



**INFORME FINAL TOMO II:
TABLAS, FIGURAS Y ANEXOS**

Convenio de Desempeño 2021
Programa de Manejo y Monitoreo de las Floraciones Algales
Nocivas y Toxinas Marinas en el Océano Pacífico del Centro Sur
de Chile (36° - 44 °S), Etapa IV, 2021 – 2022



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN 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



TOMO II: TABLAS, FIGURAS Y ANEXOS

INFORME FINAL

Convenio de Desempeño 2021
Programa de Manejo y Monitoreo de las Floraciones Algaes Nocivas
y Toxinas Marinas en el Océano Pacífico del Centro Sur de Chile
(36° - 44 °S), Etapa IV, 2021 – 2022.

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Agosto 2022

REQUIRENTE

**SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y
EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO**

Subsecretaría de Economía y
Empresas de Menor Tamaño
Javiera Petersen Muga

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Director Ejecutivo
Gonzalo Pereira Puchy
Jefe División Investigación en Acuicultura
F. Leonardo Guzmán Méndez

JEFE DE PROYECTO

Oscar Espinoza González



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN 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 / Agosto 2022

AUTORES

Oscar Espinoza González
Pablo Salgado Garrido
Pamela Carbonell Arias
Luis Norambuena Subiabre
Emma Cascales Hellman
Héctor Tardón Sepúlveda
Christian Espinoza Alvarado
Julia Cáceres Chamizo
Leandro Lincoqueo
Loreto López Rivera
Gissela Labra Holzapfel
Karen Correa Sepúlveda
Bianca Olivares Olivares
Rosa González González
Carolina Soto Castillo
Verónica Muñoz Ojeda
María Fernanda Cornejo Acevedo
Lorena Ramírez Epple
Javier Paredes Mella
Jonnathan Vilugrón Torres

COLABORADORES

Rudi Aguilar Márquez
Darwin Retamal Caimapo
Juan Carlos Union Barria
Mauricio Palma Alarcón



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

TOMO II

TABLAS, FIGURAS Y ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla A. Localidades de muestreo de agua, coordenadas y código del sitio. CTD: perfiles oceanográficos; N: nutrientes, S: disco Secchi, M: meteorológicas, para cada una de las regiones administrativas contempladas en el programa de monitoreo.

Tabla B. Escalas de abundancia relativa para *Dinophysis acuta*, *Alexandrium catenella*, *Pseudo-nitzschia cf. australis* y *P. cf. pseudodelicatissima*. Número de células promedio bajo un cubre-objeto de 18x18 mm en 3 alícuotas de 0,1 ml cada una.

Tabla C. Localidades de muestreo de marisco centinela primario, coordenadas y código del sitio, para cada una de las regiones administrativas contempladas en el programa de monitoreo. Se agrega Río Colún como estación complementaria para la extracción de mariscos en la región de Los Ríos, debido a que es el punto más cercano la estación de Río Bueno (Sin recurso).

Tabla 1.1.1. Resultados de análisis de toxinas en muestras de moluscos bivalvos colectados en los cuatro sectores de la región del Biobío. (ND = No Detectado; POS = positivo; SSC xx HRS = muerte a las xx horas sin signos característicos).

Tabla 1.1.2. Resultados de análisis de toxinas en muestras de moluscos bivalvos colectados en los tres sectores de la región de La Araucanía. (ND = No Detectado).

Tabla 1.1.3. Resultados de análisis de toxinas en muestras de moluscos bivalvos colectados en los cuatro sectores de la región de Los Ríos. (ND = No Detectado; POS = positivo; SSC xx HRS = muerte a las xx horas sin signos característicos).

Tabla 1.1.4. Resultados de análisis de toxinas en muestras colectadas en los cinco sectores de la región de Los Lagos. (ND = No Detectado; S/I = Sin información; POS = positivo; SSC xx HRS = muerte a las xx horas sin signos característicos).

Tabla 1.1.4. Resultados de análisis de toxinas en muestras colectadas en los cinco sectores de la región de Los Lagos. (ND = No Detectado; S/I = Sin información; POS = positivo; SSC xx HRS = muerte a las xx horas sin signos característicos).

Tabla 1.1.5. Concentración de GTX-2, DA, PTX-2, AZA2 y Gym por HPLC MS/MS en muestras de mariscos recolectados en estaciones de la región de Biobío.

Tabla 1.1.6. Concentración de GTX-2, DA, PTX-2, AZA2 y Gym por HPLC MS/MS en muestras de mariscos recolectados en estaciones de la región de La Araucanía.

Tabla 1.1.7. Concentración de GTX-2, DA, PTX-2, AZA2 y Gym por HPLC MS/MS en muestras de mariscos recolectados de la región de Los Ríos.

Tabla 1.1.8. Concentración de GTX-2, DA, PTX-2, AZA2 y Gym por HPLC MS/MS en muestras de mariscos de la región de Los Lagos.

Tabla 1.1.9. Concentración de GTX-2, DA, PTX-2, AZA2 y Gym por HPLC MS/MS en muestras de Fitoplancton recolectados en estaciones seleccionadas de la región del Biobío.

Tabla 1.1.10. Concentración de GTX-2, DA, PTX-2, AZA2 y Gym por HPLC MS/MS en muestras de Fitoplancton recolectados en estaciones seleccionadas de la región de la Araucanía.



Tabla 1.1.11. Concentración de GTX-2, DA, PTX-2, AZA2 y Gym por HPLC MS/MS en muestras de Fitoplancton recolectados en estaciones seleccionadas de la región de los Ríos.

Tabla 1.1.12. Concentración de GTX-2, DA, PTX-2, AZA2 y Gym por HPLC MS/MS en muestras de Fitoplancton recolectados en estaciones seleccionadas de la región de los Ríos.

Tabla 1.1.13. Estadístico descriptivo con los datos de nitrito (NO_2), nitrato (NO_3), fosfato (PO_4) y sílice (SiO_4) obtenidos desde el 2018 al 2020 para el estrato 0-10m.

Tabla 1.1.14. Estadístico descriptivo con los datos de nitrito (NO_2), nitrato (NO_3), fosfato (PO_4) y sílice (SiO_4) obtenidos desde el 2018 al 2020 para el estrato 10-20 m

Tabla 1.4.1. Listado de especies (nombres biológico y paleontológico) de quistes de dinoflagelados registrados en sedimento superficial de las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. Muestras obtenidas entre noviembre y diciembre 2021 (primavera). Se incluye estrategia nutricional (a: autótrofo, h: heterótrofo, nd: no determinada) y número de fotomicrografía en las Figuras 1-3. Especies productoras de toxinas confirmadas en Chile (*).

Tabla 1.4.2. Diversidad y abundancia total de quistes y quistes llenos (entre paréntesis) de dinoflagelados en sedimentos superficiales de la Región del Biobío obtenidos en diciembre 2021 (primavera). Números expresados como quistes cm^{-3} de sedimento húmedo.

Tabla 1.4.3. Diversidad y abundancia de quistes totales y quistes llenos (entre paréntesis) de dinoflagelados en sedimentos superficiales de la Región de La Araucanía obtenidos en noviembre 2021 (primavera). Números expresados como quistes cm^{-3} de sedimento húmedo.

Tabla 1.4.4. Diversidad y abundancia de quistes totales y quistes llenos (entre paréntesis) de dinoflagelados en sedimentos superficiales de la Región de Los Ríos obtenidos en noviembre 2021 (primavera). Números expresados como quistes cm^{-3} de sedimento húmedo.

Tabla 1.4.5. Diversidad y abundancia de quistes totales y quistes llenos (entre paréntesis) de dinoflagelados en sedimentos superficiales de la Región de Los Lagos obtenidos en noviembre 2021 (primavera). Números expresados como quistes cm^{-3} de sedimento húmedo.

Tabla 2.2.1. Listado consolidado de dinoflagelados registrados en la columna de agua (célula móvil) y/o en el sedimento (quiste bentónico) en las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos, entre enero 2021 y enero 2022

Tabla 2.3.1. Concentraciones máximas, mínimas, promedios y desviación estándar para cada profundidad durante los meses de marzo 2018 a diciembre 2019

Tabla 3.3.1. Abundancia celular máxima (cels. mL^{-1} ; ACM) y tasa de crecimiento (Div.cels $^{-1}$; TC) de la cepa PDMA1 de *D. acuminata* aislada de la costa de Océano Pacífico cultivada a distintas intensidades de luz. DE: desviación estándar.



Tabla 3.3.2. Abundancia celular m1xima (cels. mL⁻¹; ACM) y tasa de crecimiento (Div.cels⁻¹; TC) de la cepa PDMA1 de *D. acuminata* aislada de la costa de Océano Pacífico cultivada a distintas temperaturas e intensidad de luz. DE: desviación estándar.



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura A. Sector geográfico que abarcará el estudio, incluyendo la ubicación de los transectos de muestreo de agua en cada una de las regiones administrativas consideradas.

Figura B. Sector geográfico que abarcará el estudio, incluyendo la ubicación de las estaciones de extracción de transvectores en cada una de las regiones administrativas consideradas

Figura C. Ubicación geográfica de las bahías consideradas en la región del Biobío, incluyendo los cuatro transectos de muestreo de agua (color azul) y las estaciones de extracción de transvectores (color verde) que se realizará en cada sitio.

Figura D. Ubicación geográfica de los lugares considerados en la región de La Araucanía, incluyendo los tres transectos de muestreo de agua (color azul) y las estaciones de extracción de transvectores (color verde) que se realizará en cada sitio.

Figura E. Ubicación geográfica de los lugares considerados en la región de Los Ríos, incluyendo los cuatro transectos de muestreo de agua (color azul) y las estaciones de extracción de transvectores (color verde) que se realizará en cada sitio.

Figura F. Ubicación geográfica de los lugares considerados en la región de Los Lagos, incluyendo los nueve transectos de muestreo de agua (color azul) y las estaciones de extracción de transvectores (color verde) que se realizará en cada sitio.

Figura G. Ubicación geográfica del transecto de muestreo de agua en la región de Aysén.

Figura 1.1.1. Densidad (Células L^{-1}) de las 20 especies que más contribuyen a la abundancia total del fitoplancton en las estaciones ubicadas a 2 millas desde la costa.

Figura 1.1.2. Densidad (Células L^{-1}) de las 20 especies que más contribuyen a la abundancia total del fitoplancton en las estaciones ubicadas a 5 millas desde la costa.

Figura 1.1.3. Densidad (Células L^{-1}) de las 20 especies que más contribuyen a la abundancia total del fitoplancton en las estaciones ubicadas a 10 millas desde la costa

Figura 1.1.4. Distribución espacio – temporal de la abundancia relativa de *A. catenella* durante los Cruceros 1 a 11.

Figura 1.1.5. Distribución espacio – temporal de la abundancia relativa de *A. ostenfeldii* durante los Cruceros 1 a 11.

Figura 1.1.6. Distribución espacio – temporal de la abundancia relativa de *D. acuminata* durante los Cruceros 1 a 11.

Figura 1.1.7. Distribución espacio – temporal de la abundancia relativa de *D. acuta* durante los Cruceros 1 a 11.



Figura 1.1.8. Distribuci3n espacio – temporal de la abundancia relativa de *P. reticulatum* durante los Cruceros 1 a 11.

Figura 1.1.9. Distribuci3n espacio – temporal de la abundancia relativa de *P. cf. australis* durante los Cruceros 1 a 11.

Figura 1.1.10. Distribuci3n espacio – temporal de la abundancia relativa de *P. cf. pseudodelicatissima* durante los Cruceros 1 a 11.

Figura 1.3.1. a) Crucero 1-2 millas, b) Crucero 1-5 millas y c) Crucero 1-10 millas para las variables de Temperatura (°C), Salinidad (UPS), Oxigeno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m3) entre las latitudes 36°S y 44°S.

Figura 1.3.2. a) Crucero 2-2 millas, b) Crucero 2-5 millas y c) Crucero 2-10 millas para las variables de Temperatura (°C), Salinidad (UPS), Oxigeno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m3) entre las latitudes 36°S y 44°S

Figura 1.3.3. a) Crucero 3-2 millas, b) Crucero 3-5 millas y c) Crucero 3-10 millas para las variables de Temperatura (°C), Salinidad (UPS), Oxigeno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m3) entre las latitudes 36°S y 44°S.

Figura 1.3.4. a) Crucero 4-2 millas, b) Crucero 4-5 millas y c) Crucero 4-10 millas para las variables de Temperatura (°C), Salinidad (UPS), Oxigeno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m3) entre las latitudes 36°S y 44°S.

Figura 1.3.5. a) Crucero 5-2 millas, b) Crucero 5-5 millas y c) Crucero 5-10 millas para las variables de Temperatura (°C), Salinidad (UPS), Oxigeno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m3) entre las latitudes 36°S y 44°S.

Figura 1.3.6. a) Crucero 6-2 millas, b) Crucero 6-5 millas y c) Crucero 6-10 millas para las variables de Temperatura (°C), Salinidad (UPS), Oxigeno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m3) entre las latitudes 36°S y 44°S.

Figura 1.3.7. a) Crucero 7-2 millas, b) Crucero 7-5 millas y c) Crucero 7-10 millas para las variables de Temperatura (°C), Salinidad (UPS), Oxigeno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m3) entre las latitudes 36°S y 44°S.

Figura 1.3.8. a) Crucero 8-2 millas, b) Crucero 8-5 millas y c) Crucero 8-10 millas para las variables de Temperatura (°C), Salinidad (UPS), Oxigeno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m3) entre las latitudes 36°S y 44°S.

Figura 1.3.9. a) Crucero 9-2 millas, b) Crucero 9-5 millas y c) Crucero 9-10 millas para las variables de Temperatura (°C), Salinidad (UPS), Oxigeno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m3) entre las latitudes 36°S y 44°S.

Figura 1.3.10. a) Crucero 10-2 millas, b) Crucero 10-5 millas y c) Crucero 10-10 millas para las variables de Temperatura (°C), Salinidad (UPS), Oxigeno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m3) entre las latitudes 36°S y 44°S.

Figura 1.3.11. a) Crucero 10-2 millas, b) Crucero 10-5 millas y c) Crucero 10-10 millas para las variables de Temperatura (°C), Salinidad (UPS), Oxigeno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m3) entre las latitudes 36°S y 44°S

Figura 1.3.12. Secci3n longitudinal de las masas de agua entre los 10° S y los 50° S. Tomado de Silva *et al.*, 2009. ESSW=AESS, SAAW=ASAA, AAIW=AIAA, PDW=APP.

Figura 1.3.13. Diagrama de un sistema de surgencia en la costa de Chile.



Figura 1.3.13. Concentraciones de nitrito (NO_2) para las 5 regiones de muestreo en el estrato 0-10m y 10-20m, durante 2018, 2019 y 2020.

Figura 1.3.15. Concentraciones de nitrato (NO_3) para las 5 regiones de muestreo en el estrato 0-10m y 10-20m, durante 2018, 2019 y 2020

Figura 1.3.16. Concentraciones de fosfato (PO_4) para las 5 regiones de muestreo en el estrato 0-10m y 10-20m, durante 2018, 2019 y 2020

Figura 1.3.17. Concentraciones de silicato (SiO_4) para las 5 regiones de muestreo en el estrato 0-10m y 10-20m, durante 2018, 2019 y 2020

Figura 1.3.18. Diagrama de cajas para concentraciones de nitrito (NO_2), nitrato (NO_3), fosfato (PO_4) y sílice (SiO_4) en las 5 regiones de muestreo en el estrato 0-10m, durante los meses promediados.

Figura 1.3.19. Diagrama de cajas para concentraciones de nitrito (NO_2), nitrato (NO_3), fosfato (PO_4) y sílice (SiO_4) en las 5 regiones de muestreo en el estrato 10-20m, durante los meses promediados.

Figura 1.3.20. Promedios y desviaci3n entre meses durante los periodos 2018, 2019 y 2020, para las concentraciones de nitrito (NO_2), nitrato (NO_3), fosfato (PO_4) y sílice (SiO_4) en las 5 regiones de muestreo en el estrato 0-10m

Figura 1.3.21. Promedios y desviaci3n entre meses durante los periodos 2018, 2019 y 2020, para las concentraciones de nitrito (NO_2), nitrato (NO_3), fosfato (PO_4) y sílice (SiO_4) en las 5 regiones de muestreo en el estrato 10-20m

Figura 1.3.22. Serie de tiempo de las concentraciones de nitrito (NO_2) para las 5 regiones de muestreo en el estrato 0-10m, durante 2018, 2019 y 2020.

Figura 1.3.23. Serie de tiempo de las concentraciones de nitrito (NO_2) para las 5 regiones de muestreo en el estrato 10-20m, durante 2018, 2019 y 2020.

Figura 1.3.24. Serie de tiempo de las concentraciones de nitrato (NO_3) para las 5 regiones de muestreo en el estrato 0-10m, durante 2018, 2019 y 2020.

Figura 1.3.25. Serie de tiempo de las concentraciones de nitrato (NO_3) para las 5 regiones de muestreo en el estrato 10-20m, durante 2018, 2019 y 2020.

Figura 1.3.26. Serie de tiempo de las concentraciones de fosfato (PO_4) para las 5 regiones de muestreo en el estrato 0-10m, durante 2018, 2019 y 2020.

Figura 1.3.27. Serie de tiempo de las concentraciones de nitrato (PO_4) para las 5 regiones de muestreo en el estrato 10-20m, durante 2018, 2019 y 2020.

Figura 1.3.28. Serie de tiempo de las concentraciones de silicato (SiO_4) para las 5 regiones de muestreo en el estrato 0-10m, durante 2018, 2019 y 2020

Figura 1.3.29. Serie de tiempo de las concentraciones de silicato (SiO_4) para las 5 regiones de muestreo en el estrato 10-20m, durante 2018, 2019 y 2020



Figura 1.4.1. Quistes de dinoflagelados registrados en sedimentos de las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. (A, B) *Alexandrium catenella*, (C) *Alexandrium ostenfeldii*, (D) *Protoceratium reticulatum*, (E) cf. *Lingulodinium polyedra*, (F) *Spiniferites pachydermus*, (G) *Spiniferites* cf. *ramosus*, (H) *Gonyaulax spinifera* (*Nematosphaeropsis labyrinthus*), (I) *Biecheleria* sp., (J) *Dactylocladus arachnoides*, (K) *Pentapleura dalei*, (L) *Scrippsiella donghaiensis*, (M) *Scrippsiella lachrymosa*, (N) *Scrippsiella precaria*, (Ñ) *Scrippsiella patagonica*, (O) *Scrippsiella* sp., (P) *Echinidinium aculeatum*, (Q) *Echinidinium* cf. *granulatum*, (R) cf. *Oblea rotunda*, (S) cf. *Lebouria pusilla*, (T) cf. *Huia caspica*, (U) *Niea acanthocysta*, (V) *Niea torta*, (W) *Preperidinium meunieri*. Barra de escala: 10 μ m.

Figuras 1.4.2. Quistes de dinoflagelados registrados en sedimentos de las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. (A) *Diplopsalopsis ovata*, (B) *Brigantedinium* cf. *asymmetricum*, (C) *Archaeoperidinium minutum*, (D) *Archaeoperidinium constrictum*, (E) cf. *Protoperidinium haizhouense*, (F) *Trinovantedinium variabile*, (G) *Selenopemphix tholus*, (H) *Selenopemphix undulata*, (I) *Protoperidinium americanum*, (J) *Protoperidinium avellana*, (K) *Protoperidinium claudicans*, (L) *Protoperidinium conicoides*, (M) *Protoperidinium conicum*, (N) *Protoperidinium* cf. *conicum*, (Ñ) *Protoperidinium denticulatum*, (O) *Protoperidinium excentricum*, (P) *Protoperidinium leonis*, (Q) *Protoperidinium nudum*, (R) *Protoperidinium oblongum*, (S) *Protoperidinium pentagonum*, (T) *Protoperidinium punctulatum*, (U) *Protoperidinium thorianum*, (V) *Protoperidinium thulesence*, (W) *Protoperidinium* spp., (X) *Protoperidinium* sp. 3. Barra de escala: 10 μ m

Figuras 1.4.3. Quistes de dinoflagelados registrados en sedimentos de las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. (A) *Protoperidinium* sp. 4, (B) *Protoperidinium* sp. 6, (C) *Protoperidinium* sp. 8, (D) *Protoperidinium* sp. 9, (E) *Gyrodinium undulans*, (F) *Polykrikos schwartzii*, (G) *Polykrikos kofoidii*, (H) *Polykrikos* sp., (I) No identificado 4, (J) No identificado 9, (K) No identificado 10, (L) No identificado 42, (M) No identificado 44, (N) No identificado 45, (Ñ) No identificado 46. Barra de escala 10.

Figuras 1.4.4. Número de especies identificadas en el área de estudio de acuerdo a órdenes de dinoflagelados.

Figura 1.4.5. Número total de especies identificadas en sedimentos de las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.

Figuras 1.4.6. Abundancia total de quistes identificados en sedimento superficial de las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos de acuerdo a órdenes de dinoflagelados.

Figuras 1.4.7. Abundancia total de quistes No Identificados (NI) registrados en sedimento superficial de las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.

Figuras 1.4.8. Estrategia nutricional de especies de quistes de dinoflagelados registrados en sedimento superficial de las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.

Figuras 1.4.9. Abundancia total de quistes de dinoflagelados registrados en sedimento superficial de las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.

Figuras 1.4.10. Abundancia de quistes de dinoflagelados en sedimento superficial de la Región del Biobío obtenido en diciembre 2021 (primavera). Valores expresados como quistes cm^{-3} de sedimento húmedo.



Figuras 1.4.11. Abundancia de quistes de dinoflagelados en sedimento superficial de la Región de La Araucanía obtenido en noviembre 2021 (primavera). Valores expresados como quistes cm^{-3} de sedimento húmedo.

Figuras 1.4.12. Abundancia de quistes de dinoflagelados en sedimentos superficial de la Región de Los Ríos obtenido en noviembre 2021 (primavera). Valores expresados como quistes cm^{-3} de sedimento húmedo.

Figuras 1.4.13. Abundancia de quistes de dinoflagelados en sedimentos superficial de la Región de Los Ríos obtenido en noviembre 2021 (primavera). Valores expresados como quistes cm^{-3} de sedimento húmedo.

Figuras 1.4.14. Registro total de quistes vacíos (germinados) y quistes llenos (con protoplasma) en el área de estudio.

Figuras 1.4.15. Registro de quistes vacíos (germinados) y quistes llenos (con protoplasma) en la Región del Biobío

Figuras 1.4.16. Registro de quistes vacíos (germinados) y quistes llenos (con protoplasma) en la Región de La Araucanía.

Figuras 1.4.17. Registro de quistes vacíos (germinados) y quistes llenos (con protoplasma) en la Región de Los Ríos

Figuras 1.4.18. Registro de quistes vacíos (germinados) y quistes llenos (con protoplasma) en la Región de Los Lagos.

Figuras 1.4.19. Quistes vacíos (germinados), quistes llenos (con protoplasma) y abundancia total de quistes en estaciones de las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.

Figuras 1.4.20. Riqueza de especies de quistes en estaciones de las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. Valor promedio indicado por línea roja punteada.

Figuras 1.4.21. Riqueza de especies promedio en las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.

Figuras 1.4.22. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') en estaciones de las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. Valor promedio indicado por línea roja punteada.

Figuras 1.4.23. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') promedio en las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.

Figuras 1.4.24. Equitatividad de Shannon (E_H) en estaciones de las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. Valor promedio indicado por línea roja punteada.

Figuras 1.4.25. Equitatividad de Shannon (E_H) promedio en las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.

Figuras 1.4.26. Abundancia de quistes de *A. catenella* en la Región de Los Lagos. Valores expresados en quistes cm^{-3} de sedimento húmedo.

Figuras 1.4.27. Abundancia de quistes de *A. ostenfeldii* en la Región del Biobío. Valores expresados en quistes cm^{-3} de sedimento húmedo.



Figuras 1.4.28. Abundancia de quistes de *P. reticulatum* en la Región de Los Lagos. Valores expresados en quistes cm^{-3} de sedimento húmedo.

Figura 1.4.29. Células móviles de *Dactylocladus arachnoides* obtenidas a partir de la germinación de quistes de resistencia. Triángulo negro indica compleja estructura apical y triángulo blanco vesículas anfrimales del hipocono.

Figura 2.1.1 Contribución porcentual de los grupos del fitoplancton a la abundancia total durante el periodo de estudio 2018 – 2021

Figura 2.1.2 Número de especies por grupo del fitoplancton durante el periodo de estudio 2018 – 2021

Figura 2.1.3 Contribución porcentual de las principales especies del fitoplancton para cada una de las regiones de estudio, para el periodo entre el 2018 – 2021.

Figura 2.1.4 Composición fitoplanctónica de las 55 especies que contribuyen con una abundancia promedio mayor a 1000 células L^{-1} durante el periodo de estudio 2018-2021. Para cada especie se presentan las abundancias promedio (Cél L^{-1}), frecuencia de ocurrencia (%), frecuencia de ocurrencia por periodo del año (%), frecuencia de ocurrencia por región de estudio (%) y frecuencia de ocurrencia por profundidad de muestreo (%).

Figura 2.1.5. Diagrama de Olmstead-Tukey que relaciona la frecuencia de ocurrencia (%) y la densidad celular ($\log \text{Cél. L}^{-1}$), para el periodo comprendido entre marzo de 2018 y enero de 2022.

Figura 2.1.6. Frecuencia de ocurrencia (%) para la especie nociva *Alexandrium catenella* en el área de estudio.

Figura 2.1.7. Frecuencia de ocurrencia (%) para la especie nociva *Alexandrium ostenfeldii* en el área de estudio.

Figura 2.1.8. Frecuencia de ocurrencia (%) para la especie nociva *Dinophysis acuminata* en el área de estudio.

Figura 2.1.9. Frecuencia de ocurrencia (%) para la especie nociva *Dinophysis acuta* en el área de estudio.

Figura 2.1.10. Frecuencia de ocurrencia (%) para la especie nociva *Protoceratium reticulatum* en el área de estudio

Figura 2.1.11. Frecuencia de ocurrencia (%) para la especie nociva *Pseudo-nitzschia australis* en el área de estudio.

Figura 2.1.12. Frecuencia de ocurrencia (%) para la especie nociva *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* en el área de estudio.

Figura 2.1.13. Frecuencia de ocurrencia (%) para el grupo de las Kareniaceas en el área de estudio.

Figura 2.1.14. Sección latitudinal que muestra los valores de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Salinidad (PSU), Oxígeno (mg/L) y Fluorescencia (mg/m^3) registrados durante febrero de 2018.



Figura 2.1.15. Secci3n latitudinal que muestra los valores de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Salinidad (PSU), Ox3geno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m^3) registrados durante febrero de 2019.

Figura 2.1.16. Secci3n latitudinal que muestra los valores de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Salinidad (PSU), Ox3geno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m^3) registrados durante febrero de 2020.

Figura 2.1.17. Secci3n latitudinal que muestra los valores de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Salinidad (PSU), Ox3geno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m^3) registrados durante febrero de 2021.

Figura 2.1.18. Composici3n fitoplanctonica de las 20 especies que m3s contribuyen a la abundancia del fitoplancton, para cada una de las estaciones de muestreo durante febrero de 2018.

Figura 2.1.19. Composici3n fitoplanctonica de las 20 especies que m3s contribuyen a la abundancia del fitoplancton, para cada una de las estaciones de muestreo durante febrero de 2019.

Figura 2.1.20. Composici3n fitoplanctonica de las 20 especies que m3s contribuyen a la abundancia del fitoplancton, para cada una de las estaciones de muestreo durante febrero de 2020.

Figura 2.1.21. Composici3n fitoplanctonica de las 20 especies que m3s contribuyen a la abundancia del fitoplancton, para cada una de las estaciones de muestreo durante febrero de 2021.

Figura 2.1.22. Distribuci3n espacio – temporal de la abundancia relativa de *A. catenella* para el periodo de estudio comprendido entre febrero de 2018 a enero de 2021.

Figura 2.1.23. Distribuci3n espacio – temporal de la abundancia relativa de *A. ostenfeldii* para el periodo de estudio comprendido entre febrero de 2018 a enero de 2021.

Figura 2.1.24. Distribuci3n espacio – temporal de la abundancia relativa de *D. acuminata* para el periodo de estudio comprendido entre febrero de 2018 a enero de 2021.

Figura 2.1.25. Distribuci3n espacio – temporal de la abundancia relativa de *D. acuta* para el periodo de estudio comprendido entre febrero de 2018 a enero de 2021.

Figura 2.1.26. Distribuci3n espacio – temporal de la abundancia relativa de *P. reticulatum* para el periodo de estudio comprendido entre febrero de 2018 a enero de 2021.

Figura 2.1.27. Distribuci3n espacio – temporal de la abundancia relativa de *P. cf. australis* para el periodo de estudio comprendido entre febrero de 2018 a enero de 2021.

Figura 2.1.28. Distribuci3n espacio – temporal de la abundancia relativa de *P. cf. pseudodelicatissima* para el periodo de estudio comprendido entre febrero de 2018 a enero de 2021.



