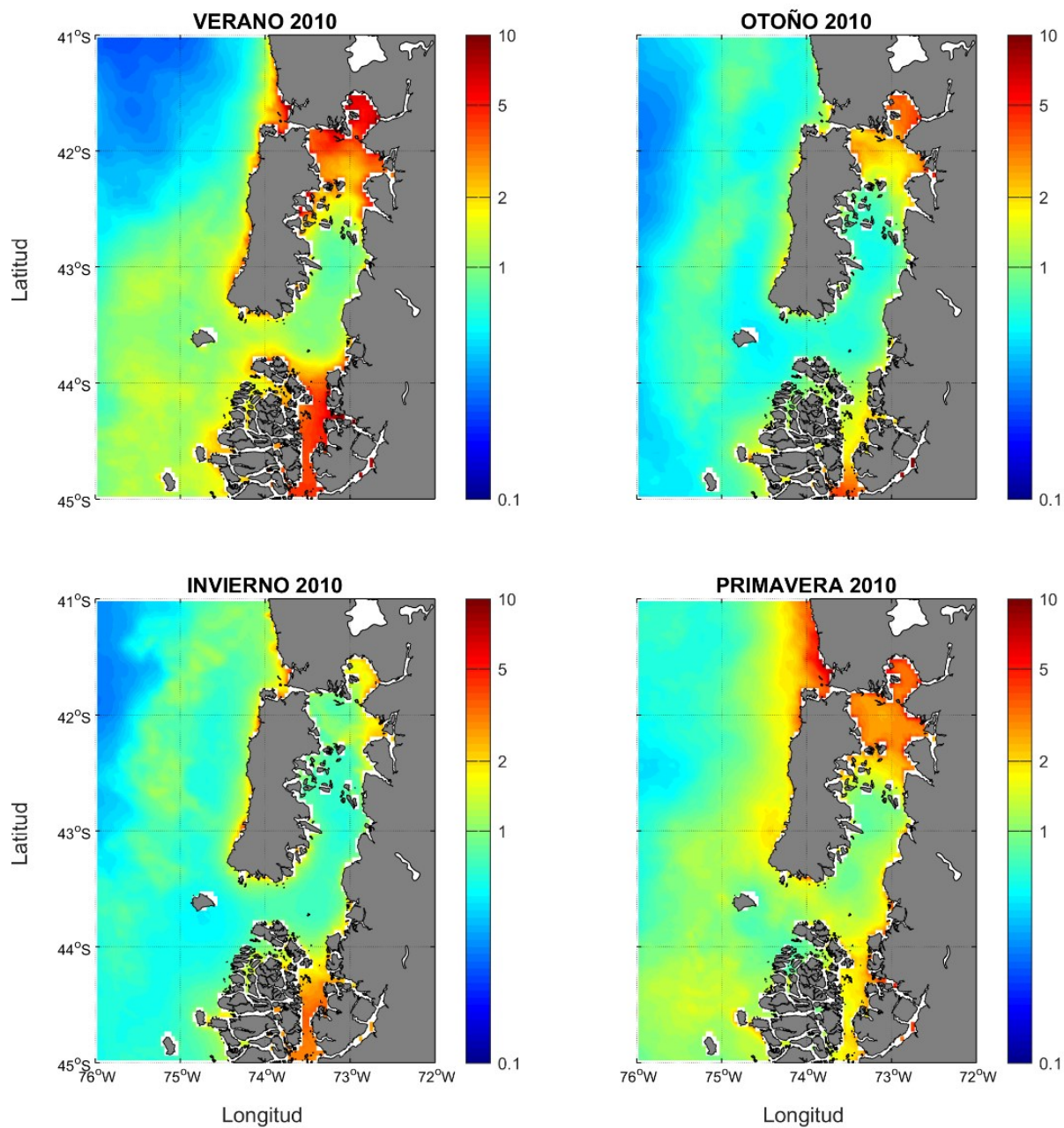
Figura 3.6.3. Promedio anual de clorofila-a [mg m^{-3}], años 2006 a 2019.