Figura 2.1.29. Distribuci3n espacial del promedio de: temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (UPS), Clorofila (mg m^{-3}), Abundancia relativa de las especies nocivas y concentraci3n de toxinas 3cido Domoico AD (ng g^{-1}), Pectenotoxina 2 PTX-2 (ng g^{-1}), Azaspir3cido 2 AZA2 (ng g^{-1}), Gymnodimina Gym (ng g^{-1}), Espirolidos SPX1 (ng g^{-1}), N-sulfocarbamil gonyautoxinas C1, C2 ($\mu\text{g eq. STX 2HCL } 100 \text{ g}^{-1}$), Gonyautoxinas GTX1-5 ($\mu\text{g eq. STX 2HCL } 100 \text{ g}^{-1}$), Saxitoxinas ($\mu\text{g eq. STX 2HCL } 100 \text{ g}^{-1}$), para cada una de las estaciones de monitoreo de mariscos.

Figura 2.1.30. 3reas Bootstrap para el promedio anual de la abundancia de la composici3n fitoplanct3nica para todo el periodo de estudio (2018 – 2021), ploteadas en un gr3fico de Escalamiento Multidimensional M3trico (mMDS) con 60 bootstraps por grupo y 95% de cobertura.

Figura 2.1.31. 3reas Bootstrap para el promedio anual de las variables ambientales (Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Salinidad (PSU), Ox3geno (ml/L), Fluorescencia ($\mu\text{g/L}$), $\text{T}^{\circ}\text{Aire}$ ($^{\circ}\text{C}$), Nubosidad, Presi3n Atm (Bar), Dir Viento ($^{\circ}$) IntViento (m/s), Secchi (m), Luz (Lux)) para todo el periodo de estudio (2018 – 2021), ploteadas en un gr3fico de Escalamiento Multidimensional M3trico (mMDS) con 60 bootstraps por grupo y 95% de cobertura.

Figura 2.1.32. 3reas Bootstrap para el promedio mensual de la abundancia de la composici3n fitoplanct3nica para todo el periodo de estudio (2018 – 2021), ploteadas en un gr3fico de Escalamiento Multidimensional M3trico (mMDS) con 25 bootstraps por grupo y 95% de cobertura.

Figura 2.1.33. 3reas Bootstrap para el promedio mensual de las variables ambientales (Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Salinidad (PSU), Ox3geno (ml/L), Fluorescencia ($\mu\text{g/L}$), $\text{T}^{\circ}\text{Aire}$ ($^{\circ}\text{C}$), Nubosidad, Presi3n Atm (Bar), Dir Viento ($^{\circ}$) IntViento (m/s), Secchi (m), Luz (Lux)) para todo el periodo de estudio (2018 – 2021), ploteadas en un gr3fico de Escalamiento Multidimensional M3trico (mMDS) con 60 bootstraps por grupo y 95% de cobertura.

Figura 2.3.1. Distribuci3n vertical y espacial de las concentraciones de PO_4^{3-} (μM) a 0 m (rojo), 5 m (naranja), 10 m (amarillo), 15 m (verde), 20 m (celeste) y 30 m (azul) para las 20 localidades ordenadas de norte a sur, Coliumo, Colcura, Tubul, Llico, Nehuentu3, Puerto Saavedra, Queule, Mehuin, Niebla, Chaihuin, Rio Bueno, Bah3a Mansa, Estaquilla, Playa Brava, Faro Corona, Carelmapu, Mar Brava, Chepu, Cucao, Caleta Zorra, donde el eje y muestra la concentraci3n de PO_4^{3-} (μM) y el eje x la fecha de muestreo realizado entre marzo 2018 a diciembre 2019.

Figura 2.3.2. Distribuci3n vertical y espacial de las concentraciones de nitrito, NO_2^- (μM) a 0 m (rojo), 5 m (naranja), 10 m (amarillo), 15 m (verde), 20 m (celeste) y 30 m (azul) para las 20 localidades ordenadas de norte a sur, Coliumo, Colcura, Tubul, Llico, Nehuentu3, Puerto Saavedra, Queule, Mehuin, Niebla, Chaihuin, Rio Bueno, Bah3a Mansa, Estaquilla, Playa Brava, Faro Corona, Carelmapu, Mar Brava, Chepu, Cucao, Caleta Zorra, donde el eje y muestra la concentraci3n de PO_4^{3-} (μM) y el eje x la fecha de muestreo realizado entre marzo 2018 a diciembre 2019

Figura 2.3.3. Distribuci3n vertical y espacial de las concentraciones de nitrato, NO_3^- (μM) a 0 m (rojo), 5 m (naranja), 10 m (amarillo), 15 m (verde), 20 m (celeste) y 30 m (azul) para las 20 localidades ordenadas de norte a sur, Coliumo, Colcura, Tubul, Llico, Nehuentu3, Puerto Saavedra, Queule, Mehuin, Niebla, Chaihuin, Rio Bueno, Bah3a Mansa, Estaquilla, Playa Brava, Faro Corona, Carelmapu, Mar Brava, Chepu, Cucao, Caleta Zorra, donde el eje y muestra la concentraci3n de PO_4^{3-} (μM) y el eje x la fecha de muestreo realizado entre marzo 2018 a diciembre 2019

Figura 2.3.4. Mapa de los promedios latitudinales de las Anomal3as de Energ3a Potencial (J/m^3) para las estaciones seleccionadas (Izquierda) y distribuci3n de la Anomal3a de Energ3a Potencial (J/m^3) para cada localidad de norte a sur (derecha) y las fechas analizadas (eje inferior derecho).



Figura 2.3.5. Mapa de los promedios latitudinales de la Profundidad de la capa de agua dulce superficial “HF” (m) para las estaciones seleccionadas (enumeradas) (Izquierda) y distribución de la Profundidad de la capa de agua dulce superficial “HF” (m) para cada localidad de norte a sur y las fechas analizadas

Figura 2.3.6. Distribución vertical y espacial de la Salinidad para las profundidades discretas en líneas de colores, 0 m (rojo), 5 m (naranja), 10 m (amarillo), 15 m (verde), 20 m (celeste) y 30 m (azul) metros para las 20 estaciones ordenadas de norte a sur, Coliumo, Colcura, Tubul, Llico, Nehuentué, Puerto Saavedra, Queule, Mehuin, Niebla, Chaihuin, Río Bueno, Bahía Mansa, Estaquilla, Playa Brava, Faro Corona, Carelmapu, Mar Brava, Chepu, Cucao, Caleta Zorra, donde el eje *y* son la Salinidad y el eje *x* es el período del muestreo realizado entre marzo 2018 a diciembre 2019.

Figura 2.3.7. Mapa de los promedios latitudinales de la Clorofila-a (mg/m^2) integrada para las estaciones seleccionadas (enumeradas) (Izquierda) y distribución de la clorofila integrada para cada localidad de norte a sur y las fechas analizadas.

Figura 2.3.8. MDS (Metric Dimensional Scaling) para los datos de nutrientes (Nitri0, Nitri30, Nitra0, Nitra30, Fosfa0, Fosfa30, MDnitri, MDnitra, MDfosfa, NitriInt, Nitralnt, Fosfalnt) de los promedios (av) y agrupaciones para los años 2018 (azul) y 2019 (rojo).

Figura 2.3.9. MDS (Metric Dimensional Scaling) para los datos de nutrientes (Nitri0, Nitri30, Nitra0, Nitra30, Fosfa0, Fosfa30, MDnitri, MDnitra, MDfosfa, NitriInt, Nitralnt, Fosfalnt) de los promedios Bootstrap (av) para la región de Biobío (azul), región de la Araucanía (rojo) región de Los Ríos (verde) y región de Los Lagos (púrpura) durante meses de marzo al 2018 a diciembre 2019.

Figura 2.3.10. Metric MDS para los datos de nutrientes (Nitri0, Nitri30, Nitra0, Nitra30, Fosfa0, Fosfa30, MDnitri, MDnitra, MDfosfa, NitriInt, Nitralnt, Fosfalnt) de los promedios Bootstrap para cada localidad entre los meses de enero (1), febrero (2), marzo (3), abril (4), mayo (5), junio (6), julio (7), agosto (8), septiembre (9), octubre (10), noviembre (11), diciembre (12).

Figura 2.3.11. Análisis Canónico de Coordenadas principales (CAP) para la Anomalía de energía potencial, PEA (J/m^3), Profundidad de la capa de agua dulce superficial, HF (m), Máximo gradiente de la frecuencia Brunt-Vaisala MBV(ciclos/hora), Profundidad del máximo gradiente de la frecuencia Brunt-Vaisala PMBV (m), Clorofila integrada CHLI y máximo de clorofila integrada MCHL como impulsores de la distribución regional estaciones de la región Biobío en azul, púrpura para La Araucanía, verde Los Ríos y rojo Los Lagos) para los datos de nutrientes (Nitri0, Nitri30, Nitra0, Nitra30, Fosfa0, Fosfa30, MDnitri, MDnitra, MDfosfa, NitriInt, Nitralnt, Fosfalnt), durante los promedios de los meses octubre, noviembre, diciembre para los años 2018 y 2019.

Figura 2.3.12. Caudal en el Río Calle Calle en Pupunahue para el período de enero 2017 a enero 2020.

Figura 3.1.1. Detección de *A. catenella* mediante PCR tiempo real (qPCR) para las estaciones ubicadas en las 5 millas para cada uno de los cruceros de la Etapa IV. Barras de color azul representan el número de copias del gene ribosomal para cada estación analizada.

Figura 3.1.2. Detección de *A. ostenfeldii* mediante PCR tiempo real (qPCR) para las estaciones ubicadas en las 5 millas para cada uno de los cruceros de la Etapa IV. Barras de color azul representan el número de copias del gene ribosomal para cada estación analizada.



Figura 3.1.3. Detección de *P. reticulatum* mediante PCR tiempo real (qPCR) para las estaciones ubicadas en las 5 millas para cada uno de los cruceros de la Etapa IV. Barras de color azul representan el número de copias del gene ribosomal para cada estación analizada.

Figura 3.1.4. Número de ASV por sitio de muestreo.

Figura 3.1.5. Abundancia relativa (N° de lecturas) a nivel taxonómico de genero para la clase *Dinophyceae* y *Bacillariophyta*.

Figura 3.3.1. Reconstrucción filogenética de las secuencias de *D. acuminata* aisladas de la costa del Pacifico (PDAM1, PDAM2 y PDAM3) utilizando una aproximación bayesiana.

Figura 3.3.2. Fotografías de la cepa PDAM1 de *D. acuminata* aislada de la costa del océano Pacifico a lo largo de sus fases de crecimiento. A - F Células en crecimiento exponencial. G – R células después de tres meses de cultivo sin adición de presa (*M. rubrum*).

Figura 3.3.3. Curva de crecimiento de la cepa PDAM1 de *D. acuminata* (naranja) aislada de la costa del océano Pacífico y de su presa *M. rubrum* (azul) cultivadas a distintas intensidades de luz.

Figura 3.3.4. Curva de crecimiento de la cepa PDAM1 de *D. acuminata* (naranja) aislada de la costa del océano Pacífico y de su presa *M. rubrum* (azul) cultivadas a distintas intensidades de luz y temperatura.

Figura 3.3.5. Producción de toxinas de la cepa de *D. acuminata* PDAM1 aislada de la costa del océano Pacifico y cultivada a distinta intensidad de luz y temperatura.

Figura 4.1.1.- Vista principal del WebMap “Situación Marea Roja Costa-Pacífico 2021

Figura 4.1.2.- Ejemplo de consulta directa a reportes por Área de Muestreo en el link que aparece al dar click sobre la entidad.

Figura 4.1.3.- Ejemplo de consulta directa a Estaciones de Monitoreo e información que contiene la entidad, desplegada como recuadro de la estación consultada o como tabla con toda la información de la capa.

Figura 4.1.4.- Ejemplo de consulta dinámica en el panel del WebMap y gráfico asociado a esta. En el ejemplo se aprecia situación de Abundancia Relativa para *Dinophysis acuminata*, crucero 1.

Figura 4.1.5.- Servicios web (MapServer) accesibles por medio de url, tanto para información actual e histórica, del Programa Costa-Pacífico, con acceso a información de estaciones de monitoreo, reportes y abundancias relativas.

Figura 4.1.6 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 4.1.7 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 4.1.8. En la sección del menú “Alertas”, se encuentran los dos principales monitoreos de marea roja. Al ingresar al banner de Marea Roja Pacífico, se despliegan las áreas asociadas a este Monitoreo.

Figura 4.1.9. En la sección del menú “Más”, se despliega la información general del Monitoreo, además de noticias, preguntas frecuentes y fotografías.

Figura 4.2.1. Invitación al taller de difusión de resultados de los Programas en los sistemas de Fiordos y Canales, y océano Pacífico del centro sur de Chile.

Figura 4.2.2 Invitación para el taller de actualización de conocimientos relacionados a floraciones de algas nocivas y toxinas marinas.

Figura 4.3.1. Hall de acceso al centro CECREA con los diversos stands del grupo de Putemún, IFOP, y su exposición sobre oceanografía física.

Figura 4.3.2. Diversas actividades realizadas en el hall principal de CECREA, Castro

Figura 4.3.3. Sala-Laboratorio, con espacios y equipos necesarios para el desarrollo de diversas actividades para el reconocimiento de las principales especies de microalgas en nuestro país.

Figura 4.3.4. Exposición de videos relacionados a Floraciones de Algas Nocivas en la sala multimedia del CECREA.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N EN ACUICULTURA

TABLAS



Tabla A. Localidades de muestreo de agua, coordenadas y c3digo del sitio. CTD: perfiles oceanogr3ficos; N: nutrientes, S: disco Secchi, M: meteorol3gicas, para cada una de las regiones administrativas contempladas en el programa de monitoreo.

REGI3N DEL BIOBIO					
Transecto	Estaciones	C3digo	Latitud (S)	Longitud (W)	Variables
Costa	Bahía Colcura 1	BCC-1	-37,113683	-73,159333	N; S; M
2 millas	Bahía Colcura 3	BCC-3	-37,106281	-73,173492	N; S; M
5 millas	Bahía Colcura 5	BCC-5	-37,057208	-73,234281	CTD; N; S; M
10 millas	Bahía Colcura 10	BCC-10	-36,997749	-73,301422	CTD; N; S; M
Costa	Bahía Tubul 4	BTB-4	-37,223667	-73,430000	N; S; M
2 millas	Bahía Tubul 1	BTB-1	-37,202889	-73,429472	N; S; M
5 millas	Bahía Tubul 5	BTB-5	-37,156282	-73,422661	CTD; N; S; M
10 millas	Bahía Tubul 10	BTB-10	-37,072899	-73,427986	CTD; N; S; M
Costa	Bahía Llico 2	BLL-2	-37,188786	-73,530694	N; S; M
2 millas	Bahía Llico 4	BLL-4	-37,170058	-73,527186	N; S; M
5 millas	Bahía Llico 5	BLL-5	-37,128793	-73,548723	CTD; N; S; M
10 millas	Bahía Llico 10	BLL-10	-37,054725	-73,591784	CTD; N; S; M
Costa	Bahía Coliumo 1	BCL-1	-36,539206	-72,946650	N; S; M
2 millas	Bahía Coliumo 4	BCL-4	-36,517075	-72,960753	CTD; N; S; M
5 millas	Bahía Coliumo 5	BCL-5	-36,484601	-73,018207	CTD; N; S; M
10 millas	Bahía Coliumo 10	BCL-10	-36,436408	-73,098514	CTD; N; S; M
REGI3N DE LA ARAUCANÍA					
Transecto	Estaciones	C3digo	Latitud (S)	Longitud (W)	Variables
2 millas	Nehuentúe2	MPAT1-2	-38,734486	-73,491226	CTD; N; S; M
5 millas	Nehuentúe5	MPAT1-5	-38,734440	-73,555960	CTD; N; S; M
10 millas	Nehuentúe10	MPAT1-10	-38,734974	-73,663954	CTD; N; S; M
2 millas	Puerto Saavedra2	MPAT2-2	-38,804303	-73,448530	CTD; N; S; M
5 millas	Puerto Saavedra5	MPAT2-5	-38,804332	-73,516502	CTD; N; S; M



10 millas	Puerto Saavedra10	MPAT2-10	-38,804293	-73,619126	CTD; N; S; M
2 millas	Queule2	MPAT3-2	-39,344244	-73,249118	CTD; N; S; M
5 millas	Queule5	MPAT3-5	-39,344206	-73,322249	CTD; N; S; M
10 millas	Queule10	MPAT3-10	-39,345028	-73,422924	CTD; N; S; M
REGI3N DE LOS R3OS					
Transecto	Estaciones	C3digo	Latitud (S)	Longitud (W)	Variables
2 millas	Mehuín2	MPRT1-2	-39,432229	-73,260422	CTD; N; S; M
5 millas	Mehuín5	MPRT1-5	-39,432379	-73,329358	CTD; N; S; M
10 millas	Mehuín10	MPRT1-10	-39,431686	-73,434520	CTD; N; S; M
2 millas	Niebla2	MPRT2-2	-39,850000	-73,434670	CTD; N; S; M
5 millas	Niebla5	MPRT2-5	-39,811140	-73,483360	CTD; N; S; M
10 millas	Niebla10	MPRT2-10	-39,749420	-73,558860	CTD; N; S; M
2 millas	Chaihuín2	MPRT3-2	-39,948930	-73,630178	CTD; N; S; M
5 millas	Chaihuín5	MPRT3-5	-39,948847	-73,691933	CTD; N; S; M
10 millas	Chaihuín10	MPRT3-10	-39,951225	-73,799897	CTD; N; S; M
2 millas	Río Bueno2	MPRT4-2	-40,241585	-73,762318	CTD; N; S; M
5 millas	Río Bueno5	MPRT4-5	-40,242625	-73,826490	CTD; N; S; M
10 millas	Río Bueno10	MPRT4-10	-40,242367	-73,935395	CTD; N; S; M
REGI3N DE LOS LAGOS					
Transecto	Estaciones	C3digo	Latitud (S)	Longitud (W)	Variables
2 millas	Bahía Mansa2	MPLT1-2	-40,551918	-73,762011	CTD; N; S; M
5 millas	Bahía Mansa5	MPLT1-5	-40,551600	-73,827928	CTD; N; S; M
10 millas	Bahía Mansa10	MPLT1-10	-40,550684	-73,937788	CTD; N; S; M
2 millas	Estaquilla2	MPLT2-2	-41,329606	-73,881171	CTD; N; S; M
5 millas	Estaquilla5	MPLT2-5	-41,328548	-73,951036	CTD; N; S; M
10 millas	Estaquilla10	MPLT2-10	-41,329257	-74,058293	CTD; N; S; M
2 millas	Playa Brava2	MPLT3-2	-41,678773	-73,738184	CTD; N; S; M
5 millas	Playa Brava5	MPLT3-5	-41,668525	-73,804924	CTD; N; S; M



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N EN ACUICULTURA

10 millas	Playa Brava10	MPLT3-10	-41,653339	-73,917690	CTD; N; S; M
2 millas	Caremapu2	MPLT4-2	-41,761849	-73,699239	CTD; N; S; M
5 millas	Caremapu5	MPLT4-5	-41,757801	-73,810025	CTD; N; S; M
10 millas	Caremapu10	MPLT4-10	-41,748950	-73,914382	CTD; N; S; M
2 millas	Faro Corona2	MPLT5-2	-41,775709	-73,955964	CTD; N; S; M
5 millas	Faro Corona5	MPLT5-5	-41,756576	-74,014711	CTD; N; S; M
10 millas	Faro Corona10	MPLT5-10	-41,728596	-74,122698	CTD; N; S; M
2 millas	Mar Brava2	MPLT6-2	-41,884373	-74,043913	CTD; N; S; M
5 millas	Mar Brava5	MPLT6-5	-41,883842	-74,112817	CTD; N; S; M
10 millas	Mar Brava10	MPLT6-10	-41,880660	-74,226048	CTD; N; S; M
2 millas	Chepu2	MPLT7-2	-42,113249	-74,084693	CTD; N; S; M
5 millas	Chepu5	MPLT7-5	-42,111738	-74,151330	CTD; N; S; M
10 millas	Chepu10	MPLT7-10	-42,109928	-74,261747	CTD; N; S; M
2 millas	Cucao2	MPLT8-2	-42,575183	-74,190554	CTD; N; S; M
5 millas	Cucao5	MPLT8-5	-42,573575	-74,258578	CTD; N; S; M
10 millas	Cucao10	MPLT8-10	-42,569872	-74,370087	CTD; N; S; M
2 millas	Caleta Zorra2	MPLT9-2	-43,129568	-74,352738	CTD; N; S; M
5 millas	Caleta Zorra5	MPLT9-5	-43,128443	-74,422510	CTD; N; S; M
10 millas	Caleta Zorra10	MPLT9-10	-43,125890	-74,533961	CTD; N; S; M
REGI3N DE LOS AYS3N					
Transecto	Estaciones	C3digo	Latitud (S)	Longitud (W)	Variables
2 millas	Canal Tuamapu2	MPAYT1-2	-43,981944	-74,194444	CTD; N; S; M
5 millas	Canal Tuamapu5	MPAYT1-5	-43,936947	-74,256806	CTD; N; S; M
10 millas	Canal Tuamapu10	MPAYT1-10	-43,881055	-74,336258	CTD; N; S; M



Tabla B. Escalas de abundancia relativa para *Dinophysis acuta*, *Alexandrium catenella*, *Pseudo-nitzschia cf. australis* y *P. cf. pseudodelicatissima*. Número de células promedio bajo un cubre-objeto de 18x18 mm en 3 alícuotas de 0,1 ml cada una.

	Escala	<i>D. acuta</i> (1)	<i>A. catenella</i> (2)	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.
Ausente	0	0	0	0
Raro	1	1 – 5	1 - 2	1 – 10
Escaso	2	6 – 15	3 - 10	11 – 50
Regular	3	16 – 35	11 - 42	51 – 210
Abundante	4	36 - 75	43 - 170	211 – 850
Muy abundante	5	76 - 155	171 - 682	851 – 3.410
Extremadamente abundante	6	156 - 315	683 – 2.730	3.411 – 13.650
Hiper abundante	7	316 - 635	2.731 – 10.922	13.651 – 54.610
Ultra abundante(3)	8	636 -1.275	10.923 – 43.690	54.611 - 218.450
Mega abundante(3)	9	1.276 – 2.555	43.691 – 174.762	218.451 – 837.810
>Mega abundante(3)	10	2.555 – 5.115	174.763 – 699.050	837.811- 3.495.250

Esta escala se aplica también para *A. ostentfeldii* y *D. acuminata*.

Esta escala se aplica también para *Protoceratium reticulatum*

Los niveles de abundancia relativa 8, 9 y 10 son excepcionales



Tabla C. Localidades de muestreo de marisco centinela primario, coordenadas y código del sitio, para cada una de las regiones administrativas contempladas en el programa de monitoreo. Se agrega Río Colún como estación complementaria para la extracción de mariscos en la región de Los Ríos, debido a que es el punto más cercano la estación de Río Bueno (Sin recurso).

REGIÓN DEL BIOBÍO				
Localidad	Código	Latitud (S)	Longitud (W)	Transvector
Bahía Colcura	BCCM-1	-37,129083	-73,174389	cholga
Bahía Tubul	BTBM-1	-37,152278	-73,462028	navajuela
Bahía Llico	BLLM-1	-37,132222	-73,554333	cholga
Bahía Coliumo	BCLM-1	-36,528528	-72,952778	cholga
REGIÓN DE LA ARAUCANÍA				
Localidad	Código	Latitud (S)	Longitud (W)	Transvector
Nehuentúe	MPAT1	-38,745917	-73,412667	choro maltón
Puerto Saavedra	MPAT2	-38,772056	-73,412278	choro maltón
Queule	MPAT3	-39,397528	-73,211556	choro maltón
REGIÓN DE LOS RÍOS				
Localidad	Código	Latitud (S)	Longitud (W)	Transvector
Mehuín	MPRT1	-39,442972	-73,204556	choro maltón
Niebla	MPRT2	-39,878778	-73,400444	navajuela
Chaihuin	MPRT3	-39,946861	-73,580861	choro maltón
Río Bueno	MPRT4	-----	-----	Sin recurso
Río Colún	complementaria	-40,085444	-73,645861	choro maltón



REGIÓN DE LOS LAGOS				
Localidad	Código	Latitud (S)	Longitud (W)	Transvector
Bahía Mansa	MPLT1	-40,591250	-73,736361	piure
Estaquilla	MPLT2	-----	-----	Sin recurso
Playa Brava	MPLT3	-41,689028	-73,765278	almeja
Caremapu	MPLT4	-41,766472	-73,777556	almeja
Faro Corona	MPLT5	-----	-----	Sin recurso
Mar Brava	MPLT6	-41,912917	-73,997028	macha
Chepu	MPLT7	-----	-----	Sin recurso
Cucao	MPLT8	-42,599139	-74,130000	macha
Caleta Zorra	MPLT9	-----	-----	Sin recurso
REGIÓN DE LOS AYSÉN				
Localidad	Código	Latitud (S)	Longitud (W)	Transvector
Canal Tuamapu	MPAYT1	-----	-----	Sin recurso



Tabla 1.1.1. Resultados de an3lisis de toxinas en muestras de moluscos bivalvos colectados en los cuatro sectores de la regi3n del Biob3o. (ND = No Detectado; POS = positivo; SSC xx HRS = muerte a las xx horas sin signos caracter3sticos).

ESTACION	Nº	Latitud	Longitud	Recurso	TPM R1	TPM R2	TDM	TAM
	Crucero							
BAHIA COLCURA	1	- 37° 07' 44,7"	- 73° 10' 27,8"	CHOLGA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA COLIUMO	1	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	CHOLGA	ND	ND	POS SSC 21 HRS	ND
BAHIA LLICO	1	- 37° 07' 56,0"	- 73° 33' 15,6"	CHOLGA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA TUBUL	1	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	NAVAJUELA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA COLCURA	2	- 37° 07' 44,7"	- 73° 10' 27,8"	CHOLGA	ND	ND	POS 22 HRS	ND
BAHIA COLIUMO	2	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	CHOLGA	ND	ND	POS 22 HRS	ND
BAHIA LLICO	2	- 37° 07' 56,0"	- 73° 33' 15,6"	CHOLGA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA TUBUL	2	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	NAVAJUELA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA COLCURA	3	- 37° 07' 44,7"	- 73° 10' 27,8"	CHOLGA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA COLIUMO	3	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	CHOLGA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA LLICO	3	- 37° 07' 56,0"	- 73° 33' 15,6"	CHOLGA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA TUBUL	3	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	NAVAJUELA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA COLCURA	4	- 37° 07' 44,7"	- 73° 10' 27,8"	CHOLGA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA COLIUMO	4	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	CHOLGA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA LLICO	4	- 37° 07' 56,0"	- 73° 33' 15,6"	CHOLGA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA TUBUL	4	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	NAVAJUELA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA COLCURA	5	- 37° 07' 44,7"	- 73° 10' 27,8"	CHOLGA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA COLIUMO	5	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	CHOLGA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA LLICO	5	- 37° 07' 56,0"	- 73° 33' 15,6"	CHOLGA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA TUBUL	5	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	NAVAJUELA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA COLCURA	6	- 37° 07' 44,7"	- 73° 10' 27,8"	CHOLGA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA COLIUMO	6	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	CHOLGA	ND	ND	POSITIVO SSC 23 HRS	ND
BAHIA LLICO	6	- 37° 07' 56,0"	- 73° 33' 15,6"	CHOLGA	ND	ND	POSITIVO SSC 23 HRS	ND
BAHIA TUBUL	6	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	NAVAJUELA	ND	ND	POSITIVO SSC 23 HRS	ND
BAHIA COLCURA	7	- 37° 07' 44,7"	- 73° 10' 27,8"	CHOLGA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA COLIUMO	7	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	CHOLGA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA LLICO	7	- 37° 07' 56,0"	- 73° 33' 15,6"	CHOLGA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA TUBUL	7	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	NAVAJUELA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA COLCURA	8	- 37° 07' 44,7"	- 73° 10' 27,8"	CHOLGA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA COLIUMO	8	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	CHOLGA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA LLICO	8	- 37° 07' 56,0"	- 73° 33' 15,6"	CHOLGA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA TUBUL	8	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	NAVAJUELA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA COLCURA	9	- 37° 07' 44,7"	- 73° 10' 27,8"	CHOLGA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA COLIUMO	9	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	CHOLGA	ND	ND	POSITIVO SSC 23 HRS	ND
BAHIA LLICO	9	- 37° 07' 56,0"	- 73° 33' 15,6"	CHOLGA	ND	ND	POSITIVO SSC 23 HRS	ND
BAHIA TUBUL	9	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	NAVAJUELA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA COLCURA	10	- 37° 07' 44,7"	- 73° 10' 27,8"	CHOLGA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA COLIUMO	10	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	CHOLGA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA LLICO	10	- 37° 07' 56,0"	- 73° 33' 15,6"	CHOLGA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA TUBUL	10	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	NAVAJUELA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA COLCURA	11	- 37° 07' 44,7"	- 73° 10' 27,8"	CHOLGA	ND	ND	POSITIVO SSC 22 HRS	ND
BAHIA COLIUMO	11	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	CHOLGA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA LLICO	11	- 37° 07' 56,0"	- 73° 33' 15,6"	CHOLGA	ND	ND	POSITIVO SSC 22 HRS	ND
BAHIA TUBUL	11	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	NAVAJUELA	ND	ND	POSITIVO SSC 22 HRS	ND



Tabla 1.1.2. Resultados de an3lisis de toxinas en muestras de moluscos bivalvos colectados en los tres sectores de la regi3n de La Araucan3a. (ND = No Detectado).

ESTACION	Nº	Latitud	Longitud	Recurso	TPM R1	TPM R2	TDM	TAM
	Crucero							
NEHUENTUE	1	- 38° 44' 45,3"	- 73° 24' 45,6"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
PUERTO SAAVEDRA	1	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
QUEULE	1	- 39° 23' 51,1"	- 73° 12' 41,6"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
NEHUENTUE	2	- 38° 44' 45,3"	- 73° 24' 45,6"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
PUERTO SAAVEDRA	2	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
QUEULE	2	- 39° 23' 51,1"	- 73° 12' 41,6"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
NEHUENTUE	3	- 38° 44' 45,3"	- 73° 24' 45,6"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
PUERTO SAAVEDRA	3	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
QUEULE	3	- 39° 23' 51,1"	- 73° 12' 41,6"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
NEHUENTUE	4	- 38° 44' 45,3"	- 73° 24' 45,6"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
PUERTO SAAVEDRA	4	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
QUEULE	4	- 39° 23' 51,1"	- 73° 12' 41,6"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
NEHUENTUE	5	- 38° 44' 45,3"	- 73° 24' 45,6"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
PUERTO SAAVEDRA	5	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
QUEULE	5	- 39° 23' 51,1"	- 73° 12' 41,6"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
NEHUENTUE	6	- 38° 44' 45,3"	- 73° 24' 45,6"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
PUERTO SAAVEDRA	6	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
QUEULE	6	- 39° 23' 51,1"	- 73° 12' 41,6"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
NEHUENTUE	7	- 38° 44' 45,3"	- 73° 24' 45,6"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
PUERTO SAAVEDRA	7	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
QUEULE	7	- 39° 23' 51,1"	- 73° 12' 41,6"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
NEHUENTUE	8	- 38° 44' 45,3"	- 73° 24' 45,6"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
PUERTO SAAVEDRA	8	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
QUEULE	8	- 39° 23' 51,1"	- 73° 12' 41,6"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
NEHUENTUE	9	- 38° 44' 45,3"	- 73° 24' 45,6"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
PUERTO SAAVEDRA	9	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
QUEULE	9	- 39° 23' 51,1"	- 73° 12' 41,6"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
NEHUENTUE	10	- 38° 44' 45,3"	- 73° 24' 45,6"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
PUERTO SAAVEDRA	10	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
QUEULE	10	- 39° 23' 51,1"	- 73° 12' 41,6"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
NEHUENTUE	11	- 38° 44' 45,3"	- 73° 24' 45,6"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
PUERTO SAAVEDRA	11	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
QUEULE	11	- 39° 23' 51,1"	- 73° 12' 41,6"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND



Tabla 1.1.3. Resultados de an3lisis de toxinas en muestras de moluscos bivalvos colectados en los cuatro sectores de la regi3n de Los R3os. (ND = No Detectado; POS = positivo; SSC xx HRS = muerte a las xx horas sin signos caracter3sticos).

ESTACION	Nº	Latitud	Longitud	Recurso	TPM R1	TPM R2	TDM	TAM
	Crucero							
MEHUIN	1	- 39° 26' 34,7"	- 73° 12' 16,4"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
NIEBLA	1	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	NAVAJUELA	ND	ND	NEGATIVO	ND
CHAIHUIN	1	- 39° 56' 48,7"	- 73° 34' 51,1"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
RIO COLUN	1	- 40° 05' 07,6"	- 73° 38' 45,1"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
MEHUIN	2	- 39° 26' 34,7"	- 73° 12' 16,4"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
NIEBLA	2	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	NAVAJUELA	ND	ND	NEGATIVO	ND
CHAIHUIN	2	- 39° 56' 48,7"	- 73° 34' 51,1"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
RIO COLUN	2	- 40° 05' 07,6"	- 73° 38' 45,1"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
MEHUIN	3	- 39° 26' 34,7"	- 73° 12' 16,4"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
NIEBLA	3	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	NAVAJUELA	ND	ND	NEGATIVO	ND
CHAIHUIN	3	- 39° 56' 48,7"	- 73° 34' 51,1"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
RIO COLUN	3	- 40° 05' 07,6"	- 73° 38' 45,1"	CHORO MALTON	S/M	S/M	S/M	S/M
MEHUIN	4	- 39° 26' 34,7"	- 73° 12' 16,4"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
NIEBLA	4	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	NAVAJUELA	ND	ND	NEGATIVO	ND
CHAIHUIN	4	- 39° 56' 48,7"	- 73° 34' 51,1"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
RIO COLUN	4	- 40° 05' 07,6"	- 73° 38' 45,1"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
MEHUIN	5	- 39° 26' 34,7"	- 73° 12' 16,4"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
NIEBLA	5	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	NAVAJUELA	ND	ND	NEGATIVO	ND
CHAIHUIN	5	- 39° 56' 48,7"	- 73° 34' 51,1"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
RIO COLUN	5	- 40° 05' 07,6"	- 73° 38' 45,1"	CHORO MALTON	S/M	S/M	S/M	S/M
MEHUIN	6	- 39° 26' 34,7"	- 73° 12' 16,4"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
NIEBLA	6	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	NAVAJUELA	ND	ND	NEGATIVO	ND
CHAIHUIN	6	- 39° 56' 48,7"	- 73° 34' 51,1"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
RIO COLUN	6	- 40° 05' 07,6"	- 73° 38' 45,1"	CHORO MALTON	S/M	S/M	S/M	S/M
MEHUIN	7	- 39° 26' 34,7"	- 73° 12' 16,4"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
NIEBLA	7	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	NAVAJUELA	ND	ND	NEGATIVO	ND
CHAIHUIN	7	- 39° 56' 48,7"	- 73° 34' 51,1"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
RIO COLUN	7	- 40° 05' 07,6"	- 73° 38' 45,1"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
MEHUIN	8	- 39° 26' 34,7"	- 73° 12' 16,4"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
NIEBLA	8	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	NAVAJUELA	ND	ND	POSITIVO SSC 22 HRS	ND
CHAIHUIN	8	- 39° 56' 48,7"	- 73° 34' 51,1"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
RIO COLUN	8	- 40° 05' 07,6"	- 73° 38' 45,1"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
MEHUIN	9	- 39° 26' 34,7"	- 73° 12' 16,4"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
NIEBLA	9	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	NAVAJUELA	S/M	S/M	S/M	S/M
CHAIHUIN	9	- 39° 56' 48,7"	- 73° 34' 51,1"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
RIO COLUN	9	- 40° 05' 07,6"	- 73° 38' 45,1"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
MEHUIN	10	- 39° 26' 34,7"	- 73° 12' 16,4"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
NIEBLA	10	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	NAVAJUELA	ND	ND	NEGATIVO	ND
CHAIHUIN	10	- 39° 56' 48,7"	- 73° 34' 51,1"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
RIO COLUN	10	- 40° 05' 07,6"	- 73° 38' 45,1"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
MEHUIN	11	- 39° 26' 34,7"	- 73° 12' 16,4"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
NIEBLA	11	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	NAVAJUELA	ND	ND	NEGATIVO	ND
CHAIHUIN	11	- 39° 56' 48,7"	- 73° 34' 51,1"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
RIO COLUN	11	- 40° 05' 07,6"	- 73° 38' 45,1"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N EN ACUICULTURA

Tabla 1.1.4. Resultados de an3lisis de toxinas en muestras colectadas en los cinco sectores de la regi3n de Los Lagos. (ND = No Detectado; S/I = Sin informaci3n; POS = positivo; SSC xx HRS = muerte a las xx horas sin signos caracter3sticos).

ESTACION	Nº	Latitud	Longitud	Recurso	TPM R1	TPM R2	TDM	TAM
	Crucero							
BAHIA MANSA	1	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	PIURE	ND	S/I	NEGATIVO	ND
PLAYA BRAVA	1	- 41° 41' 20,5"	- 73° 45' 55,0"	ALMEJA	ND	ND	NEGATIVO	ND
CARELMAPU	1	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ALMEJA	ND	ND	NEGATIVO	ND
MAR BRAVA	1	- 41° 54' 46,5"	- 73° 59' 49,3"	PIURE	ND	ND	NEGATIVO	ND
CUCAO	1	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	MACHA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA MANSA	2	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	PIURE	ND	ND	NEGATIVO	ND
PLAYA BRAVA	2	- 41° 41' 20,5"	- 73° 45' 55,0"	ALMEJA	ND	ND	NEGATIVO	ND
CARELMAPU	2	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ALMEJA	ND	ND	NEGATIVO	ND
MAR BRAVA	2	- 41° 54' 46,5"	- 73° 59' 49,3"	PIURE	ND	ND	NEGATIVO	ND
CUCAO	2	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	MACHA	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA MANSA	3	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	PIURE	ND	ND	NEGATIVO	ND
PLAYA BRAVA	3	- 41° 41' 20,5"	- 73° 45' 55,0"	ALMEJA	ND	ND	NEGATIVO	ND
CARELMAPU	3	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ALMEJA	ND	ND	POS SSC 22 HRS	ND
MAR BRAVA	3	- 41° 54' 46,5"	- 73° 59' 49,3"	PIURE	ND	ND	NEGATIVO	ND
CUCAO	3	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	MACHA	S/M	S/M	S/M	S/M
BAHIA MANSA	4	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	PIURE	ND	ND	NEGATIVO	ND
PLAYA BRAVA	4	- 41° 41' 20,5"	- 73° 45' 55,0"	ALMEJA	ND	ND	NEGATIVO	ND
CARELMAPU	4	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ALMEJA	ND	ND	NEGATIVO	ND
MAR BRAVA	4	- 41° 54' 46,5"	- 73° 59' 49,3"	PIURE	ND	ND	NEGATIVO	ND
CUCAO	4	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	MACHA	ND	ND	MUESTRA INSUFICIENTE	ND
BAHIA MANSA	5	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	PIURE	ND	ND	NEGATIVO	ND
PLAYA BRAVA	5	- 41° 41' 20,5"	- 73° 45' 55,0"	ALMEJA	ND	ND	NEGATIVO	ND
CARELMAPU	5	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ALMEJA	ND	ND	NEGATIVO	ND
MAR BRAVA	5	- 41° 54' 46,5"	- 73° 59' 49,3"	PIURE	ND	ND	NEGATIVO	ND
CHEPU	5	- 42° 02' 47,2"	- 74° 01' 42,9"	CHORITOS	ND	ND	NEGATIVO	ND
CUCAO	5	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	MACHA	S/M	S/M	S/M	S/M
BAHIA MANSA	6	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	PIURE	ND	ND	NEGATIVO	ND
PLAYA BRAVA	6	- 41° 41' 20,5"	- 73° 45' 55,0"	ALMEJA	ND	ND	NEGATIVO	ND
CARELMAPU	6	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ALMEJA	ND	ND	NEGATIVO	ND
MAR BRAVA	6	- 41° 54' 46,5"	- 73° 59' 49,3"	PIURE	ND	ND	NEGATIVO	ND
CHEPU	6	- 42° 02' 47,2"	- 74° 01' 42,9"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
CUCAO	6	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	PIURE	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA MANSA	7	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	PIURE	ND	ND	NEGATIVO	ND
PLAYA BRAVA	7	- 41° 41' 20,5"	- 73° 45' 55,0"	ALMEJA	ND	ND	NEGATIVO	ND
CARELMAPU	7	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ALMEJA	ND	ND	NEGATIVO	ND
MAR BRAVA	7	- 41° 54' 46,5"	- 73° 59' 49,3"	PIURE	ND	ND	NEGATIVO	ND
CHEPU	7	- 42° 02' 47,2"	- 74° 01' 42,9"	CHORO MALTON	ND	ND	NEGATIVO	ND
CUCAO	7	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	PIURE	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA MANSA	8	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	PIURE	ND	ND	NEGATIVO	ND
PLAYA BRAVA	8	- 41° 41' 20,5"	- 73° 45' 55,0"	ALMEJA	ND	ND	NEGATIVO	ND
CARELMAPU	8	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ALMEJA	ND	ND	NEGATIVO	ND
MAR BRAVA	8	- 41° 54' 46,5"	- 73° 59' 49,3"	PIURE	ND	ND	NEGATIVO	ND
CHEPU	8	- 42° 02' 47,2"	- 74° 01' 42,9"	CHORITOS	ND	ND	NEGATIVO	ND
CUCAO	8	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	PIURE	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA MANSA	9	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	PIURE	ND	ND	NEGATIVO	ND
PLAYA BRAVA	9	- 41° 41' 20,5"	- 73° 45' 55,0"	ALMEJA	ND	ND	NEGATIVO	ND
CARELMAPU	9	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ALMEJA	ND	ND	NEGATIVO	ND
MAR BRAVA	9	- 41° 54' 46,5"	- 73° 59' 49,3"	PIURE	ND	ND	NEGATIVO	ND
CHEPU	9	- 42° 02' 47,2"	- 74° 01' 42,9"	CHORITOS	ND	ND	NEGATIVO	ND
CUCAO	9	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	PIURE	S/M	S/M	S/M	S/M
BAHIA MANSA	10	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	PIURE	ND	ND	NEGATIVO	ND
PLAYA BRAVA	10	- 41° 41' 20,5"	- 73° 45' 55,0"	ALMEJA	ND	ND	NEGATIVO	ND
CARELMAPU	10	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ALMEJA	ND	ND	NEGATIVO	ND
MAR BRAVA	10	- 41° 54' 46,5"	- 73° 59' 49,3"	PIURE	ND	ND	NEGATIVO	ND
CHEPU	10	- 42° 02' 47,2"	- 74° 01' 42,9"	CHORITOS	ND	ND	NEGATIVO	ND
CUCAO	10	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	PIURE	ND	ND	NEGATIVO	ND
BAHIA MANSA	11	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	PIURE	ND	ND	NEGATIVO	ND
PLAYA BRAVA	11	- 41° 41' 20,5"	- 73° 45' 55,0"	ALMEJA	ND	ND	NEGATIVO	ND
CARELMAPU	11	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ALMEJA	ND	ND	POSITIVO SSC 23 HRS	ND
MAR BRAVA	11	- 41° 54' 46,5"	- 73° 59' 49,3"	PIURE	ND	ND	NEGATIVO	ND
CHEPU	11	- 42° 02' 47,2"	- 74° 01' 42,9"	CHORITOS	S/M	S/M	S/M	S/M
CUCAO	11	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	PIURE	ND	ND	NEGATIVO	ND

**Tabla 1.1.5.** Concentraci3n de GTX-2, DA, PTX-2, AZA2 y Gym por HPLC MS/MS en muestras de mariscos recolectados en estaciones de la regi3n de Biobio.

ESTACION	Nº	Latitud	Longitud	Recurso	GTX 2	DA	PTX-2	Aza2	Gym
	Crucero				µg eq STX 2HCL/100 g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
BAHIA COLCURA	1	- 37° 07' 44,7"	- 73° 10' 27,8"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA COLIUMO	1	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	CHOLGA	< LC	ND	ND	ND	ND
BAHIA LLICO	1	- 37° 07' 56,0"	- 73° 33' 15,6"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA TUBUL	1	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	NAVAJUELA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA COLCURA	2	- 37° 07' 44,7"	- 73° 10' 27,8"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA COLIUMO	2	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA LLICO	2	- 37° 07' 56,0"	- 73° 33' 15,6"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA TUBUL	2	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	NAVAJUELA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA COLCURA	3	- 37° 07' 44,7"	- 73° 10' 27,8"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA COLIUMO	3	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA LLICO	3	- 37° 07' 56,0"	- 73° 33' 15,6"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA TUBUL	3	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	NAVAJUELA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA COLCURA	4	- 37° 07' 44,7"	- 73° 10' 27,8"	CHOLGA	ND	100	ND	ND	ND
BAHIA COLIUMO	4	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA LLICO	4	- 37° 07' 56,0"	- 73° 33' 15,6"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA TUBUL	4	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	NAVAJUELA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA COLCURA	5	- 37° 07' 44,7"	- 73° 10' 27,8"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA COLIUMO	5	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA LLICO	5	- 37° 07' 56,0"	- 73° 33' 15,6"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	< LC
BAHIA TUBUL	5	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	NAVAJUELA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA COLCURA	6	- 37° 07' 44,7"	- 73° 10' 27,8"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA COLIUMO	6	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA LLICO	6	- 37° 07' 56,0"	- 73° 33' 15,6"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA TUBUL	6	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	NAVAJUELA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA COLCURA	7	- 37° 07' 44,7"	- 73° 10' 27,8"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA COLIUMO	7	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA LLICO	7	- 37° 07' 56,0"	- 73° 33' 15,6"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA TUBUL	7	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	NAVAJUELA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA COLCURA	8	- 37° 07' 44,7"	- 73° 10' 27,8"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA COLIUMO	8	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA LLICO	8	- 37° 07' 56,0"	- 73° 33' 15,6"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA TUBUL	8	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	NAVAJUELA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA COLCURA	9	- 37° 07' 44,7"	- 73° 10' 27,8"	CHOLGA	ND	520	ND	ND	ND
BAHIA COLIUMO	9	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA LLICO	9	- 37° 07' 56,0"	- 73° 33' 15,6"	CHOLGA	ND	1580	ND	ND	ND
BAHIA TUBUL	9	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	NAVAJUELA	ND	1460	ND	ND	ND
BAHIA COLCURA	10	- 37° 07' 44,7"	- 73° 10' 27,8"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA COLIUMO	10	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA LLICO	10	- 37° 07' 56,0"	- 73° 33' 15,6"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA TUBUL	10	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	NAVAJUELA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA COLCURA	11	- 37° 07' 44,7"	- 73° 10' 27,8"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA COLIUMO	11	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA LLICO	11	- 37° 07' 56,0"	- 73° 33' 15,6"	CHOLGA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA TUBUL	11	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	NAVAJUELA	ND	ND	ND	ND	ND

GYM: Gymnodimina; DA: Ácido Domoico C; PTX-2: Pectenotoxina 2; AZA2: Azaspirácido 2; GTX-2: Goniautoxina 2; ND: No Detectado; < LC: menor al límite de cuantificaci3n.

**Tabla 1.1.6.** Concentración de GTX-2, DA, PTX-2, AZA2 y Gym por HPLC MS/MS en muestras de mariscos recolectados de la región de La Araucanía.

ESTACION	Nº	Latitud	Longitud	Recurso	GTX 2	DA	PTX-2	Aza2	Gym
	Crucero				µg eq STX 2HCL/100 g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
NEHUENTUE	1	- 38° 44' 45,3"	- 73° 24' 45,6"	CHORO MALTON	< LC	ND	ND	ND	< LC
PUERTO SAAVEDRA	1	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	CHORO MALTON	< LC	ND	ND	ND	< LC
QUEULE	1	- 39° 23' 51,1"	- 73° 12' 41,6"	CHORO MALTON	< LC	ND	ND	ND	< LC
NEHUENTUE	2	- 38° 44' 45,3"	- 73° 24' 45,6"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	ND
PUERTO SAAVEDRA	2	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	ND
QUEULE	2	- 39° 23' 51,1"	- 73° 12' 41,6"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
NEHUENTUE	3	- 38° 44' 45,3"	- 73° 24' 45,6"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	ND
PUERTO SAAVEDRA	3	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
QUEULE	3	- 39° 23' 51,1"	- 73° 12' 41,6"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
NEHUENTUE	4	- 38° 44' 45,3"	- 73° 24' 45,6"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
PUERTO SAAVEDRA	4	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
QUEULE	4	- 39° 23' 51,1"	- 73° 12' 41,6"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
NEHUENTUE	5	- 38° 44' 45,3"	- 73° 24' 45,6"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
PUERTO SAAVEDRA	5	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
QUEULE	5	- 39° 23' 51,1"	- 73° 12' 41,6"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
NEHUENTUE	6	- 38° 44' 45,3"	- 73° 24' 45,6"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
PUERTO SAAVEDRA	6	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	ND
QUEULE	6	- 39° 23' 51,1"	- 73° 12' 41,6"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
NEHUENTUE	7	- 38° 44' 45,3"	- 73° 24' 45,6"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
PUERTO SAAVEDRA	7	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
QUEULE	7	- 39° 23' 51,1"	- 73° 12' 41,6"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
NEHUENTUE	8	- 38° 44' 45,3"	- 73° 24' 45,6"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
PUERTO SAAVEDRA	8	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
QUEULE	8	- 39° 23' 51,1"	- 73° 12' 41,6"	CHORO MALTON	ND	< LC	ND	ND	< LC
NEHUENTUE	9	- 38° 44' 45,3"	- 73° 24' 45,6"	CHORO MALTON	ND	360	ND	ND	ND
PUERTO SAAVEDRA	9	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	ND
QUEULE	9	- 39° 23' 51,1"	- 73° 12' 41,6"	CHORO MALTON	ND	360	ND	ND	<LC
NEHUENTUE	10	- 38° 44' 45,3"	- 73° 24' 45,6"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	ND
PUERTO SAAVEDRA	10	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	ND
QUEULE	10	- 39° 23' 51,1"	- 73° 12' 41,6"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	ND
NEHUENTUE	11	- 38° 44' 45,3"	- 73° 24' 45,6"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	ND
PUERTO SAAVEDRA	11	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	ND
QUEULE	11	- 39° 23' 51,1"	- 73° 12' 41,6"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	ND

GYM: Gymnodimina; DA: Ácido Domoico C; PTX-2: Pectenotoxina 2; AZA2: Azaspirácido 2; GTX-2: Goniattoxina 2; ND: No Detectado; < LC: menor al límite de cuantificación.

**Tabla 1.1.7.** Concentración de GTX-2, DA, PTX-2, AZA2 y Gym por HPLC MS/MS en muestras de mariscos recolectados de la región de Los Ríos.

ESTACION	Nº	Latitud	Longitud	Recurso	GTX 2	DA	PTX-2	Aza2	Gym
	Crucero				µg eq STX 2HCL/100 g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
MEHUIN	1	- 39° 26' 34,7"	- 73° 12' 16,4"	CHORO MALTON	< LC	ND	ND	ND	< LC
NIEBLA	1	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	NAVAJUELA	ND	< LC	ND	ND	< LC
CHAIHUIN	1	- 39° 56' 48,7"	- 73° 34' 51,1"	CHORO MALTON	ND	290	ND	ND	< LC
RIO COLUN	1	- 40° 05' 07,6"	- 73° 38' 45,1"	CHORO MALTON	ND	790	ND	ND	< LC
MEHUIN	2	- 39° 26' 34,7"	- 73° 12' 16,4"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
NIEBLA	2	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	NAVAJUELA	ND	ND	ND	ND	ND
CHAIHUIN	2	- 39° 56' 48,7"	- 73° 34' 51,1"	CHORO MALTON	< LC	ND	ND	ND	< LC
RIO COLUN	2	- 40° 05' 07,6"	- 73° 38' 45,1"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
MEHUIN	3	- 39° 26' 34,7"	- 73° 12' 16,4"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
NIEBLA	3	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	NAVAJUELA	ND	ND	ND	ND	ND
CHAIHUIN	3	- 39° 56' 48,7"	- 73° 34' 51,1"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
RIO COLUN	3	- 40° 05' 07,6"	- 73° 38' 45,1"	CHORO MALTON	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M
MEHUIN	4	- 39° 26' 34,7"	- 73° 12' 16,4"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
NIEBLA	4	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	NAVAJUELA	ND	ND	ND	ND	ND
CHAIHUIN	4	- 39° 56' 48,7"	- 73° 34' 51,1"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
RIO COLUN	4	- 40° 05' 07,6"	- 73° 38' 45,1"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	ND
MEHUIN	5	- 39° 26' 34,7"	- 73° 12' 16,4"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
NIEBLA	5	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	NAVAJUELA	ND	ND	ND	ND	< LC
CHAIHUIN	5	- 39° 56' 48,7"	- 73° 34' 51,1"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
RIO COLUN	5	- 40° 05' 07,6"	- 73° 38' 45,1"	CHORO MALTON	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M
MEHUIN	6	- 39° 26' 34,7"	- 73° 12' 16,4"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
NIEBLA	6	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	NAVAJUELA	ND	ND	ND	ND	< LC
CHAIHUIN	6	- 39° 56' 48,7"	- 73° 34' 51,1"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
RIO COLUN	6	- 40° 05' 07,6"	- 73° 38' 45,1"	CHORO MALTON	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M
MEHUIN	7	- 39° 26' 34,7"	- 73° 12' 16,4"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
NIEBLA	7	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	NAVAJUELA	ND	ND	ND	ND	< LC
CHAIHUIN	7	- 39° 56' 48,7"	- 73° 34' 51,1"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
RIO COLUN	7	- 40° 05' 07,6"	- 73° 38' 45,1"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
MEHUIN	8	- 39° 26' 34,7"	- 73° 12' 16,4"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	ND
NIEBLA	8	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	NAVAJUELA	ND	< LC	ND	ND	ND
CHAIHUIN	8	- 39° 56' 48,7"	- 73° 34' 51,1"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
RIO COLUN	8	- 40° 05' 07,6"	- 73° 38' 45,1"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
MEHUIN	9	- 39° 26' 34,7"	- 73° 12' 16,4"	CHORO MALTON	ND	288	ND	ND	<LC
NIEBLA	9	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	NAVAJUELA	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M
CHAIHUIN	9	- 39° 56' 48,7"	- 73° 34' 51,1"	CHORO MALTON	ND	167	ND	ND	<LC
RIO COLUN	9	- 40° 05' 07,6"	- 73° 38' 45,1"	CHORO MALTON	ND	262	ND	ND	<LC
MEHUIN	10	- 39° 26' 34,7"	- 73° 12' 16,4"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	ND
NIEBLA	10	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	NAVAJUELA	ND	ND	ND	ND	ND
CHAIHUIN	10	- 39° 56' 48,7"	- 73° 34' 51,1"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
RIO COLUN	10	- 40° 05' 07,6"	- 73° 38' 45,1"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	< LC
MEHUIN	11	- 39° 26' 34,7"	- 73° 12' 16,4"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	ND
NIEBLA	11	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	NAVAJUELA	ND	ND	ND	ND	ND
CHAIHUIN	11	- 39° 56' 48,7"	- 73° 34' 51,1"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	ND
RIO COLUN	11	- 40° 05' 07,6"	- 73° 38' 45,1"	CHORO MALTON	ND	ND	ND	ND	<LC

GYM: Gymnodimina; DA: Ácido Domoico C; PTX-2: Pectenotoxina 2; AZA2: Azaspirácido 2; GTX-2: Goniautoxina 2; ND: No Detectado; < LC: menor al límite de cuantificación.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N EN ACUICULTURA

Tabla 1.1.8. Concentraci3n de GTX-2, DA, PTX-2, AZA2 y Gym por HPLC MS/MS en muestras de mariscos de la regi3n de Los Lagos.