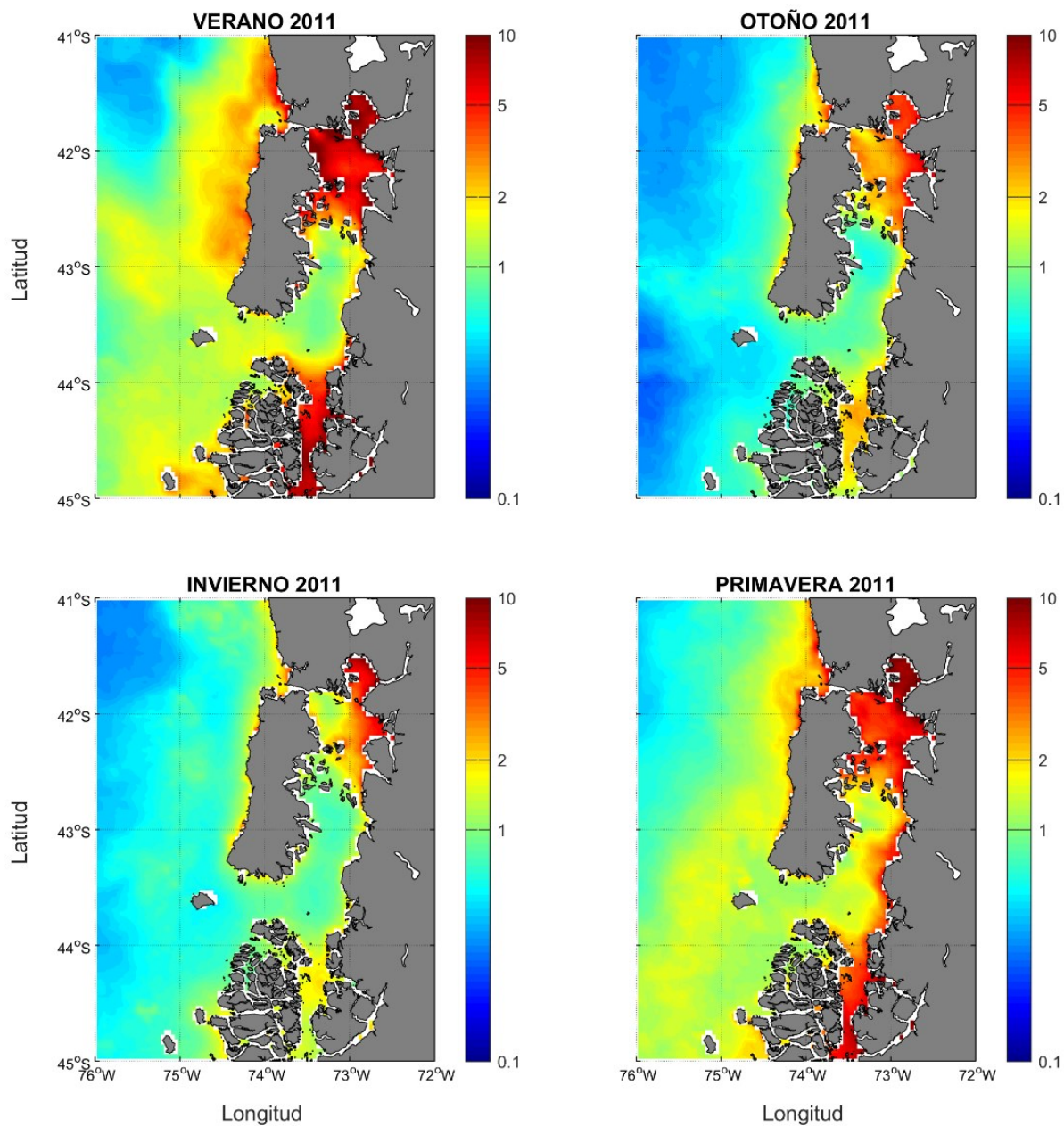


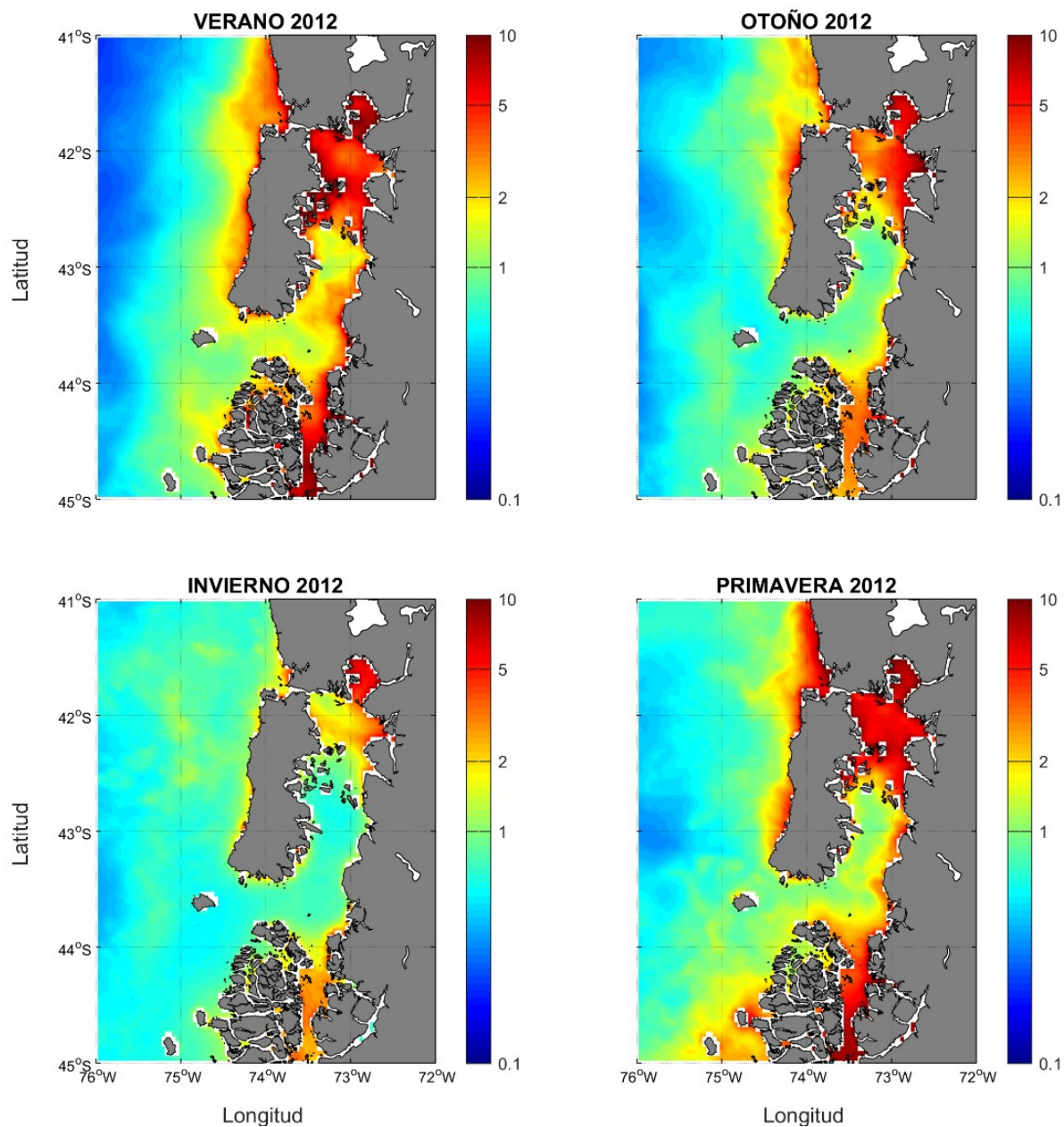


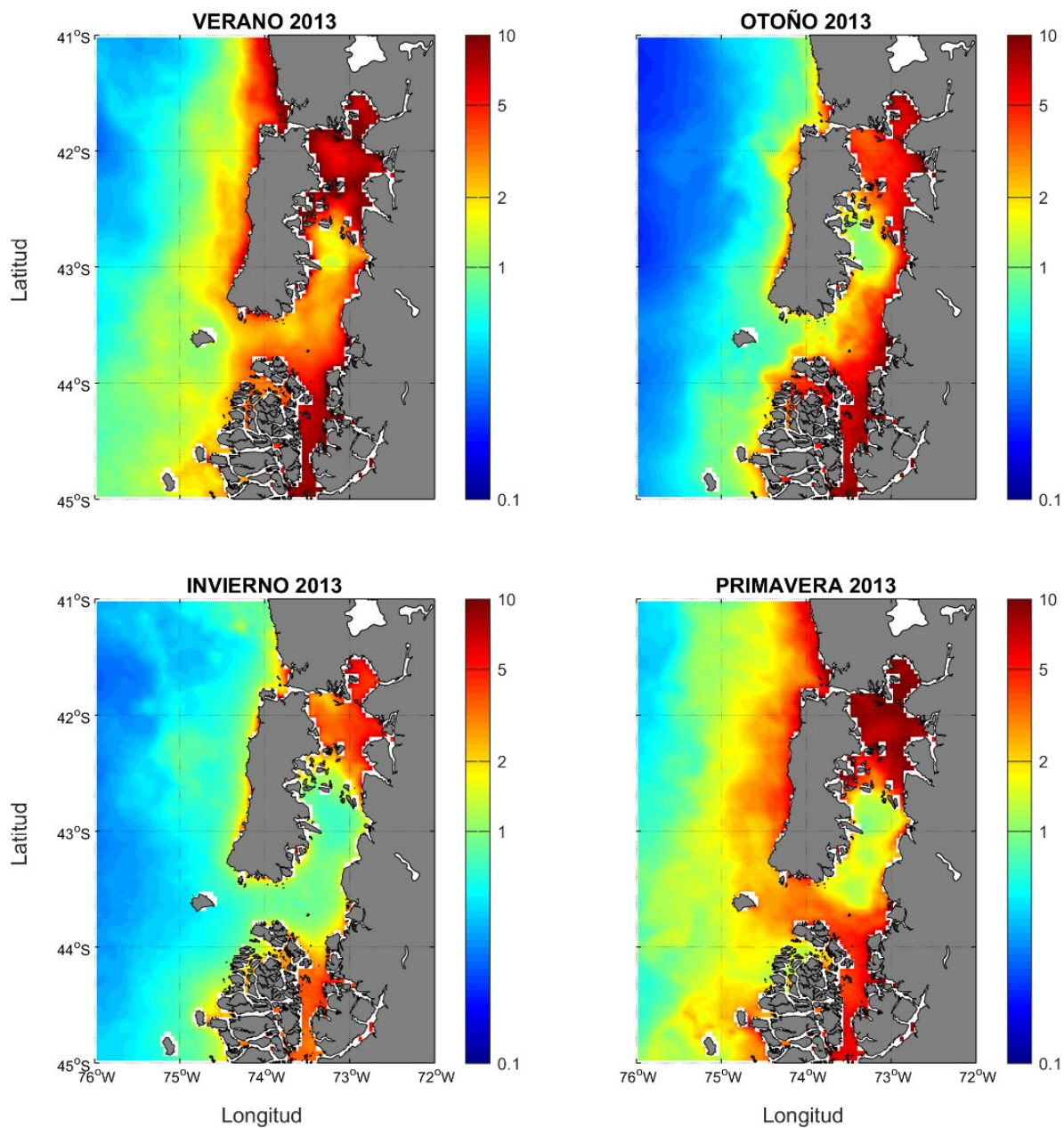


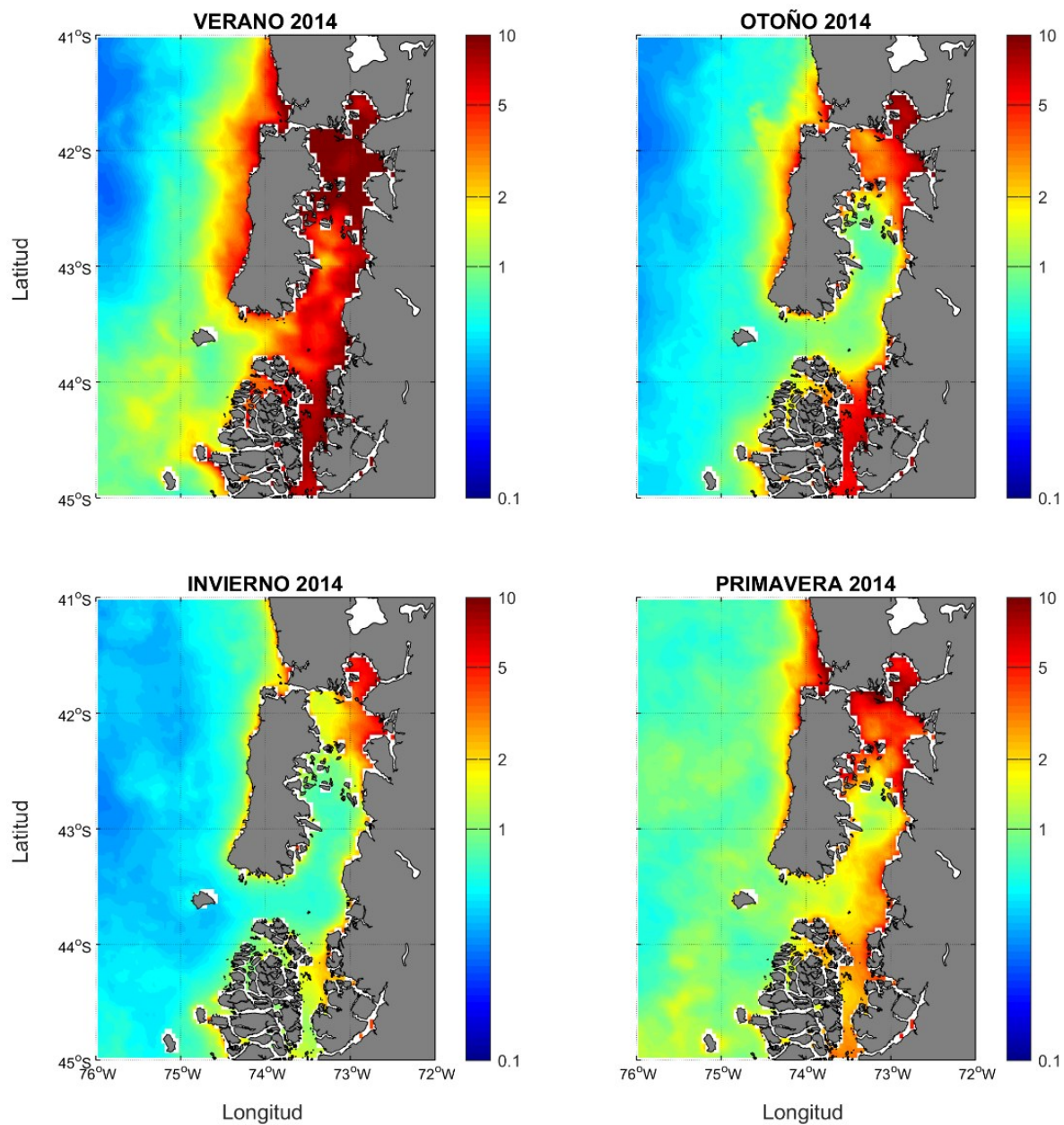


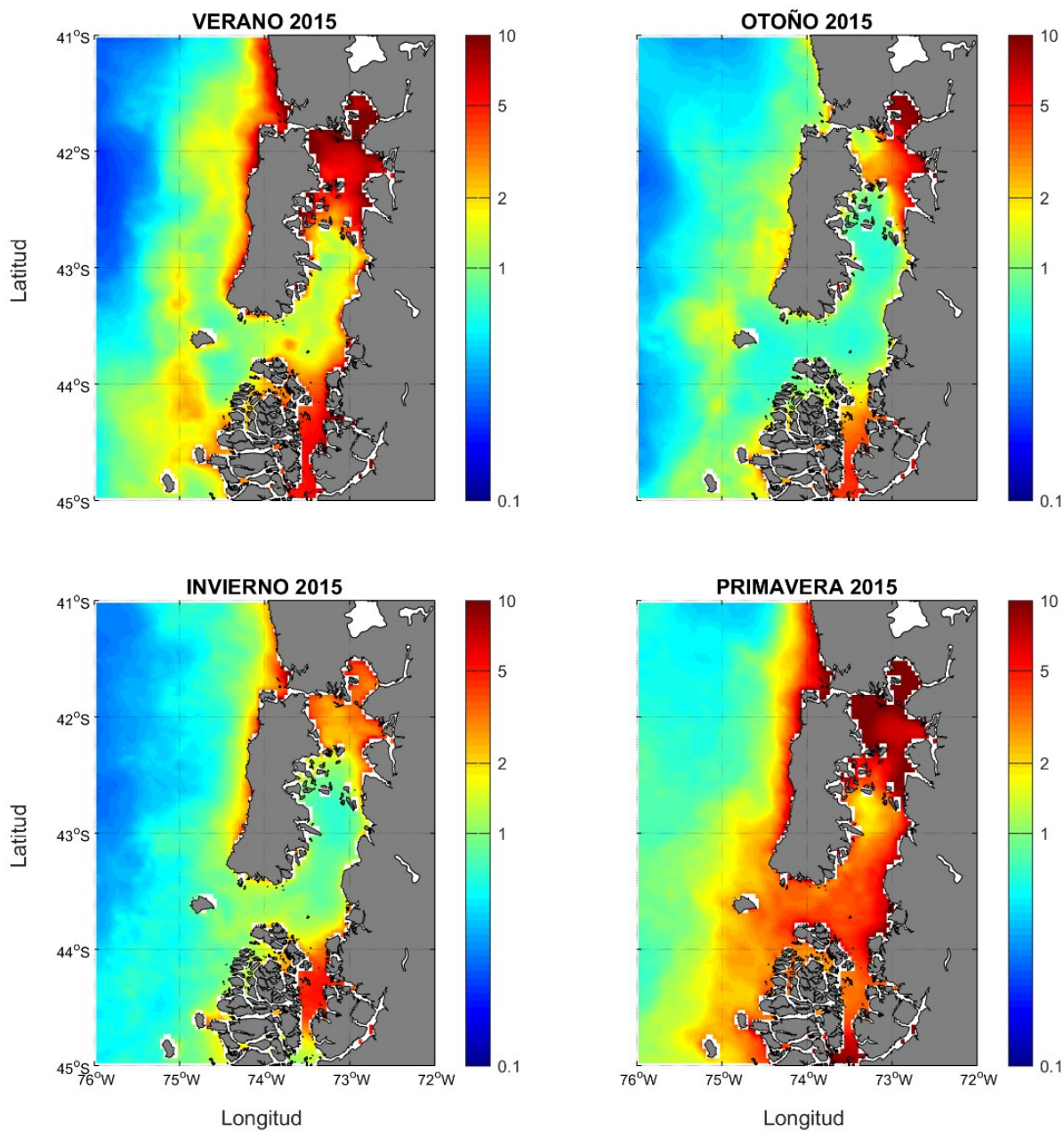


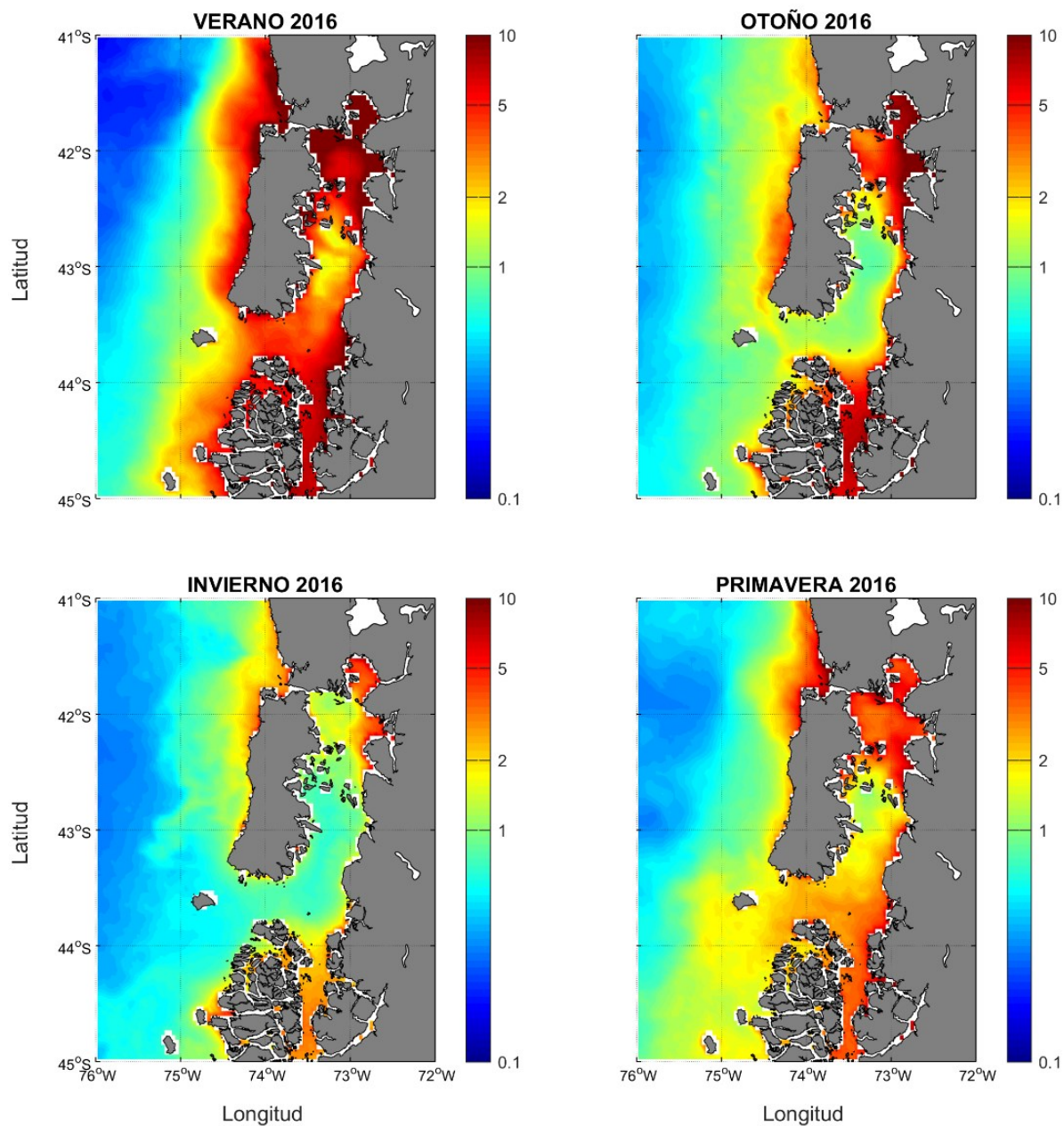


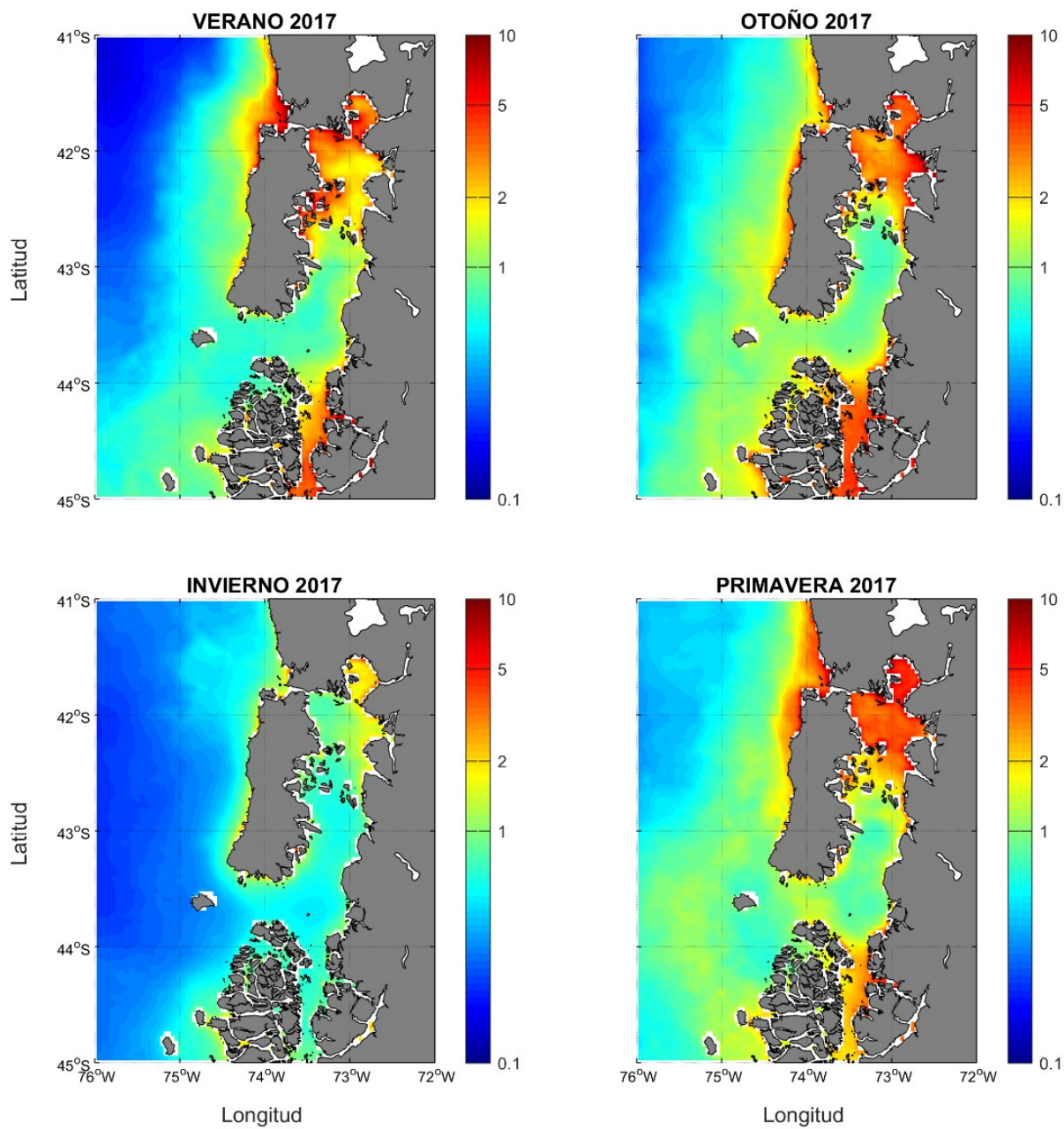


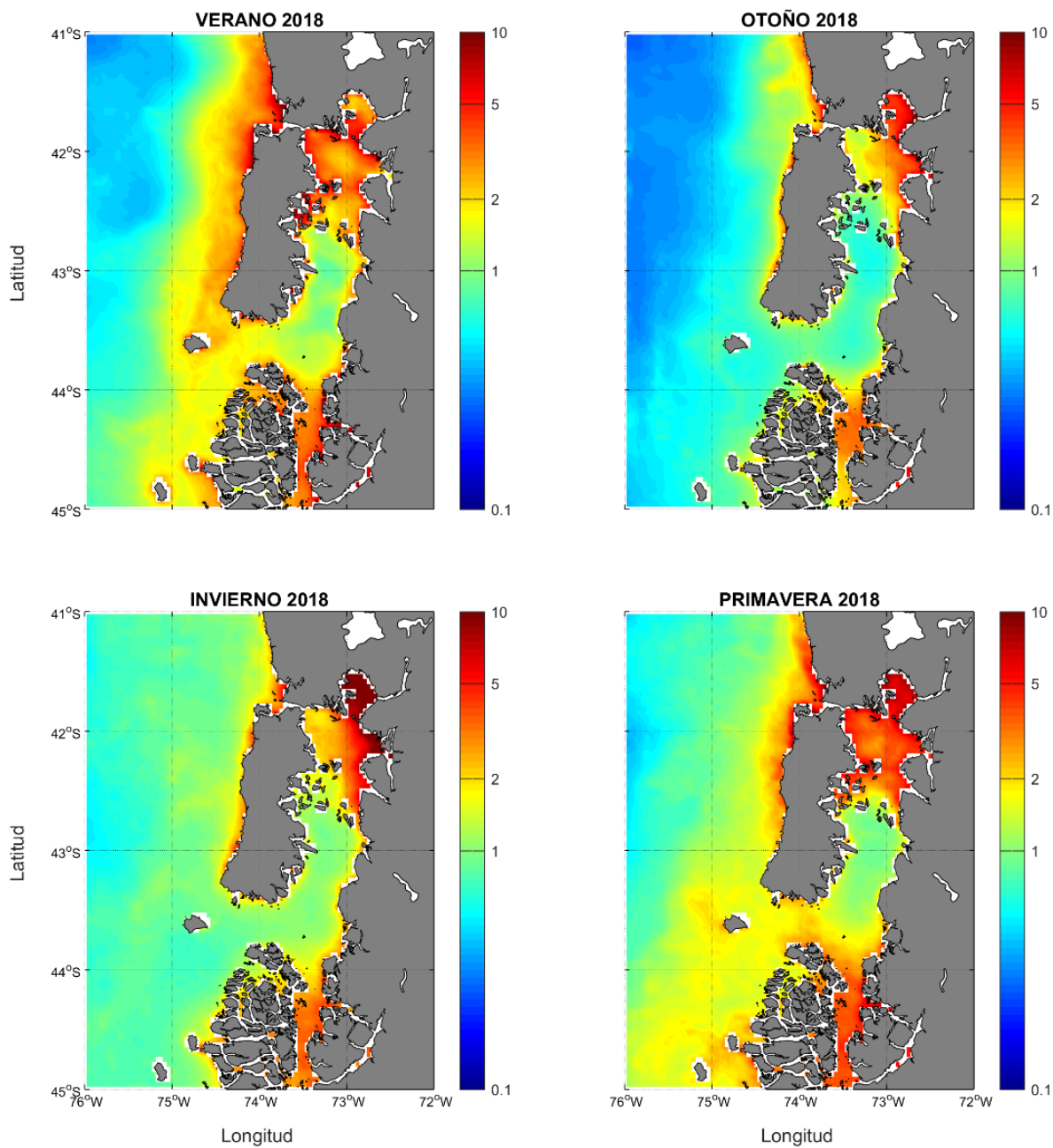












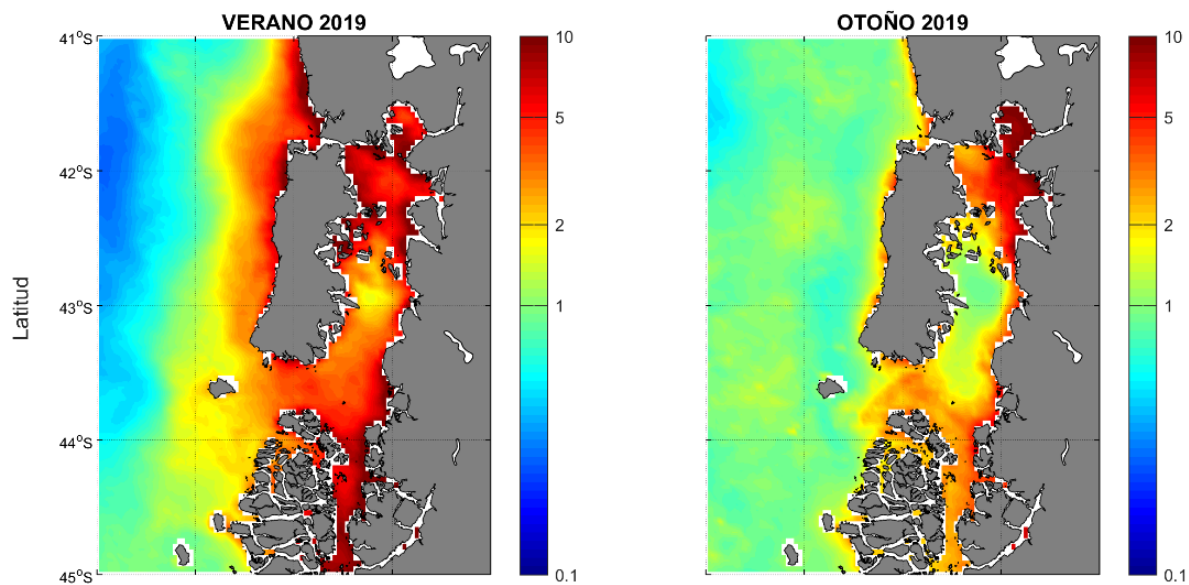


Figura 3.6.4. Promedio estacional de clorofila-a [mg m^{-3}], años 2006 a 2019.



Figura 4.1.1. Detección molecular mediante PCR cuantitativa (qPCR) para las especies *A. catenella*, *A. ostenfeldii* y *P. reticulatum*.

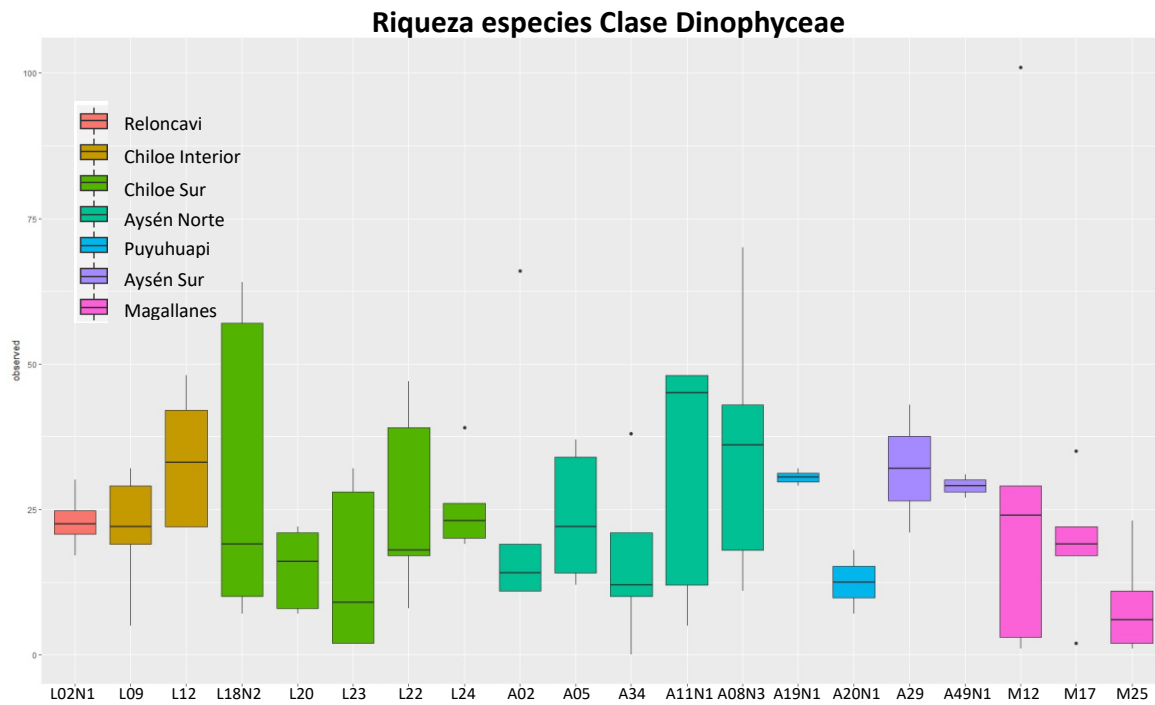


Figura 4.1.2. Riqueza de especies observada para la clase Dinophyceae.

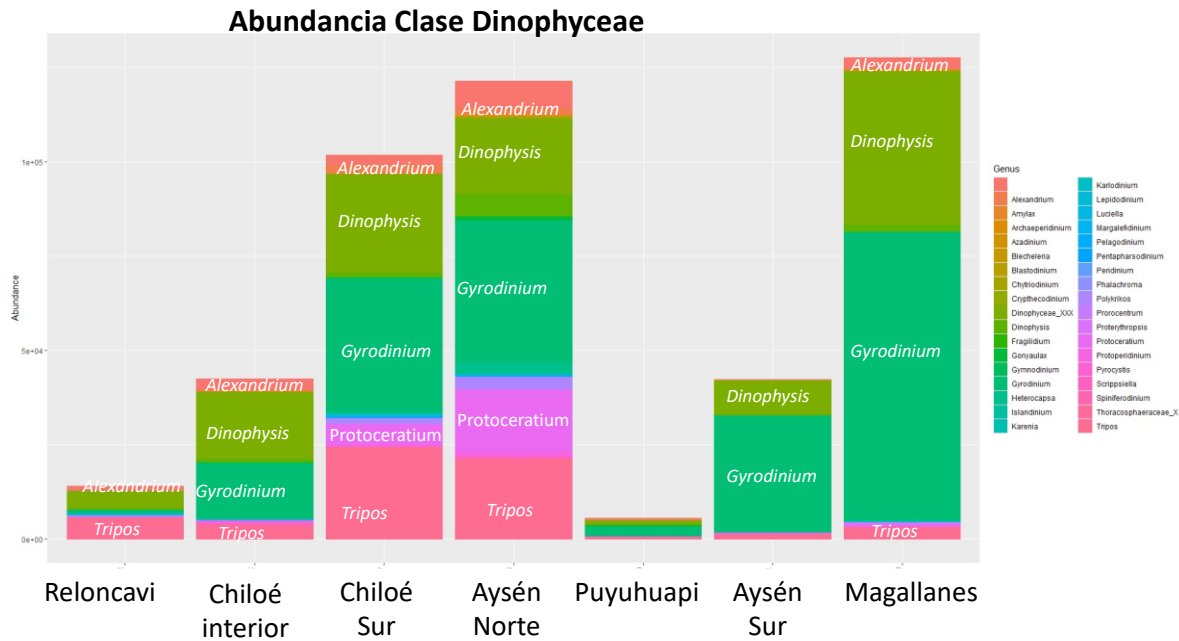


Figura 4.1.3. Abundancia (N° de lecturas) de los géneros pertenecientes a la clase Dinophyceae.

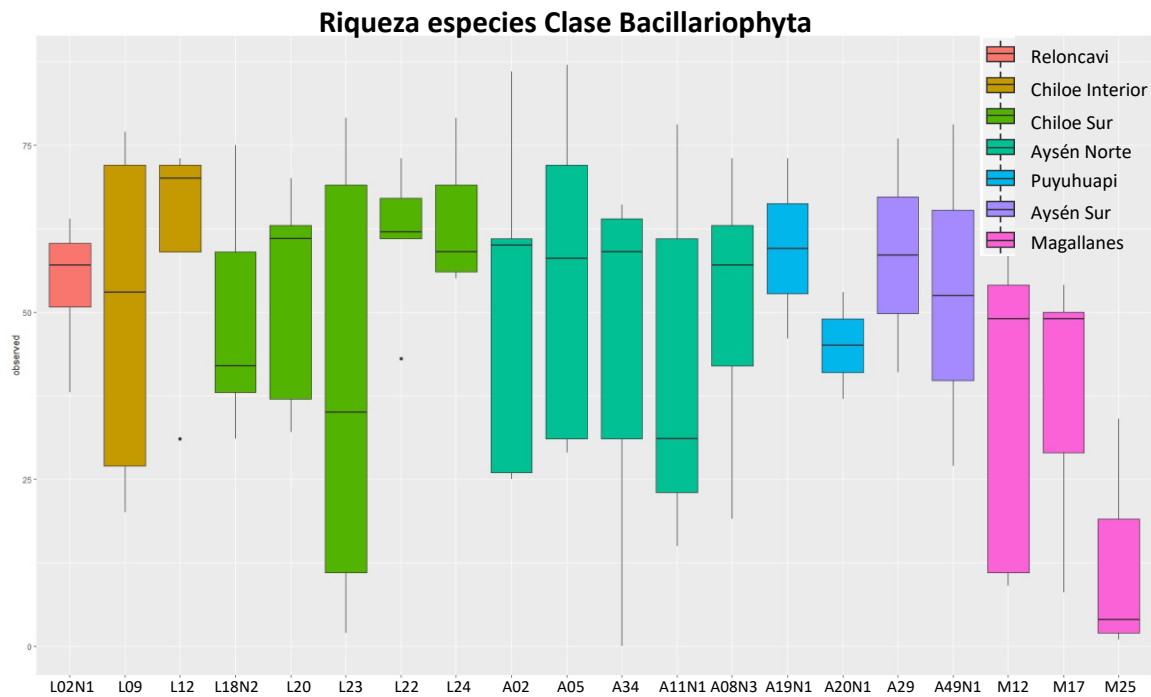


Figura 4.1.4. Riqueza de especies observada para la clase Bacillariophyta.