ESTACION	Nº	Latitud	Longitud	Recurso	GTX 2	DA	PTX-2	Aza2	Gym
	Crucero				µg eq STX 2HCL/100 g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
BAHIA MANSA	1	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	PIURE	ND	2470	ND	ND	ND
PLAYA BRAVA	1	- 41° 41' 20,5"	- 73° 45' 55,0"	ALMEJA	ND	3440	ND	ND	ND
CARELMAPU	1	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ALMEJA	ND	3780	ND	ND	< LC
MAR BRAVA	1	- 41° 54' 46,5"	- 73° 59' 49,3"	PIURE	ND	620	ND	ND	ND
CUCAO	1	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	MACHA	ND	880	ND	ND	ND
BAHIA MANSA	2	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	PIURE	ND	1050	ND	ND	ND
PLAYA BRAVA	2	- 41° 41' 20,5"	- 73° 45' 55,0"	ALMEJA	ND	< LC	ND	< LC	ND
CARELMAPU	2	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ALMEJA	< LC	< LC	ND	ND	ND
MAR BRAVA	2	- 41° 54' 46,5"	- 73° 59' 49,3"	PIURE	ND	620	ND	ND	ND
CUCAO	2	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	MACHA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA MANSA	3	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	PIURE	ND	ND	ND	ND	ND
PLAYA BRAVA	3	- 41° 41' 20,5"	- 73° 45' 55,0"	ALMEJA	ND	140	ND	ND	ND
CARELMAPU	3	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ALMEJA	ND	ND	ND	ND	ND
MAR BRAVA	3	- 41° 54' 46,5"	- 73° 59' 49,3"	PIURE	ND	190	ND	ND	ND
CUCAO	3	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	MACHA	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M
BAHIA MANSA	4	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	PIURE	ND	370	ND	ND	ND
PLAYA BRAVA	4	- 41° 41' 20,5"	- 73° 45' 55,0"	ALMEJA	ND	ND	ND	ND	ND
CARELMAPU	4	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ALMEJA	ND	ND	ND	ND	ND
MAR BRAVA	4	- 41° 54' 46,5"	- 73° 59' 49,3"	PIURE	ND	180	ND	ND	ND
CUCAO	4	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	MACHA	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M
BAHIA MANSA	5	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	PIURE	ND	130	ND	ND	< LC
PLAYA BRAVA	5	- 41° 41' 20,5"	- 73° 45' 55,0"	PIURE	ND	ND	ND	ND	< LC
CARELMAPU	5	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ALMEJA	ND	ND	ND	ND	< LC
MAR BRAVA	5	- 41° 54' 46,5"	- 73° 59' 49,3"	PIURE	ND	ND	ND	ND	< LC
CHEPU	5	- 42° 02' 47,2"	- 74° 01' 42,9"	CHORITOS	ND	ND	ND	ND	< LC
CUCAO	5	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	MACHA	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M
BAHIA MANSA	6	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	PIURE	ND	ND	ND	ND	ND
PLAYA BRAVA	6	- 41° 41' 20,5"	- 73° 45' 55,0"	ALMEJA	ND	ND	ND	ND	ND
CARELMAPU	6	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ALMEJA	ND	320	ND	ND	ND
MAR BRAVA	6	- 41° 54' 46,5"	- 73° 59' 49,3"	PIURE	ND	ND	ND	ND	ND
CHEPU	6	- 42° 02' 47,2"	- 74° 01' 42,9"	CHORITOS	ND	ND	ND	ND	< LC
CUCAO	6	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	MACHA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA MANSA	7	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	PIURE	ND	ND	ND	ND	< LC
PLAYA BRAVA	7	- 41° 41' 20,5"	- 73° 45' 55,0"	ALMEJA	ND	ND	ND	ND	ND
CARELMAPU	7	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ALMEJA	ND	ND	ND	ND	< LC
MAR BRAVA	7	- 41° 54' 46,5"	- 73° 59' 49,3"	PIURE	ND	ND	ND	ND	ND
CHEPU	7	- 42° 02' 47,2"	- 74° 01' 42,9"	CHORITOS	ND	ND	ND	ND	< LC
CUCAO	7	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	MACHA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA MANSA	8	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	PIURE	ND	ND	ND	ND	ND
PLAYA BRAVA	8	- 41° 41' 20,5"	- 73° 45' 55,0"	ALMEJA	ND	ND	ND	ND	ND
CARELMAPU	8	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ALMEJA	ND	ND	ND	ND	ND
MAR BRAVA	8	- 41° 54' 46,5"	- 73° 59' 49,3"	PIURE	ND	ND	ND	ND	ND
CHEPU	8	- 42° 02' 47,2"	- 74° 01' 42,9"	CHORITOS	ND	ND	ND	ND	< LC
CUCAO	8	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	MACHA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA MANSA	9	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	PIURE	ND	ND	ND	ND	ND
PLAYA BRAVA	9	- 41° 41' 20,5"	- 73° 45' 55,0"	ALMEJA	ND	310	ND	ND	ND
CARELMAPU	9	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ALMEJA	ND	ND	ND	ND	ND
MAR BRAVA	9	- 41° 54' 46,5"	- 73° 59' 49,3"	PIURE	ND	280	ND	ND	ND
CHEPU	9	- 42° 02' 47,2"	- 74° 01' 42,9"	CHORITOS	ND	200	ND	ND	ND
CUCAO	9	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	MACHA	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M
BAHIA MANSA	10	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	PIURE	ND	ND	ND	ND	ND
PLAYA BRAVA	10	- 41° 41' 20,5"	- 73° 45' 55,0"	ALMEJA	ND	221	ND	>LC	ND
CARELMAPU	10	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ALMEJA	ND	ND	ND	ND	ND
MAR BRAVA	10	- 41° 54' 46,5"	- 73° 59' 49,3"	PIURE	ND	309	ND	ND	ND
CHEPU	10	- 42° 02' 47,2"	- 74° 01' 42,9"	CHORITOS	ND	ND	ND	ND	ND
CUCAO	10	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	MACHA	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA MANSA	11	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	PIURE	ND	ND	ND	ND	ND
PLAYA BRAVA	11	- 41° 41' 20,5"	- 73° 45' 55,0"	ALMEJA	ND	ND	ND	ND	ND
CARELMAPU	11	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ALMEJA	ND	ND	ND	ND	ND
MAR BRAVA	11	- 41° 54' 46,5"	- 73° 59' 49,3"	PIURE	ND	183	ND	ND	ND
CHEPU	11	- 42° 02' 47,2"	- 74° 01' 42,9"	CHORITOS	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M
CUCAO	11	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	MACHA	ND	ND	ND	ND	ND

GYM: Gymnodimina; DA: cido Domoico C; PTX-2: Pectenotoxina 2; AZA2: Azaspirácido 2; GTX-2: Goniattoxina 2; ND: No Detectado; < LC: menor al límite de cuantificaci3n.



Tabla 1.1.9. Concentraci3n de GTX-2, DA, PTX-2, AZA2 y Gym por HPLC MS/MS en muestras de Fitoplancton recolectados en estaciones seleccionadas de la regi3n del Biob3.

ESTACION	Nº	Latitud	Longitud	GTX 2	DA	PTX-2	Aza2	Gym
	Crucero			nmol/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
BAHIA COLIUMO	1	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA TUBUL	1	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA COLIUMO	2	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	ND	19	< LC	ND	ND
BAHIA TUBUL	2	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	ND	ND	< LC	ND	ND
BAHIA COLIUMO	3	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	ND	98	ND	ND	ND
BAHIA TUBUL	3	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	ND	< LC	< LC	ND	ND
BAHIA COLIUMO	4	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	ND	100	ND	ND	ND
BAHIA TUBUL	4	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	ND	102	ND	ND	ND
BAHIA COLIUMO	5	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	ND	18	ND	ND	ND
BAHIA TUBUL	5	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	ND	413	< LC	ND	ND
BAHIA COLIUMO	6	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	ND	464	ND	ND	ND
BAHIA TUBUL	6	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	ND	23	< LC	ND	ND
BAHIA COLIUMO	7	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA TUBUL	7	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA COLIUMO	8	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA TUBUL	8	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA COLIUMO	9	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	ND	< LC	ND	ND	ND
BAHIA TUBUL	9	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	ND	630	ND	ND	ND
BAHIA COLIUMO	10	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA TUBUL	10	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA COLIUMO	11	- 36° 31' 42,7"	- 72° 57' 10,0"	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA TUBUL	11	- 37° 09' 08,2"	- 73° 27' 43,3"	ND	ND	ND	ND	ND

GYM: Gymnodimina; DA: 3cido Domoico C; PTX-2: Pectenotoxina 2; AZA2: Azaspir3cido 2; GTX-2: Goniatoxina 2; ND: No Detectado; < LC: menor al l3mite de cuantificaci3n; ng: nanogramo; nMol: nanomol; L: litro.



Tabla 1.1.10. Concentraci3n de GTX-2, DA, PTX-2, AZA2 y Gym por HPLC MS/MS en muestras de Fitoplancton recolectados en estaciones seleccionadas de la regi3n de la Araucanía.

ESTACION	Nº	Latitud	Longitud	GTX 2	DA	PTX-2	Aza2	Gym
	Crucero			nmol/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
PUERTO SAAVEDRA	1	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	ND	8	ND	ND	ND
PUERTO SAAVEDRA	2	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	ND	< LC	ND	ND	ND
PUERTO SAAVEDRA	3	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	ND	ND	ND	ND	ND
PUERTO SAAVEDRA	4	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	ND	ND	< LC	ND	ND
PUERTO SAAVEDRA	5	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	ND	ND	< LC	ND	ND
PUERTO SAAVEDRA	6	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	ND	ND	ND	ND	ND
PUERTO SAAVEDRA	7	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	ND	ND	ND	ND	ND
PUERTO SAAVEDRA	8	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	ND	75	ND	ND	ND
PUERTO SAAVEDRA	9	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	ND	150	ND	ND	ND
PUERTO SAAVEDRA	10	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	ND	ND	4	ND	ND
PUERTO SAAVEDRA	11	- 38° 46' 19,4"	- 73° 24' 44,2"	ND	ND	ND	ND	ND

GYM: Gymnodimina; DA: Ácido Domoico C; PTX-2: Pectenotoxina 2; AZA2: Azaspirácido 2; GTX-2: Goniattoxina 2; ND: No Detectado; < LC: menor al límite de cuantificaci3n



Tabla 1.1.11. Concentración de GTX-2, DA, PTX-2, AZA2 y Gym por HPLC MS/MS en muestras de Fitoplancton recolectados en estaciones seleccionadas de la región de los Ríos.

ESTACION	Nº	Latitud	Longitud	GTX 2	DA	PTX-2	Aza2	Gym
	Crucero			nmol/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
NIEBLA	1	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	ND	375	ND	ND	ND
NIEBLA	2	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	ND	ND	< LC	ND	ND
NIEBLA	3	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	ND	ND	ND	ND	ND
NIEBLA	4	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	ND	ND	ND	ND	ND
NIEBLA	5	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	ND	ND	< LC	ND	ND
NIEBLA	6	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	ND	ND	ND	ND	ND
NIEBLA	7	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	ND	ND	ND	ND	ND
NIEBLA	8	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	ND	88	ND	ND	ND
NIEBLA	9	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	ND	1500	ND	ND	ND
NIEBLA	10	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	ND	ND	ND	ND	ND
NIEBLA	11	- 39° 52' 43,6"	- 73° 24' 01,6"	ND	ND	ND	ND	ND

GYM: Gymnodimina; DA: Ácido Domoico C; PTX-2: Pectenotoxina 2; AZA2: Azaspirácido 2; GTX-2: Goniattoxina 2; ND: No Detectado; < LC: menor al límite de cuantificación

**Tabla 1.1.12.** Concentración de GTX-2, DA, PTX-2, AZA2 y Gym por HPLC MS/MS en muestras de Fitoplancton recolectados en estaciones seleccionadas de la región de los Ríos.

ESTACION	Nº	Latitud	Longitud	GTX 2	DA	PTX-2	Aza2	Gym
	Crucero			nmol/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
BAHIA MANSA	1	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	ND	92	< LC	ND	ND
CARELMAPU	1	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ND	236	ND	ND	ND
CUCAO	1	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	ND	146	< LC	ND	ND
BAHIA MANSA	2	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	ND	ND	ND	ND	ND
CARELMAPU	2	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ND	25	< LC	ND	ND
CUCAO	2	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	ND	6	< LC	ND	ND
BAHIA MANSA	3	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	ND	ND	ND	ND	ND
CARELMAPU	3	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ND	6	ND	ND	ND
CUCAO	3	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	ND	7	< LC	ND	ND
BAHIA MANSA	4	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	ND	ND	ND	ND	ND
CARELMAPU	4	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ND	216	ND	ND	ND
CUCAO	4	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	ND	34	3	ND	ND
BAHIA MANSA	5	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	ND	ND	ND	ND	ND
CARELMAPU	5	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ND	ND	ND	ND	ND
CUCAO	5	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	ND	ND	< LC	ND	ND
BAHIA MANSA	6	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	ND	ND	ND	ND	ND
CARELMAPU	6	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ND	< LC	ND	ND	ND
CUCAO	6	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	ND	ND	< LC	ND	ND
BAHIA MANSA	7	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	ND	ND	ND	ND	ND
CARELMAPU	7	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ND	ND	ND	ND	ND
CUCAO	7	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA MANSA	8	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	ND	ND	ND	ND	ND
CARELMAPU	8	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ND	ND	ND	ND	ND
CUCAO	8	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA MANSA	9	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	ND	26	ND	ND	ND
CARELMAPU	9	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ND	80	< LC	ND	ND
CUCAO	9	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	ND	ND	< LC	ND	ND
BAHIA MANSA	10	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	ND	ND	9	ND	ND
CARELMAPU	10	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ND	ND	ND	ND	ND
CUCAO	10	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	ND	ND	ND	ND	ND
BAHIA MANSA	11	- 40° 35' 28,5"	- 73° 44' 10,9"	ND	ND	ND	ND	ND
CARELMAPU	11	- 41° 45' 59,3"	- 73° 46' 39,2"	ND	57	ND	ND	ND
CUCAO	11	- 42° 35' 56,9"	- 74° 07' 48,0"	ND	ND	ND	ND	ND

GYM: Gymnodimina; DA: Ácido Domoico C; PTX-2: Pectenotoxina 2; AZA2: Azaspirácido 2; GTX-2: Goniautoxina 2; ND: No Detectado; < LC: menor al límite de cuantificación



Tabla 1.1.13. Estadístico descriptivo con los datos de nitrito (NO₂), nitrato (NO₃), fosfato (PO₄) y sílice (SiO₄) obtenidos desde el 2018 al 2020 para el estrato 0-10m.

Estrato		0-10m		
	Nitrito NO2	Nitrato NO3	Fosfato PO4	Sílice SiO4
MIN	0,00	0,00	0,01	0,00
Q25	0,18	3,41	0,62	3,45
MEDIANA	0,30	8,16	1,01	6,88
Q75	0,49	13,63	1,55	12,10
MAX	3,50	39,99	5,97	77,84
DESVEST	0,38	7,15	0,90	9,80
PROMEDIO	0,40	9,35	1,22	9,64
n = 0	6	1	0	6
n > 0	2100	2070	2069	1943
n = NA	184	218	221	341

Tabla 1.1.14. Estadístico descriptivo con los datos de nitrito (NO₂), nitrato (NO₃), fosfato (PO₄) y sílice (SiO₄) obtenidos desde el 2018 al 2020 para el estrato 10-20 m.

Estrato		10-20m		
	Nitrito NO2	Nitrato NO3	Fosfato PO4	Sílice SiO4
MIN	0,00	0,05	0,04	0,00
Q25	0,18	5,48	0,70	3,21
MEDIANA	0,32	10,32	1,10	6,32
Q75	0,51	16,43	1,74	10,52
MAX	3,43	40,47	6,05	61,33
DESVEST	0,39	7,88	0,92	6,61
PROMEDIO	0,42	11,54	1,33	7,85
n = 0	7	0	0	3
n > 0	1776	1825	1805	1717
n = NA	453	465	485	570



Tabla 1.4.1. Listado de especies (nombres biológico y paleontológico) de quistes de dinoflagelados registrados en sedimento superficial de las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. Muestras obtenidas entre noviembre y diciembre 2021 (primavera). Se incluye estrategia nutricional (a: autótrofo, h: heterótrofo, nd: no determinada) y número de fotomicrografía en las Figuras 1-3. Especies productoras de toxinas confirmadas en Chile (*).

Nombre según fase móvil (nombre biológico)	Nombre según quiste (nombre paleontológico)	Estrategia nutricional	Figura
Orden Gonyaulacales			
<i>Alexandrium catenella</i> *	Quiste de <i>Alexandrium catenella</i>	a	1A,B
<i>Alexandrium ostenfeldii</i> *	Quiste de <i>Alexandrium ostenfeldii</i>	a	1C
<i>Protoceratium reticulatum</i> *	<i>Operculodinium centrocarpum</i>	a	1D
cf. <i>Lingulodinium polyedrum</i>	cf. <i>Lingulodinium machaerophorum</i>	a	1E
<i>Gonyaulax</i> sp.	<i>Spiniferites pachydermus</i>	a	1F
<i>Gonyaulax</i> sp.	<i>Spiniferites</i> cf. <i>ramosus</i>	a	1G
<i>Gonyaulax spinifera</i>	<i>Nematosphaeropsis labyrinthus</i>	a	1H
Orden Suessiales			
<i>Biecheleria</i> sp.	Quiste de <i>Biecheleria</i> sp.	a	1I
<i>Dactylodinium arachnoides</i>	Quiste de <i>Dactylodinium arachnoides</i>	a	1J
Orden Peridinales			
<i>Pentapharsodinium dalei</i>	Quiste de <i>Pentapharsodinium dalei</i>	a	1K
<i>Scrippsiella donghaiensis</i>	Quiste de <i>Scrippsiella donghaiensis</i>	a	1L
<i>Scrippsiella lachrymosa</i>	Quiste de <i>Scrippsiella lachrymosa</i>	a	1M
<i>Scrippsiella precaria</i>	Quiste de <i>Scrippsiella precaria</i>	a	1N
<i>Scrippsiella patagonica</i>	<i>Obliquipithonella irregularis</i>	a	1Ñ
<i>Scrippsiella</i> sp.	Quiste de <i>Scrippsiella</i> sp.	a	1O
Dinoflagelado desconocido	<i>Echinidinium aculeatum</i>	h	1P
Dinoflagelado desconocido	<i>Echinidinium</i> cf. <i>granulatum</i>	h	1Q
cf. <i>Oblea rotunda</i>	Quiste de cf. <i>Oblea rotunda</i>	h	1R
cf. <i>Lebouraia pusilla</i>	Quiste de cf. <i>Lebouraia pusilla</i>	h	1S
cf. <i>Huia caspica</i>	Quiste de cf. <i>Huia caspica</i>	h	1T
<i>Niea acanthocysta</i>	Quiste de <i>Niea acanthocysta</i>	h	1U
<i>Niea torta</i>	Quiste de <i>Niea torta</i>	h	1V,W
<i>Preperidinium meunieri</i>	<i>Dubridinium caperatum</i>	h	1X
<i>Diplopsalopsis ovata</i>	Quiste de <i>Diplopsalopsis ovata</i>	h	2A
Dinoflagelado desconocido	<i>Brigantedinium</i> cf. <i>asymmetricum</i>	h	2B
<i>Archaeoperidinium minutum</i>	Quiste de <i>Archaeoperidinium minutum</i>	h	2C
<i>Archaeoperidinium constrictum</i>	Quiste de <i>Archaeoperidinium constrictum</i>	h	2D
cf. <i>Protoperidinium haizhouense</i>	cf. <i>Islandinium brevispinosum</i>	h	2E



<i>Protopteridinium</i> sp.	<i>Trinovantedinium variabile</i>	h	2F
<i>Protopteridinium</i> sp.	<i>Selenopemphix tholus</i>	h	2G
<i>Protopteridinium</i> sp.	<i>Selenopemphix undulata</i>	h	2H
<i>Protopteridinium americanum</i>	Quiste de <i>Protopteridinium americanum</i>	h	2I
<i>Protopteridinium avellana</i>	<i>Brigantedinium cariacense</i>	h	2J
<i>Protopteridinium claudicans</i>	<i>Votadinium spinosum</i>	h	2K
<i>Protopteridinium conicoides</i>	<i>Brigantedinium simplex</i>	h	2L
<i>Protopteridinium conicum</i>	<i>Selenopemphix quanta</i>	h	2M
<i>Protopteridinium</i> cf. <i>conicum</i>	Quiste de <i>Protopteridinium</i> cf. <i>conicum</i>	h	2N
<i>Protopteridinium denticulatum</i>	<i>Brigantedinium irregulare</i>	h	2Ñ
<i>Protopteridinium excentricum</i>	Quiste de <i>Protopteridinium excentricum</i>	h	2O
<i>Protopteridinium leonis</i>	<i>Quinquecuspsis concreta</i>	h	2P
<i>Protopteridinium nudum</i>	Quiste de <i>Protopteridinium nudum</i>	h	2Q
<i>Protopteridinium oblongum</i>	<i>Votadinium calvum</i>	h	2R
<i>Protopteridinium pentagonum</i>	<i>Trinovantedinium variabile</i>	h	2S
<i>Protopteridinium punctulatum</i>	Quiste de <i>Protopteridinium punctulatum</i>	h	2T
<i>Protopteridinium thorianum</i>	Quiste de <i>Protopteridinium thorianum</i>	h	2U
<i>Protopteridinium thulesence</i>	Quiste de <i>Protopteridinium thulesence</i>	h	2V
<i>Protopteridinium</i> spp.	Quistes de <i>Protopteridinium</i> spp.	h	2W
<i>Protopteridinium</i> sp. 3	Quiste de <i>Protopteridinium</i> sp. 3	h	2X
<i>Protopteridinium</i> sp. 4	Quiste de <i>Protopteridinium</i> sp. 4	h	3A
<i>Protopteridinium</i> sp. 6	Quiste de <i>Protopteridinium</i> sp. 6	h	3B
<i>Protopteridinium</i> sp. 8	Quiste de <i>Protopteridinium</i> sp. 8	h	3C
<i>Protopteridinium</i> sp. 9	Quiste de <i>Protopteridinium</i> sp. 9	h	3D
Orden Gymnodinales			
<i>Gyrodinium undulans</i>	Quiste de <i>Gyrodinium undulans</i>	h	3E
<i>Polykrikos schwartzii</i>	Quiste de <i>Polykrikos schwartzii</i>	h	3F
<i>Polykrikos kofoidii</i>	Quiste de <i>Polykrikos kofoidii</i>	h	3G
<i>Polykrikos</i> sp.	Quiste de <i>Polykrikos</i> sp.	h	3H
No Identificados			
No identificado 4	—	nd	3I
No identificado 9	—	nd	3J
No identificado 10	—	nd	3K
No identificado 42	—	nd	3L
No identificado 44	—	nd	3M
No identificado 45	—	nd	3N
No identificado 46	—	nd	3Ñ



Tabla 1.4.2. Diversidad y abundancia total de quistes y quistes llenos (entre paréntesis) de dinoflagelados en sedimentos superficiales de la Región del Biobío obtenidos en diciembre 2021 (primavera). Números expresados como quistes cm⁻³ de sedimento húmedo.

Estación	Coliumo 1	Coliumo 4	Coliumo 5	Coliumo 10	Colcura 1	Colcura 3	Colcura 5	Colcura 10	Tubul 4	Tubul 1	Tubul 5	Tubul 10	Llico 2	Llico 4	Llico 5	
Código	BCL-1	BCL-4	BCL-5	BCL-10	BCC-1	BCC-3	BCC5	BCC-10	BTB-4	BTB-1	BTB-5	BTB-10	BLL-4	BLL-4	BLL-5	
Transecto	Costa	2 millas	5 millas	10 millas	Costa	2 millas	5 millas	10 millas	Costa	2 millas	5 millas	10 millas	Costa	2 millas	5 millas	
Región	Biobío	Biobío	Biobío	Biobío	Biobío	Biobío	Biobío	Biobío	Biobío	Biobío	Biobío	Biobío	Biobío	Biobío	Biobío	
Crucero	Cr10	Cr10	Cr10	Cr10	Cr10	Cr10	Cr10	Cr10	Cr10	Cr10	Cr10	Cr10	Cr10	Cr10	Cr10	
Fecha	01-12-21	01-12-21	01-12-21	01-12-21	03-12-21	03-12-21	03-12-21	03-12-21	02-12-21	02-12-21	02-12-21	02-12-21	02-12-21	02-12-21	02-12-21	
Especie																Total
<i>Alexandrium ostenfeldii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10(10)	0	0	0	10
cf. <i>Lingulodinium polyedra</i>	45(45)	0	36(18)	8(8)	34(34)	45(45)	0	56	3(3)	11(11)	0	65(65)	2(2)	1(1)	1(1)	307
<i>Spiniferites pachydermus</i>	0	0	0	0	0	18(18)	30	0	0	0	0	10	0	0	0	58
<i>Dactylocladus arachnoides</i>	5(5)	0	0	0	0	0	0	7(7)	6(6)	0	0	0	2(2)	0	0	20
<i>Pentapleura dalei</i>	0	0	18(18)	16(8)	0	0	0	14(14)	0	0	0	45(35)	0	0	0	93
<i>Scrippsiella lachrymosa</i>	0	0	9(9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
<i>Scrippsiella precaria</i>	0	0	0	15(15)	222(94)	918(414)	10530(5310)	4872(2906)	117(66)	143(68)	210(90)	1650(765)	92(44)	8	5(3)	18782
<i>Trinovantidium variable</i>	0	0	36	8	0	0	30	42(21)	0	0	8(8)	20	0	0	0	144
<i>Echinodinium aculeatum</i>	0	0	0	8(8)	0	36(36)	45(45)	0	0	0	0	10(10)	0	0	0	99
<i>Echinodinium cf. granulatum</i>	0	0	0	0	43(43)	99(99)	60	0	0	0	0	0	0	0	0	202
cf. <i>Islandinium brevispinosum</i>	5	0	36	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	86
cf. <i>Oblea rotunda</i>		10(10)	54(54)	30(30)	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	109
cf. <i>Lebouria pusilla</i>	100(100)	20(20)	36(36)	83(83)	17(17)	72(72)	60(60)	28(28)	69(69)	11(11)	23(23)	170(170)	26(23)	5(5)	11(11)	731
cf. <i>Huia caspica</i>	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
<i>Niea acanthocysta</i>	0	0	54(27)	0	0	0	15	28	0	0	0	10(10)	0	0	0	107
<i>Niea torta</i>	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
<i>Preperidinium meunieri</i>	85(35)	60	234	121(8)	9	396(234)	450(45)	252(84)	0	8	15	170(70)	0	0	1	1801
<i>Diplopsalopsis ovata</i>	45	20	135	30	0	18	30	56	0	0	8	10	0	0	0	352
<i>Selenopemphix tholus</i>	0	0	54	8	0	9	30(15)	35(7)	0	0	0	10	0	0	0	146
<i>Selenopemphix undulata</i>	10(5)	20(10)	36	68(8)	0	45(18)	75	56(56)	0	4(4)	0	130(75)	2	1	0	447
<i>Brigantidium cf. asymmetricum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	60
<i>Archaeoperidinium minutum</i>	15(5)	240(160)	198(36)	105	0	171(81)	195(45)	434(238)	12	19(11)	23(8)	590(470)	4(2)	3(1)	1(1)	2010
<i>Protoperidinium americanum</i>	45(10)	50	198	3	26(26)	45(9)	300	280	0	12(8)	15(15)	195(40)	2	0	0	1171
<i>Protoperidinium avellana</i>	15	30	162	368(75)	0	90	135	266	0	0	8	60	0	0	0	1134
<i>Protoperidinium claudicans</i>	20(20)	0	27(27)	15(15)	9(9)	45(45)	30(30)	0	3(3)	8(8)	0	20(20)	2(2)	1(1)	1(1)	181
<i>Protoperidinium conicoides</i>	15	0	45	38(15)	35(9)	9	60	98	0	0	0	50	0	0	0	350
<i>Protoperidinium conicum</i>	80(25)	150(20)	324(126)	180(15)	119(85)	477(180)	360(30)	532(84)	6	31(23)	23(23)	160	7(3)	0	1	2450
<i>Protoperidinium cf. conicum</i>	0	10	225	98	0	36	180	14	0	0	0	0	0	0	0	563



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N EN ACUICULTURA

<i>Protooperidinium denticulatum</i>	45	40	72	128	17	36	105	154	0	4	38	50	3	0	1	693
<i>Protooperidinium excentricum</i>	60(25)	80(50)	252	210(60)	9(9)	135(54)	300(30)	280(56)	0	4(4)	16(8)	150(60)	6(3)	0	1	1503
<i>Protooperidinium leonis</i>	50	90	153	203(8)	17	117(9)	270(15)	182	0	4	8	110(10)	0	0	0	1204
<i>Protooperidinium nudum</i>	0	0	0	0	9(9)	0	0	42	0	0	0	80(50)	2	1	0	134
<i>Protooperidinium oblongum</i>	0	0	0	0	0	27(27)	15	14(14)	0	0	0	0	0	0	0	56
<i>Protooperidinium pentagonum</i>	0	10	0	23	0	0	45	42	0	0	0	20	0	0	0	140
<i>Protooperidinium punctulatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	20
<i>Protooperidinium thorianum</i>	0	10	18	30	0	18	60	0	0	4	0	30	0	0	0	170
<i>Protooperidinium thulesense</i>	0	0	0	0	0	0	30	14	0	0	0	0	0	0	0	44
<i>Protooperidinium spp.</i>	45(45)	20(20)	225(225)	383(383)	68(68)	81(81)	225(225)	434(434)	9(9)	30(30)	15(15)	430(430)	3(3)	2	2(2)	1972
<i>Protooperidinium sp. 3</i>	0	0	0	15	0	8	0	42(42)	0	0	0	10(10)	0	0	0	75
<i>Protooperidinium sp. 4</i>	0	0	0	0	0	0	68	0	0	0	0	0	0	0	0	68
<i>Protooperidinium sp. 8</i>	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
<i>Gyrodinium undulans</i>	0	0	63(63)	210(210)	0	0	75(75)	126(126)	0	0	0	50(50)	0	0	0	524
<i>Polykrikos schwartzii</i>	10	30(10)	18	60(30)	9	45(9)	165	98	0	0	8	40(10)	0	1	0	484
<i>Polykrikos kofoidii</i>	0	0	36	8	0	9	15	14	0	0	8	0	0	0	0	90
No identificado 4	0	0	0	0	26(26)	36(36)	135(135)	308(308)	0	8(8)	0	0	0	0	0	513
No identificado 10	0	0	18(18)	0	0	0	0	0	0	0	0	10(10)	0	0	0	28
No identificado 42	0	0	18(18)	23	0	0	30(30)	0	3(3)	15(15)	8(8)	245(245)	0	0	0	342
No identificado 44	110(100)	7400(7380)	198(198)	0	0	18(18)	60(60)	0	15(15)	0	136(113)	0	0	0	0	7937
No identificado 45	0	0	0	173(173)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	173
Quistes totales	805	8290	3006	2683	669	3059	14303	8820	243	316	570	4690	153	23	25	47655
Quistes vacios	385	610	2133	1531	240	1574	8153	4395	69	115	259	2075	69	15	6	21629
Quistes llenos	420	7680	873	1152	429	1485	6150	4425	174	201	311	2615	84	8	19	26026



Tabla 1.4.3. Diversidad y abundancia de quistes totales y quistes llenos (entre paréntesis) de dinoflagelados en sedimentos superficiales de la Región de La Araucanía obtenidos en noviembre 2021 (primavera). Números expresados como quistes cm⁻³ de sedimento húmedo.

Estación	Nehuentué 2	Nehuentué 10	P. Saavedra 2	P. Saavedra 10	Queule 2	Queule 5	
Código	MPAT1-2	MPAT1-10	MPAT2-2	MPAT2-2	MPAT3-2	MPAT3-5	
Transecto	2 millas	10 millas	2 millas	10 millas	2 millas	5 millas	
Región	La Araucanía	La Araucanía	La Araucanía	La Araucanía	La Araucanía	La Araucanía	
Crucero	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	
Fecha	10-11-21	10-11-21	10-11-21	10-11-21	10-11-21	10-11-21	
Especie							Total
<i>Biecheleria</i> sp.	0	0	0	0	1(1)	0	1
<i>Pentaparsodinium dalei</i>	0	0	0	12(12)	0	0	12
<i>Scrippsiella lachrymosa</i>	0	8(8)	0	0	1(1)	0	9
<i>Scrippsiella precaria</i>	6(4)	24(8)	0	42	1	1	74
<i>Scrippsiella patagonica</i>	0	4(4)	0	12(12)	2(2)	0	18
<i>Echinidinium</i> cf. <i>granulatum</i>	0	0	3(3)	0	0	1(1)	4
cf. <i>Lebouraia pusilla</i>	1	32(32)	0	60(60)	6(6)	7(6)	106
<i>Niea acanthocysta</i>	0	0	0	12(12)	0	0	12
<i>Preperidinium meunieri</i>	2(2)	12	2	102	1	1	120
<i>Diplopsalopsis ovata</i>	0	0	0	42	0	0	42
<i>Selenopemphix undulata</i>	0	16(4)	0	18	0	0	34
<i>Archaeperidinium minutum</i>	1	4	2	126	1	0	134
<i>Archaeperidinium constrictum</i>	1	4	0	36	0	0	41
<i>Protoperidinium americanum</i>		64	5	102(12)	1	0	172
<i>Protoperidinium avellana</i>	2	40	8	126	2	1	179
<i>Protoperidinium conicoides</i>	0	0	0	36	0	0	36
<i>Protoperidinium conicum</i>	1	8(4)	3	498(384)	0	2(1)	512
<i>Protoperidinium</i> cf. <i>conicum</i>	0	0	0	78	0	0	78
<i>Protoperidinium denticulatum</i>	0	32	12	168	0	2	214
<i>Protoperidinium excentricum</i>	1	0	2	54(18)	0	0	57
<i>Protoperidinium leonis</i>	1	16(4)	2	78	0	0	97
<i>Protoperidinium punctulatum</i>	0	0	2	0	0	0	2
<i>Protoperidinium thorianum</i>	1	4	2	120	0	1	128
<i>Protoperidinium</i> spp.	2(2)	52(52)	8(8)	144(144)	2(2)	2(2)	210
<i>Polykrikos schwartzii</i>	1	4	0	108(72)	1	1(1)	115
<i>Polykrikos kofoidii</i>	0	0	0	36	0	0	36
No identificado 4	1(1)	12(12)	0	0	0	1(1)	14
No identificado 10	0	0	2(2)	30(30)			32
Quistes totales	21	336	53	2040	19	20	2489
Quistes vacíos	12	208	40	1284	7	8	1559
Quistes llenos	9	128	13	756	12	12	930



Tabla 1.4.4. Diversidad y abundancia de quistes totales y quistes llenos (entre paréntesis) de dinoflagelados en sedimentos superficiales de la Región de Los Ríos obtenidos en noviembre 2021 (primavera). Números expresados como quistes cm⁻³ de sedimento húmedo.

Estación	Mehuín 2	Mehuín 5	Niebla 2	Niebla 5	
Código	MPRT1-2	MPRT1-5	MPRT2-2	MPRT2-5	
Transecto	2 millas	5 millas	2 millas	5 millas	
Región	Los Ríos	Los Ríos	Los Ríos	Los Ríos	
Crucero	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	
Fecha	11-11-21	11-11-21	11-11-21	11-11-21	
Especie					Total
<i>Biecheleria</i> sp.	0	0	14(14)	0	14
<i>Dactylodinium arachnoides</i>	0	2(2)	0	0	2
<i>Scrippsiella donghaiensis</i>	0	0	9(9)	0	9
<i>Scrippsiella lachrymosa</i>	0	0	3(3)	0	3
<i>Scrippsiella precaria</i>	1(1)	2	3(3)	0	6
<i>Echinidinium</i> cf. <i>granulatum</i>	0	0	0	2(2)	2
cf. <i>Lebouraia pusilla</i>	0	20(20)	26(26)	13(13)	59
<i>Preperidinium meunieri</i>	1(1)	2	12	6	21
<i>Diplopsalopsis ovata</i>	1	0	0	0	1
<i>Selenopemphix tholus</i>	0	0	3(3)	0	3
<i>Selenopemphix undulata</i>	0	0	6	2	8
<i>Archaeoperidinium minutum</i>	0	0	6	2	8
<i>Protooperidinium americanum</i>	1	0	23	4	28
<i>Protooperidinium avellana</i>	1	2	9	2	14
<i>Protooperidinium conicoides</i>	0	2	0	2	4
<i>Protooperidinium conicum</i>	0	0	6	2	8
<i>Protooperidinium denticulatum</i>	0	4	9	6	19
<i>Protooperidinium excentricum</i>	0	0	3	2	5
<i>Protooperidinium leonis</i>	0	0	6	2	8
<i>Protooperidinium</i> spp.	3(3)	16(16)	3(3)	9(9)	31
<i>Protooperidinium</i> sp. 3	0	0	0	2	2
<i>Polykrikos schwartzii</i>	0	0	6(3)	0	6
No identificado 4	0	4(4)	0	4(4)	8
No identificado 44	0	0	0	2(2)	2
Quistes totales	8	54	147	62	271
Quistes vacíos	3	12	83	32	130
Quistes llenos	5	42	64	30	141



Tabla 1.4.5. Diversidad y abundancia de quistes totales y quistes llenos (entre paréntesis) de dinoflagelados en sedimentos superficiales de la Región de Los Lagos obtenidos en noviembre 2021 (primavera). Números expresados como quistes cm^{-3} de sedimento húmedo.

Estación	B. Mansa	B. Mansa	B. Mansa	Estaquilla 2	Estaquilla 5	Estaquilla 10	P. Brava 2	P. Brava 5	P. Brava 10	Caremapu 10	F. Corona 2	F. Corona 5	F. Corona 10
Código	MPLT1	MPLT1-2	MPLT1-5	MPLT2-2	MPLT2-5	MPLT2-10	MPLT3-2	MPLT3-5	MPLT3-10	MPLT4-10	MPLT5-2	MPLT5-5	MPLT5-10
Transecto	Muelle	2 millas	5 millas	2 millas	5 millas	10 millas	2 millas	5 millas	10 millas	10 millas	2 millas	5 millas	10 millas
Región	Los Lagos	Los Lagos	Los Lagos	Los Lagos	Los Lagos	Los Lagos	Los Lagos	Los Lagos	Los Lagos	Los Lagos	Los Lagos	Los Lagos	Los Lagos
Crucero	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9
Fecha	24-11-21	24-11-21	24-11-21	18-11-21	18-11-21	18-11-21	19-11-21	19-11-21	19-11-21	19-11-21	19-11-2021	19-11-2021	19-11-2021
Especie													
<i>Alexandrium catenella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Protoceratium reticulatum</i>	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	7
<i>Spiniferites pachydermus</i>	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spiniferites cf. ramosus</i>	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nematosphaeropsis labyrinthus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Biecheleria sp.</i>	0	0	0	0	53(53)	0	0	0	1(1)	0	0	0	0
<i>Pentaparsodinium dalei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scripsiella lachrymosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scripsiella precaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Scripsiella patagonica</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7(7)
<i>Scripsiella sp.</i>	0	0	8(8)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Echinidinium cf. granulatum</i>	0	0	24(8)	2	45	21	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf. Lebouria pusilla</i>	29(29)	2(2)	80(80)	265(239)	45(45)	7	9	1(1)	2(2)	0	14(12)	0	14(14)
<i>Niea acanthocysta</i>	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	
<i>Preperidinium meunieri</i>	1(1)	5(2)	56	3	143	56	1	0	2	0	0	0	77
<i>Diplopsalopsis ovata</i>	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Selenopemphix tholus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Selenopemphix undulata</i>	0	2	16	0	60	7	0	0	0	0	0	0	7(7)
<i>Brigantedinium cf. asymmetricum</i>	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Archaeperidinium minutum</i>	0	0	48	5	233(53)	70	0	0	0	0	0	0	63(14)
<i>Archaeperidinium constrictum</i>	0	0	0	0	30(15)	21	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium americanum</i>	0	0	168	2	300	455	0	1	2	0	0	0	84
<i>Protoperidinium avellana</i>	0	0	8	0	150	42	0	0	0	0	0	0	0



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

<i>Protoperidinium claudicans</i>	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium conicoides</i>	2(2)	0	16	0	98	63	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium conicum</i>	0	0	160(48)	2	181(53)	91	1	1	2	1	0	2(1)	147(49)
<i>Protoperidinium cf. conicum</i>	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	14
<i>Protoperidinium denticulatum</i>	1	2	24	0	75	21	0	0	1	0	0	0	42
<i>Protoperidinium excentricum</i>	2(2)	0	32(8)	0	38	28	1	0	3(3)	0	0	0	0
<i>Protoperidinium leonis</i>	0	2(2)	56(8)	0	143	35	2(1)	0	4(3)	0	2(2)	0	0
<i>Protoperidinium nudum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium pentagonum</i>	0	0	0	0	45	28	0	0	0	0	0	0	14
<i>Protoperidinium punctulatum</i>	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium thorianum</i>	0	0	0	0	38	14	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium spp.</i>	4(4)	2(2)	16(16)	0	83(83)	0	1	1(1)	3(3)	4(4)	2(2)	0	21(21)
<i>Protoperidinium sp. 3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Protoperidinium sp. 6</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium sp. 9</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7(7)
<i>Polykrikos schwartzii</i>	0	0	16	0	23	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Polykrikos kofoidii</i>	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polykrikos sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No identificado 4	1(1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No identificado 9	0	0	17(8)	2	38	49(21)	0	0	0	0	0	0	7
No identificado 10	0	0	0	0	10(10)	0	0	0	0	0	0	0	0
No identificado 46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quistes totales	40	15	785	281	1914	1022	16	4	21	5	18	3	539
Quistes vacíos	1	7	601	42	1602	1001	15	2	8	1	2	2	420
Quistes llenos	39	8	184	239	312	21	1	2	13	4	16	1	119



(continuación)

Estación	M. Brava 2	M. Brava 5	M. Brava 10	Chepu 2	Chepu 5	Chepu 10	Cucao 2	Cucao 5	Cucao 10	C. Zorra 2	C. Zorra 5	C. Zorra 10	
Código	MPLT6- 2	MPLT6- 5	MPLT6- 10	MPLT7- 2	MPLT7- 5	MPLT7- 10	MPLT8- 2	MPLT8- 5	MPLT8- 10	MPLT9- 2	MPLT9- 5	MPLT9- 10	
Transecto	2 millas	5 millas	10 millas	2 millas	5 millas	10 millas	2 millas	5 millas	10 millas	2 millas	5 millas	10 millas	
Región	Los Lagos	Los Lagos	Los Lagos	Los Lagos	Los Lagos	Los Lagos	Los Lagos	Los Lagos	Los Lagos	Los Lagos	Los Lagos	Los Lagos	
Crucero	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	
Fecha	18-11- 21	18-11- 21	18-11- 21	17-11- 21	17-11- 21	17-11- 21	17-11-21	17-11- 21	17-11- 21	17-11- 21	17-11- 21	17-11- 21	
Especie	Total												
<i>Alexandrium catenella</i>	0	0	0	0	2(1)	0	2(2)	4	7(7)	0	0	18(6)	34
<i>Protoceratium reticulatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	21
<i>Spiniferites pachydermus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
<i>Spiniferites cf. ramosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	2	24
<i>Nematosphaeropsis labyrinthus</i>	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Biecheleria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	3(3)	21(21)	0	0	2(2)	80
<i>Pentaparsodinium dalei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6(6)	6
<i>Scrippsiella lachrymosa</i>	0	0	0	1(1)	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Scrippsiella precaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Scrippsiella patagonica</i>	0	0	0	0	0	0	2(2)	3(3)	0	0	2(2)	2(2)	18
<i>Scrippsiella sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	7(7)	0	0	0	15
<i>Echinidium cf. granulatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92
<i>cf. Lebouria pusilla</i>	432 (230)	6(6)	12(12)	3(2)	19(15)	6(6)	133(105)	81(63)	14(14)	0	8(2)	6(6)	1188
<i>Niea acanthocysta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Preperidinium meunieri</i>	2	2	48	1	0	3	0	2	105(7)	0	0	30	537
<i>Diplopsalopsis ovata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	12
<i>Selenopemphix tholus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	2	2	25
<i>Selenopemphix undulata</i>	0	0	30	0	0	0	0	0	28	0	2	4	156
<i>Brigantedinium cf. asymmetricum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
<i>Archaeperidinium minutum</i>	2	3	42(6)	1	1	3	0	2	35	2	3	10(4)	523
<i>Archaeperidinium constrictum</i>	0	0	12	0	0	0	0	0	14	0	0	0	77
<i>Protoperidinium americanum</i>	0	0	156	0	0	3	0	0	198	0	2	22	1393
<i>Protoperidinium avellana</i>	0	2	42	1	0	0	0	2	77	0	8	12	344
<i>Protoperidinium claudicans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	14(7)	0	0	0	30



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N EN ACUICULTURA

<i>Protoperidinium conicoides</i>	0	0	30	0	0	0	0	0	7	0	0	12(4)	228
<i>Protoperidinium conicum</i>	4	2	144(30)	1	6	8(3)	0	2	56(14)	4	2	6(2)	823
<i>Protoperidinium cf. conicum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	67
<i>Protoperidinium denticulatum</i>	0	2	30	0	0	6	0	0	42	0	12	12	270
<i>Protoperidinium excentricum</i>	0	0	54(6)	0	0	2	0	0	0	0	0	6(4)	166
<i>Protoperidinium leonis</i>	0	2(2)	36	1	0	8(3)	2	3(3)	49	0	0	0	345
<i>Protoperidinium nudum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	7(7)	0	0	0	7
<i>Protoperidinium pentagonum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	2	96
<i>Protoperidinium punctulatum</i>	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
<i>Protoperidinium thorianum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	59
<i>Protoperidinium spp.</i>	2(2)	3(3)	18(18)	0	0	3(3)	4(4)	3(3)	7(7)	2	2(2)	14(14)	195
<i>Protoperidinium sp. 3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Protoperidinium sp. 6</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Protoperidinium sp. 9</i>	0	0	18(18)	0	0	0	0	0	7(7)	0	0	0	32
<i>Polykrikos schwartzii</i>	0	0	12	0	0	0	0	0	203(7)	0	0	14	275
<i>Polykrikos kofoidii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
<i>Polykrikos sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
No identificado 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
No identificado 9	0	0	6	0	0	0	0	0	7	0	0	0	126
No identificado 10	1(1)	0	0	1(1)	0	0	0	0	0	0	0	0	12
No identificado 46	0	0	12(12)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Quistes totales	443	22	720	10	28	42	143	105	947	8	45	200	7376
Quistes vacíos	210	11	618	6	12	27	30	30	852	8	39	150	5697
Quistes llenos	233	11	102	4	16	15	113	75	95	0	6	50	1679



Tabla 2.2.1. Listado consolidado de dinoflagelados registrados en la columna de agua (c3lula m3vil) y/o en el sedimento (quiste bent3nico) en las regiones del Biob3o, La Araucan3a, Los R3os y Los Lagos, entre enero 2021 y enero 2022.

Dinoflagelado	C3lula m3vil	Quiste bent3nico
<i>Akashiwo sanguinea</i>	+	
<i>Alexandrium catenella</i>	+	+
<i>Alexandrium ostenfeldii</i>	+	+
<i>Amphisolenia globifera</i>	+	
<i>Amphisolenia spp.</i>	+	
<i>Amylax triacantha</i>	+	
<i>Archaeoperidinium minutum</i>		+
<i>Archaeoperidinium constrictum</i>		+
<i>Azadinium (grupo)</i>	+	
<i>Biecheleria sp.</i>		+
<i>Ceratium hirundinella</i>	+	
<i>Corythodinium spp.</i>	+	
<i>Dactylodinium arachnoides</i>		+
<i>Dinophysis acuminata</i>	+	
<i>Dinophysis acuta</i>	+	
<i>Dinophysis caudata</i>	+	
<i>Dinophysis hastata</i>	+	
<i>Dinophysis infundibulum</i>	+	
<i>Dinophysis tripos</i>	+	
<i>Dinophysis truncata</i>	+	
<i>Dinophysis cf. odiosa</i>	+	
<i>Dinophysis spp.</i>	+	
<i>Diplopelta spp.</i>	+	
<i>Diplopsalopsis ovata</i>		+
<i>Diplopsalopsis spp.</i>	+	
<i>Fragilidium spp.</i>	+	
<i>Gonyaulax spinifera</i>	+	+
<i>Gonyaulax spp.</i>	+	+
<i>Gotoius spp.</i>	+	
<i>Gymnodinium spp.</i>	+	
<i>Gyrodinium undulans</i>		+
<i>Gyrodinium spp.</i>	+	
<i>Heterocapsa triquetra</i>	+	



<i>Heterocapsa spp.</i>	+	
<i>Huia caspica</i>		+
<i>Karenia</i> (grupo)	+	
<i>Lebouria pusilla</i>		+
<i>Lingulodinium polyedra</i>	+	+
<i>Lissodinium spp.</i>	+	
<i>Niea acanthocysta</i>		+
<i>Niea torta</i>		+
<i>Oblea rotunda</i>		+
<i>Ornithocercus magnificus</i>	+	
<i>Ornithocercus cf. quadratus</i>	+	
<i>Oxytoxum curvatum</i>	+	
<i>Oxytoxum scolopax</i>	+	
<i>Oxytoxum spp.</i>	+	
<i>Pentapharsodinium dalei</i>		+
<i>Peridiniella cf. sphaeroidea</i>	+	
<i>Peridinium spp.</i>	+	
<i>Phalacroma mucronata</i>	+	
<i>Phalacroma rotundatum</i>	+	
<i>Phalacroma spp.</i>	+	
<i>Podolampas bipes</i>	+	
<i>Podolampas palmipes</i>	+	
<i>Podolampas spinifera</i>	+	
<i>Podolampas spp.</i>	+	
<i>Polykrikos schwartzii</i>		+
<i>Polykrikos kofoidii</i>		+
<i>Polykrikos spp.</i>	+	+
<i>Preperidinium meunieri</i>	+	+
<i>Prorocentrum micans</i>	+	
<i>Prorocentrum cf. balticum</i>	+	
<i>Prorocentrum cf. emarginatum</i>	+	
<i>Prorocentrum cf. minimum</i>	+	
<i>Prorocentrum spp.</i>	+	
<i>Protoceratium reticulatum</i>	+	+
<i>Protoperidinium americanum</i>		+
<i>Protoperidinium aspidiotum</i>	+	
<i>Protoperidinium avellana</i>		+



<i>Protooperidinium brevipes</i>	+	
<i>Protooperidinium claudicans</i>	+	+
<i>Protooperidinium conicum</i>	+	+
<i>Protooperidinium crassipes</i>	+	
<i>Protooperidinium curtipes</i>	+	
<i>Protooperidinium denticulatum</i>	+	+
<i>Protooperidinium divergens</i>	+	
<i>Protooperidinium excentricum</i>	+	+
<i>Protooperidinium haizhouense</i>		+
<i>Protooperidinium nudum</i>		+
<i>Protooperidinium oblongum</i>		+
<i>Protooperidinium oceanicum</i>	+	
<i>Protooperidinium ovatum</i>	+	
<i>Protooperidinium pentagonum</i>	+	+
<i>Protooperidinium punctulatum</i>	+	+
<i>Protooperidinium pyriforme</i>	+	
<i>Protooperidinium simulum</i>	+	
<i>Protooperidinium cf. bipes</i>	+	
<i>Protooperidinium cf. conicoides</i>	+	+
<i>Protooperidinium cf. depressum</i>	+	
<i>Protooperidinium cf. grani</i>	+	
<i>Protooperidinium cf. leonis</i>	+	+
<i>Protooperidinium cf. oblongum</i>	+	
<i>Protooperidinium cf. obtusum</i>	+	
<i>Protooperidinium cf. pallidum</i>	+	
<i>Protooperidinium cf. pellucidum</i>	+	
<i>Protooperidinium cf. steinii</i>	+	
<i>Protooperidinium cf. thorianum</i>	+	+
<i>Protooperidinium cf. thulesense</i>	+	+
<i>Protooperidinium cf. tristylum</i>	+	
<i>Protooperidinium spp.</i>	+	+
<i>Pyrocystis lunula</i>	+	
<i>Pyrophacus horologium</i>	+	
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	+	
<i>Scrippsiella donghaiensis</i>		+
<i>Scrippsiella lachrymosa</i>		+
<i>Scrippsiella precaria</i>		+



<i>Scrippsiella patagonica</i>		+
<i>Scrippsiella</i> spp.	+	+
<i>Thecadinium</i> cf. <i>kofoidii</i>	+	
<i>Triadinium polyedricum</i>	+	
<i>Tripes arietinus</i>	+	
<i>Tripes azoricus</i>	+	
<i>Tripes candelabrus</i>	+	
<i>Tripes concilians</i>	+	
<i>Tripes declinatus</i>	+	
<i>Tripes dens</i>	+	
<i>Tripes furca</i>	+	
<i>Tripes fusus</i>	+	
<i>Tripes horridus</i>	+	
<i>Tripes lineatus</i>	+	
<i>Tripes macroceros</i>	+	
<i>Tripes muelleri</i>	+	
<i>Tripes pentagonus</i>	+	
<i>Tripes</i> spp.	+	
<i>Dinoflagelados atecados indet.</i>	+	
<i>Dinoflagelados tecados indet.</i>	+	+



Tabla 2.3.1. Concentraciones máximas, mínimas, promedios y desviación estándar para cada profundidad durante los meses de marzo 2018 a diciembre 2019.

Z (m)	nitrito (NO_2^-)				nitrato (NO_3^-)				fosfato (PO_4^{3-})			
	Max	Min	$\bar{x}$	s	Max	Min	$\bar{x}$	s	Max	Min	$\bar{x}$	s
0	4,541	0,022	0,428	0,364	24,035	0,220	7,594	4,832	3,436	0,015	1,096	0,560
5	4,547	0,006	0,433	0,363	30,736	0,129	7,423	5,105	3,994	0,051	1,122	0,581
10	4,643	0,033	0,466	0,407	37,290	0,082	8,282	5,367	3,913	0,183	1,236	0,655
15	4,658	0,030	0,491	0,404	29,380	0,063	9,352	5,496	4,602	0,221	1,361	0,711
20	4,712	0,031	0,486	0,359	30,437	0,290	10,462	6,238	3,575	0,221	1,424	0,711
30	5,530	0,051	0,511	0,550	38,533	0,220	11,525	6,536	4,391	0,086	1,563	0,766

* Max= máximos en μM ; Min= mínimos en μM ; $\bar{x}$ = Promedio; s=Desviación estándar



Tabla 3.3.1. Abundancia celular m1xima (cels. mL⁻¹; ACM) y tasa de crecimiento (Div.cels⁻¹; TC) de la cepa PDMA1 de *D. acuminata* aislada de la costa de Océano Pacífico cultivada a distintas intensidades de luz. DE: desviaci3n estándar.

Luz	ACM	DE	TC	DE
45	829	138	0,138	0,008
95	453	95	0,094	0,004
125	153	11	0,054	0,005

Tabla 3.3.2. Abundancia celular m1xima (cels. mL⁻¹; ACM) y tasa de crecimiento (Div.cels⁻¹; TC) de la cepa PDMA1 de *D. acuminata* aislada de la costa de Océano Pacífico cultivada a distintas temperaturas e intensidad de luz. DE: desviaci3n estándar.

Tem.	Luz	ACM	DE	TC	DE
12	45	700	175	0,052	0,008
12	95	607	115	0,047	0,012
15	45	907	141	0,064	0,007
15	95	407	86	0,027	0,011



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N EN ACUICULTURA

FIGURAS

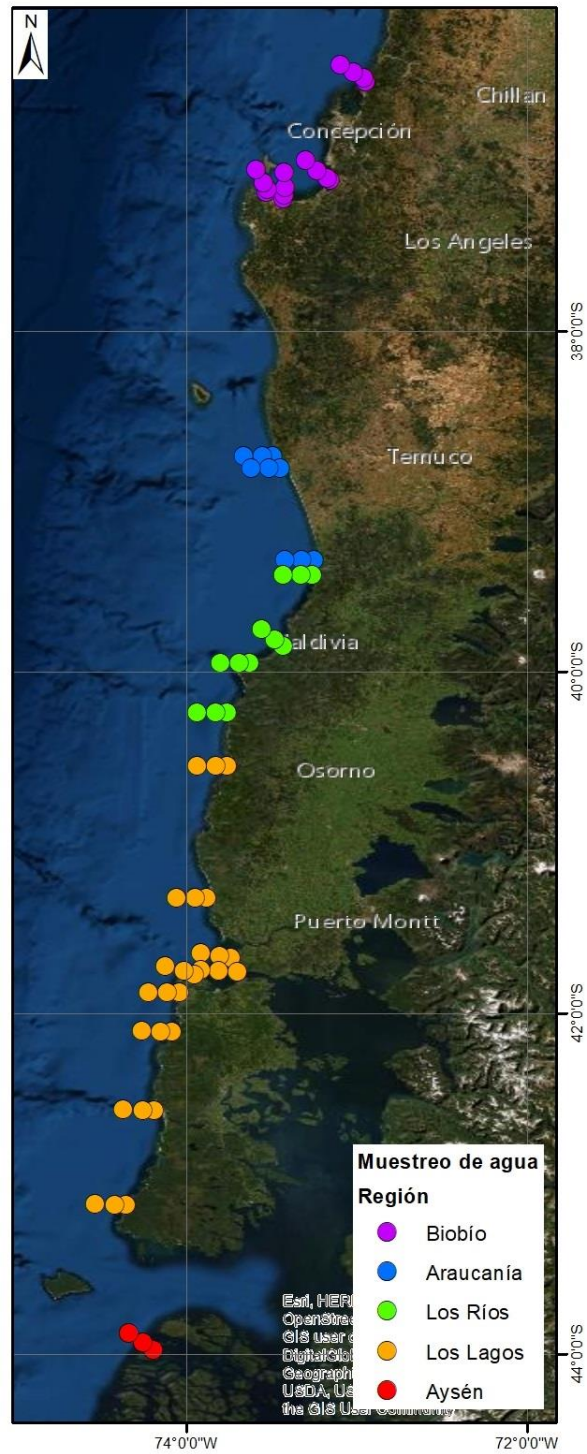


Figura A. Sector geográfico que abarcará el estudio, incluyendo la ubicación de los transectos de muestreo de agua en cada una de las regiones administrativas consideradas.

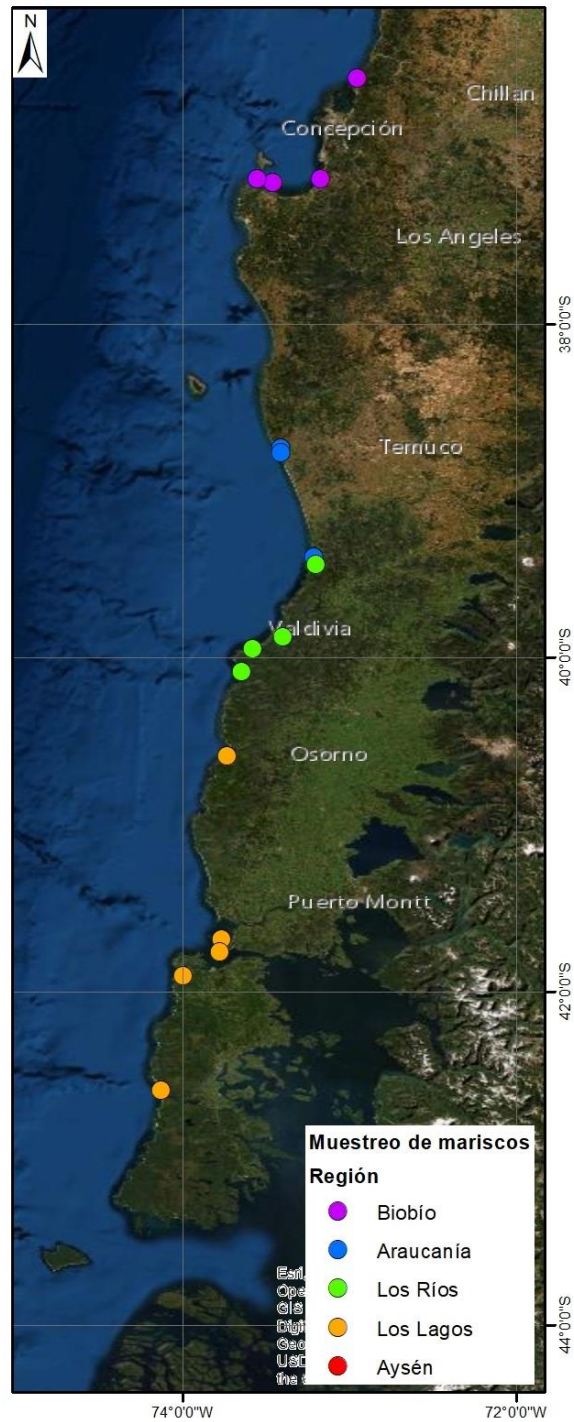


Figura B. Sector geográfico que abarcará el estudio, incluyendo la ubicación de las estaciones de extracción de transvectores en cada una de las regiones administrativas consideradas.