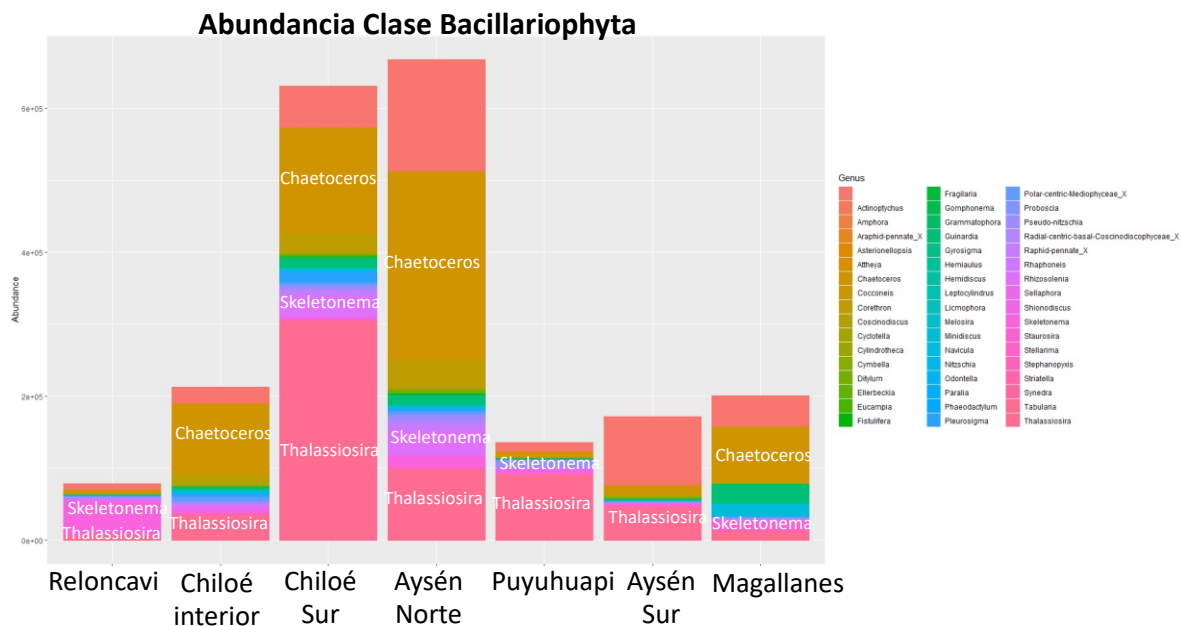


Figura 4.1.5. Abundancia (N° de lecturas) de los géneros pertenecientes a la clase Bacillariophyta.



Tabla 4.2.1. Concentración de toxinas lipofílicas (HPLC-Ms/Ms) en muestras de agua de la región de LosLagos

Nº	ESTACION	Región	Código	AO	PTX-2	AZA2	SPX1	YTX	DA
Crucero				ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
7	Guapiquilán	L. Lagos	L24	ND	ND	ND	ND	9	17
7	Tic-Toc	L. Lagos	L25	ND	< LC	ND	ND	ND	47
8	Guapiquilán	L. Lagos	L24	ND	< LC	ND	ND	9	35
8	Tic-Toc	L. Lagos	L25	ND	< LC	ND	ND	< LC	ND
9	Guapiquilán	L. Lagos	L24	ND	< LC	ND	ND	< LC	ND
9	Tic-Toc	L. Lagos	L25	ND	3	ND	ND	< LC	ND
9	Hueihue	L. Lagos	L06	ND	ND	ND	ND	ND	735
9	Yates	L. Lagos	L02	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	Guapiquilán	L. Lagos	L24	ND	< LC	ND	ND	< LC	ND
10	Tic-Toc	L. Lagos	L25	ND	< LC	ND	ND	< LC	ND
10	Hueihue	L. Lagos	L06	ND	< LC	ND	ND	ND	ND
10	Yates	L. Lagos	L02	ND	< LC	ND	ND	< LC	ND
10	Ayacara	L. Lagos	L10	ND	< LC	ND	ND	ND	105
10	Butachauques	L. Lagos	L09	ND	ND	ND	ND	ND	< LC
11	Hueihue	L. Lagos	L06	ND	< LC	ND	ND	10	60
11	Yates	L. Lagos	L02	ND	< LC	ND	ND	9	8
11	Ayacara	L. Lagos	L10	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11	Butachauques	L. Lagos	L09	ND	< LC	ND	ND	< LC	< LC

AO: ácido acadaico; GYM: Gymnodimina; DA: Ácido Domoico C; PTX-2: Pectenotoxina 2; AZA2: Azaspirácido 2; YTX: yesotoxina; SPX1:12-metil-espirólido C; ND: No Detectado; < LC: menor al límite de cuantificación; ng/L: nanogramo de toxina/Litro de agua filtrada.

Tabla 4.2.2. Concentración de toxinas lipofílicas (HPLC-Ms/Ms) en muestras de agua de la región de Aysén

Nº	ESTACION	Región	Código	AO	PTX-2	AZA2	SPX1	YTX	DA
Crucero				ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
7	I. Ovalada	Aysén	A05	ND	< LC	ND	ND	48	33
8	I. Ovalada	Aysén	A05	ND	< LC	ND	ND	42	87
9	I. Ovalada	Aysén	A05	ND	3	ND	ND	9	21
10	I. Ovalada	Aysén	A05	ND	2	ND	ND	44	9
10	Tronador	Aysén	A05	ND	< LC	ND	ND	< LC	ND
10	I. Isquiliac	Aysén	A49N1	ND	ND	ND	ND	< LC	ND
11	Añihue	Aysén	A10	ND	< LC	ND	ND	< LC	10,5
11	I. Cuptana	Aysén	A35N1	ND	< LC	ND	ND	27	33
11	I. Ipun	Aysén	A38N4	ND	< LC	ND	ND	20	44

AO: ácido acadaico; GYM: Gymnodimina; DA: Ácido Domoico C; PTX-2: Pectenotoxina 2; AZA2: Azaspirácido 2; YTX: yesotoxina; SPX1:12-metil-espirólido C; ND: No Detectado; < LC: menor al límite de cuantificación; ng/L: nanogramo de toxina/Litro de agua filtrada.



Tabla 4.2.3. Concentración de toxinas lipofílicas (HPLC-Ms/Ms) en muestras de agua de la región de Magallanes

Nº	ESTACION	Región	Código	AO	PTX-2	AZA2	SPX1	YTX	DA
Crucero				ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
10	B. Mussel	Magallanes	M30	ND	< LC	ND	ND	ND	ND
10	Seg. Angostura	Magallanes	M39N1	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	S. Ventisquero	Magallanes	M40	ND	2	ND	< LC	ND	6,4
10	P. Eugenia	Magallanes	M46	ND	< LC	ND	ND	ND	ND
11	C. Adalberto	Magallanes	M04	ND	1	ND	ND	ND	ND
11	I. Larga	Magallanes	M20	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11	B. Mussel	Magallanes	M30	ND	< LC	ND	< LC	ND	< LC
11	Seg. Angostura	Magallanes	M39N1	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11	S. Ventisquero	Magallanes	M40	ND	1	ND	< LC	ND	ND
11	P. Eugenia	Magallanes	M46	ND	9	ND	< LC	ND	ND

AO: ácido acadaico; GYM: Gymnodimina; DA: Ácido Domoico C; PTX-2: Pectenotoxina 2; AZA2: Azaspirácido 2; YTX: yesotoxina; SPX1:12-metil-espirólido C; ND: No Detectado; < LC: menor al límite de cuantificación; ng/L: nanogramo de toxina/Litro de agua filtrada.

Tabla 4.2.4. Concentración de toxinas paralizantes (HPLC-Ms/Ms) en muestras de agua de la región de Los Lagos

Nº	ESTACION	Región	Código	GTX 1	GTX 2	GTX 3	SXT
Crucero				nmol / L	nmol / L	nmol / L	nmol / L
7	Guapiquilan	L. Lagos	L24	ND	ND	ND	ND
7	Tic-Toc	L. Lagos	L25	ND	ND	ND	ND
8	Guapiquilan	L. Lagos	L24	ND	ND	ND	ND
8	Tic-Toc	L. Lagos	L25	ND	ND	ND	ND
9	Guapiquilan	L. Lagos	L24	ND	ND	ND	ND
9	Tic-Toc	L. Lagos	L25	ND	ND	ND	ND
9	Hueihue	L. Lagos	L06	ND	ND	ND	ND
9	Yates	L. Lagos	L02	ND	ND	ND	ND
10	Guapiquilan	L. Lagos	L24	ND	ND	ND	ND
10	Tic-Toc	L. Lagos	L25	ND	ND	ND	ND
10	Hueihue	L. Lagos	L06	ND	ND	ND	ND
10	Yates	L. Lagos	L02	ND	ND	ND	ND
10	Ayacara	L. Lagos	L10	ND	ND	ND	ND
10	Butachauques	L. Lagos	L09	ND	ND	ND	ND
11	Hueihue	L. Lagos	L06	ND	ND	ND	ND
11	Yates	L. Lagos	L02	ND	ND	ND	ND
11	Ayacara	L. Lagos	L10	ND	ND	ND	ND
11	Butachauques	L. Lagos	L09	ND	ND	ND	ND

GTX1: gonyautoxina 1; GTX2: gonyautoxina 2; GTX3: Gonyautoxina 3; SXT: saxitoxina; ND: No Detectado; < LC: menor al límite de cuantificación; nmol/L: nanomol de toxina/Litro de agua filtrada.



Tabla 4.2.5. Concentración de toxinas paralizantes (HPLC-Ms/Ms) en muestras de agua de la región de Aysén

Nº	ESTACION	Región	Código	GTX 1	GTX 2	GTX 3	SXT
Crucero				nmol / L	nmol / L	nmol / L	nmol / L
7	I. Ovalada	Aysén	A05	ND	ND	ND	ND
8	I. Ovalada	Aysén	A05	ND	ND	ND	ND
9	I. Ovalada	Aysén	A05	ND	ND	ND	ND
10	I. Ovalada	Aysén	A05	ND	ND	ND	ND
10	Tronador	Aysén	A05	ND	ND	ND	ND
10	I. Isquiliac	Aysén	A49N1	ND	ND	ND	ND
11	Añihue	Aysén	A10	ND	ND	ND	ND
11	I. Cuptana	Aysén	A35N1	ND	ND	ND	ND
11	I. Ipun	Aysén	A38N4	ND	ND	ND	ND

GTX1: gonyautoxina 1; GTX2: gonyautoxina 2; GTX3: Gonyautoxina 3; SXT: saxitoxina; ND: No Detectado; < LC: menor al límite de cuantificación; nmol/L: nanomol de toxina/Litro de agua filtrada.

Tabla 4.2.6. Concentración de toxinas paralizantes (HPLC-Ms/Ms) en muestras de agua de la región de Magallanes

Nº	ESTACION	Región	Código	GTX 1	GTX 2	GTX 3	SXT
Crucero				nmol / L	nmol / L	nmol / L	nmol / L
10	B. Mussel	Magallanes	M30	ND	ND	ND	ND
10	eg. Angostur	Magallanes	M39N1	ND	ND	ND	ND
10	. Ventisquero	Magallanes	M40	ND	ND	ND	ND
10	P. Eugenia	Magallanes	M46	ND	ND	ND	ND
11	C. Adalberto	Magallanes	M04	ND	ND	ND	ND
11	I. Larga	Magallanes	M20	ND	ND	ND	ND
11	B. Mussel	Magallanes	M30	ND	ND	ND	ND
11	eg. Angostur	Magallanes	M39N1	ND	ND	ND	ND
11	. Ventisquero	Magallanes	M40	ND	12,4	ND	ND
11	P. Eugenia	Magallanes	M46	28,9	69,6	19	ND

GTX1: gonyautoxina 1; GTX2: gonyautoxina 2; GTX3: Gonyautoxina 3; SXT: saxitoxina; ND: No Detectado; < LC: menor al límite de cuantificación; nmol/L: nanomol de toxina/Litro de agua filtrada.

**Tabla 4.3.1.** Resultados de análisis de toxinas lipofílicas (HPLC Ms/Ms), TDM (ensayo del ratón) y TAM (HPLC FI) en muestras de moluscos bivalvos colectados en la región de los Lagos.

Nº	ESTACION	Región	Código	Recurso	AO	PTX-2	AZA2	SPX1	YTX	DA	TDM	TAM
Crucero					ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g		
7	Guapiquilán	L. Lagos	L24	almeja	ND	ND	< LC	ND	ND	132	Negativo	ND
7	Tic-Toc	L. Lagos	L25	almeja	ND	ND	ND	ND	ND	235	Negativo	ND
8	Guapiquilán	L. Lagos	L24	almeja	ND	ND	< LC	ND	ND	127	Negativo	ND
8	Tic-Toc	L. Lagos	L25	almeja	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Negativo	ND
9	Guapiquilán	L. Lagos	L24	almeja	ND	ND	ND	ND	ND	193	Negativo	ND
9	Tic-Toc	L. Lagos	L25	almeja	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Negativo	ND
10	Guapiquilán	L. Lagos	L24	almeja	ND	ND	< LC	ND	ND	ND	Negativo	ND
10	Tic-Toc	L. Lagos	L25	almeja	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Negativo	ND
10	Ayacara	L. Lagos	L10	Cholga	ND	ND	ND	ND	ND	170	Negativo	ND
11	Guapiquilán	L. Lagos	L24	almeja	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Negativo	ND
11	Tic-Toc	L. Lagos	L25	almeja	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Negativo	ND

AO: ácido acadaico; GYM: Gymnodimina; DA: Ácido Domoico C; PTX-2: Pectenotoxina 2; AZA2: Azaspirácido 2; YTX: yesotoxina; SPX1:12-metil-espirólido C; TDM: toxina diarreaica de los mariscos; TAM: toxina amnésica de los mariscos; ND: No Detectado; < LC: menor al límite de cuantificación; ng/g: nanogramo de toxina/gramo de tejido.

Tabla 4.3.2. Resultados de análisis de toxinas lipofílicas (HPLC Ms/Ms), TDM (ensayo del ratón) y TAM (HPLC FI) en muestras de moluscos bivalvos colectados en la región de Aysén

Nº	ESTACION	Región	Código	Recurso	AO	PTX-2	AZA2	SPX1	YTX	DA	TDM	TAM
Crucero					ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g		
7	I. Ovalada	Aysén	A05	Cholga	ND	ND	ND	ND	363	140	Negativo	ND
8	I. Ovalada	Aysén	A05	Cholga	ND	ND	ND	ND	623	164	Negativo	ND
9	I. Ovalada	Aysén	A05	Cholga	ND	ND	ND	ND	506	ND	Negativo	ND
10	I. Ovalada	Aysén	A05	Cholga	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Negativo	ND
11	I. Ovalada	Aysén	A05	Cholga	ND	ND	< LC	ND	ND	ND	Negativo	S/I
10	Tronador	Aysén	A50	Cholga	ND	ND	ND	ND	247	ND	Negativo	ND
11	Añihue	Aysén	A10	Cholga	ND	ND	ND	ND	37	ND	Negativo	ND
11	I. Ipun	Aysén	A38N4	almeja	ND	ND	< LC	ND	ND	306	Negativo	ND

AO: ácido acadaico; GYM: Gymnodimina; DA: Ácido Domoico C; PTX-2: Pectenotoxina 2; AZA2: Azaspirácido 2; YTX: yesotoxina; SPX1:12-metil-espirólido C; TDM: toxina diarreaica de los mariscos; TAM: toxina amnésica de los mariscos; ND: No Detectado; < LC: menor al límite de cuantificación; S/I: sin información; ng/g: nanogramo de toxina/gramo de tejido.

**Tabla 4.3.3.** Resultados de análisis de toxinas lipofílicas (HPLC Ms/Ms), TDM (ensayo del ratón) y TAM (HPLC FI) en muestras de moluscos bivalvos colectados en la región de Magallanes

Crucero	Localidad	Región	Código	Recurso	AO	PTX-2	AZA2	SPX1	ESP (*)	YTX	DA	TDM	TAM
					ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g		
10	B. Mussel	Magallanes	M30	chorito	ND	<LC	ND	<LC	<LC	ND	ND	Negativo	ND
10	S. Ventisquero	Magallanes	M40	chorito	ND	<LC	ND	13	20	ND	ND	Negativo	ND
10	Pto. Eugenia	Magallanes	M46	chorito	ND	<LC	ND	17	24	ND	ND	Negativo	ND
11	C. Adalberto	Magallanes	M04	cholga	45	<LC	ND	ND	ND	125	ND	Positivo	ND
11	B. Mussel	Magallanes	M30	chorito	ND	<LC	ND	<LC	<LC	ND	ND	Negativo	ND
11	S. Ventisquero	Magallanes	M40	chorito	ND	<LC	ND	13	20	ND	ND	Negativo	ND
11	Pto. Eugenia	Magallanes	M46	chorito	ND	<LC	ND	11	18	ND	ND	Negativo	ND

AO: ácido acadaico; GYM: Gymnodimina; DA: Ácido Domoico C; PTX-2: Pectenotoxina 2; AZA2: Azaspirácido 2; YTX: yesotoxina; SPX1:12-metil-espirólido C; ESP (*): posible espirólido, no deteminado; TDM: toxina diarreica de los mariscos; TAM: toxina amnésica de los mariscos; ND: No Detectado; < LC: menor al límite de cuantificación; S/I: sin información; ng/g: nanogramo de toxina/gramo de tejido; resultados de ESP (*) se expresan como ng SPX1 equivalentes/g de tejido.

Tabla 4.3.4. Resultados de análisis de toxinas paralizantes (HPLC Ms/Ms), TPM (ensayo del ratón) en muestras de moluscos bivalvos colectados en la región de los Lagos

Nº	ESTACION	Región	Código	Recurso	GTX 1	GTX 2	GTX 3	SXT	ug SXT di HCl eq/100 g	TPM R1	TPM R2
Crucero					nmol/L	nmol/L	nmol/L	nmol/L			
7	Guapiquilán	L. Lagos	L24	almeja	ND	15,3	ND	52	35	ND	ND
7	Tic-Toc	L. Lagos	L25	almeja	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8	Guapiquilán	L. Lagos	L24	almeja	ND	16,7	ND	65	43	ND	ND
8	Tic-Toc	L. Lagos	L25	almeja	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
9	Guapiquilán	L. Lagos	L24	almeja	ND	17,9	ND	66	44	ND	ND
9	Tic-Toc	L. Lagos	L25	almeja	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	Guapiquilán	L. Lagos	L24	almeja	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	Tic-Toc	L. Lagos	L25	almeja	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	Ayacara	L. Lagos	L10	Cholga	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11	Guapiquilán	L. Lagos	L24	almeja	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11	Tic-Toc	L. Lagos	L25	almeja	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

GTX1: gonyautoxina 1; GTX2: gonyautoxina 2; GTX3: Gonyautoxina 3; SXT: saxitoxina; ug SXT di HCl eq/100g: microgramos de saxitoxina 2 HCl equivalentes/100 gramos de tejido; TPM: Toxina paralizantes de los mariscos (expresados como microgramos de SXT/100 gramos de tejido; ND: No Detectado; < LC: menor al límite de cuantificación; nmol/L: nanomol/Litro de extracto.



Tabla 4.3.5. Resultados de análisis de toxinas paralizantes (HPLC Ms/Ms), TPM (ensayo del ratón) en muestras de moluscos bivalvos colectados en la región de Aysén

Nº	ESTACION	Región	Código	Recurso	GTX 1	GTX 2	GTX 3	SXT	ug SXT di HCl eq/100 g	TPM R1	TPM R2
Crucero					nmol/L	nmol/L	nmol/L	nmol/L			
7	I. Ovalada	Aysén	A05	Cholga	ND	22,7	ND	62	42	36	ND
8	I. Ovalada	Aysén	A05	Cholga	ND	11,7	ND	74	47	34	37
9	I. Ovalada	Aysén	A05	Cholga	ND	ND	ND	43	26	37	35
10	I. Ovalada	Aysén	A05	Cholga	ND	24	ND	99	65	43	36
11	I. Ovalada	Aysén	A05	Cholga	ND	13,4	ND	73	47	62	48
10	Tronador	Aysen	A50	Cholga	18,7	65	ND	70	68	146	82
11	Añihue	Aysén	A10	Cholga	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11	I. Ipun	Aysén	A38N4	almeja	ND	13	ND	ND	3	ND	ND

GTX1: gonyautoxina 1; GTX2: gonyautoxina 2; GTX3: Gonyautoxina 3; SXT: saxitoxina; ug SXT di HCl eq/100g: microgramos de saxitoxina 2 HCl equivalentes/100 gramos de tejido; TPM: Toxina paralizantes de los mariscos (expresados como microgramos de SXT/100 gramos de tejido; ND: No Detectado; < LC: menor al límite de cuantificación; nmol/L: nanomol/Litro de extracto.

Tabla 4.3.6. Resultados de análisis de toxinas paralizantes (HPLC Ms/Ms), TPM (ensayo del ratón) en muestras de moluscos bivalvos colectados en la región de Magallanes

Nº	ESTACION	Región	Código	Recurso	GTX 1	GTX 2	GTX 3	SXT	ug SXT di HCl eq/100 g	TPM R1	TPM R2
Crucero					nmol/L	nmol/L	nmol/L	nmol/L			
10	B. Mussel	Magallanes	M30	chorito	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	S. Ventisquero	Magallanes	M40	chorito	ND	ND	ND	49	29	ND	ND
10	Pto. Eugenia	Magallanes	M46	chorito	ND	ND	ND	58	35	ND	ND
11	C. Adalberto	Magallanes	M04	cholga	ND	23,5	ND	110	71	40	44
11	B. Mussel	Magallanes	M30	chorito	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11	S. Ventisquero	Magallanes	M40	chorito	ND	18,9	ND	76	50	34	39
11	Pto. Eugenia	Magallanes	M46	chorito	ND	15,2	ND	57	38	ND	33

GTX1: gonyautoxina 1; GTX2: gonyautoxina 2; GTX3: Gonyautoxina 3; SXT: saxitoxina; ug SXT di HCl eq/100g: microgramos de saxitoxina 2 HCl equivalentes/100 gramos de tejido; TPM: Toxina paralizantes de los mariscos (expresados como microgramos de SXT/100 gramos de tejido; ND: No Detectado; < LC: menor al límite de cuantificación; nmol/L: nanomol/Litro de extracto.

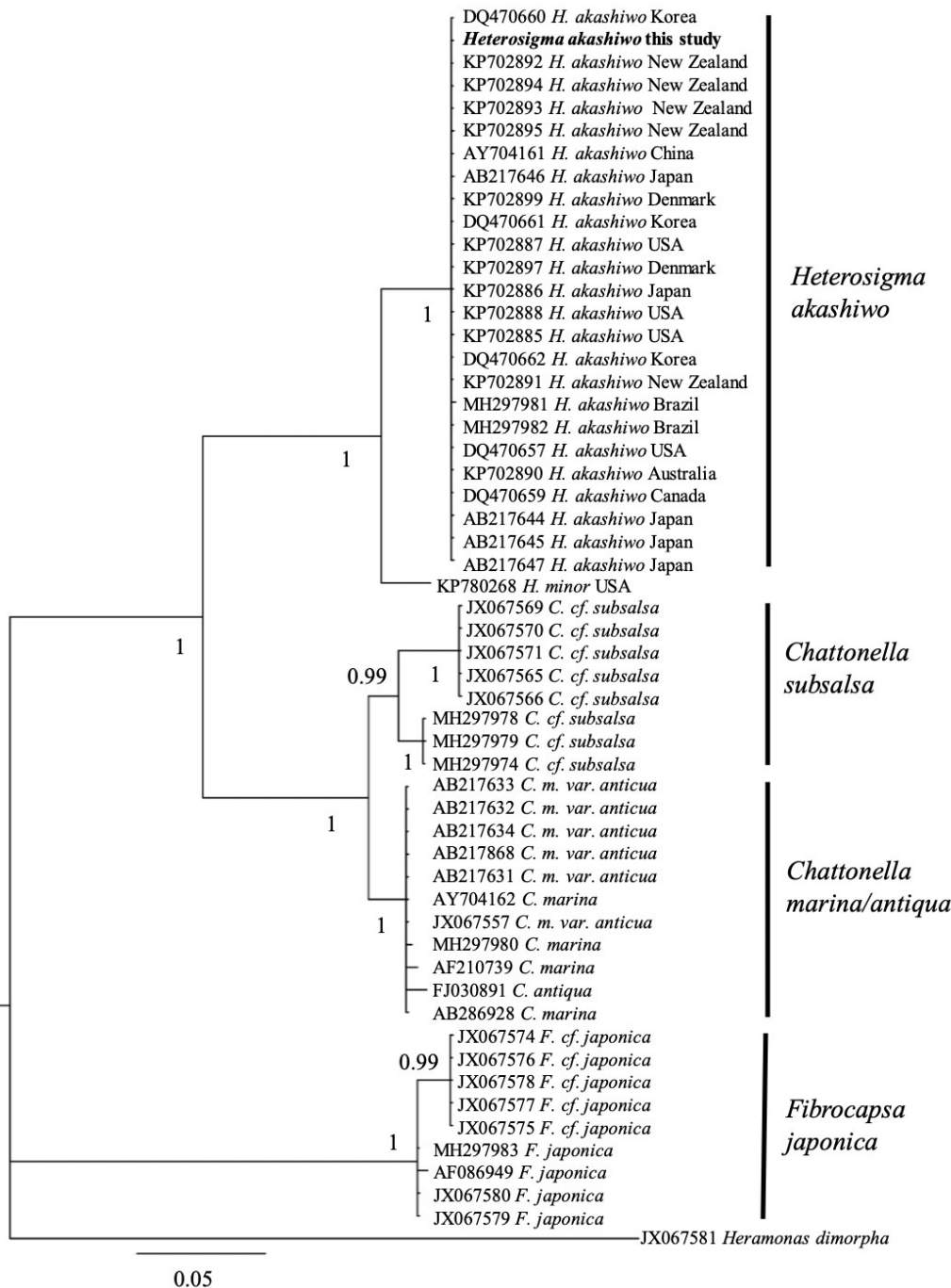


Figura 4.4.1. Filogenia de las secuencias de ADNr de LSU de la cepa *Heterosigma akashiwo* CREAM_HA03 y especies relacionadas. Los valores de probabilidad bayesianos posteriores se muestran con valores de arranque del análisis de máxima verosimilitud (ML) en cada posición de ramificación. La barra de escala indica el número de cambios por sitio.

H. akashiwo CREAM_HA03

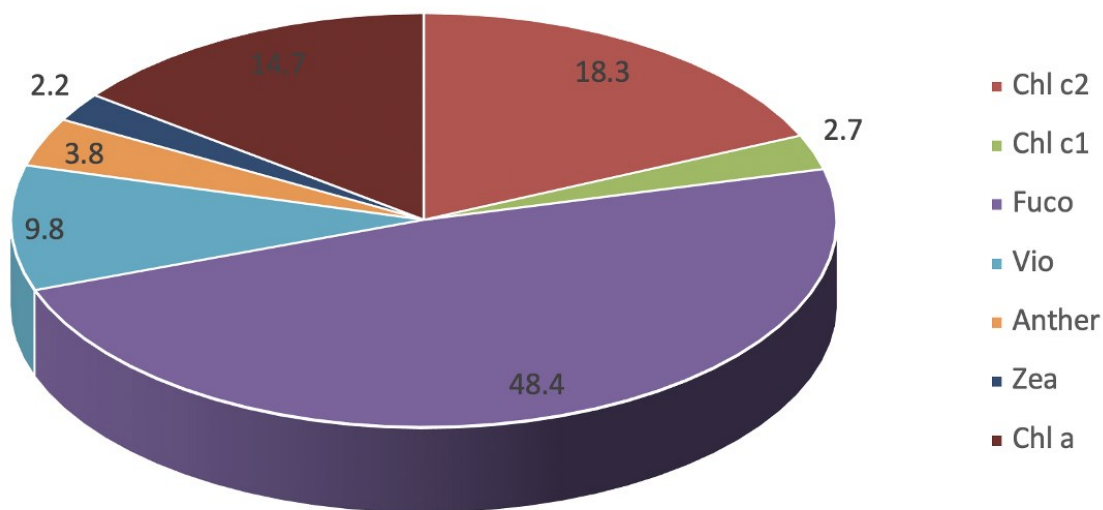


Figura 4.4.2. Proporción de pigmentos fotosintéticos (%) derivado del perfil de HPLC de *H. akashiwo* cepa chilena CREAM_HA03.



Tabla 4.4.1

Ácidos grasos	Promedio		DS
13:0	0,02	±	0.02
i14:0	0,02	±	0.02
14:1	0,06	±	0.02
14:0	5,47	±	0.08
i15:0	0,63	±	0.01
a15:0	0,01	±	0.01
Hexadecanal	0,04	±	0.05
15:0	0,83	±	0.04
i16:0	0,22	±	0.01
16:1ω9c	0,33	±	0.29
16:1ω7c	8,60	±	0.09
16:1ω7t	0,02	±	0.03
16:1ω5c	2,54	±	0.02
16:1ω13t	1,05	±	0.91
16:0	20,94	±	0.14
16:0FALD	5,11	±	0.06
i17:0	0,03	±	0.00
17:1ω8c + a17:0	0,15	±	0.03
Octadecanal	0,15	±	0.00
17:0	0,25	±	0.01
18:3ω6 + 18:5ω3	3,63	±	0.05
18:4ω3	10,44	±	0.13
i18:0	0,16	±	0.02
18:2ω6	3,73	±	0.06
18:3ω3	2,54	±	0.05
18:1ω9c	1,36	±	0.04
18:1ω7c	7,09	±	0.09
18:1ω7t	0,05	±	0.05
18:1a	0,10	±	0.08
18:1b	0,04	±	0.07
18:1c	0,04	±	0.04
18:0	2,77	±	0.09
CLAa	0,04	±	0.07
CLAb	0,01	±	0.02
CLAc	0,12	±	0.10
18:0 FALD	0,26	±	0.04
19:1a	0,01	±	0.01
19:1b	0,02	±	0.02
20:4ω6	1,09	±	0.01
20:5ω3	13,04	±	0.15
20:3ω6	0,66	±	0.02
20:4ω3	2,93	±	0.03
20:2ω6	0,11	±	0.01
20:1ω11c	0,40	±	0.01
20:1ω9c	0,12	±	0.00
20:1ω7c	0,14	±	0.00
20:0	0,07	±	0.00
21:5ω3	0,04	±	0.03
22:5ω6	0,16	±	0.02
22:6ω3	1,70	±	0.02
22:5ω3	0,34	±	0.06
22:1ω11c	0,05	±	0.04
22:1ω9c	0,10	±	0.07



22:0	0,16	±	0.13
24:0	0,02	±	0.02

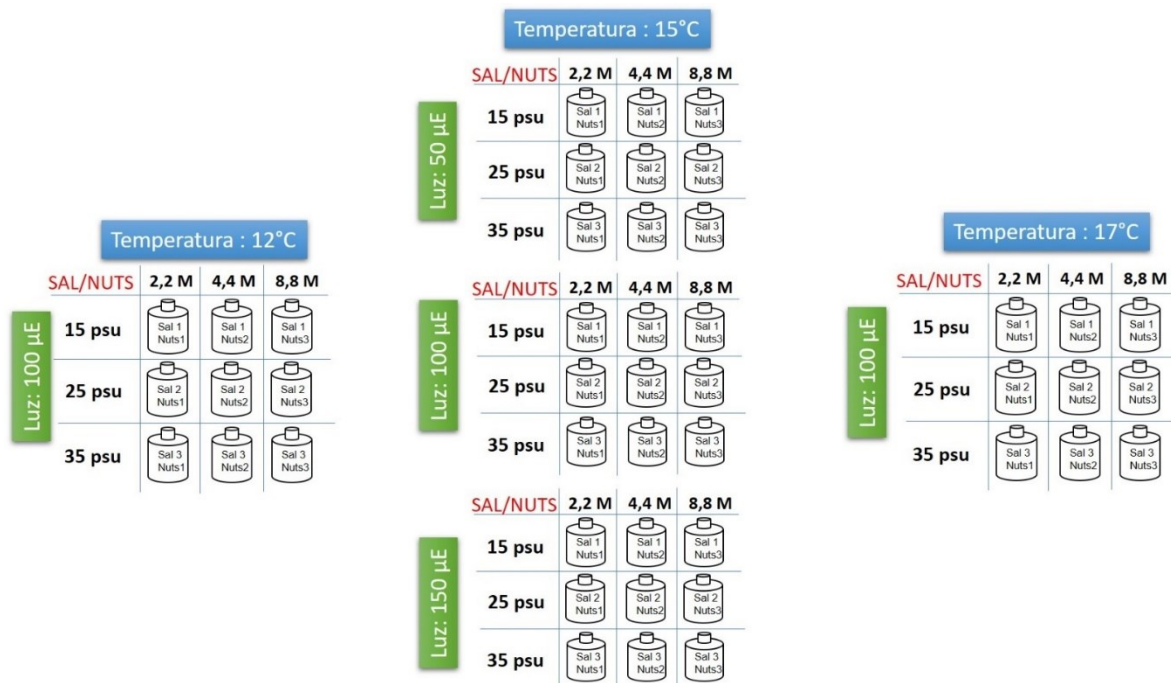


Figura 4.5.1. Diseño experimental factorial cruzado utilizado para obtención de tasas de crecimiento de la especie *A. catenella*. Se aprecian las 45 diferentes condiciones experimentales que surgen de la combinación de 3 temperaturas (12,15,17 °C), 3 intensidades de Luz (50, 100, 150 $\mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$), 3 salinidades (15, 25, 35 psu) y 3 concentraciones de nutrientes (2,2 - 4,4 - 8,8 M).

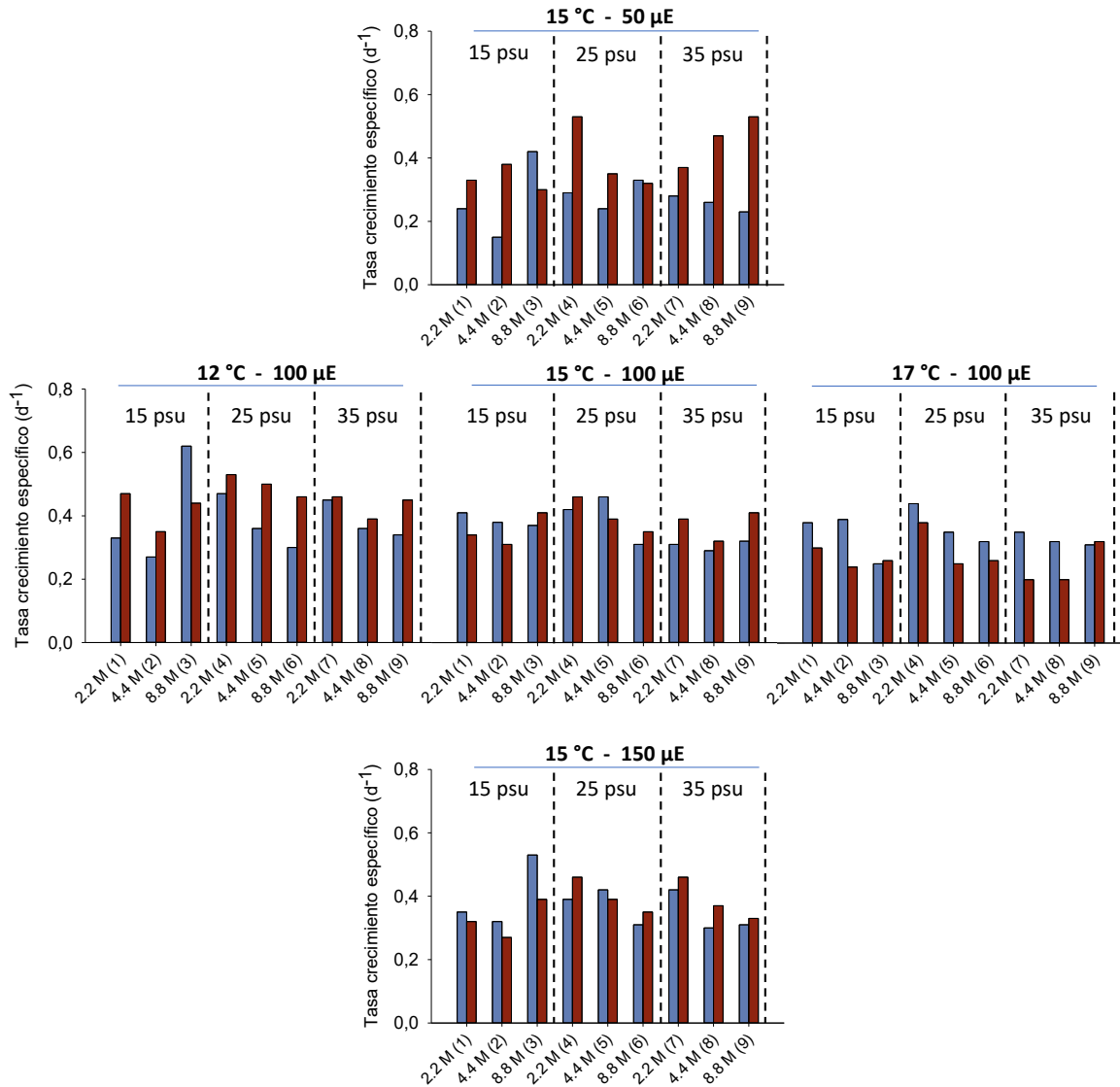


Figura 4.5.2. Tasas de crecimiento específico para los distintos tratamientos. En azul se muestran los datos obtenidos para la cepa de Aysén y en rojo para la cepa de Magallanes.

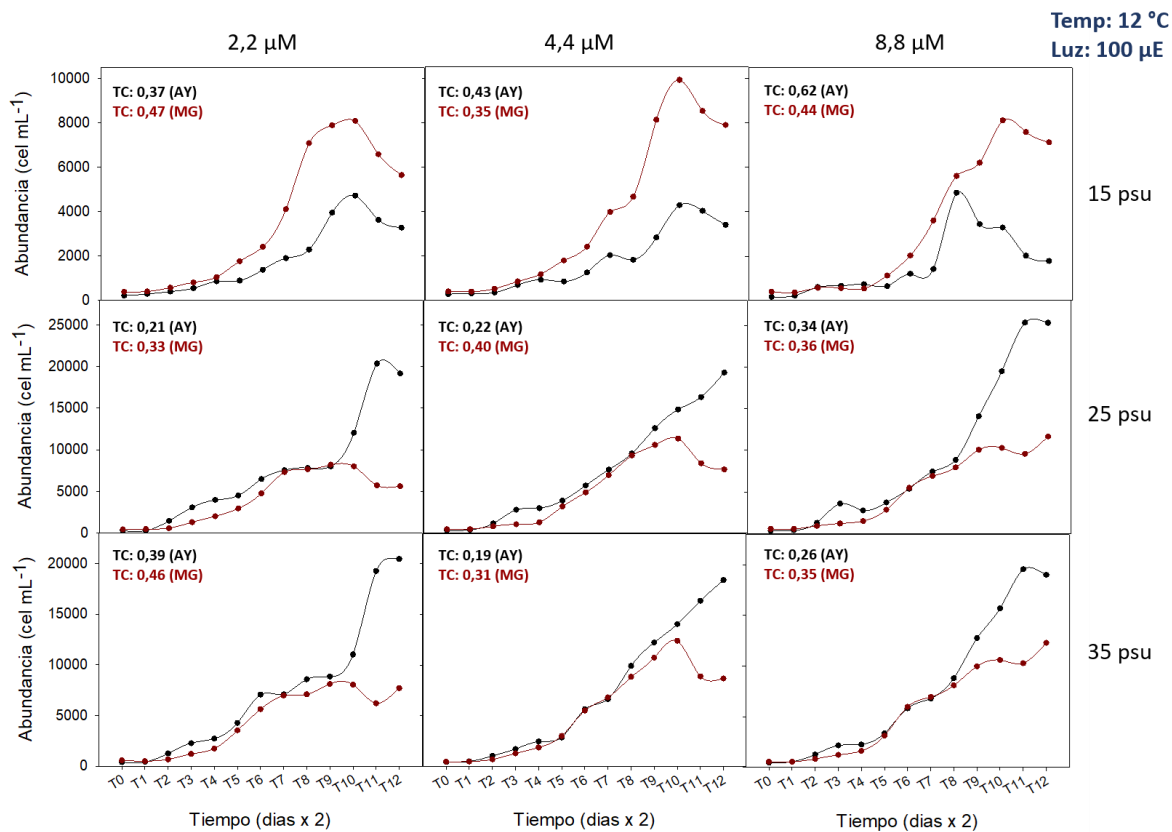


Figura 4.5.3. Curvas de crecimiento para el tratamiento con constates de temperatura (12°C) y luz (100 μ E). En negro se muestran los datos obtenidos para la cepa de Aysén y en rojo para la cepa de Magallanes.

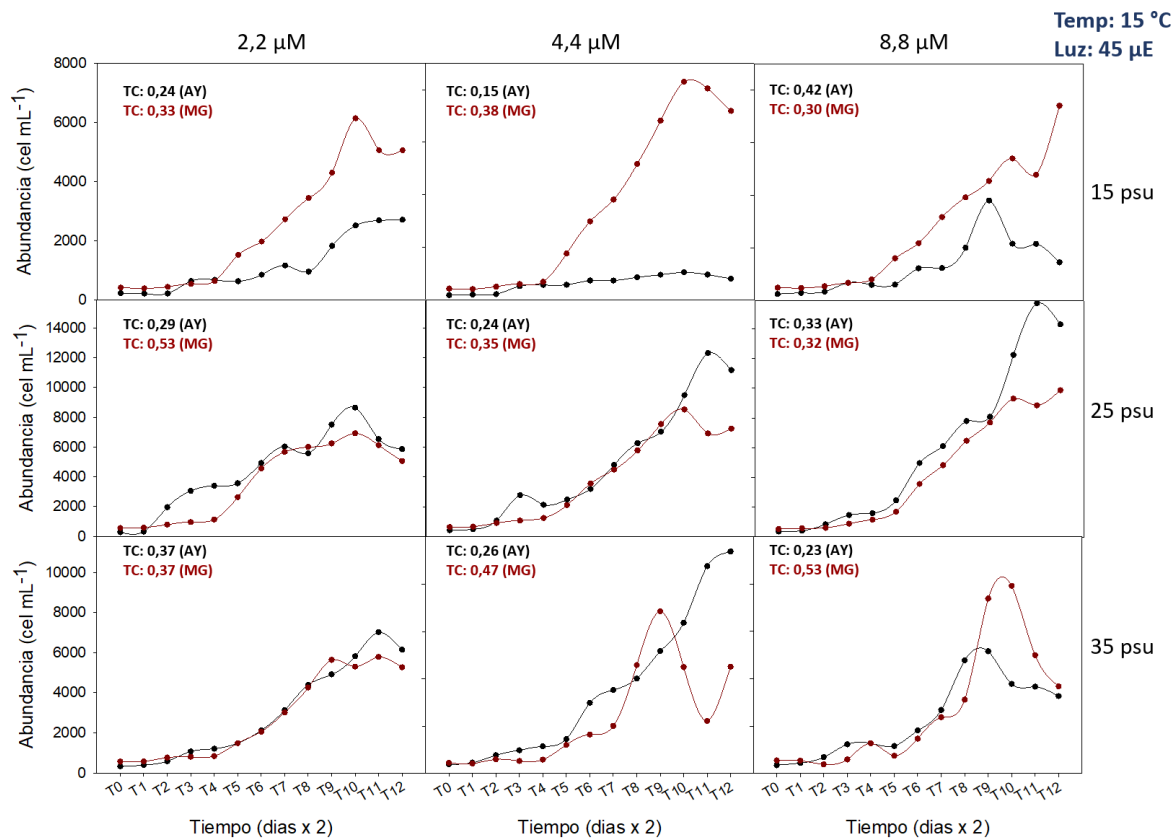


Figura 4.5.4. Curvas de crecimiento para el tratamiento con constantes de temperatura (15°C) y luz (45 μ E). En negro se muestran los datos obtenidos para la cepa de Aysén y en rojo para la cepa de Magallanes.