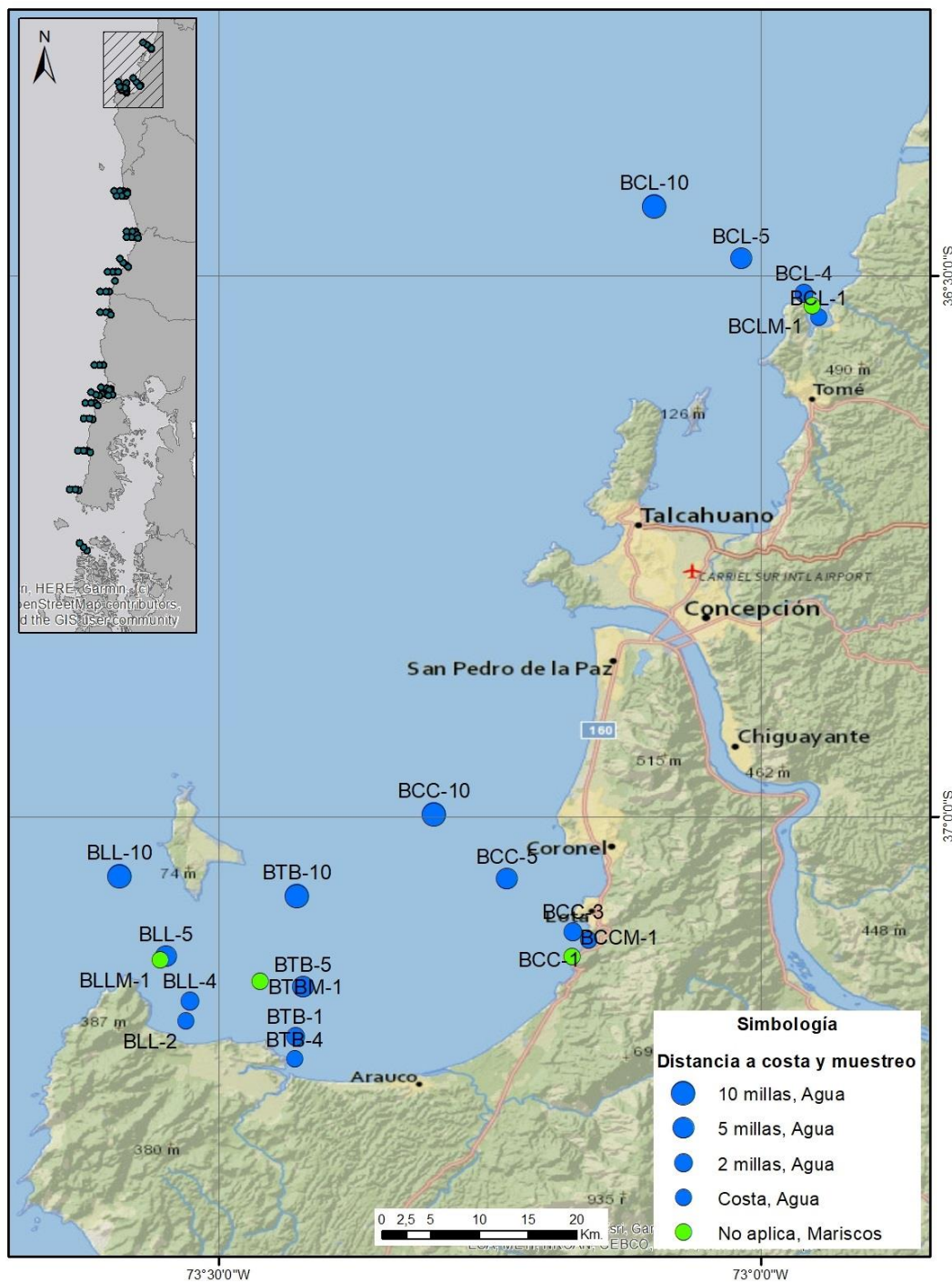


Figura C. Ubicación geográfica de las bahías consideradas en la región del Biobío, incluyendo los cuatro transectos de muestreo de agua (color azul) y las estaciones de extracción de transvectores (color verde) que se realizará en cada sitio.

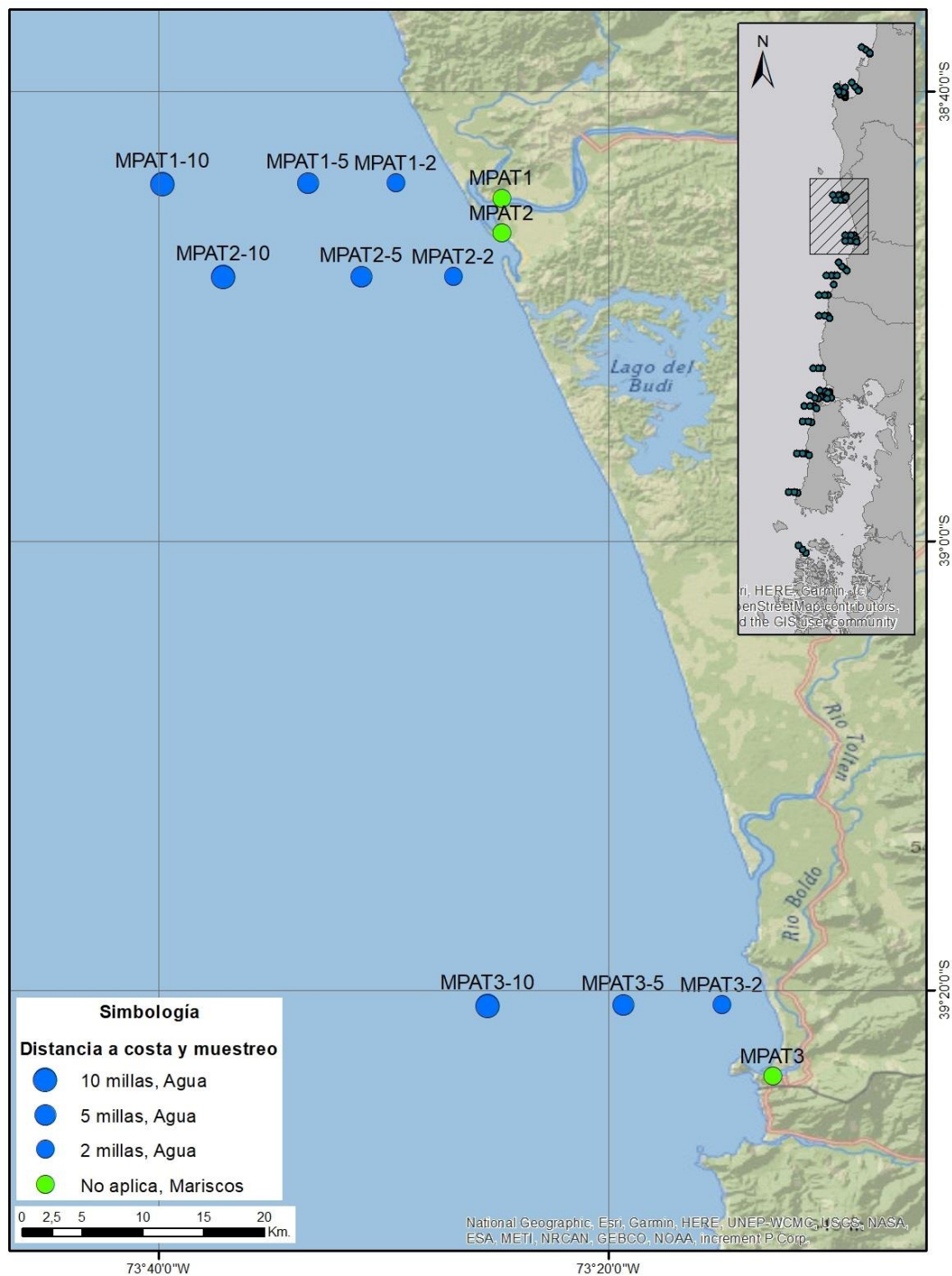


Figura D. Ubicación geográfica de los lugares considerados en la región de La Araucanía, incluyendo los tres transectos de muestreo de agua (color azul) y las estaciones de extracción de transvectores (color verde) que se realizará en cada sitio.

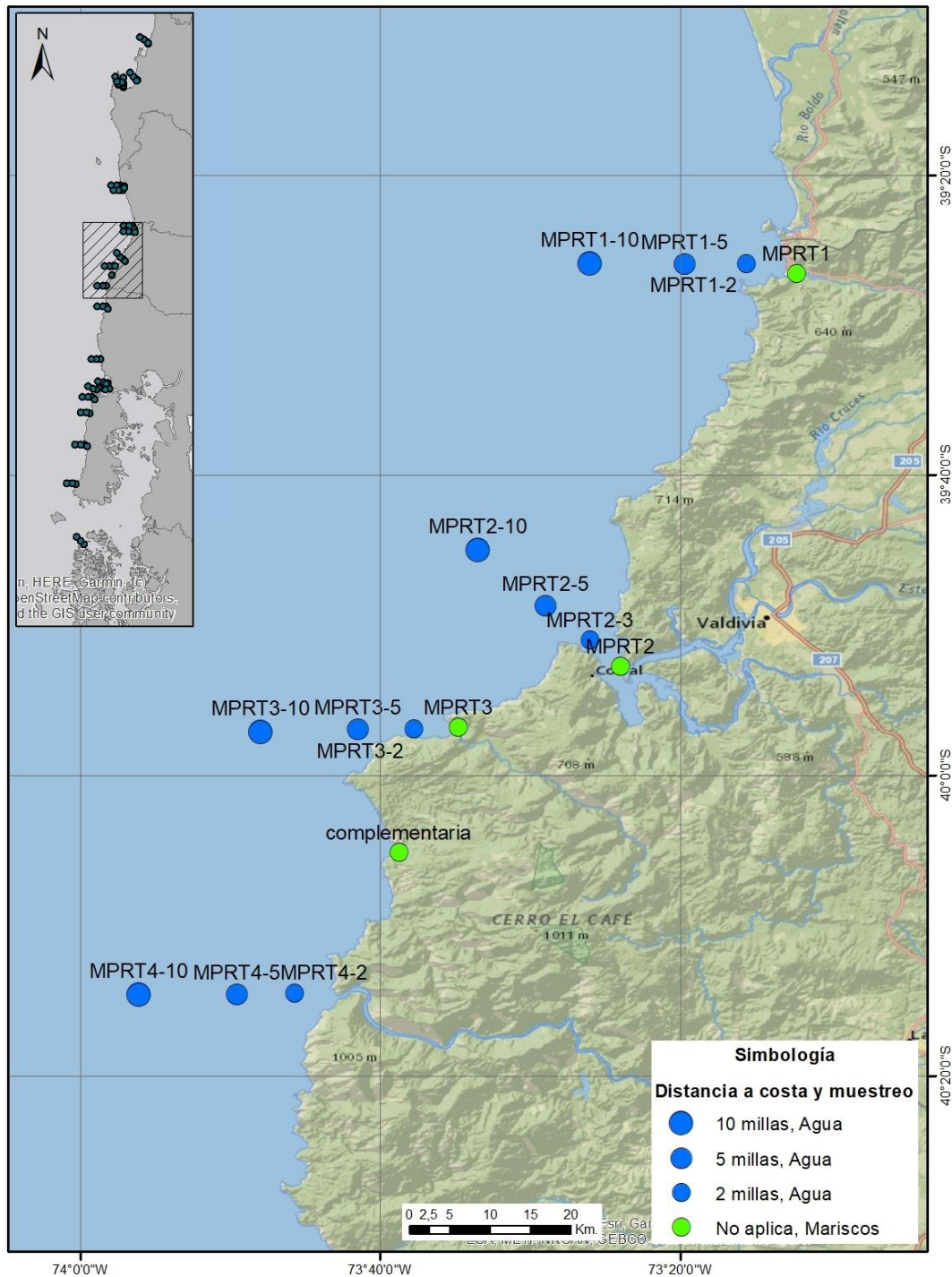


Figura E. Ubicación geográfica de los lugares considerados en la región de Los Ríos, incluyendo los cuatro transectos de muestreo de agua (color azul) y las estaciones de extracción de transvectores (color verde) que se realizará en cada sitio.

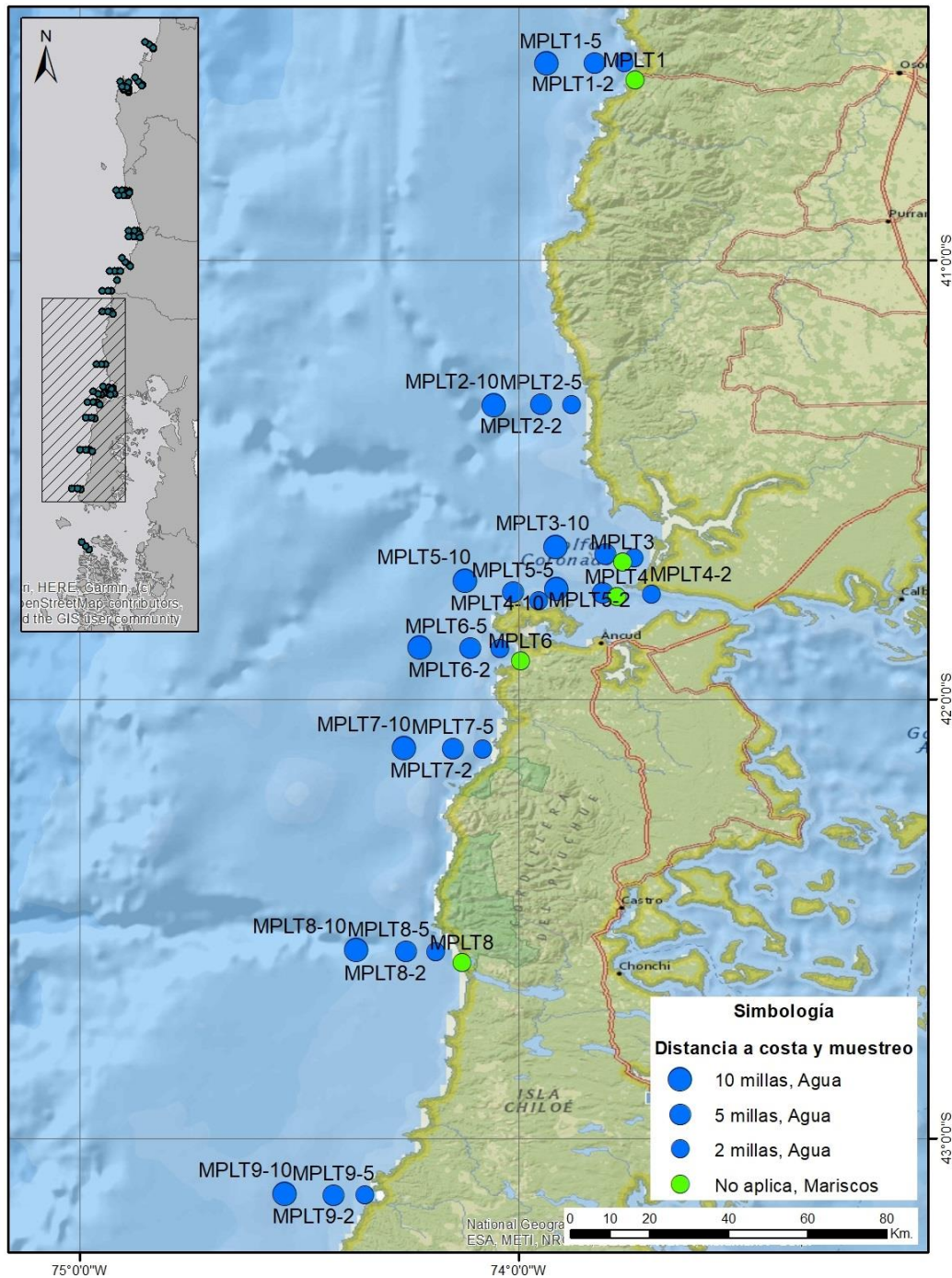


Figura F. Ubicación geográfica de los lugares considerados en la región de Los Lagos, incluyendo los nueve transectos de muestreo de agua (color azul) y las estaciones de extracción de transvectores (color verde) que se realizará en cada sitio.

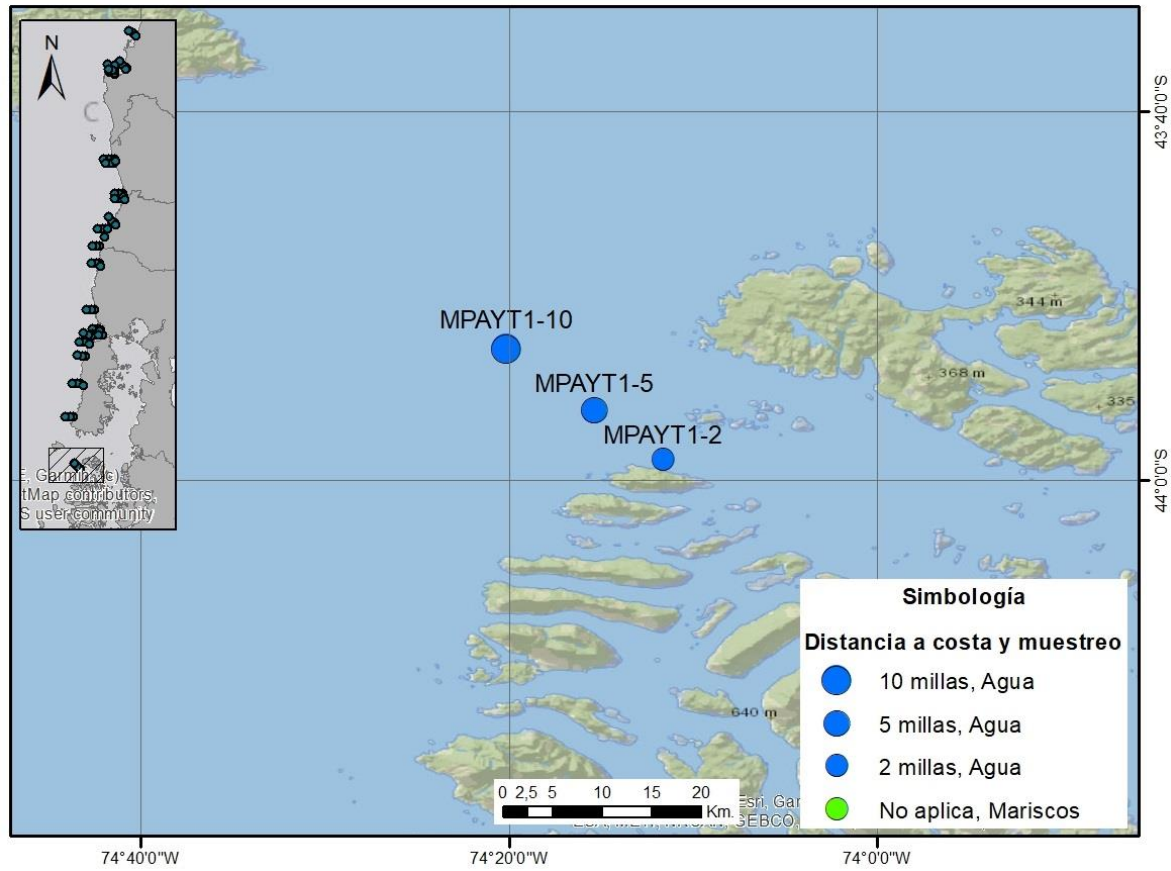


Figura G. Ubicación geográfica del transecto de muestreo de agua en la región de Aysén.

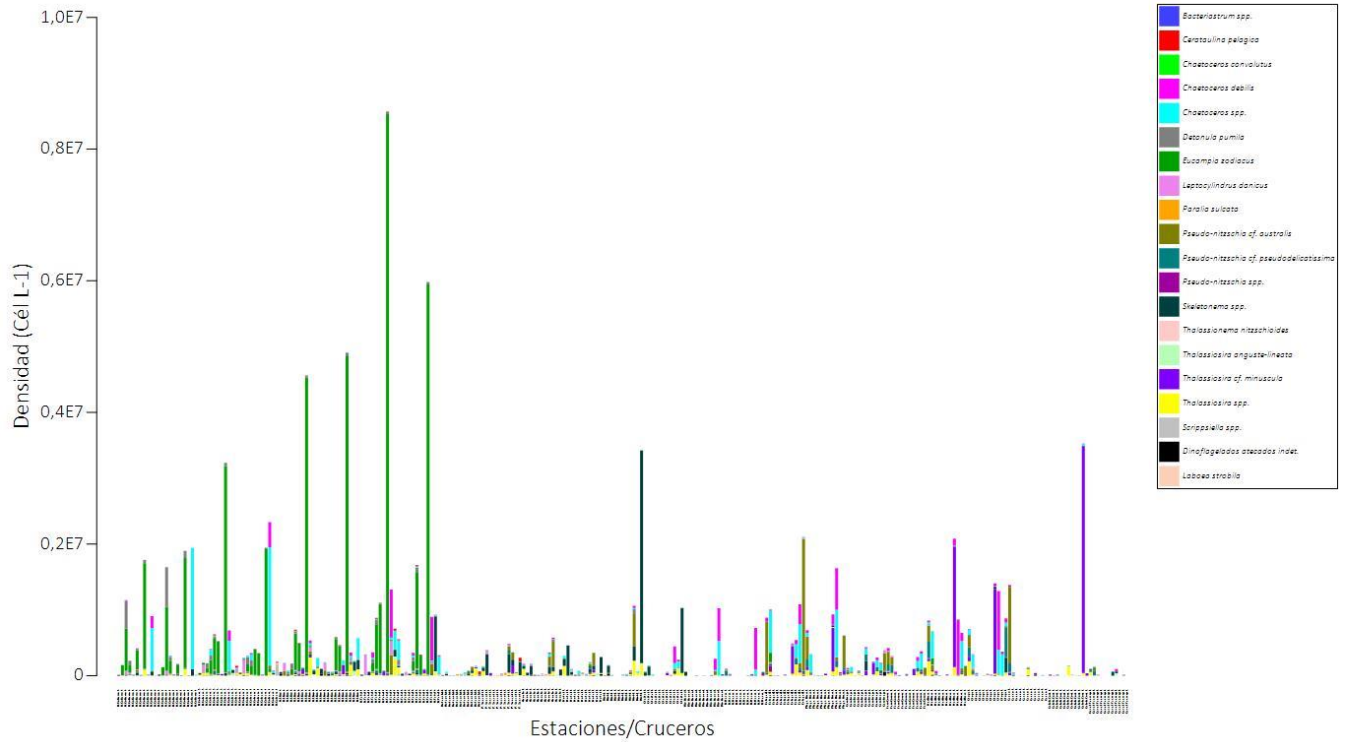


Figura 1.1.1. Densidad (Células L⁻¹) de las 20 especies que más contribuyen a la abundancia total del fitoplancton en las estaciones ubicadas a 2 millas desde la costa.

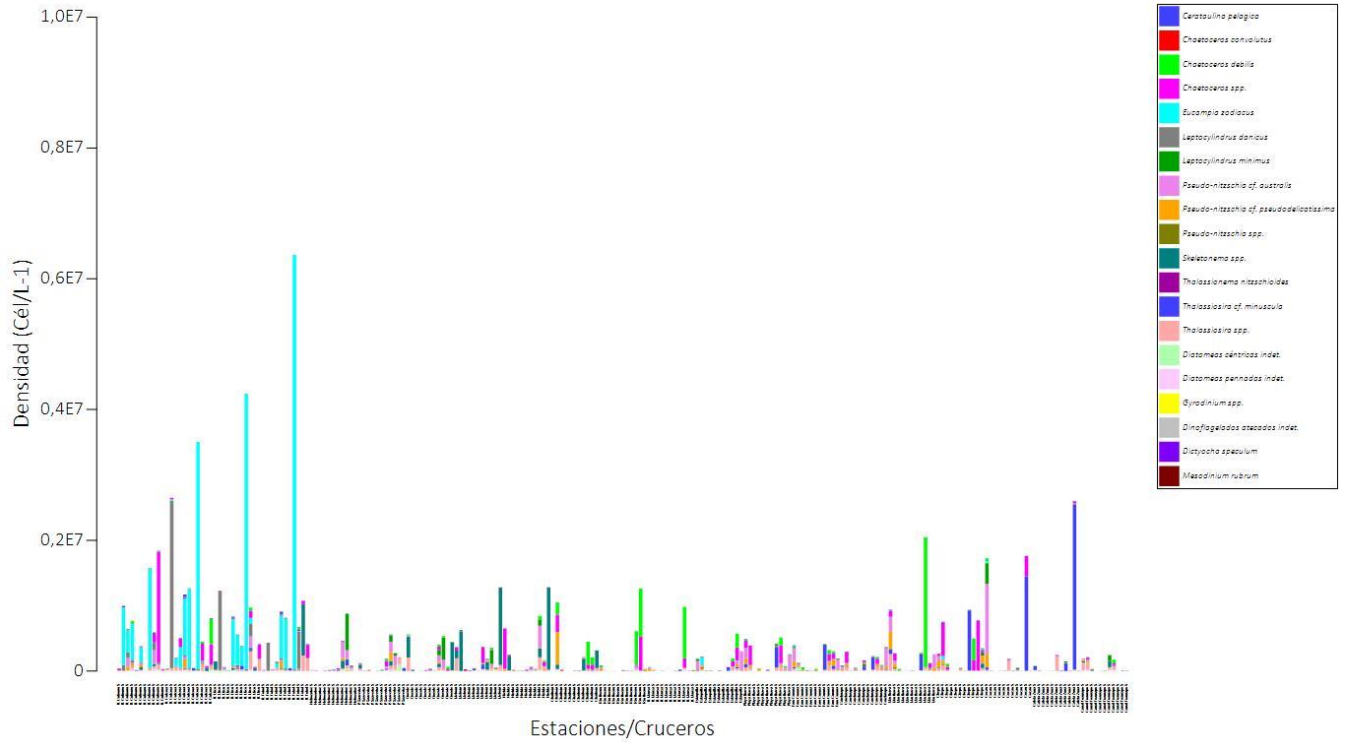


Figura 1.1.2. Densidad (Células L⁻¹) de las 20 especies que más contribuyen a la abundancia total del fitoplancton en las estaciones ubicadas a 5 millas desde la costa.

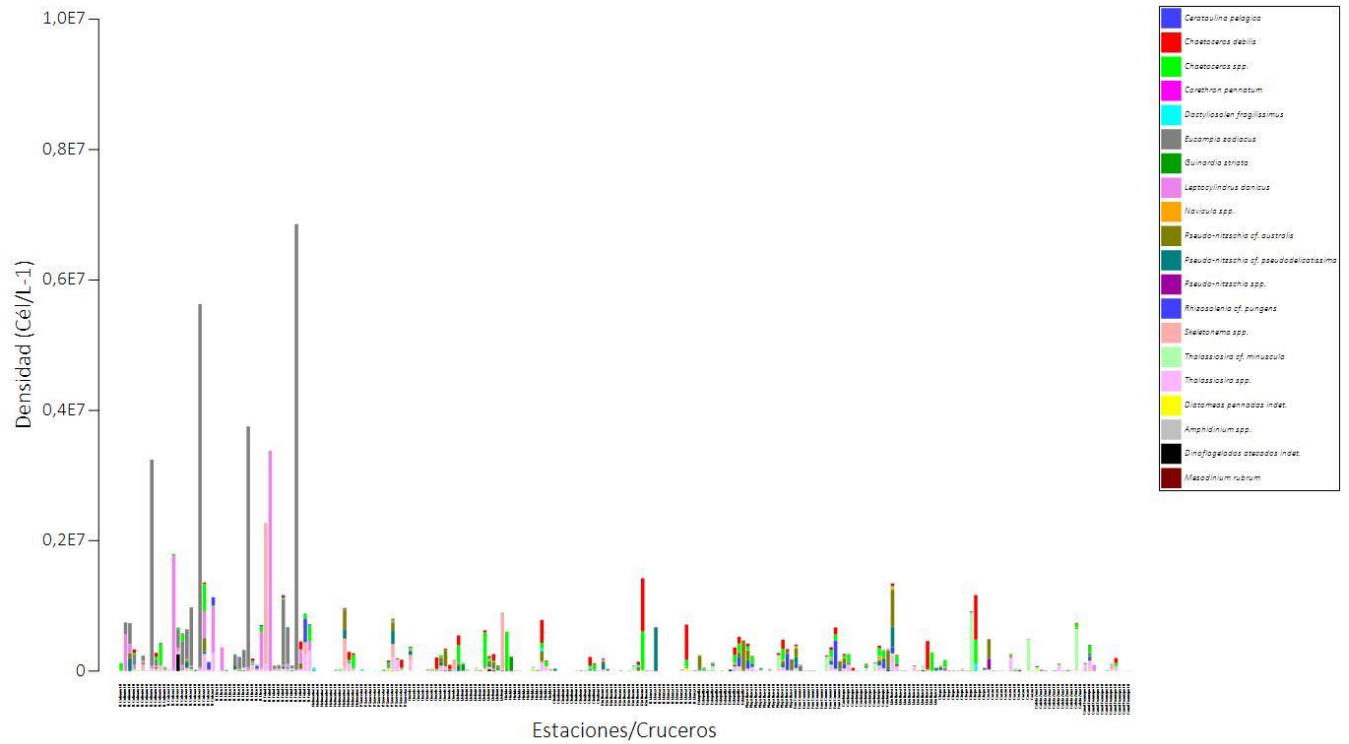


Figura 1.1.3. Densidad (Células L⁻¹) de las 20 especies que más contribuyen a la abundancia total del fitoplancton en las estaciones ubicadas a 10 millas desde la costa.