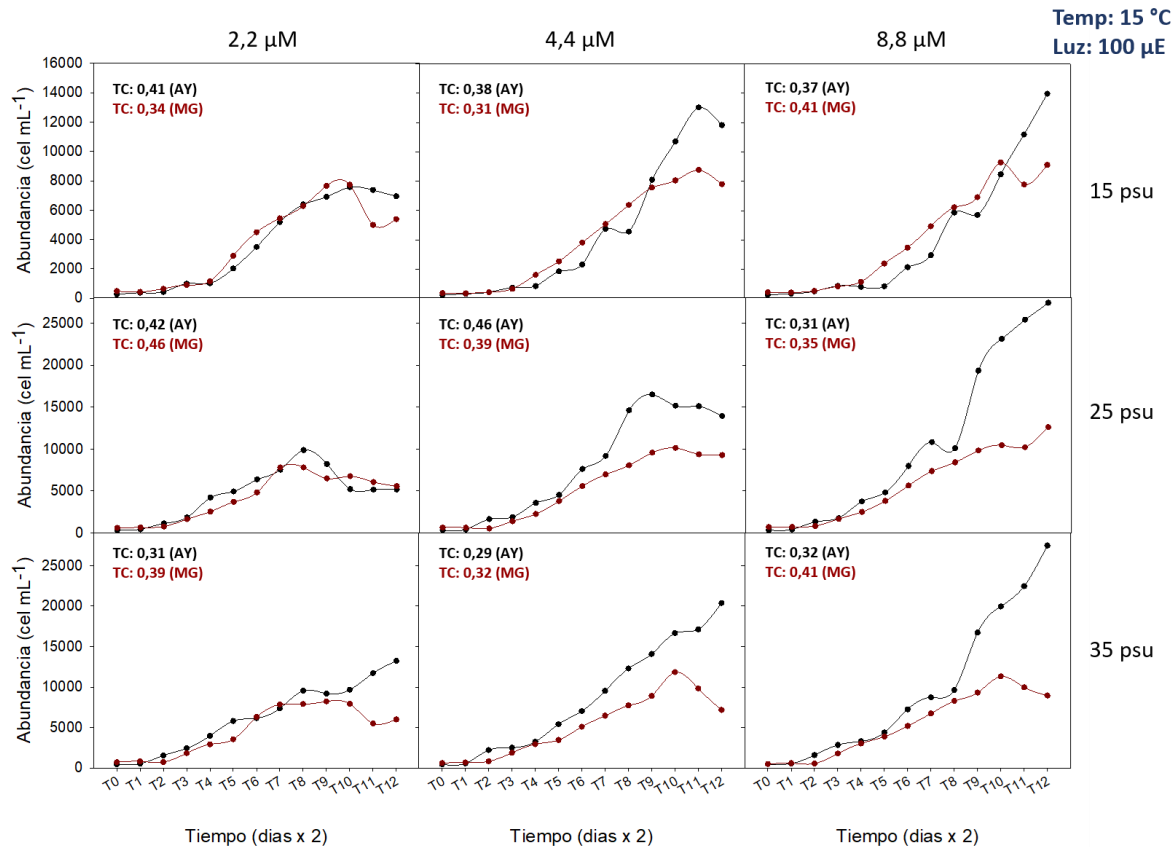


Figura 4.5.5. Curvas de crecimiento para el tratamiento con constates de temperatura (15°C) y luz (100 uE). En negro se muestran los datos obtenidos para la cepa de Aysén y en rojo para la cepa de Magallanes.

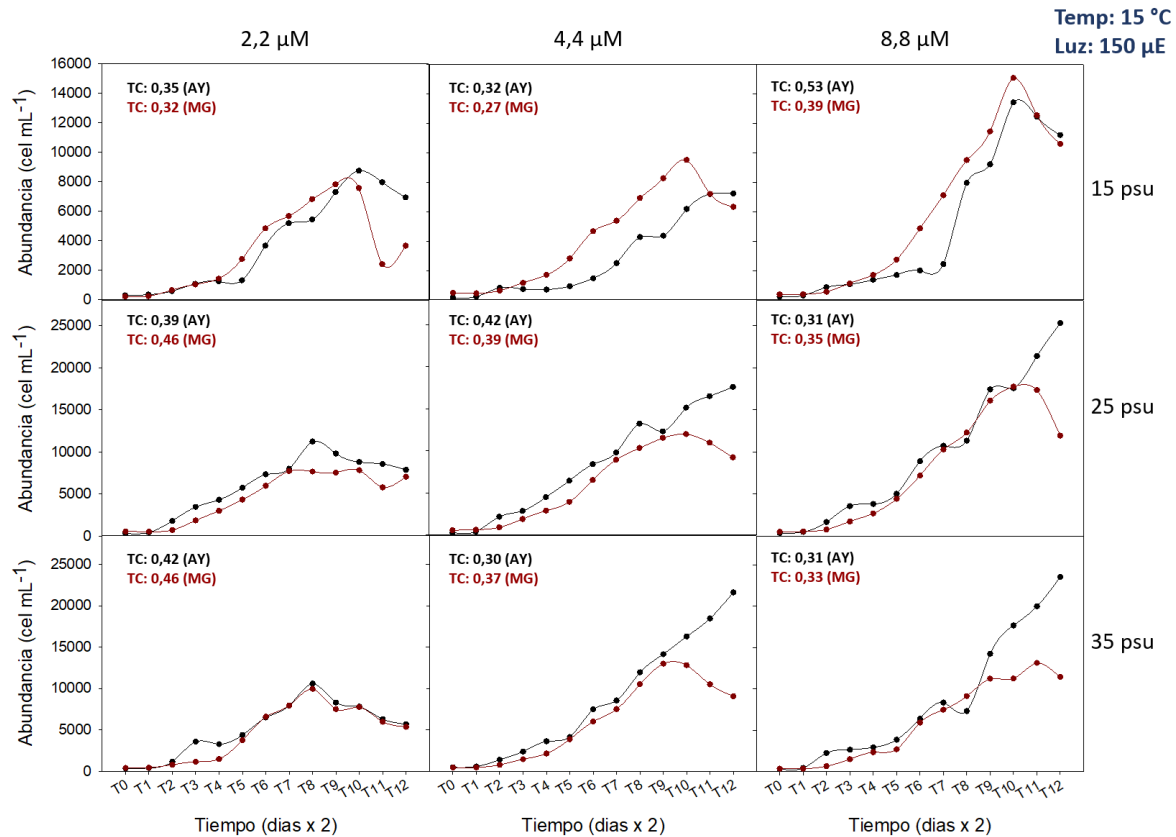


Figura 4.5.6. Curvas de crecimiento para el tratamiento con constantes de temperatura (15°C) y luz (150 μ E). En negro se muestran los datos obtenidos para la cepa de Aysén y en rojo para la cepa de Magallanes.

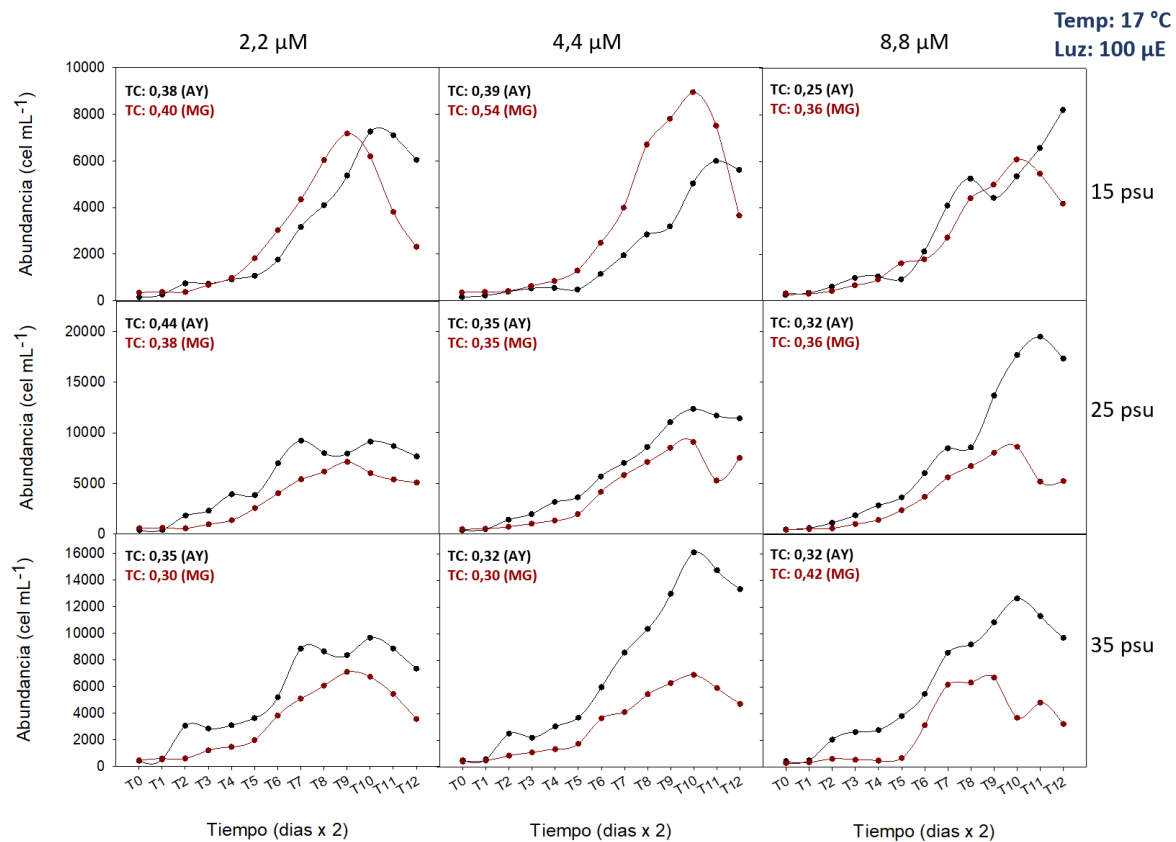


Figura 4.5.7. Curvas de crecimiento para el tratamiento con constantes de temperatura (17°C) y luz (100 uE). En negro se muestran los datos obtenidos para la cepa de Aysén y en rojo para la cepa de Magallanes.



Figura 5.1.1. Imagen de entrada a la aplicación i-FAN. En la parte inferior (resaltada en un cuadro de color), están disponibles los banners con los cuales trabaja esta app.



Figura 5.1.2. En la sección del menú “Semáforos”, se encuentra el significado de cada uno de ellos. Cada color (blanco, verde, amarillo, naranja y rojo), está relacionado con un estado de alerta (situación de ausencia, situación normal, precaución moderada, alerta temprana y situación de riesgo), las que dependen de la escala de abundancia relativa de cada especie presentada (entre 0 a 10).

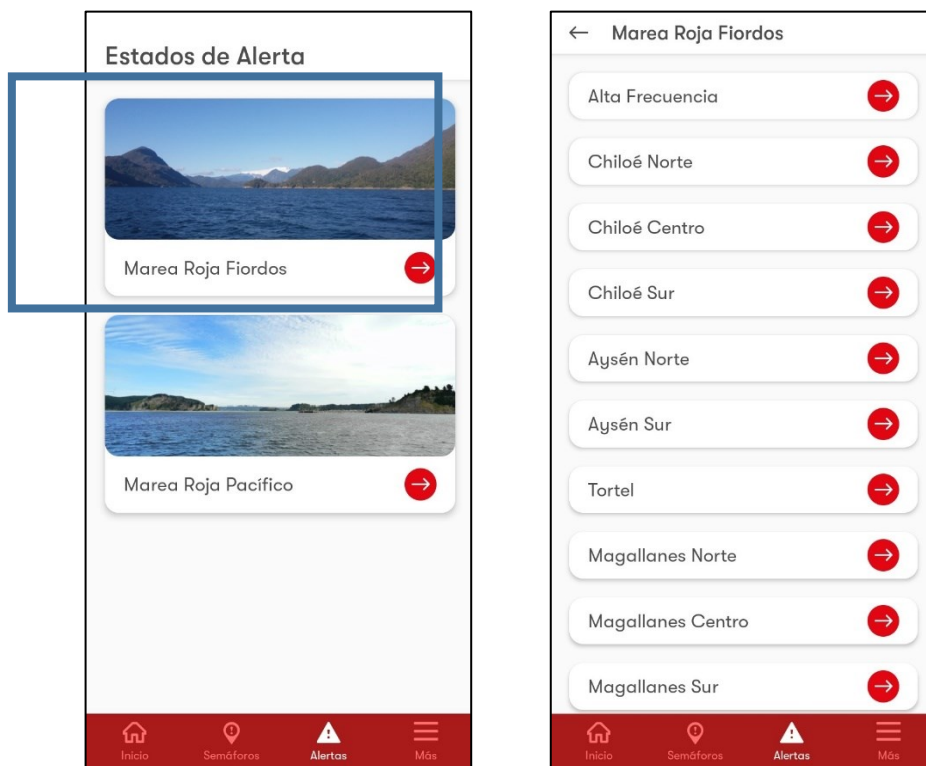


Figura 5.1.3. En la sección del menú “Alertas”, se encuentran los dos principales monitoreos de marea roja. Al ingresar al banner de Marea Roja Fiordos, se despliegan las áreas asociadas a este Monitoreo, además de la zona de Alta Frecuencia.



Figura 5.1.4. En la sección del menú “Más”, se despliega la información general del Monitoreo, además de noticias, preguntas frecuentes y fotografías.

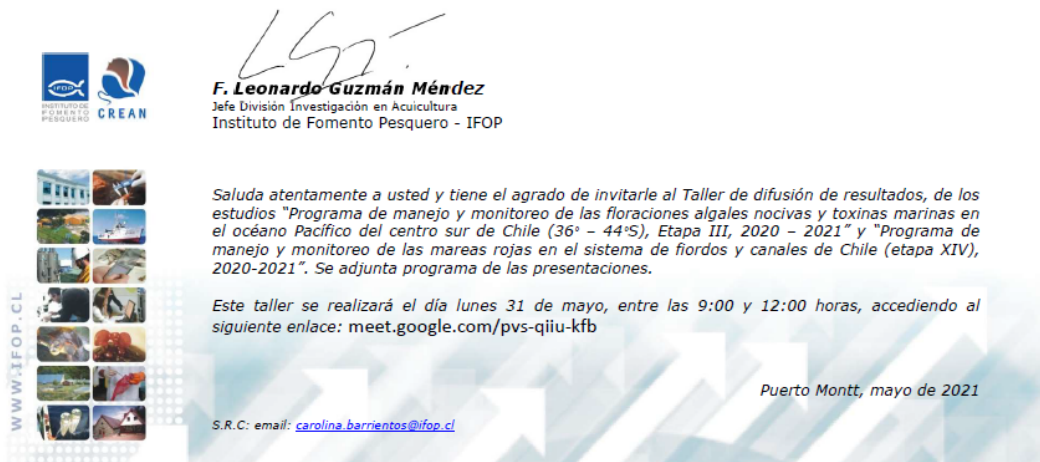


Figura 5.2.1. Invitación al “taller de difusión de resultados del Programa de manejo y monitoreo de las Floraciones Algaes Nocivas y Toxinas Marinas”, realizado el 31 de mayo 2021 de forma remota.



Figura 5.2.2. Participantes del taller de difusión de resultados del Programa de manejo y monitoreo de las Floraciones Algas Nocivas y Toxinas Marinas”, realizado el 31 de mayo 2021 de forma remota.

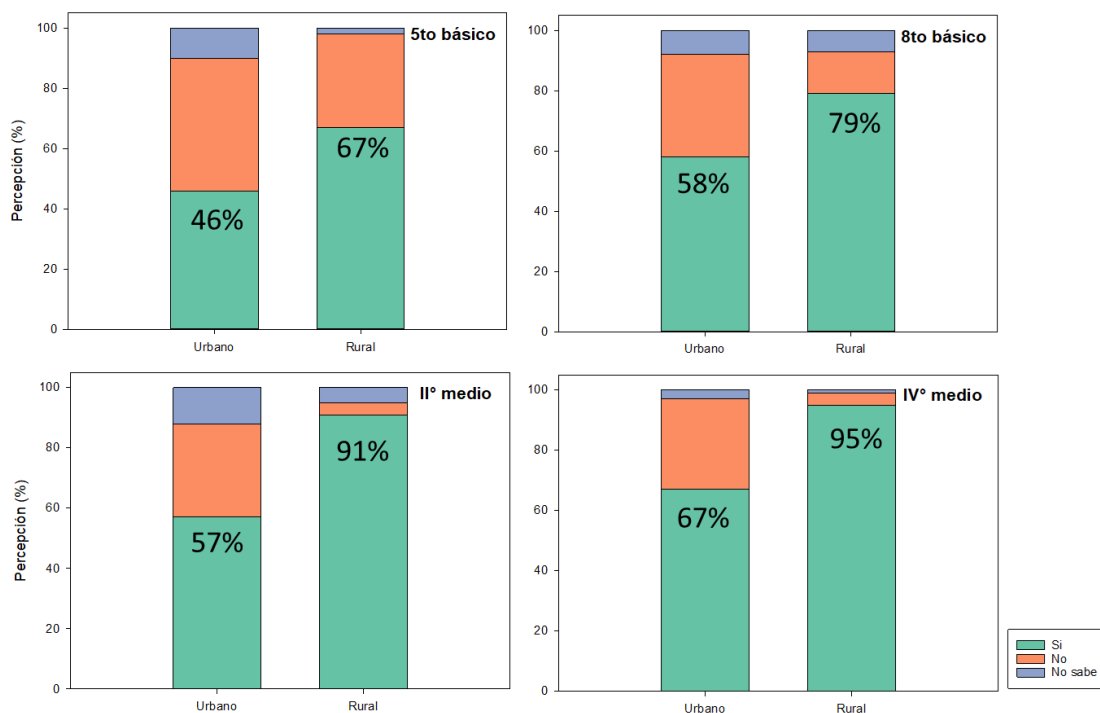


Figura 5.3.1. Pregunta #1 ¿Has escuchado hablar de Marea Roja?, la cual fue realizada en la encuesta de percepción para alumnos de enseñanza básica (5to y 8vo básico) y enseñanza media (II y IV° medio), para colegios en zonas urbanas y rurales de la región de Los Lagos. Se trabajó con un total de 250 alumnos. Las respuestas fueron Si (verde), No (naranja) y No sabe (celeste).

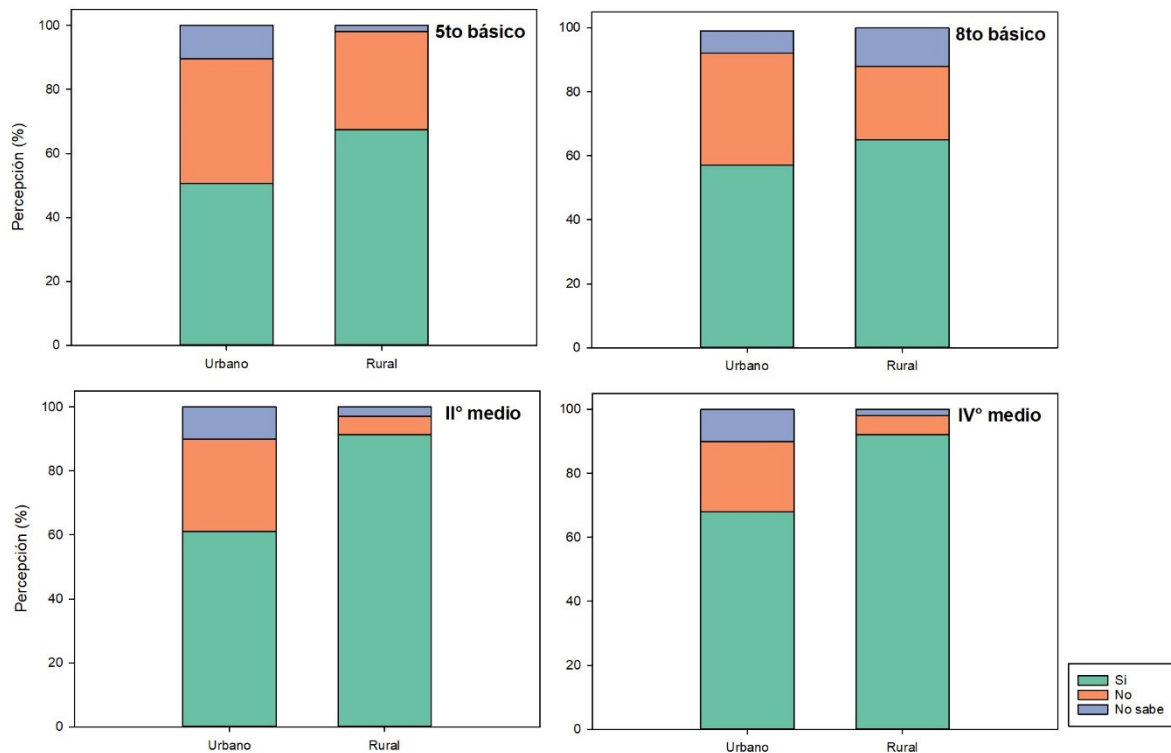


Figura 5.3.2. Pregunta #2 ¿Crees que este fenómeno se presenta en nuestro país?, la cual fue realizada en la encuesta de percepción para alumnos de enseñanza básica (5to y 8vo básico) y enseñanza media (II y IV° medio), para colegios en zonas urbanas y rurales de la región de Los Lagos. Se trabajó con un total de 250 alumnos. Las respuestas fueron Si (verde), No (naranja) y No sabe (celeste).

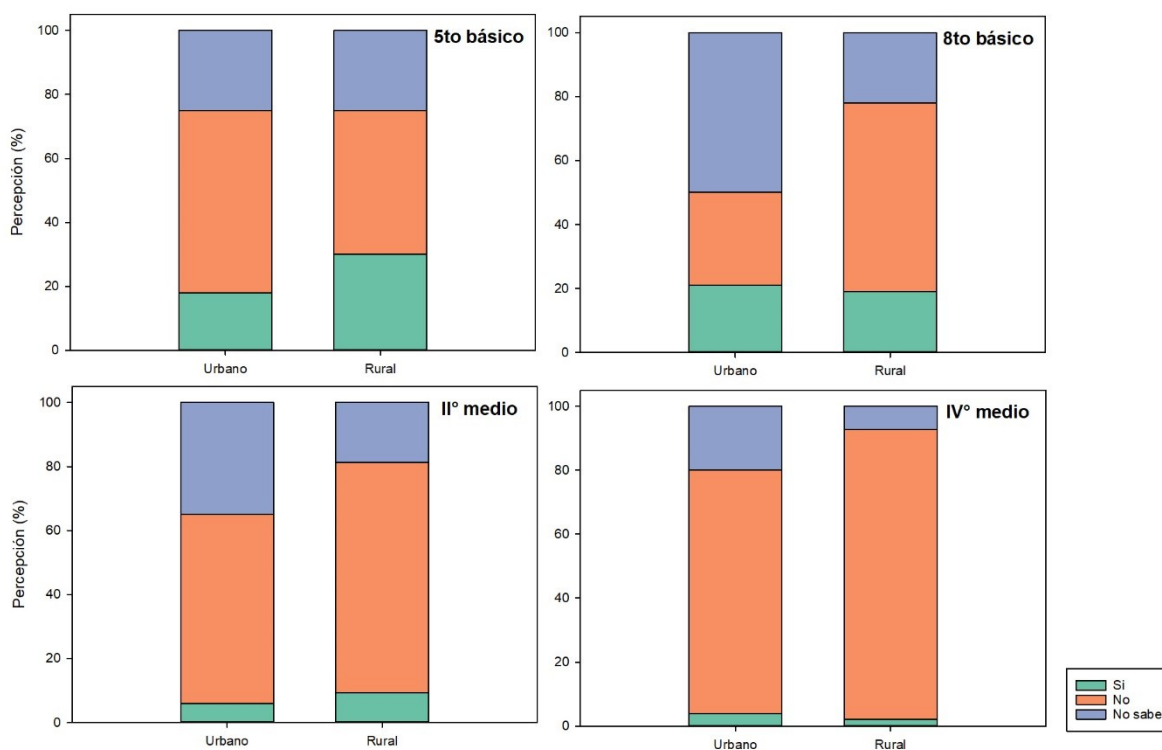


Figura 5.3.3. Pregunta #3 ¿La Marea Roja lo asocian a algo positivo?, la cual fue realizada en la encuesta de percepción para alumnos de enseñanza básica (5to y 8vo básico) y enseñanza media (II y IV° medio), para colegios en zonas urbanas y rurales de la región de Los Lagos. Se trabajó con un total de 250 alumnos. Las respuestas fueron Si (verde), No (naranja) y No sabe (celeste).

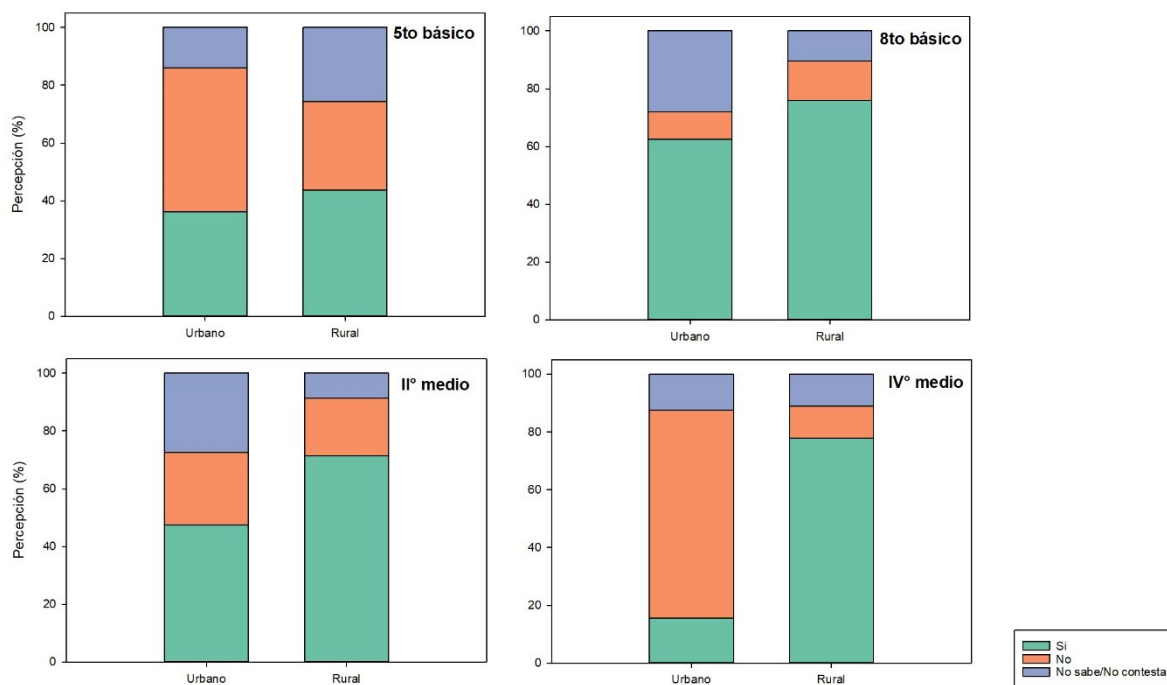


Figura 5.3.4. Pregunta #4 ¿Crees que las personas pueden morir por Marea Roja?, la cual fue realizada en la encuesta de percepción para alumnos de enseñanza básica (5to y 8vo básico) y enseñanza media (II y IV° medio), para colegios en zonas urbanas y rurales de la región de Los Lagos. Se trabajó con un total de 250 alumnos. Las respuestas fueron Si (verde), No (naranja) y No sabe (celeste).

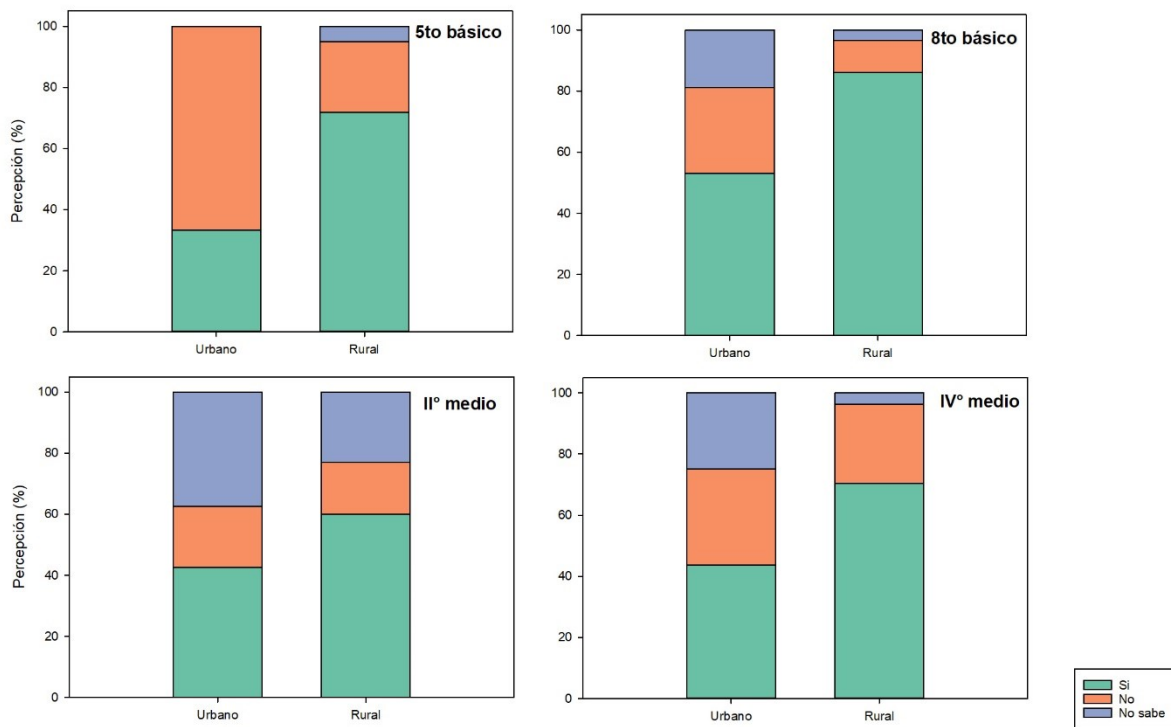


Figura 5.3.5. Pregunta #5 ¿Sabes con qué organismo, al consumirlo, te puedes intoxicar?, la cual fue realizada en la encuesta de percepci3n para alumnos de ense~anza b3sica (5to y 8vo b3sico) y ense~anza media (II y IV° medio), para colegios en zonas urbanas y rurales de la regi3n de Los Lagos. Se trabaj3 con un total de 250 alumnos. Las respuestas fueron Si (verde), No (naranja) y No sabe (celeste).

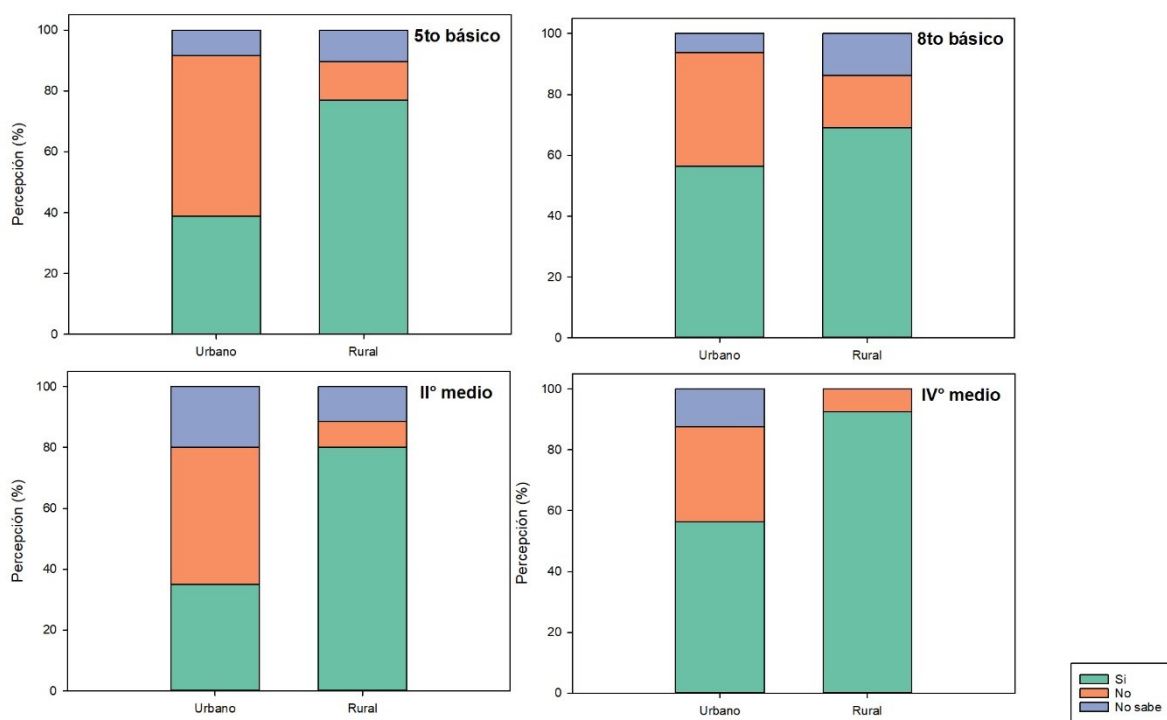


Figura 5.3.6. Pregunta #6 ¿Se imaginan algún síntoma de intoxicación?, la cual fue realizada en la encuesta de percepción para alumnos de enseñanza básica (5to y 8vo básico) y enseñanza media (II y IV° medio), para colegios en zonas urbanas y rurales de la región de Los Lagos. Se trabajó con un total de 250 alumnos. Las respuestas fueron Si (verde), No (naranja) y No sabe (celeste).



A N E X O S



ANEXO 1. SUB-PROGRAMA DE MONITOREO REGULAR: estaciones de monitoreo entre marzo 2021 y febrero de 2021 en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes, incluyendo código, topónimo, sectorización, transvector, institución requirente y coordenadas geográficas. * sitios con muestreo para nutrientes.

LOS LAGOS

Región	Código	Topónimo	Sector	Transvector	Institución	Latitud	Longitud
Los Lagos*	L01	Metri	Chiloé Norte	Cholga	Subpesca	-41°35'48"	-72°42'20"
Los Lagos*	L02	Yates	Chiloé Norte	Chorito	Salud	-41°41'31"	-72°23'39"
Los Lagos	L02N1	Sotomó	Chiloé Norte	Chorito	Salud	-41°39'58"	-72°24'03"
Los Lagos*	L02N2	Cochamó	Chiloé Norte	Chorito	Subpesca	-41°29'47"	-72°18'41"
Los Lagos	L02N3	Marimeli	Chiloé Norte	Chorito	Salud	-41°42'00"	-72°27'00"
Los Lagos	L02N4	Pocoihuen	Chiloé Norte	Chorito	Salud	-41°30'02"	-72°19'31"
Los Lagos	L03	Caleta La Arena	Chiloé Norte	Chorito	Subpesca	-41°41'16"	-72°38'39"
Los Lagos	L03N1	Potrerillos	Chiloé Norte	Chorito	Salud	-41°42'54"	-72°26'58"
Los Lagos*	L04	Calbuco Paso Quenu	Chiloé Norte	Chorito	Subpesca	-41°48'26"	-73°10'02"
Los Lagos	L04N2	Bahía Ilque*	Chiloé Norte	Sin muestra	Subpesca	-41°37'19"	-73°04'23"
Los Lagos	L03N1	Potrerillos	Chiloé Norte	Chorito	Salud	-41°42'54"	-72°26'58"
Los Lagos	L04N3	Chayahué	Chiloé Norte	Cholga	Salud	-41°46'25"	-73°21'59"
Los Lagos	L04N4	Isla Puluqui	Chiloé Norte	Sin muestra	Salud	-41°50'35"	-73°04'50"
Los Lagos	L05	Ancud, Quetalmahue	Chiloé Norte	Chorito	Subpesca	-41°51'09"	-73°56'49"
Los Lagos*	L06	Hueihue	Chiloé Norte	Cholga	Subpesca	-41°54'12"	-73°29'51"
Los Lagos*	L06N1	Isla Caicura	Chiloé Norte	Cholga	Salud	-41°43'59"	-72°40'59"
Los Lagos*	L06N2	Paso Nao	Chiloé Norte	Sin muestra	Subpesca	-41°50'41"	-72°53'47"
Los Lagos*	L06N3	Pichicolo	Chiloé Norte	Cholga	Subpesca	-42°02'23"	-72°36'15,5'
Los Lagos	L06N4	Hornopirén	Chiloé Norte	Cholga	Subpesca	42°00'50"	-72°29'15"
Los Lagos*	L07	Canal Caucahue	Chiloé Centro	Cholga	Subpesca	-42°08'15"	-73°28'23"



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

Los Lagos	L08	Isla Mechuque	Chiloé Centro	Cholga	Subpesca	-42°19'01"	-73°14'57"
Los Lagos*	L09	Isla Butachauques	Chiloé Centro	Sin muestra	Salud	-42°20'19"	-73°06'38"
Los Lagos*	L09N1	Isla Butachauques 2	Chiloé Centro	Sin muestra	Subpesca	-42°11'32"	-72°56'35"
Los Lagos*	L10	Ayacara	Chiloé Centro	Cholga	Subpesca	-42°19'25"	-72°47'27"
Los Lagos	L10N2	Isla Talcán 2	Chiloé Centro	Cholga	Salud	-42°42'04"	-72°59'36"
Los Lagos	L10N3	Bahía Pumalín	Chiloé Centro	Cholga	Subpesca	-42°41'23"	-72°49'10"
Los Lagos*	L11	Canal Dalcahue	Chiloé Centro	Cholga	Subpesca	-42°22'00"	-73°35'39"
Los Lagos*	L12	Isla Quehui	Chiloé Centro	Cholga	Subpesca	-42°36'58"	-73°31'51"
Los Lagos*	L13	Isla Chaulinec	Chiloé Centro	Almeja	Salud	-42°39'45"	-73°15'12"

**Continuación ANEXO 1.SUB-PROGRAMA DE MONITOREO REGULAR
LOS LAGOS**

Región	Código	Topónimo	Sector	Transvector	Institución	Latitud	Longitud
Los Lagos	L13N1	Isla Chaulinec 2	Chiloé Centro	Sin muestra	Subpesca	-42°33'55"	-73°07'15"
Los Lagos*	L14	Isla Talcán	Chiloé Centro	Sin muestra	Subpesca	-42°44'29"	-73°00'35"
Los Lagos*	L16	Isla Acui	Chiloé Sur	Almeja	Subpesca	-42°55'29"	-73°24'26"
Los Lagos	L16N1	Isla Chaullín	Chiloé Sur	Almeja	Subpesca	-43°04'41"	-73°26'12"
Los Lagos*	L17	Auchemó	Chiloé Sur	Cholga	Subpesca	-43°06'20"	-72°54'16"
Los Lagos	L17N1	Estero Palvitad	Chiloé Sur	Cholga	Salud	-43°02'33"	-72°46'31"
Los Lagos*	L17N2	Isla Tranqui	Chiloé Sur	Sin muestra	Subpesca	-43°01'16"	-73°07'28"
Los Lagos	L19N1	Yelcho	Chiloé Sur	Almeja	Salud	-43°10'12"	-73°34'48"
Los Lagos	L22N1	Ensenada Quilanlar	Chiloé Sur	Almeja	Salud	-43°23'26"	-74°04'49"
Los Lagos	L22N2	Inio	Chiloé Sur	Almeja	Salud	-43°22'59"	-74°07'11"
Los Lagos	L22N3	Isla Redonda	Chiloé Sur	Almeja	Salud	-43°21'39"	-74°11'20"
Los Lagos	L23N1	Canal Guamblad	Chiloé Sur	Almeja	Salud	-43°23'53"	-73°47'39"
Los Lagos	L23N2	Isla San Pedro 2	Chiloé Sur	Almeja	Salud	-43°23'19"	-73°45'16"
Los Lagos	L24N1	Isla Guapiquilán 2	Chiloé Sur	Almeja	Salud	-43°23'39"	-74°14'40"
Los Lagos*	L25	Bahía Tic Toc	Chiloé Sur	Almeja	Subpesca	-43°36'26"	-72°57'29"
Los Lagos*	L25N1	Boca Guafo	Chiloé Sur	Sin muestra	Subpesca	-43°33'42"	-73°49'04"

Continuación **ANEXO 1.SUB-PROGRAMA DE MONITOREO REGULAR**
AYSÉN

Región	Código	Topónimo	Sector	Transvector	Institución	Latitud	Longitud
Aysén*	A01	Isla Virginia Bahía Low	Aysén Norte	Almeja y Culengue	Subpesca	-43°47'10"	-73°52'39"
Aysén	A02N1	Repollal Bajo-Canal PuquiPuquitín	Aysén Norte	Cholga, chorito, aAlmeja y ch. zapato	Salud	-43°54'01"	-73°53'01"
Aysén*	A03	Puerto Barrientos	Aysén Norte	Almeja y Culengue	Subpesca	-43°56'23"	-73°58'24"
Aysén*	A03N1	Canal Tuamapu	Aysén Norte	Sin muestra	Subpesca	-43°58'55"	-74°11'40"
Aysén	A05N1	Isla Valverde	Aysén Norte	Almeja	Subpesca	-44°17'41"	-73°53'25"
Aysén*	A05N2	Islas Broken	Aysén Norte	Sin muestra	Subpesca	-44°23'13"	-74°26'04"
Aysén*	A09	Santo Domingo	Aysén Norte	Chorito y Almeja	Salud	-43°58'12"	-73°06'51"
Aysén	A10	Añihué	Aysén Norte	Cholga y Almeja	Subpesca	-43°52'14"	-73°03'30"
Aysén	A11	Melimoyu	Aysén Norte	Cholga, Chorito y Almeja	Subpesca	-44°02'00"	-73°08'02"
Aysén	A12	Seno Gala	Aysén Norte	Cholga, Chorito y Almeja	Salud	-44°13'02"	-73°10'26"
Aysén*	A13	Isla Toto	Aysén Norte	Cholga, Chorito y Almeja	Salud	-44°15'07"	-73°12'33"

Región	Código	Topónimo	Sector	Transvector	Institución	Latitud	Longitud
Aysén	A14	Seno Miller	Aysén Norte	Cholga, Chorito y Almeja	Subpesca	-44°15'48"	-73°04'14"
Aysén*	A15	Isla Manuel	Aysén Norte	Cholga, Chorito y Almeja	Salud	-44°21'14"	-72°59'24"
Aysén	A16	Isla Gama Zañartu-Canal Yacaf	Aysén Norte	Cholga, Chorito y Almeja	Salud	-44°23'50"	-72°49'13"

Aysén*	A16N1	Punta Apablaza	Aysén Norte	Cholga	Salud	-44°28'40"	-72°43'10"
Aysén	A17	Isla Bobadilla-Seno Soto	Aysén Norte	Cholga y Chorito	Subpesca	-44°25'60"	-72°54'00"
Aysén	A18	Punta Cálqueman	Aysén Norte	Cholga, Chorito, Almeja y Culengue	Salud	-44°39'41"	-73°26'44"
Aysén	A18N1	Isla Atilio	Aysén Norte	Cholga, Chorito y Almeja	Subpesca	-44°19'53"	-73°11'16"