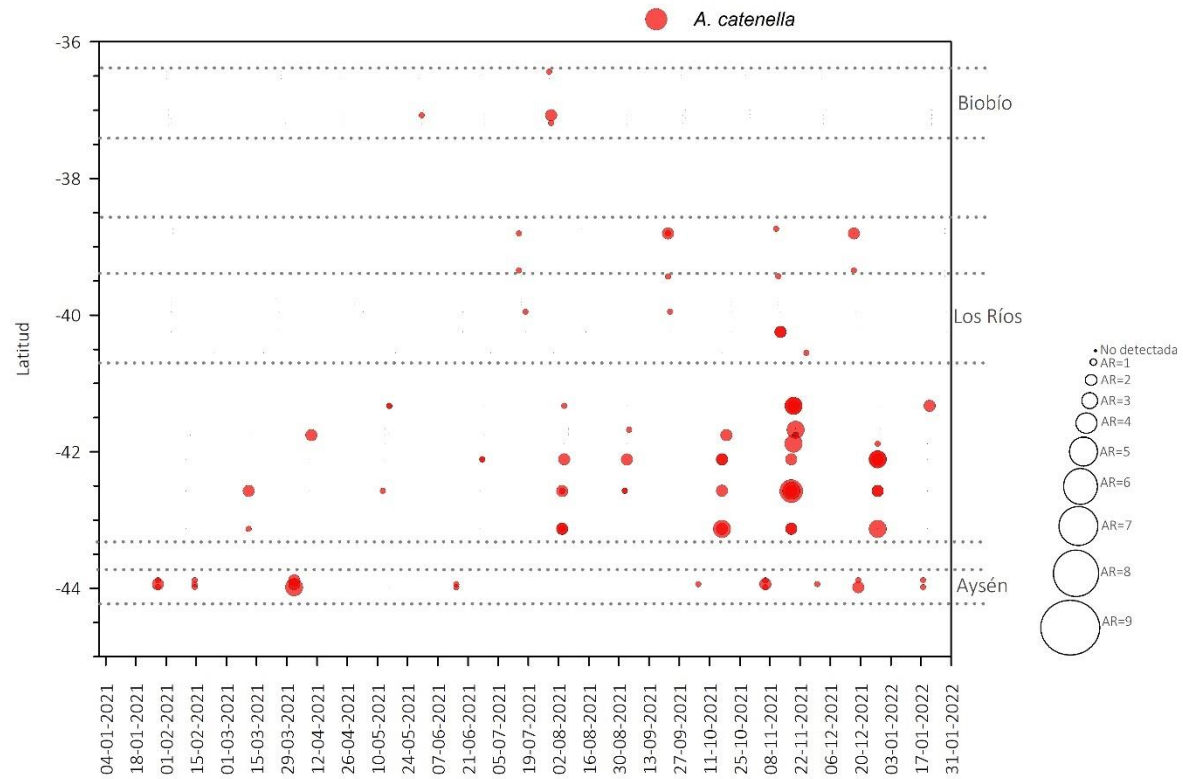


Figura 1.1.4. Distribución espacio – temporal de la abundancia relativa de *A. catenella* durante los Cruceros 1 a 11.

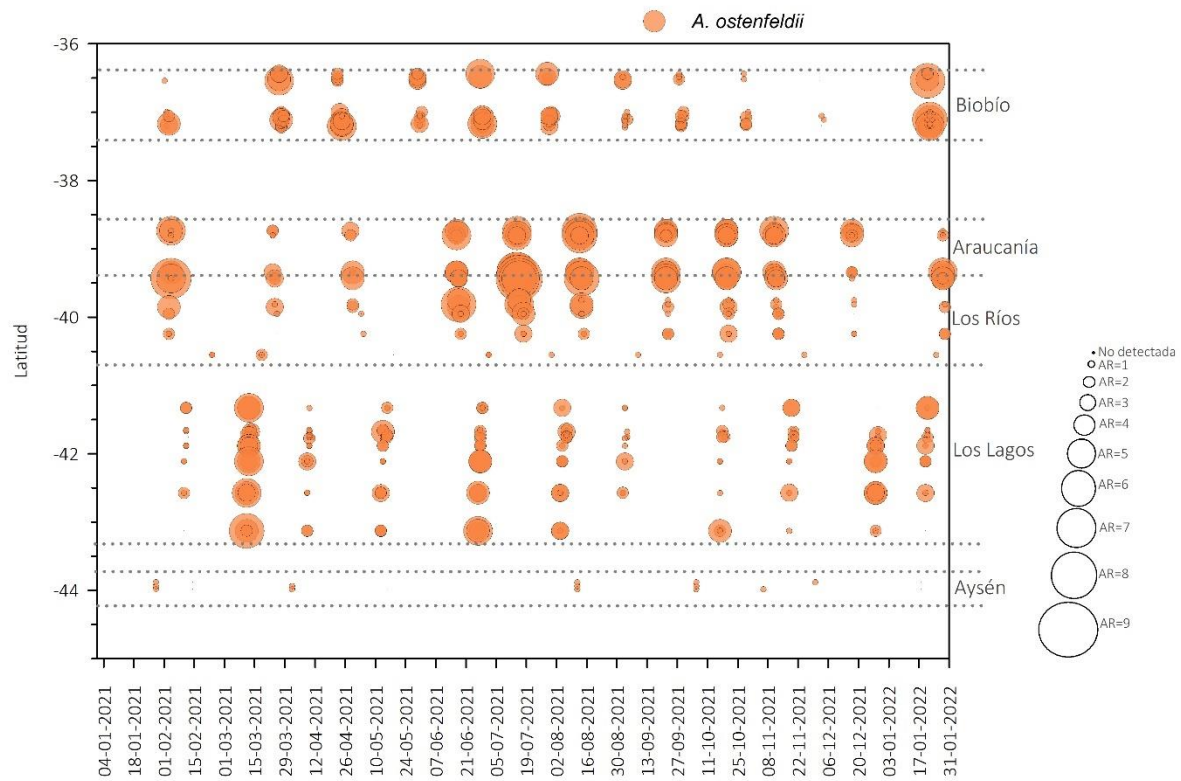


Figura 1.1.5. Distribución espacio – temporal de la abundancia relativa de *A. ostenfeldii* durante los Cruceros 1 a 11.

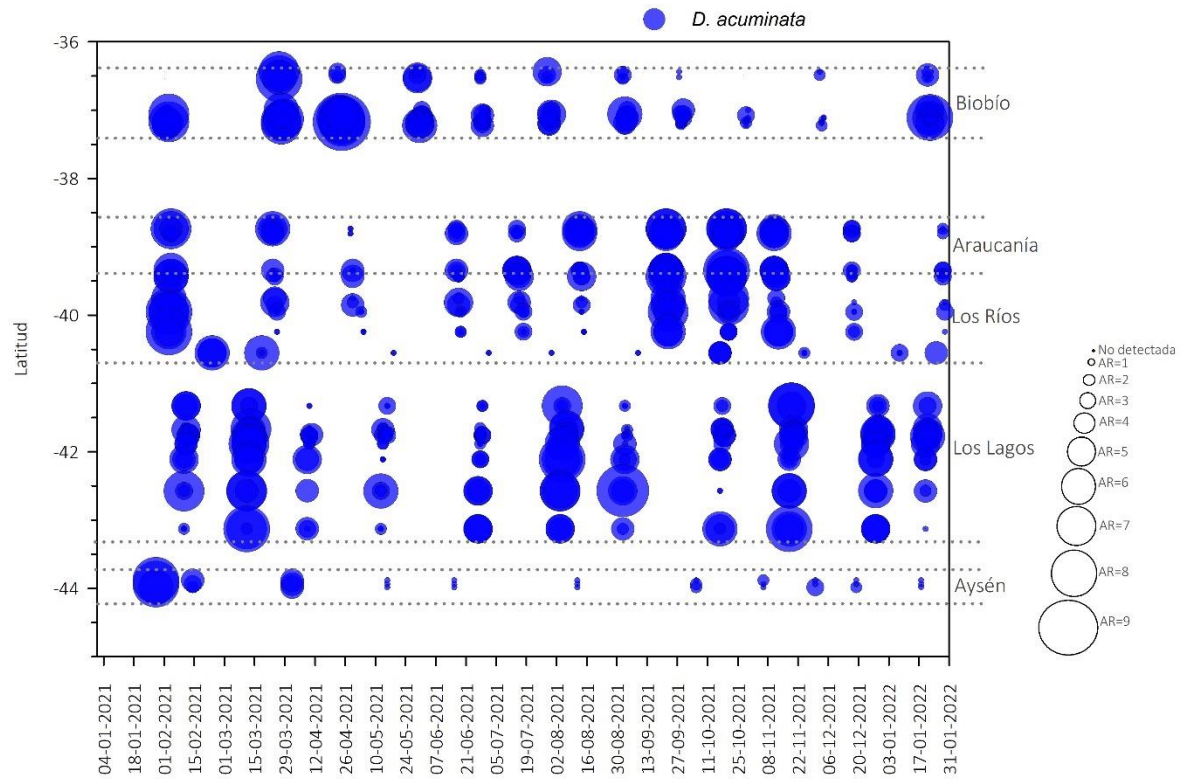


Figura 1.1.6. Distribución espacio – temporal de la abundancia relativa de *D. acuminata* durante los Cruceros 1 a 11.

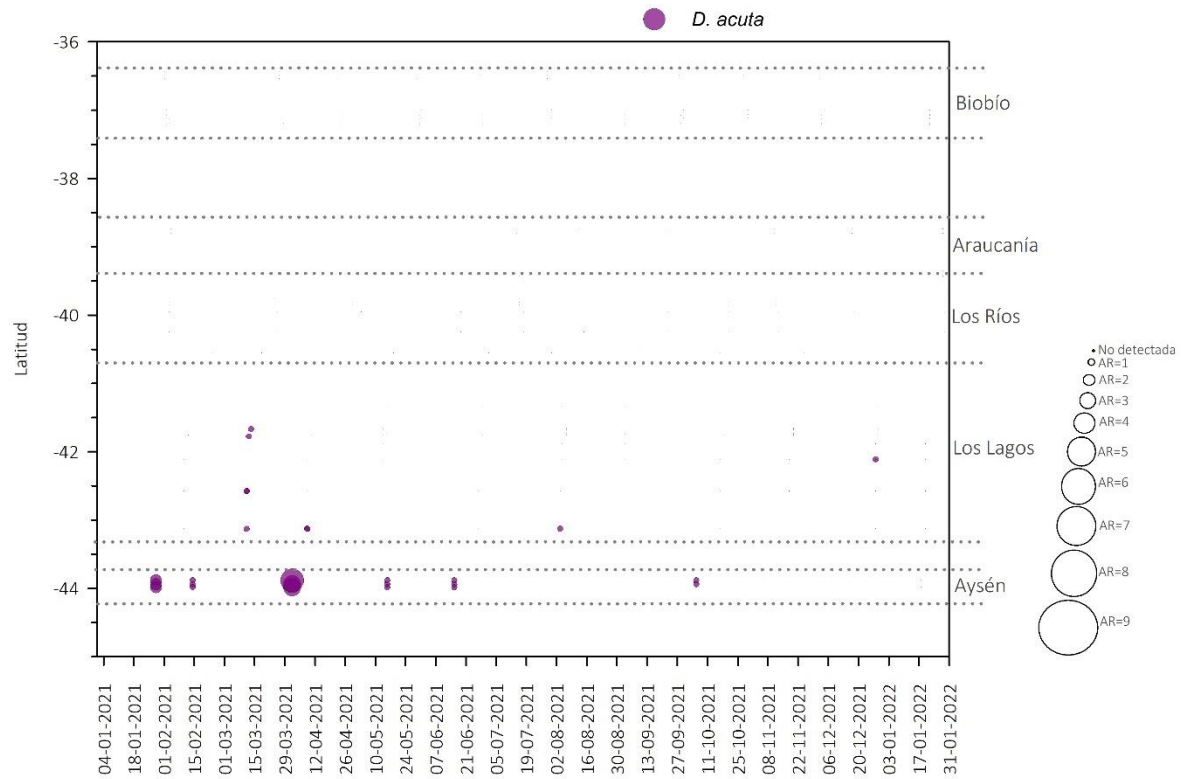


Figura 1.1.7. Distribución espacio – temporal de la abundancia relativa de *D. acuta* durante los Cruceros 1 a 11.

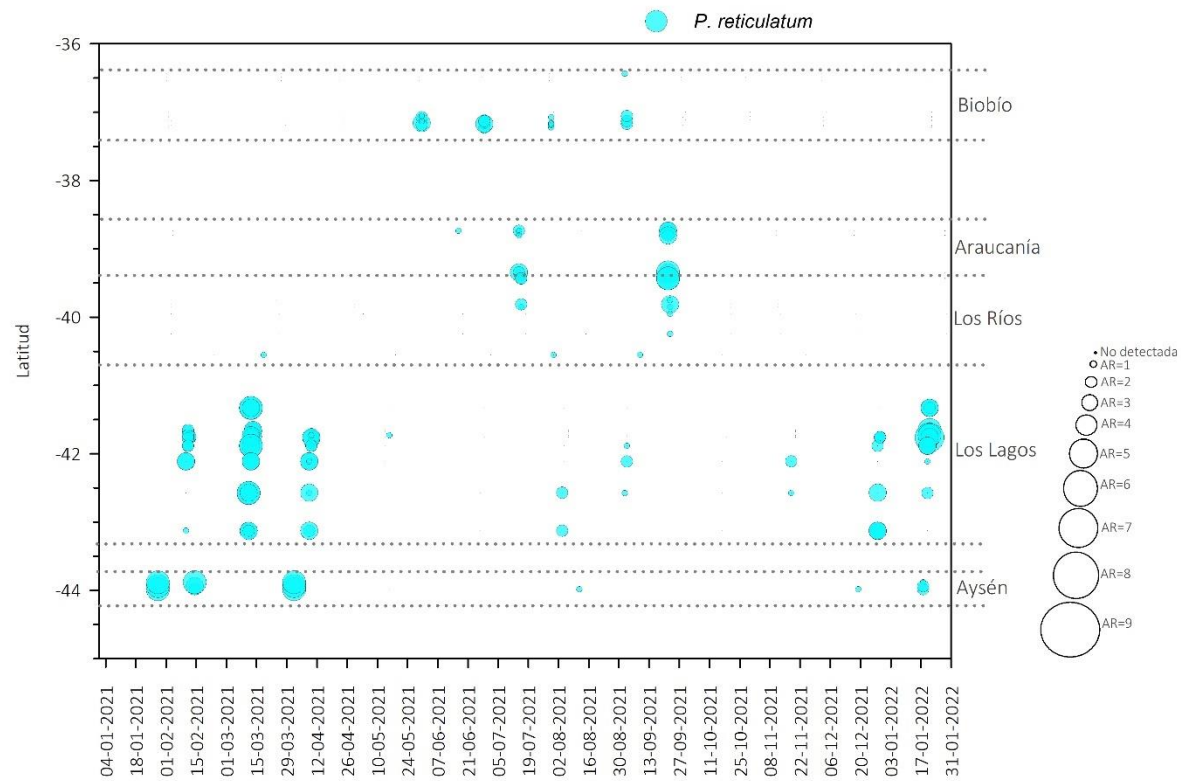


Figura 1.1.8. Distribución espacio – temporal de la abundancia relativa de *P. reticulatum* durante los Cruceros 1 a 11.

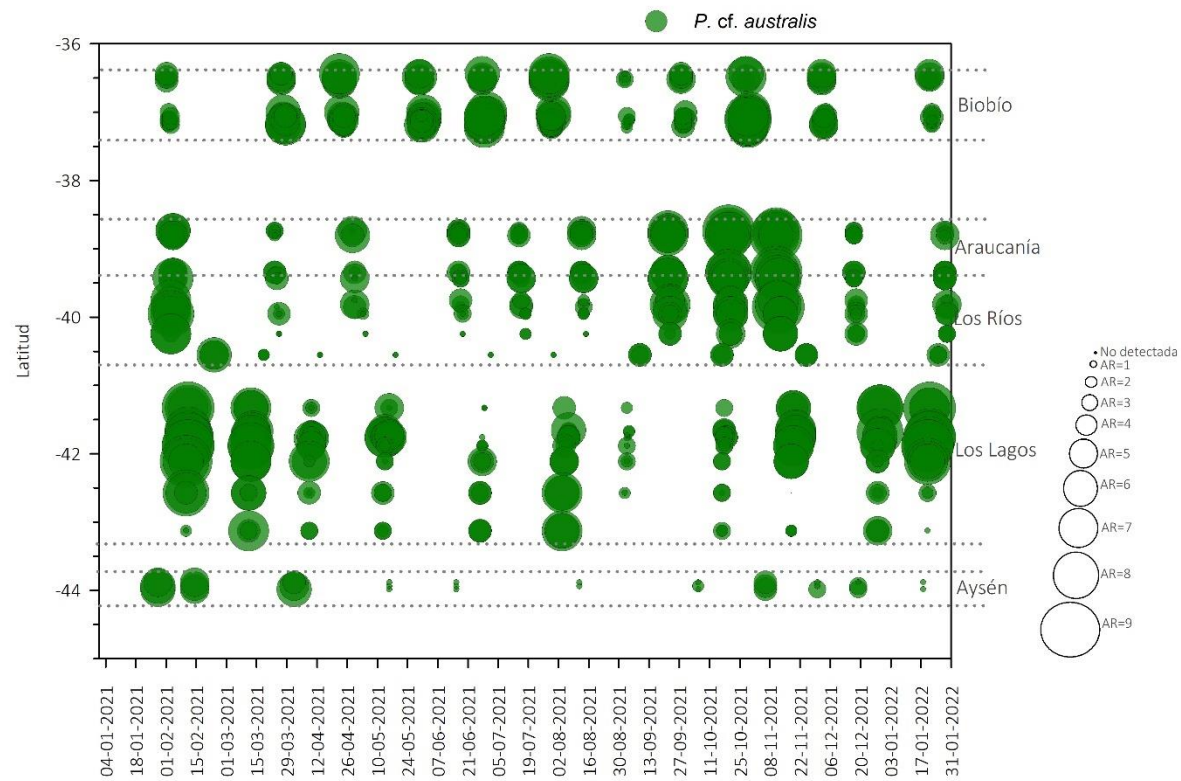


Figura 1.1.9. Distribución espacio – temporal de la abundancia relativa de *P. cf. australis* durante los Cruceros 1 a 11.

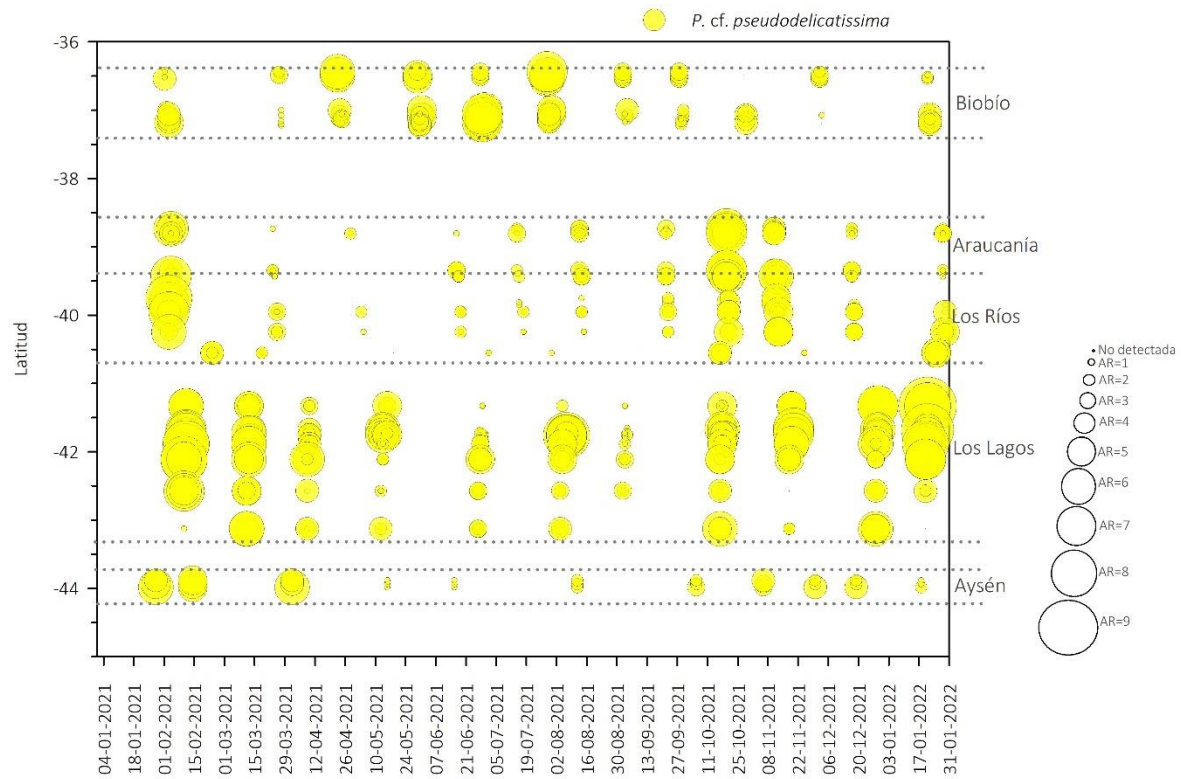


Figura 1.1.10. Distribución espacio – temporal de la abundancia relativa de *P. cf. pseudodelicatissima* durante los Cruceros 1 a 11.

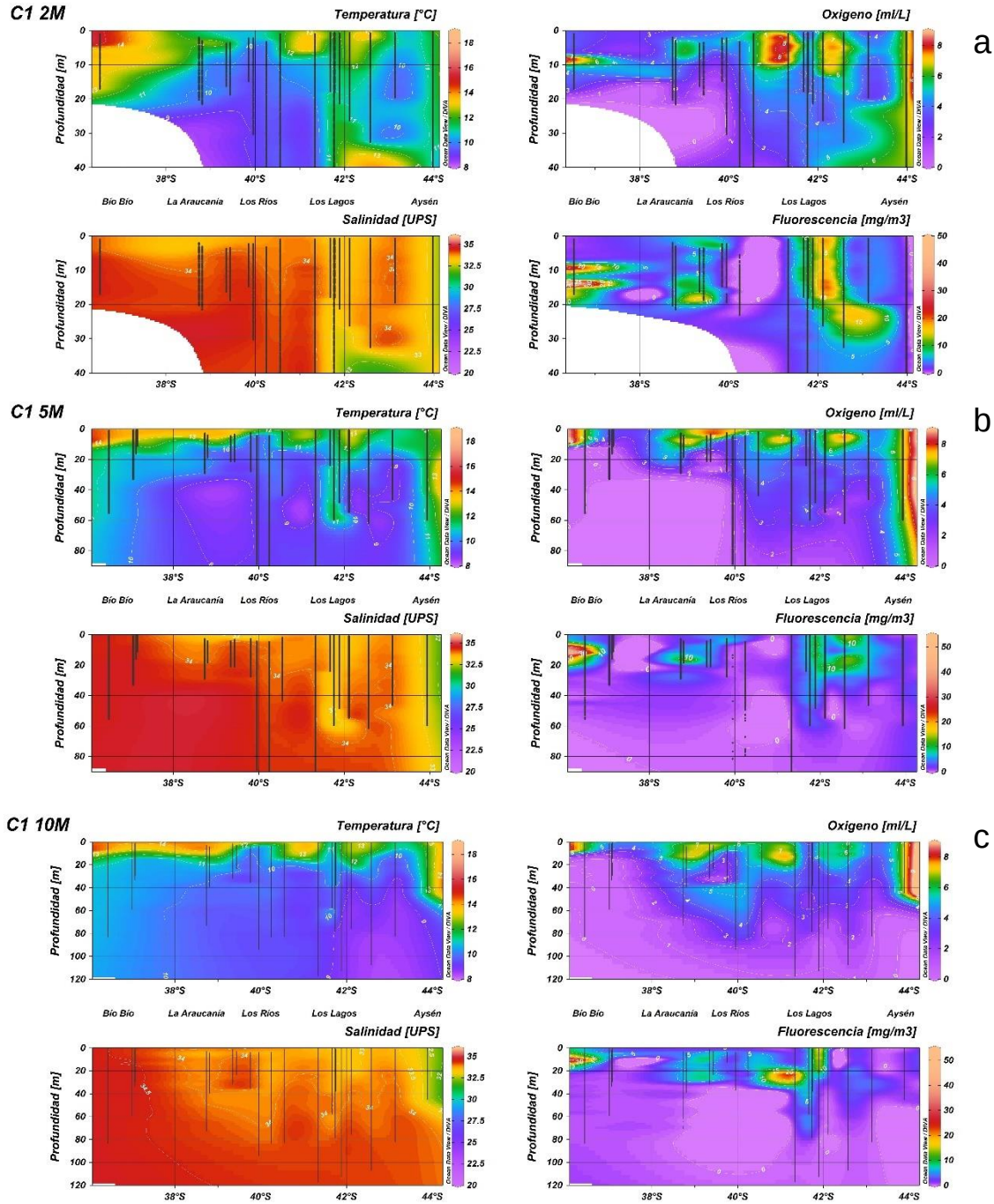


Figura 1.3.1. a) Crucero 1-2 millas, b) Crucero 1-5 millas y c) Crucero 1-10 millas para las variables de Temperatura (°C), Salinidad (UPS), Oxígeno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m3) entre las latitudes 36°S y 44°S.

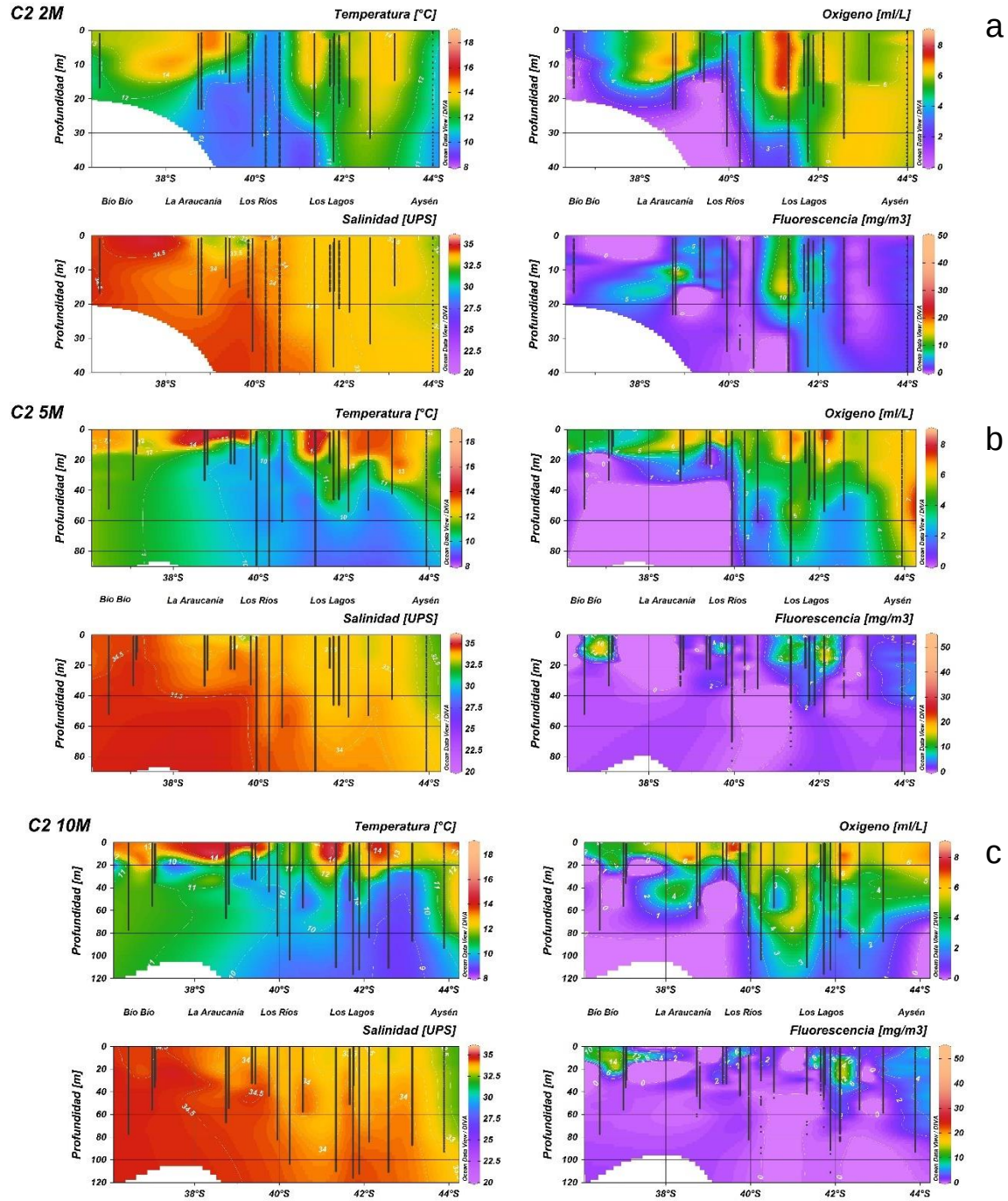


Figura 1.3.2. a) Crucero 2-2 millas, b) Crucero 2-5 millas y c) Crucero 2-10 millas para las variables de Temperatura (°C), Salinidad (UPS), Oxígeno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m³) entre las latitudes 36°S y 44°S.