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

Aysén	A18N2	Seno Canalad	Aysén Norte	Cholga, Chorito y Almeja	Salud	-44°32'48"	-73°09'56"
Aysén	A18N3	Seno Medio	Aysén Norte	Cholga, Chorito y Almeja	Salud	-44°36'34"	-73°14'50"
Aysén*	A18N4	Canal Moraleda 3	Aysén Norte	Sin muestra	Subpesca	-44°29'34"	-73°27'14"
Aysén*	A19	Seno Magdalena	Aysén Norte	Cholga	Salud	-44°40'34"	-72°47'17"
Aysén	A19N1	Seno Ventisquero 1	Aysén Norte	Cholga, Chorito y Almeja	Salud	-44°22'43"	-72°35'46"
Aysén*	A19N2	Seno Ventisquero 2	Aysén Norte	Cholga y Almeja	Salud	-44°27'29"	-72°35'57"
Aysén	A33	Isla Concoto	Aysén Norte	Cholga	Salud	-44°12'11"	-73°50'03"
Aysén	A35	Isla Sierra	Aysén Norte	Chorito	Salud	-44°43'37"	-73°35'02"
Aysén*	A35N1	C.Moraleda I.Cuptana	Aysén Norte	Sin muestra	Subpesca	-44°42'29"	-73°29'18"

Continuación **ANEXO 1. SUB-PROGRAMA DE MONITOREO REGULAR. AYSÉN**

Región	Código	Topónimo	Sector	Transvector	Institución	Latitud	Longitud
Aysén	A35N2	Isla Filomena	Aysén Norte	Almeja	Subpesca	-44°29'41"	-73°34'36"
Aysén*	A35N3	Isla Francisco	Aysén Norte	Almeja	Subpesca	-44°29'58"	-73°41'08"
Aysén	A36	Grupo mbre	Aysén Norte	Sin muestra	Salud	-44°48'16"	-73°34'14"
Aysén	A37	Isla Teresa	Aysén Norte	Cholga	Salud	-44°50'46"	-73°51'04"
Aysén*	A38N1	Isla Jesús	Aysén Norte	Sin muestra	Subpesca	-44°44'40"	-73°53'13"
Aysén	A38N2	NW isla Rowlet	Aysén Norte	Almeja	Subpesca	-44°43'50"	-74°32'47"
Aysén	A38N3	Sur Isla Stokes	Aysén Norte	Almeja	Subpesca	-44°41'24"	-74°35'40"
Aysén*	A38N4	Sur Isla Ipun	Aysén Norte	Almeja	Subpesca	-44°38'09"	-74°42'47"
Aysén	A39	Puerto pazo	Aysén Norte	Cholga	Salud	-44°56'16"	-73°44'39"
Aysén	A40	Isla Silachilu	Aysén Norte	Cholga	Salud	-44°58'48"	-73°40'24"
Aysén*	A41	Canal Ninualac	Aysén Norte	Cholga	Subpesca	-44°59'48"	-73°55'31"
Aysén*	A41N1	Isla James	Aysén Norte	Sin muestra	Subpesca	-45°01'31"	-74°20'00"
Aysén*	A20	Faro Marta-yuhuapi	Aysén Norte	Cholga, , Almeja	Salud	-44°49'30"	-72°58'10"
Aysén	A20N1	Uspallante	Aysén Norte	Cholga, almeja y	Salud	-44°56'06"	-73°06'41"



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

Aysén*	A21	Puerto Amparo	Aysén Norte	Cholga y Chorito	Subpesca	-44°55'00"	-73°16'54"
Aysén	A22	Isla San Andrés	Aysén Norte	Cholga, Chorito y Almeja	Salud	-44°55'57"	-73°19'28"
Aysén*	A23	Isla Orestes	Aysén sur	Cholga, Chorito, Almeja y Culengue	Salud	-45°01'46"	-73°26'44"
Aysén*	A24	Cinco nanas	Aysén Sur	Cholga	Subpesca	-45°16'12"	-73°14'57"
Aysén*	A25	Isla Elena	Aysén Sur	Cholga	Subpesca	-45°20'49"	-73°25'02"
Aysén	A26	Isla Canquenes	Aysén Sur	Chorito	Subpesca	-45°43'31"	-74°06'51"
Aysén*	A27	Estero Quitralco	Aysén Sur	Cholga	Salud	-45°45'50"	-73°29'26"
Aysén	A28	Punta Lynch	Aysén Sur	Cholga	Subpesca	-45°46'39"	-73°33'23"
Aysén*	A29	Puerto Bonito	Aysén Sur	sin recurso	Subpesca	-45°56'41"	-73°34'17"
Aysén	A30	Isla Julián	Aysén Sur	Cholga, Chorito, Almeja, Culengue	Salud	-45°06'18"	-73°30'13"
Aysén	A30N1	Isla Viola	Aysén Sur	Sin muestra	Subpesca	-45°01'05"	-73°29'14"
Aysén	A32	Isla Vergara	Aysén Sur	Chorito	Salud	-45°11'57"	-73°30'44"
Aysén	A32N1	Isla Ester	Aysén Sur	Cholga	Salud	-45°08'50"	-73°25'18"
Aysén*	A42	Canal Pilcomayo	Aysén Sur	Cholga	Salud	-45°14'40"	-73°29'20"
Aysén*	A43	Playas Largas	Aysén Sur	Almeja y Culengue	Subpesca	-45°15'00"	-73°41'44"
Aysén	A44	Canal Carrera del Chivato	Aysén Sur	Cholga y Choro Zapato	Salud	-45°18'17"	-73°45'44"
Aysén	A45	Canal Rodríguez	Aysén Sur	Cholga	Salud	-45°18'57"	-73°32'30"
Aysén	A47	Isla Castillo	Aysén Sur	Cholga	Salud	-45°20'03"	-73°44'43"
Aysén	A48	Isla Palumbo	Aysén Sur	Cholga	Salud	-45°22'19"	-73°50'16"
Aysén	A48N1	Canal Carrera del Cuchi	Aysén Sur	Chorito, Choro Zapato y Almeja	Salud	-45°22'00"	-73°49'00"

Continuación **ANEXO 1.SUB-PROGRAMA DE MONITOREO REGULAR**
AYSÉN

Región	Código	Topónimo	Sector	Transvector	Institución	Latitud	Longitud
Aysén*	A49	Canal Darwin	Aysén Sur	Chorito	Subpesca	-45°27'31"	-73°50'19"
Aysén*	A49N1	Isla Isquiliac	Aysén Sur	Sin muestra	Subpesca	-45°25'45"	-74°15'46"
Aysén*	A50	Tronador	Aysén Sur	Cholga	Salud	-45°31'11"	-73°33'15"



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

Aysén	A50N1	Isla Renaico	Aysén Sur	Sin muestra	Subpesca	-45°26'17"	-73°38'14"
Aysén	A51	Canal Vicuña	Aysén Sur	Cholga	Salud	-45°34'43"	-73°50'06"
Aysén	A51N1	Isla Traiguen-Sector Las Mentas	Aysén Sur	Almeja, Cholga y Choro Zapato	Salud	-45°35'46"	-73°46'32"
Aysén*	A52	Colonia Grande	Aysén Sur	Cholga	Salud	-45°38'37"	-73°33'31"
Aysén	A53	Canal Chacabuco	Aysén Sur	Cholga	Subpesca	-45°44'53"	-73°47'41"
Aysén*	A54	Isla Rojas-Paso Tres Cruces	Aysén Sur	Cholga	Salud	-45°44'52"	-73°41'45"
Aysén*	A55	Isla Orlebar	Tortel	Cholga y Almeja	Salud	-47°54'16"	-74°36'06"
Aysén	A57	Isla Scout	Tortel	Cholga y Almeja	Subpesca	-47°53'29"	-74°40'20"
Aysén	A59	Isla Zealous	Tortel	Cholga y Chorito	Subpesca	-47°52'41"	-74°36'40"
Aysén	A60	Punta Baker	Tortel	Cholga	Subpesca	-47°53'11"	-74°28'04"
Aysén*	A62	Islote Porvenir	Tortel	Sin muestra	Subpesca	-47°47'23"	-74°56'10"

Continuación **Anexo 1.SUB-PROGRAMA DE MONITOREO REGULAR : MAGALLANES**

Región	Código	Topónimo	Sector	Transvector	Institución	Latitud	Longitud
Magallanes*	M01N	Isla Morton	Magallanes Norte	Cholga	Salud	-49°08'20"	-74°24'35"
Magallanes	M02N	Isla Carlos	Magallanes Norte	Cholga	Salud	-49°09'50"	-74°25'47"
Magallanes	M03N	ArrecifeHamond	Magallanes Norte	Cholga	Salud	-49°11'10"	-74°26'08"
Magallanes	M24N1	Paso Piloto Pardo	Magallanes Norte	Cholga	Salud	-49°32'21"	-74°25'01"
Magallanes	M06N1	Seno Duque Edimburgo	Magallanes Norte	Cholga	Salud	-49°04'52"	-74°22'05"
Magallanes*	M04	Canal Adalberto	Magallanes Norte	Cholga	Subpesca	-48°40'07"	-74°36'02"
Magallanes*	M05	Bahía Liberta	Magallanes Norte	Cholga	Subpesca	-48°54'54"	-74°22'14"
Magallanes	M06	Puerto Edén	Magallanes Norte	Cholga	Subpesca	-49°07'05"	-74°25'18"
Magallanes	M07	Isla Crossover	Magallanes Norte	Cholga	Subpesca	-49°17'17"	-74°22'59"
Magallanes	M24N2	Paso El Abismo Norte	Magallanes Norte	Cholga	Salud	- 49°34'53.67" ¹³	- 74°27'15.27" ¹⁴
Magallanes	M24N3	Piloto Pardo Sur	Magallanes Norte	Cholga	Salud	- 49°34'12.66" ¹³	- 74°24'53.92" ¹⁴
Magallanes	M07N5	Punta Hayman	Magallanes Norte	Cholga	Salud	- 49°24'38.98" ¹³	- 74°23'16.92" ¹⁴
Magallanes	M07N4	Isla Foot	Magallanes Norte	Cholga	Salud	- 49°22'39.08" ¹³	- 74°23'51.77" ¹⁴
Magallanes	M07N	Isla Crossover Norte	Magallanes Norte	Almeja	Salud	- 49°16'4.76" ¹³	- 74°23'8.46" ¹⁴
Magallanes	M07N1	Punta Falsa	Magallanes Norte	Cholga	Salud	- 49°15'10.26" ¹³	- 74°23'33.22" ¹⁴
Magallanes	M07N2	Bajo Vaudreuil	Magallanes Norte	Cholga	Salud	- 49°13'23.34" ¹³	- 74°22'52.12" ¹⁴
Magallanes	M07N3	Punta Álvaro	Magallanes Norte	Cholga	Salud	- 49°12'21.00" ¹³	- 74°23'27.60" ¹⁴
Magallanes	M06N4	Isla Carlos Norte	Magallanes Norte	Almeja	Salud	- 49° 8'24.37" ¹³	-74°24'4.49" ¹⁴
Magallanes	M06N2	Isla Salamandra	Magallanes Norte	Cholga	Salud	-49° 7'1.0" ¹³	-74°23'37.5" ¹⁴
Magallanes	M06N	Rio Valderas	Magallanes Norte	Cholga, chorito	Salud	-49° 8'5.3" ¹³	- 74°25'31.8" ¹⁴
Magallanes	M06N3	Paso Mansilla	Magallanes Norte	Cholga, almeja	Salud	-49°7'8.03" ¹³	-74°22'57.66" ¹⁴
Magallanes	M08	Estero Falcon/GORE	Magallanes Norte	Cholga, Ostión	Subpesca	-49°33'37"	-74°08'50"



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

Magallanes	M08N1	Estero Falcon/GORE	Magallanes Norte	Ostión	Subpesca	-49°32'48"	-73°54'11"
Magallanes*	M09	Estero Pengüin	Magallanes Norte	Cholga	Subpesca	-49°55'01"	-74°19'58"
Magallanes	M09N1	Estero Pengüin/GORE	Magallanes Norte	Ostión	Subpesca	-49°58'06"	-74°10'13"
Magallanes	M09N2	Estero Pengüin/GORE	Magallanes Norte	Ostión	Subpesca	-49°56'57"	-73°58'31"
Magallanes	M10	Seno Europa	Magallanes Norte	Cholga	Subpesca	-50°00'21"	-74°21'38"
Magallanes*	M11	Isla Topar	Magallanes Norte	Cholga	Subpesca	-50°06'45"	-74°41'58"
Magallanes*	M12	Isla Figueroa	Magallanes Norte	Cholga	Subpesca	-50°25'10"	-74°30'44"
Magallanes	M13	Estero Peel	Magallanes Norte	Cholga	Subpesca	-50°51'05"	-74°05'55"

Continuación **Anexo 1.SUB-PROGRAMA DE MONITOREO REGULAR : MAGALLANES**

Región	Código	Topónimo	Sector	Transvector	Institución	Latitud	Longitud
Magallanes	M13N1	Estero Peel/GORE	Magallanes Norte	Ostión	Subpesca	-50°47'50"	-73°48'44"
Magallanes	M13N2	Estero Peel/GORE	Magallanes Norte	Ostión	Subpesca	-50°39'33"	-73°42'16"
Magallanes	M14	Puerto Bueno	Magallanes Norte	Cholga	Subpesca	-50°59'32"	-74°13'23"
Magallanes*	M15	Isla Vancouver	Magallanes Norte	Cholga	Subpesca	-51°21'33"	-74°05'25"
Magallanes*	M16	Isla Piazzzi	Magallanes Norte	Cholga	Subpesca	-51°39'43"	-73°58'14"
Magallanes	M16N1	Islas Rennell	Magallanes Norte	Sin recurso	Subpesca	-51°45'03"	-74°16'50"
Magallanes*	M17	Caleta Williams	Magallanes Norte	Cholga	Subpesca	-51°58'41"	-73°41'30"
Magallanes	M18	Bahía Ensenada	Magallanes Norte	Cholga	Subpesca	-52°05'57"	-73°43'51"
Magallanes*	M20	Isla Larga	Magallanes Norte	Cholga	Subpesca	-52°11'39"	-73°36'55"
Magallanes	M21	Puerto Fontaine	Magallanes Norte	Cholga	Subpesca	-52°04'28"	-73°28'09"
Magallanes	M22	Estero de las Montañas	Magallanes Norte	Cholga	Subpesca	-52°05'38"	-73°15'45"
Magallanes*	M23	Isla Ballesteros	Magallanes Norte	Cholga	Subpesca	-51°48'29"	-72°54'28"
Magallanes	M24N	Paso del Abismo	Magallanes Norte	Cholga	Subpesca	-49°35'48"	-74°26'37"
Magallanes	M25N	Estero Ringdove	Magallanes Norte	Cholga	Subpesca	-49°47'21"	-74°18'11"
Magallanes	M24	Bahía Fanny	Magallanes Centro	Chorito	Subpesca	-53°11'20"	-72°11'33"
Magallanes*	M25	Estero Silva Palma	Magallanes Centro	Chorito	Subpesca	-53°13'55"	-71°51'21"
Magallanes	M26	Estero Wickham	Magallanes Centro	Chorito	Subpesca	-53°15'10"	-72°07'07"



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

Magallanes	M27	Estero Sullivan	Magallanes Centro	Chorito	Subpesca	-53°15'22"	-72°25'14"
Magallanes	M29	CutterCove	Magallanes Centro	Chorito	Subpesca	-53°22'10"	-72°27'19"
Magallanes*	M29N1	Isla Engelfield	Magallanes Centro	Chorito	Salud	-53°04'28"	-71°49'38"
Magallanes*	M30	Bahía Mussel	Magallanes Centro	Chorito	Subpesca	-53°36'45"	-72°17'49"
Magallanes*	M31	Bahía Nash	Magallanes Centro	Chorito	Subpesca	-53°41'45"	-72°19'44"
Magallanes	M32	Bahía Cordes	Magallanes Centro	Chorito	Subpesca	-53°43'24"	-71°55'25"
Magallanes	M33	Bahía Bell	Magallanes Centro	Chorito	Subpesca	-53°53'09"	-71°50'14"
Magallanes*	M34	Seno Pedro	Magallanes Centro	Chorito	Subpesca	-53°55'48"	-71°36'49"
Magallanes	M34N1	Canal Gabriel	Magallanes Centro	Chorito	Subpesca	-54°04'25"	-70°56'23"
Magallanes	M35	Cabo San Isidro	Magallanes Centro	Chorito	Subpesca	-53°47'11"	-70°58'43"
Magallanes*	M36	Bahía Buena	Magallanes Centro	Chorito	Subpesca	-53°37'30"	-70°55'27"
Magallanes*	M37	Bahía Agua Fresca	Magallanes Centro	Chorito	Subpesca	-53°24'27"	-70°54'58"
Magallanes	M38	Río Seco	Magallanes Centro	Chorito	Subpesca	-53°06'20"	-70°50'29"
Magallanes	M39	Puerto Zenteno	Magallanes Centro	Chorito	Subpesca	-52°48'48"	-70°45'37"



Continuación Anexo 1. SUB-PROGRAMA DE MONITOREO REGULAR : MAGALLANES

Región	Código	Topónimo	Sector	Transvector	Institución	Latitud	Longitud
Magallanes*	M39C1	Bahía Gente Grande	Magallanes Centro	Chorito	Salud	-52°57'38"	-70°14'06"
Magallanes	M39C3	Canal Gabriel	Magallanes Centro	Chorito	Salud	-54°18'15"	-70°14'10"
Magallanes	M39N1	Segunda Angostura	Magallanes Centro	Sin recurso	Subpesca	-52°41'46"	-70°23'40"
Magallanes*	M39N2	Pta. San Valentin	Magallanes Centro	Chorito	Subpesca	-53°36'35"	-70°26'10"
Magallanes	M39N3	Puerto Yartou	Magallanes Centro	Chorito	Subpesca	-53°52'37"	-70°09'58"
Magallanes*	M39N4	Dalmacia Bahía Inútil	Magallanes Centro	Sin recurso	Salud	-53°26'48"	-69°49'41"
Magallanes*	M39N5	Sta María Bahía Inútil	Magallanes Centro	Sin recurso	Salud	-53°25'55"	-70°22'06"
Magallanes	M39D1	Isla Contramaestre Sur	Magallanes Centro	Chorito	Salud	- 52°56'35.3''''	- 70°21'53.9''''
Magallanes	M39D2	I. Contramaestre Este	Magallanes Centro	Chorito	Salud	- 52°56'22.0''''	- 70°20'29.3''''
Magallanes	M36N1	Punta Carrera S	Magallanes Centro	Chorito	Salud	- 53°34,32.7''''	- 70°55'19.5''''
Magallanes	M36N2	Punta Carrera N	Magallanes Centro	Chorito	Salud	- 53°27'35.9''''	- 70°57'32.2''''
Magallanes	M37N1	Guairabo S	Magallanes Centro	Chorito	Salud	- 53°20'10.6''''	- 70°56'25.9''''
Magallanes	M37N2	Guairabo N	Magallanes Centro	Chorito	Salud	- 53°16'32.5''''	- 70°56'7.0''''
Magallanes	M38N1	Chabunco	Magallanes Centro	Chorito	Salud	- 53°1'27.4''''	- 70°49'30.7''''
Magallanes*	M40	Seno Ventisquero	Magallanes Sur	Chorito	Subpesca	-54°49'31"	-70°19'58"
Magallanes*	M40N1	Isla Olga	Magallanes Sur	Sin recurso	Subpesca	-55°05'34"	-70°08'06"
Magallanes	M41	Ventisquero España	Magallanes Sur	Chorito	Subpesca	-54°49'38"	-69°46'17"
Magallanes*	M42	Ventisquero Holanda	Magallanes Sur	Chorito	Subpesca	-54°56'31"	-69°09'05"
Magallanes	M43	Bahía Yendegaia	Magallanes Sur	Chorito	Subpesca	-54°53'02"	-68°44'24"
Magallanes*	M44	Puerto Navarino	Magallanes Sur	Chorito	Subpesca	-54°54'37"	-68°19'06"



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

Magallanes*	M44N1	Bahía Douglas	Magallanes Sur	Chorito	Subpesca	-55°10'24''	-68°06'18''
Magallanes	M45	Puerto Williams	Magallanes Sur	Chorito	Subpesca	-54°55'28''	-67°36'28''
Magallanes*	M46	Puerto Eugenia	Magallanes Sur	Chorito	Subpesca	-54°55'42''	-67°18'20''
Magallanes*	M46N1	Islotes Mariotti/GORE	Magallanes Sur	Chorito	Subpesca	-55°12'43''	-67°06'02''



ANEXO 2. SUB-PROGRAMA DE VIGILANCIA Y FISCALIZACIÓN: estaciones de monitoreo entre marzo 2020 y febrero de 2021 en las regiones de Los Lagos y Aysén, incluyendo código, topónimo, sectorización, transvector, institución requirente y coordenadas geográficas.

Región	Código	Estación	Sector	Transvector	Institución	Latitud	Longitud
Los Lagos	L18	Estero Yaldad	Chiloé Sur	Sin muestra	Subpesca	-43°08'03"	-73°43'03"
Los Lagos	L18N2	San Antonio	Chiloé Sur	Sin Muestra	Subpesca	-43°07'14"	-73°34'46"
Los Lagos*	L19	Pta. Chiguao	Chiloé Sur	Almeja	Salud	-43°08'54"	-73°28'49"
Los Lagos	L19N2	Canal Coldita	Chiloé Sur	Cholga	Salud	-43°14'50"	-73°41'32"
Los Lagos*	L19N3	Golfo Corcovado	Chiloé Sur	Sin muestra	Subpesca	-43°19'36"	-73°23'56"
Los Lagos	L19N4	Golfo Corcovado 2	Chiloé Sur	Sin muestra	Subpesca	-43°29'59"	-73°24'03"
Los Lagos	L20	Isla Laitec	Chiloé Sur	Almeja	Subpesca	-43°15'50"	-73°34'36"
Los Lagos	L20N1	Banco Velahue	Chiloé Sur	Sin muestra	Salud	-43°11'46"	-73°31'26"
Los Lagos*	L22	Bahía Asasao	Chiloé Sur	Almeja	Subpesca	-43°22'46"	-73°59'03"
Los Lagos*	L23	Isla San Pedro	Chiloé Sur	Almeja	Subpesca	-43°18'48"	-73°39'42"
Los Lagos*	L24	Isla Guapiquilán	Chiloé Sur	Almeja	Subpesca	-43°24'50"	-74°14'38"
Aysén*	A02	Repollal-Canal Puquitrín	Melinka	Cholga, Choro zapato y Almeja	Salud	-43°50'36"	-73°48'51"
Aysén*	A04	Isla Julia-Grupo Peligroso	Melinka	Cholga y Almeja	Subpesca	-43°54'05"	-73°42'05"
Aysén	A04N1	Canal Moraleda 1	Melinka	Sin muestra	Subpesca	-43°54'20"	-73°25'44"
Aysén	A05	Isla Ovalada	Melinka	Cholga, Chorito y Almeja	Salud	-44°03'44"	-73°43'48"
Aysén*	A11N1	Canal Moraleda 2	Melinka	Sin muestra	Subpesca	-44°11'48"	-73°23'09"
Aysén*	A34	Isla García	Melinka	Cholga	Salud	-44°15'11"	-73°44'40"



ANEXO 3. SUB-PROGRAMA DE RAÚL MARÍN BALMACEDA: estaciones de monitoreo entre marzo 2020 y febrero 2021 en un sector de la región de Aysén, incluyendo código, topónimo, sectorización, transvector, institución requirente y coordenadas geográficas.

Región	Código	Estación	Sector	Transvector	Institución	Latitud	Longitud
Aysén*	A06	Laja Brazo Pillán 1	Raúl Marín Balmaceda	Cholga y Chorito	Salud	-43°45'15"	-72°49'50"
Aysén*	A07	Canal	Raúl Marín Balmaceda	Cholga y Chorito	Salud	-43°46'50"	-72°55'60"
Aysén	A08	Repollal - E. Las Islas	Raúl Marín Balmaceda	Cholga y Chorito	Salud	-43°45'55"	-72°54'15"
Aysén	A08N1	Mallín	Raúl Marín Balmaceda	Chorito	Salud	-43°47'44"	-72°56'26"
Aysén	A08N2	Playa Corta	Raúl Marín Balmaceda	Almeja	Salud	-43°49'27"	-73°00'06"
Aysén	A08N3	Islote Las Hermanas	Raúl Marín Balmaceda	Sin muestra	Subpesca	-43° 46' 5,76"	-73°02'9,43"



ANEXO 4. Resúmenes enviados a Congresos.

12th International Phycological Congress, 22-26 March 2021, Chile.

1.- Phytoplankton composition and Harmful Algal Blooms dynamics in coastal waters of central-southern Chile (36° - 44°S).

Oscar Espinoza-González¹; Leonardo Guzmán¹; Emma Cascales¹; Héctor Tardón¹; Loreto López¹ and Karen Correa¹.

¹Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Padre Harter 574, Puerto Montt, 5480000, Chile. Email: oscar.espinoza@ifop.cl

Abstract:

The Harmful Algal Blooms (HABs) occur frequently in the fjords and channels of Southern Chile (55° to 44°S), causing important economic losses and social impact. The 2016 *Alexandrium catenella* bloom on the Chilean coastal waters of the Central-Southern Pacific Ocean (CSPO) constituted a radical change to the paradigm on the distribution of this microalgae (44° to 39°S). This study evaluated the phytoplankton community and the occurrence of HABs species related to coastal environments from 2018 to 2020 in CSPO. Hydrographically we identifying 3 latitudinal transition zones: Biobío (BB), La Araucanía-Los Ríos (AR) and south of the Chacao channel (LL). The diatoms dominating the abundance of phytoplankton, during spring the main species were *Guinardia delicatula*, *Chaetoceros curvisetus*, and *Pseudonitzschia* spp. in BB (58%), AR (33%), and LL (61%), respectively. During summer the abundance was dominated by *Skeletonema* spp. (> 30%). HABs occurred with a high abundance of dinoflagellates during the 2018 summer and 2019 spring when the favorable atmospheric – oceanographic conditions allowed the proliferation of *A. catenella* (>300 cell mL⁻¹) in LL and *Dinophysis acuminata* (>310 cell mL⁻¹) in BB, respectively. While, high abundances of diatoms *Pseudonitzschia* cf. *pseudodelicatissima* (>285.000 cell mL⁻¹) and *P. cf. australis* (>260 cell mL⁻¹) were registered during 2019 spring in AR associated with colder waters, high irradiance, and silicates. Our results indicated that hydrographic events such as upwelling, river discharges, and currents play important roles in the changes in species composition, occurrence, and abundance of HABs in CSPO Chilean coastal waters.

Keywords: Phytoplankton composition, HABs, phytoplankton assemblages, Central -Southern Chile.



Spatial and temporal patterns of Harmful Species of *Alexandrium*, *Dinophysis* and *Protoceratium* throughout chilean fjords in a 12-years period.

Leonardo Guzmán¹, Oscar Espinoza², Javier Paredes¹ & Pablo Salgado³

¹División de Investigación en Acuicultura, Instituto de Fomento Pesquero, Balmaceda 252, Puerto Montt, Chile

²Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero, Padre Harter 574, Puerto Montt, Chile

³Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero, Enrique Abello 0252, Punta Arenas, Chile

Chilean fjords is a heterogenous geographic area ranging from 41° to 55° S.L. where small scale fisheries and salmon and mussel aquaculture are developed. The area is affected by a variety of species causing harmful algal blooms, being *Alexandrium catenella*, *A. ostenfeldii*, *Dinophysis acuminata*, *D. acuta* and *P. reticulatum* five dinoflagellate species associated to different hydrophilic and lipophylic toxins, causing varying and intense effects to social and economic sectors.

A time series on the abundances and environmental data such as sea water temperature and salinity from October 2007 to February 2019, obtained monthly from 147 sampling sites distributed along the chilean fjords are analyzed. The distribution and abundance patterns through time and space of these species in association with environmental variables are shown. Excluding *A. ostenfeldii*, the other species showed the same tendencies in their abundances, reflecting similarities during seasonal periods and specific geographical sectors, independently that environmental factors can generate declinations in abundance with latitude, specific variations in localized sectors and differential use of the habitat by these species. The relative abundances of the five taxa of *Alexandrium*, *Dinophysis* and *Protoceratium* showed a clear environmental change of great geographical coverage, splitting a period with lower abundance of these microalga between 2007 and 2011, of other, of greater abundance, defined between 2012 and 2018, with a transitional period defined by the Autumn and Winter of 2012. Results are analyzed considering sea water temperature and salinity along the studied area.

Harmful-species, Chile, fjords

XL versión del Congreso de Ciencias del Mar, 24-28 de mayo 2021, Punta Arenas, Chile.



3. Aproximaciones y desafíos del estudio de las Floraciones Algales Nocivas y toxinas marinas en el centro-sur de Chile: Explorando nuevos ambientes

Oscar Espinoza-González¹; Héctor Tardón¹; Luis Norambuena; Emma Cascales¹; Leonardo Guzmán¹; Loreto López¹ y Karen Correa¹.

Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Padre Harter 574, Puerto Montt, Chile. Email: oscar.espinoza@ifop.cl

Los últimos eventos de floración de *Alexandrium catenella*, durante ellos veranos de 2016 y 2018, asociada a Toxina Paralizante de los Mariscos (TPM), han provocado un impacto de magnitud a la economía y entorno social de la región de Los Lagos, manifestándose en la costa expuesta al océano Pacífico, lo cual constituye un cambio radical al paradigma sobre la distribución de esta microalga en el litoral nacional. Para evaluar la distribución espacio-temporal de las microalgas nocivas y toxinas marinas en este ambiente, se midió mensualmente, entre febrero de 2018 y diciembre de 2020, la densidad del fitoplancton total y nocivo, nutrientes y variables hidrográficas en 67 estaciones, dispuestas en 21 transectos (2, 5 y 10 millas desde la costa) entre las regiones del Biobío y Aysén (36° a 44°S). Entre los principales resultados de este estudio se encuentran: (1) a partir de la caracterización hidrográfica de la zona de estudio, se identificó 2 zonas de transición latitudinal para la propagación espacial de propiedades hidrográficas: al norte de la unidad La Araucanía-Los Ríos, y al sur del Canal de Chacao; (2) los procesos oceanográficos como la surgencia costera y remolinos de submesoescala inducirían la mezcla de la columna de agua facilitando la ocurrencia y dominancia de las diatomeas *Guinardia delicatula*, *Chaetoceros curvisetus*, *Pseudonitzschia* cf. *pseudodelicatissima*, *P.* cf. *australis* y *Skeletonema* spp durante la primavera, por el contrario, los procesos de estratificación y estabilidad los que favorecerían los incrementos celulares de dinoflagelados y en especial el desarrollo de las distintas floraciones de *A. catenella*, *D. acuminata* y *Karenia* spp durante el verano; (3) a partir de análisis por HPLC-MS se detectaron toxinas paralizantes (GTX-2) en la región del Biobío y toxinas lipofílicas (gymnodiminas) en la región de la Araucanía y los Ríos, en ambas regiones con valores cercanos al límite de detección, estas toxinas podrían estar asociadas a la presencia de *Alexandrium ostenfeldii*. Estos resultados refuerzan la necesidad de mantener de manera constante un programa de monitoreo de especies nocivas y toxinas marinas con la finalidad de resguardar la salud pública y las actividades productivas en la zona de estudio.



4. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, FILOGENÉTICA, PERFIL DE TOXINAS Y DISTRIBUCIÓN DE QUISTES DE RESISTENCIA DEL DINOFLAGELADO NOCIVO *ALEXANDRIUM OSTENFELDII* DE LA REGIÓN DEL BIOBÍO, CHILE

MORPHOLOGY, PHYLOGENETIC, TOXIN PROFILE AND RESTING CYST DISTRIBUTION OF THE NOXIOUS DINOFLAGELLATE *ALEXANDRIUM OSTENFELDII* FROM THE BIOBIO REGION, CHILE

Pablo Salgado¹, Claudia Zamora¹, Luis Norambuena², Bernd Krock³, Gonzalo Fuenzalida², Pamela Carbonell², Héctor Tardón², César Loncón² & Oscar Espinoza²

¹Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Enrique Abello 0552, Punta Arenas, Chile., Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)

²Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Padre Harter 574, Puerto Montt, Chile., Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)

³Alfred-Wegener-Institute, Helmholtz Centre for Polar and Marine Research, Am Handelshafen 12, Bremerhaven, D-27570, Germany

Microalgas productoras de toxinas han generado floraciones algales nocivas (FANs) durante décadas en aguas australes de Chile causando una variedad de problemas ambientales, económicos, y de salud pública. Sin embargo, el registro de estas microalgas en otras regiones del país ha sido mucho menos frecuente, lo cual ha generado que sus características básicas sean poco estudiadas y por consiguiente menos conocidas. Mediante estudios de microscopía óptica con epifluorescencia, toxinológicos por métodos cromatográficos y de identificación molecular se realizó una caracterización del dinoflagelado *Alexandrium ostenfeldii* de la Región del Biobío. Paralelamente se estudió la abundancia y distribución espacial de su quiste de resistencia en sedimentos superficiales de 16 estaciones distribuidas entre las bahías de Coliumo, Colcura, Tubul, y Llico (estaciones ubicadas en costa, y a 2, 5 y 10 mn), las cuales forman parte de la red de estaciones del Programa de manejo y monitoreo de FANs y toxinas marinas en el Océano Pacífico del centro sur de Chile desarrollado por IFOP. Como resultado, el estudio taxonómico mostró la morfología y tabulación de placas tecales clásica de *A. ostenfeldii*, destacada por su angosta y elongada primera placa apical (1') con un gran poro ventral. Filogenéticamente *A. ostenfeldii* del Biobío se agrupó con cepas de Aysén y de Callao, Perú, las cuales producen toxinas paralizantes. El perfil de toxinas de *A. ostenfeldii* del Biobío se caracterizó por la presencia de las toxinas paralizantes gonyautoxina (GTX)-3 (76%), GTX-2 (3%), GTX-5 (16 %), N-sulfocarbamoilgonyautoxina-2 (C2) (1,1%) y saxitoxina (STX) (3,9%), pero ausente de espiróridos y gimnodiminas. Los quistes de resistencia fueron registrados en sedimentos de las cuatro bahías, en 10 (63%) de las 16 estaciones muestreadas en diciembre de 2019. La abundancia máxima fue 36 quistes $\times$ cm⁻³ de sedimento húmedo en estación ubicada a 5 mn de Bahía Coliumo. El registro de *A. ostenfeldii* y la producción de toxinas paralizantes en la Región del Biobío genera la necesidad de mantener de manera constante un



programa de monitoreo de especies nocivas y toxinas marinas con la finalidad de resguardar la salud pública y las actividades productivas como la pesca, la acuicultura y el turismo.

5. VARIABILIDAD ESPACIO-TEMPORAL DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA EN EL SISTEMA ESTUARINO DE RELONCAVÍ, PATAGONIA CHILENA

SARA ARENAS-URIBE^{1,2}, SERGIO CONTRERAS³, OSCAR ESPINOZA⁴, IVAN PÉREZ-SANTOS⁵, FACUNDO BARRERA^{2,6}

- (1) Programa de Magíster en Ecología Marina, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile
- (2) Centro del Clima y la Resiliencia (CR)²
- (3) Depto. de Química Ambiental, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile
- (4) Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP).
- (5) Centro i~mar, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile
- (6) Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción

Los sistemas estuarinos conformados por fiordos y canales de la Patagonia proveen de servicios ecosistémicos a las comunidades locales, donde se desarrollan numerosas actividades socio-económicas como la acuicultura, la pesca y el turismo. El sistema estuarino de Reloncaví (SER), es un ecosistema atractivo con complejas interacciones tierra-océano y fluctuaciones estacionales que soportan una alta producción biológica. Fenómenos naturales como floraciones de algas nocivas (FAN), impactan directa o indirectamente sobre el socio-ecosistema circundante no solo con efectos adversos sobre otras comunidades marinas, sino que también afectan la explotación acuícola, salud humana y el turismo. Por lo tanto, comprender la dinámica de la comunidad fitoplanctónica, los forzantes ambientales que la modulan y la caracterización de aquellas especies que pueden ser nocivas es esencial para estimar la vulnerabilidad de estos socio-ecosistemas. En este contexto, se realizaron muestreos espacio-temporales en el SER durante el año 2018 y 2019. Se midieron variables oceanográficas y biogeoquímicas como nutrientes inorgánicos (nitrito, nitrato, fosfato y silicato), clorofila-a, carbono orgánico y nitrógeno total. Paralelamente se colectaron muestras de agua para análisis de la comunidad fitoplanctónica y se recolectaron datos climáticos. Durante todo el periodo de muestreo la distribución vertical de la salinidad absoluta, temperatura conservativa y la anomalía de densidad presentan una estructura compuesta por dos capas: agua estuarina (<31) y debajo agua subantártica modificada. En la capa superficial se encuentran las mayores concentraciones de silicato y por debajo se observaron los valores máximos de nitrito, nitrato y fosfato. Se identificaron 115 especies, divididas en 5 grupos taxonómicos: diatomeas, dinoflagelados, zoomastigóforos, ciliados y euglenofíceas. Se destacó la presencia de géneros de



algas potencialmente nocivas como *Pseudo-nitzschia*, *Alexandrium*, *Dinophysis* y *Protoceratium*. La comunidad fitoplanctónica varía con las propiedades fisicoquímicas y entre épocas hidroclimáticas. Cambios en la biomasa fitoplanctónica, ciclamiento y uso de los nutrientes en un contexto de cambio climático (i.e. altas temperaturas y déficit hídrico) podrían tener consecuencias sociales y económicas perjudiciales para comunidades costeras hasta ahora no abordadas.

Financiamiento: Fondecyt 3180307. PI: Dr. F. Barrera

6. DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA MOLECULAR PARA LA DETECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE *A. Ostenfeldii* y *P. reticulatum*.

Zambrano N.^{a*}, Fuentes F.^a, Stuardo M.^a, Cruzat F.^a, Jara S.^a, Astuya A.^b, Espinoza-González O.^c, Fuenzalida G.^c, Mardones J.^c, Tardón H.^c.

^a Laboratorio de Detección Molecular de Microalgas Tóxicas, Departamento de Oceanografía, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Barrio Universitario S/N, Concepción, Chile.

^b Laboratorio de Biotoxinas, Departamento de Oceanografía, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción.

^c Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP).

*E-mail: nicolaszambrano@udec.cl

El impacto de los eventos de Floraciones Algas Nocivas (FAN) incluyen efectos sobre la salud pública derivados del consumo de mariscos contaminados, así como extensas mortalidades de organismos silvestres o criados en cautiverio, lo que conlleva a evidentes impactos sociales y económicos. En Chile, *Alexandrium ostenfeldii* y *Protoceratium reticulatum* son dos especies de dinoflagelados generadores de FAN, las cuales están ampliamente distribuidos a lo largo de la costa chilena. Hasta ahora, la detección y cuantificación periódica de estas microalgas nocivas es realizada mediante microscopia de luz, sin embargo, esta técnica presenta dificultades como tiempo de análisis, requerimiento de entrenamiento taxonómico del analista y dificultad de distinguir caracteres taxonómicos solo detectables por microscopia electrónica, razón por la cual es necesaria la implementación de otro tipo de herramienta más rápida, económica y precisa. La utilización de técnicas moleculares basadas en la detección mediante el uso de genes ribosomales (ADNr) acopladas a la



tecnología de PCR en tiempo real (qPCR), ha sido aplicada en los últimos años para la detección y cuantificación de microalgas productoras de FAN; demostrando una alta especificidad y sensibilidad, convirtiéndose en una buena alternativa para acortar los tiempos de detección. En este trabajo se diseñaron marcadores moleculares para la detección y cuantificación de *A. ostenfeldii* y *P. reticulatum* mediante qPCR. A partir de muestras de cultivo se desarrolló una curva estándar, la que permitió escalar la detección y cuantificación en muestras ambientales obtenidas de monitoreos continuos en la región del Biobío realizados por el Instituto de Fomento Pesquero. El desarrollo de esta metodología permite detectar y cuantificar *A. ostenfeldii* y *P. reticulatum* de manera altamente específica y rápida a partir de muestras ambientales, ofreciendo así una herramienta relevante, que mejora las alertas tempranas de estas especies y que contribuye a la toma de decisiones por parte de las autoridades competentes durante un evento FAN.

Financiamiento: Proyecto Fondef ID18I10228



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA



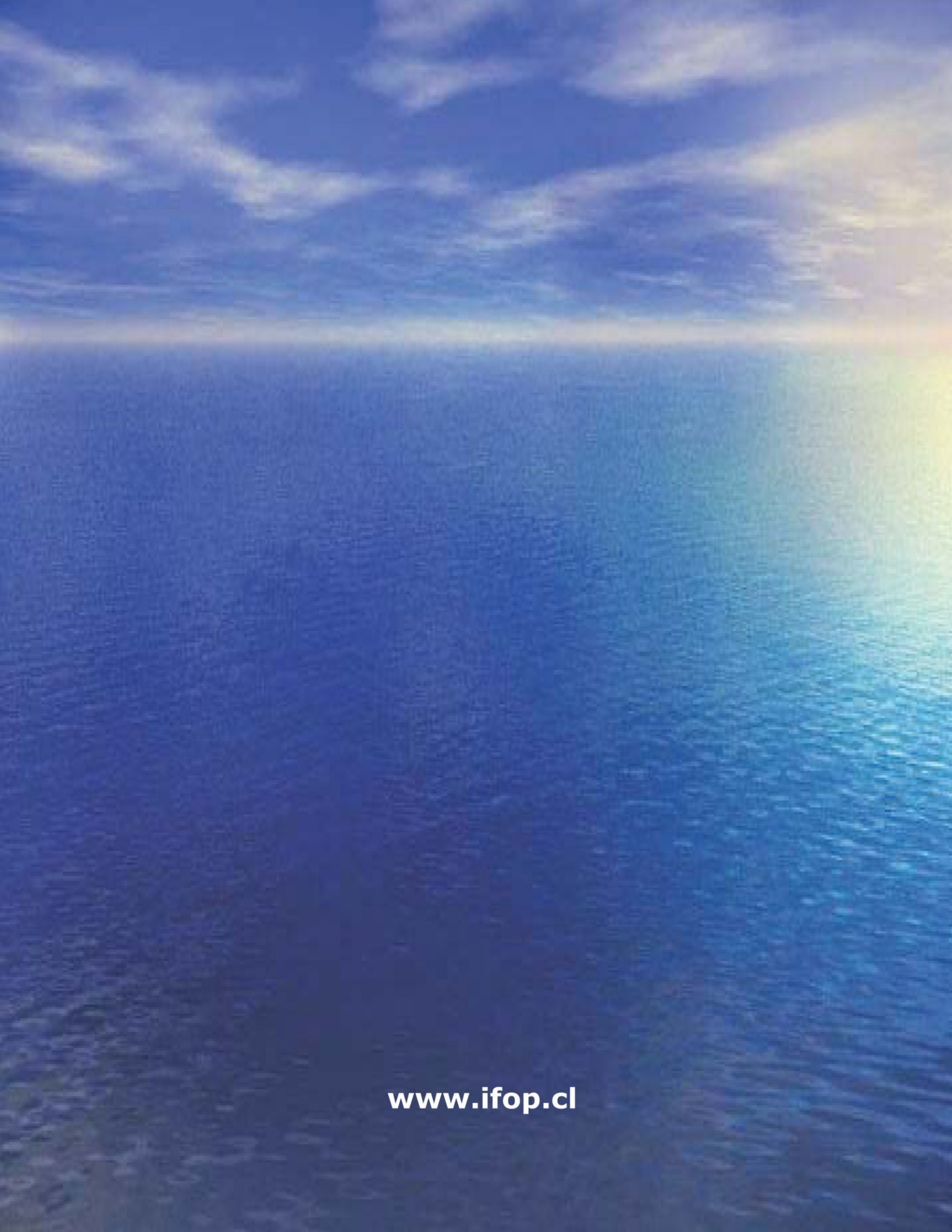
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Sección Ediciones y Producción

Blanco 839, Fono 56-32-2151500

Valparaíso, Chile

www.ifop.cl



www.ifop.cl