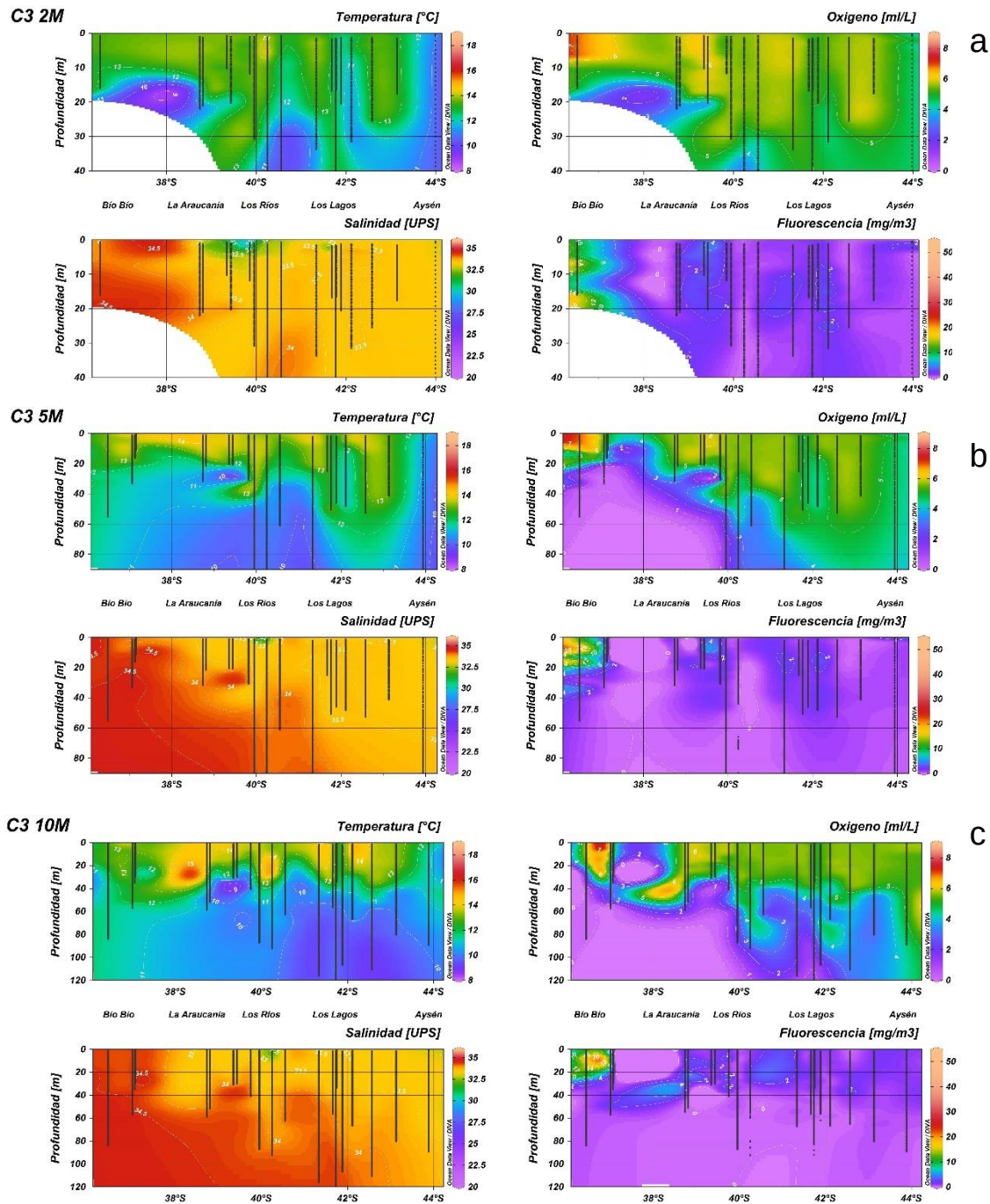


Figura 1.3.3. a) Crucero 3-2 millas, b) Crucero 3-5 millas y c) Crucero 3-10 millas para las variables de Temperatura (°C), Salinidad (UPS), Oxígeno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m3) entre las latitudes 36°S y 44°S.

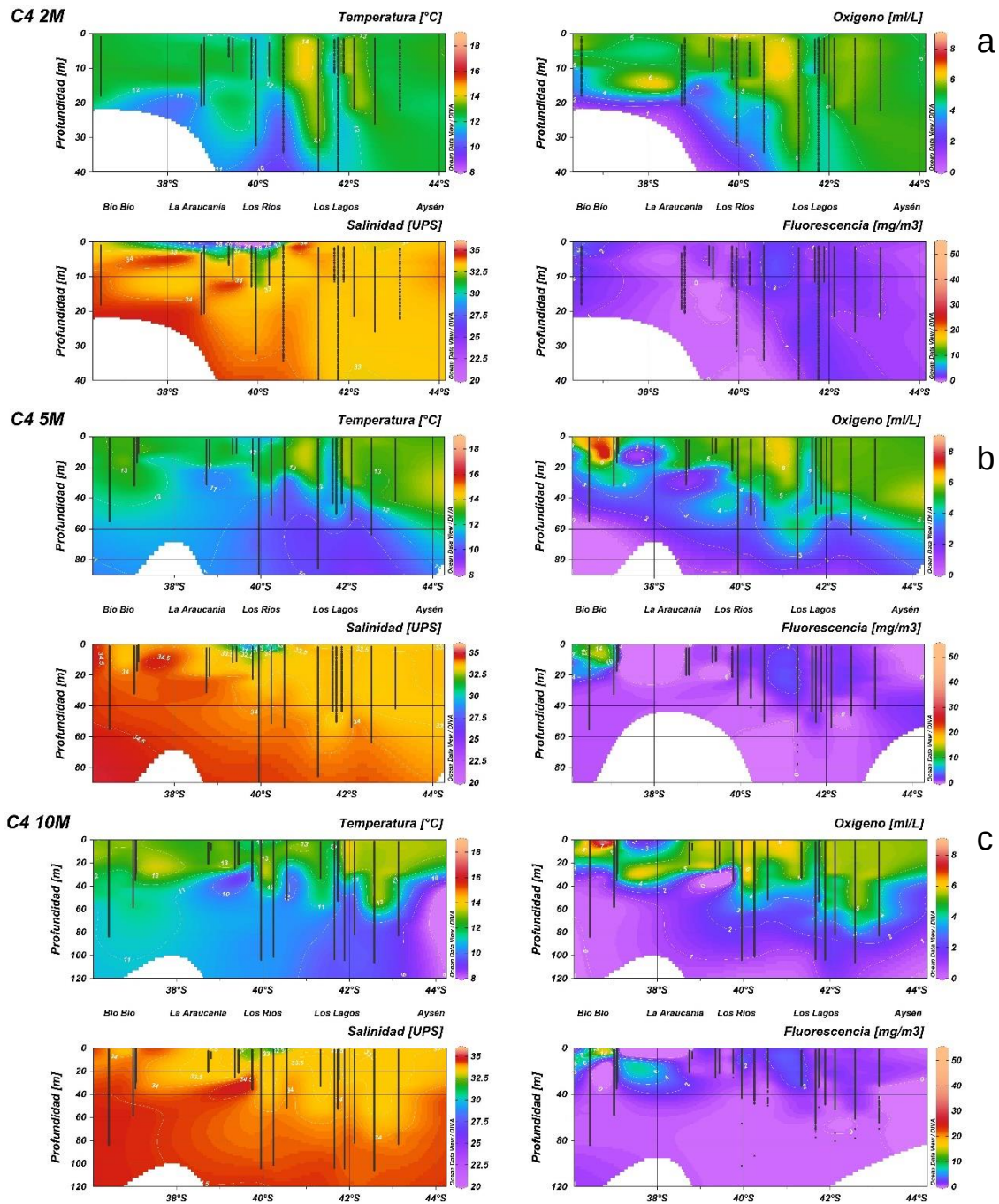


Figura 1.3.4. a) Crucero 4-2 millas, b) Crucero 4-5 millas y c) Crucero 4-10 millas para las variables de Temperatura (°C), Salinidad (UPS), Oxígeno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m3) entre las latitudes 36°S y 44°S.

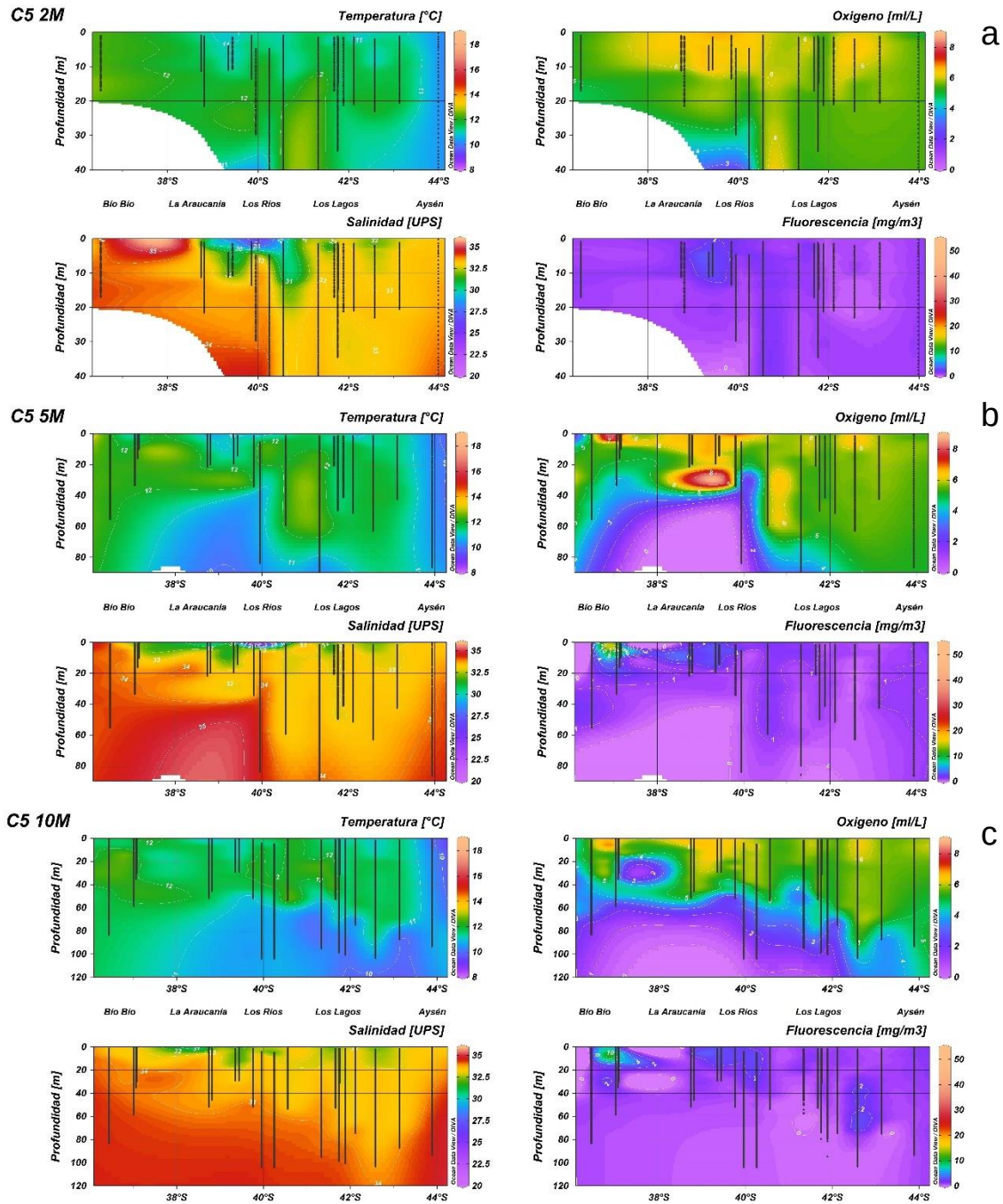


Figura 1.3.5. a) Crucero 5-2 millas, b) Crucero 5-5 millas y c) Crucero 5-10 millas para las variables de Temperatura (°C), Salinidad (UPS), Oxígeno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m3) entre las latitudes 36°S y 44°S.

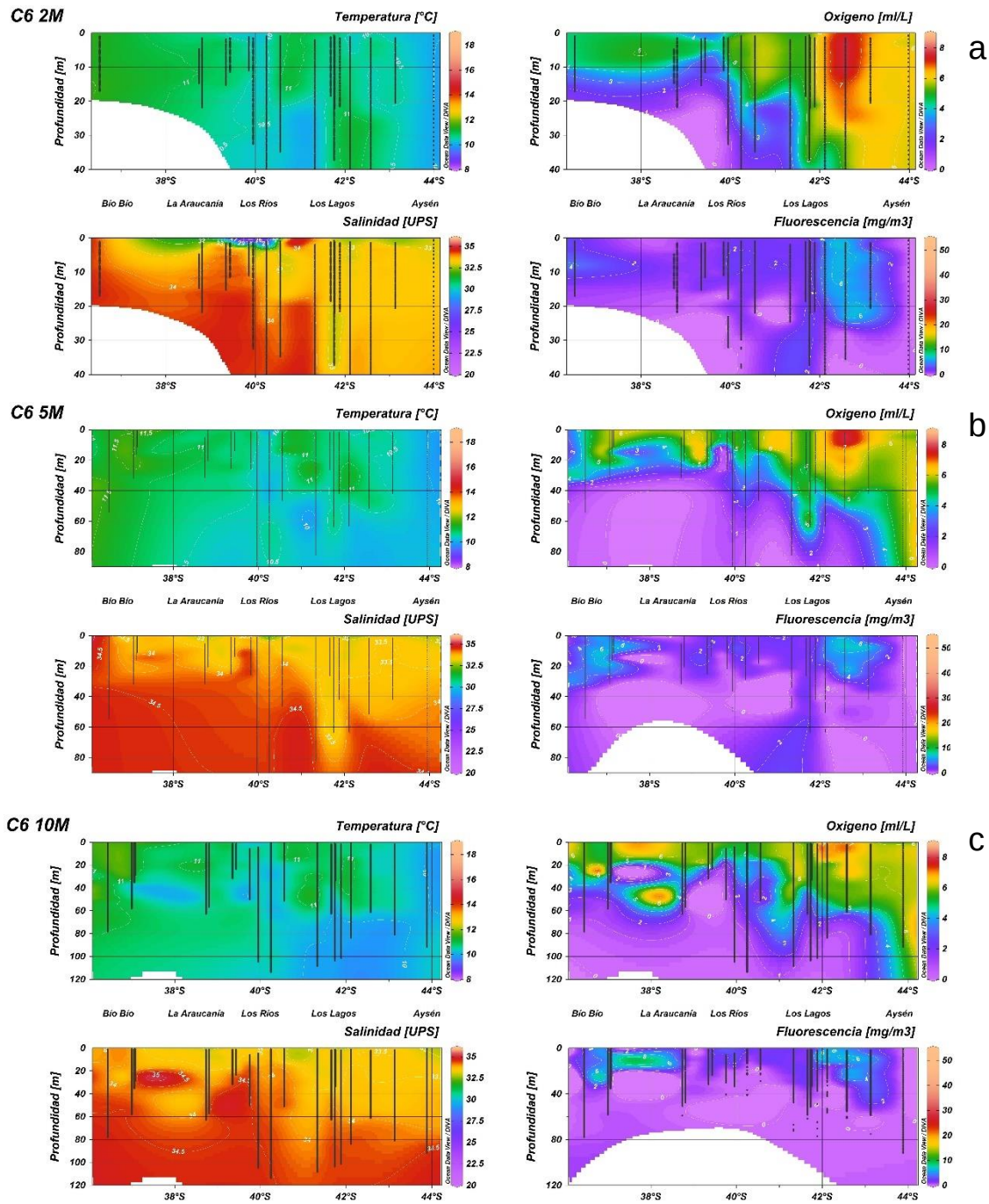


Figura 1.3.6. a) Crucero 6-2 millas, b) Crucero 6-5 millas y c) Crucero 6-10 millas para las variables de Temperatura (°C), Salinidad (UPS), Oxígeno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m3) entre las latitudes 36°S y 44°S.

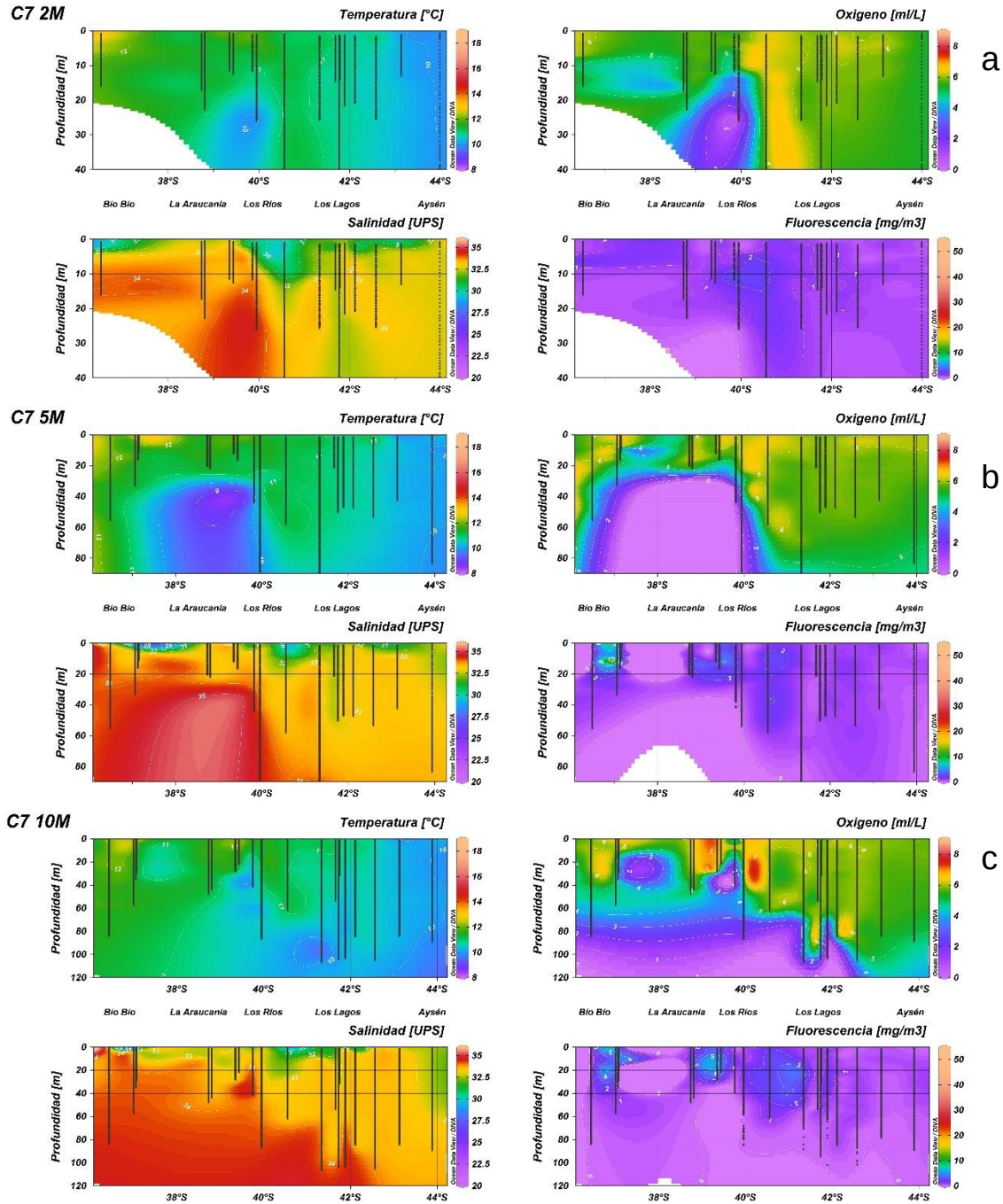


Figura 1.3.7. a) Crucero 7-2 millas, b) Crucero 7-5 millas y c) Crucero 7-10 millas para las variables de Temperatura (°C), Salinidad (UPS), Oxígeno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m3) entre las latitudes 36°S y 44°S.

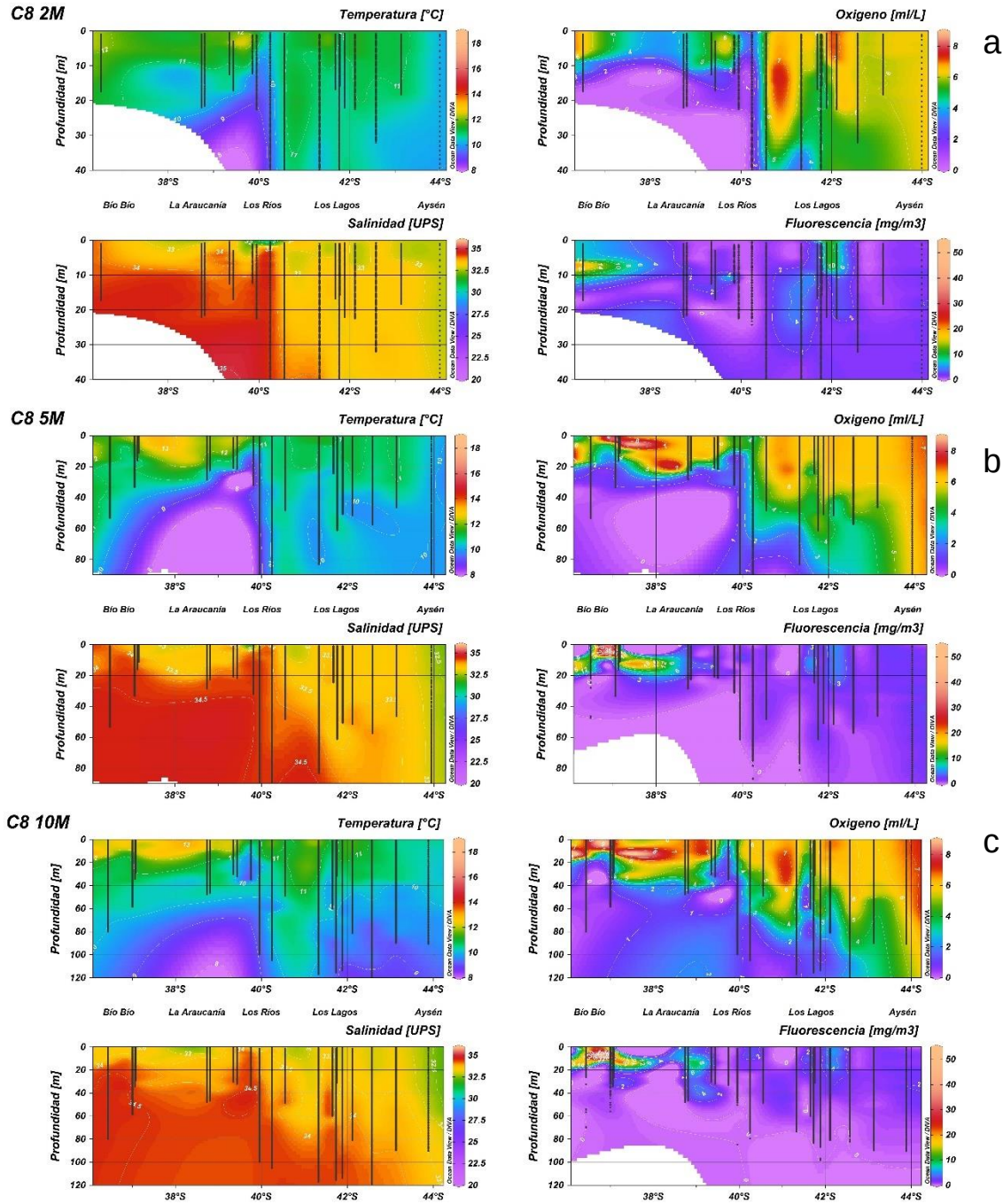


Figura 1.3.8. a) Crucero 8-2 millas, b) Crucero 8-5 millas y c) Crucero 8-10 millas para las variables de Temperatura (°C), Salinidad (UPS), Oxígeno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m³) entre las latitudes 36°S y 44°S.

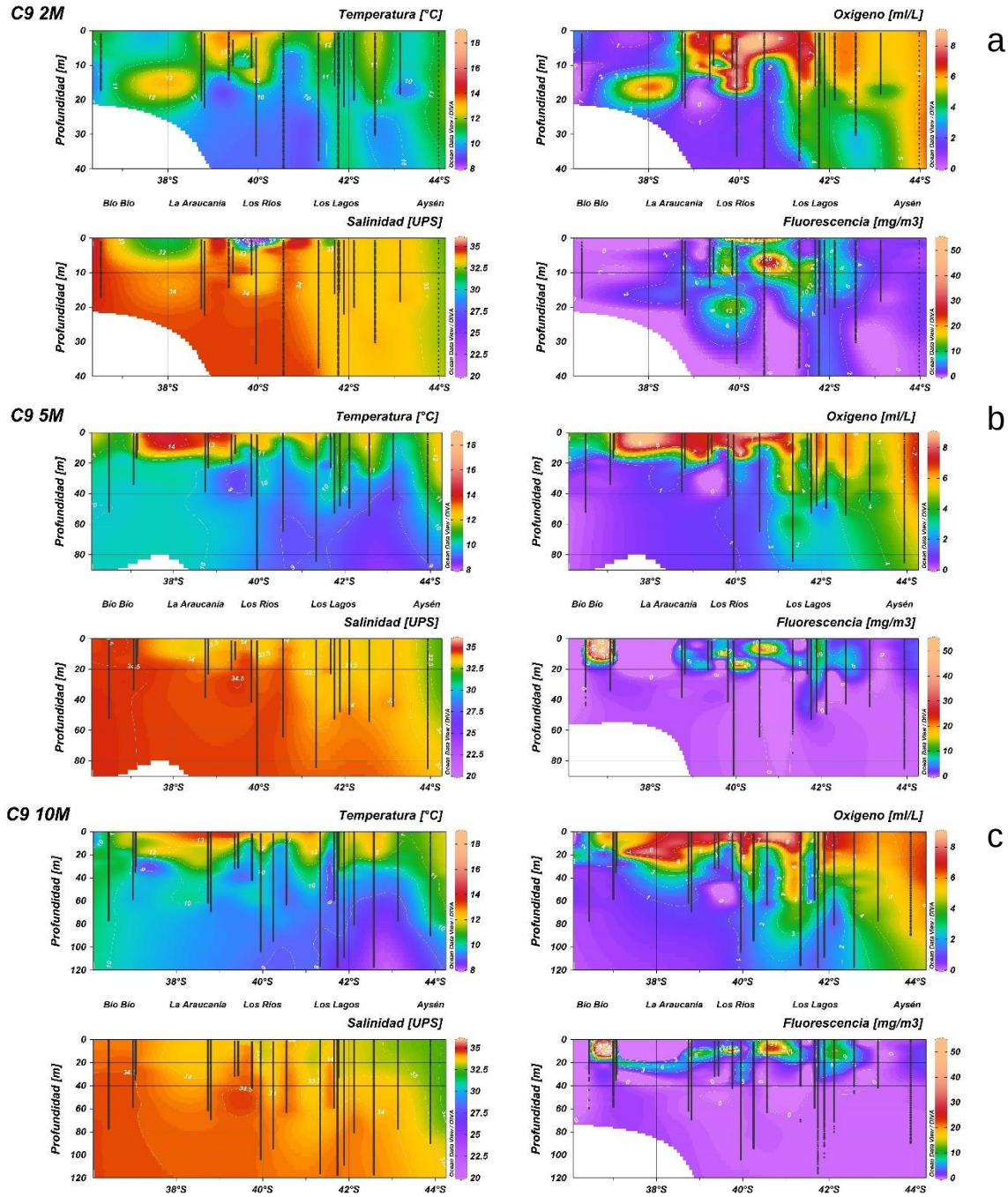


Figura 1.3.9. a) Crucero 9-2 millas, b) Crucero 9-5 millas y c) Crucero 9-10 millas para las variables de Temperatura (°C), Salinidad (UPS), Oxígeno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m3) entre las latitudes 36°S y 44°S.

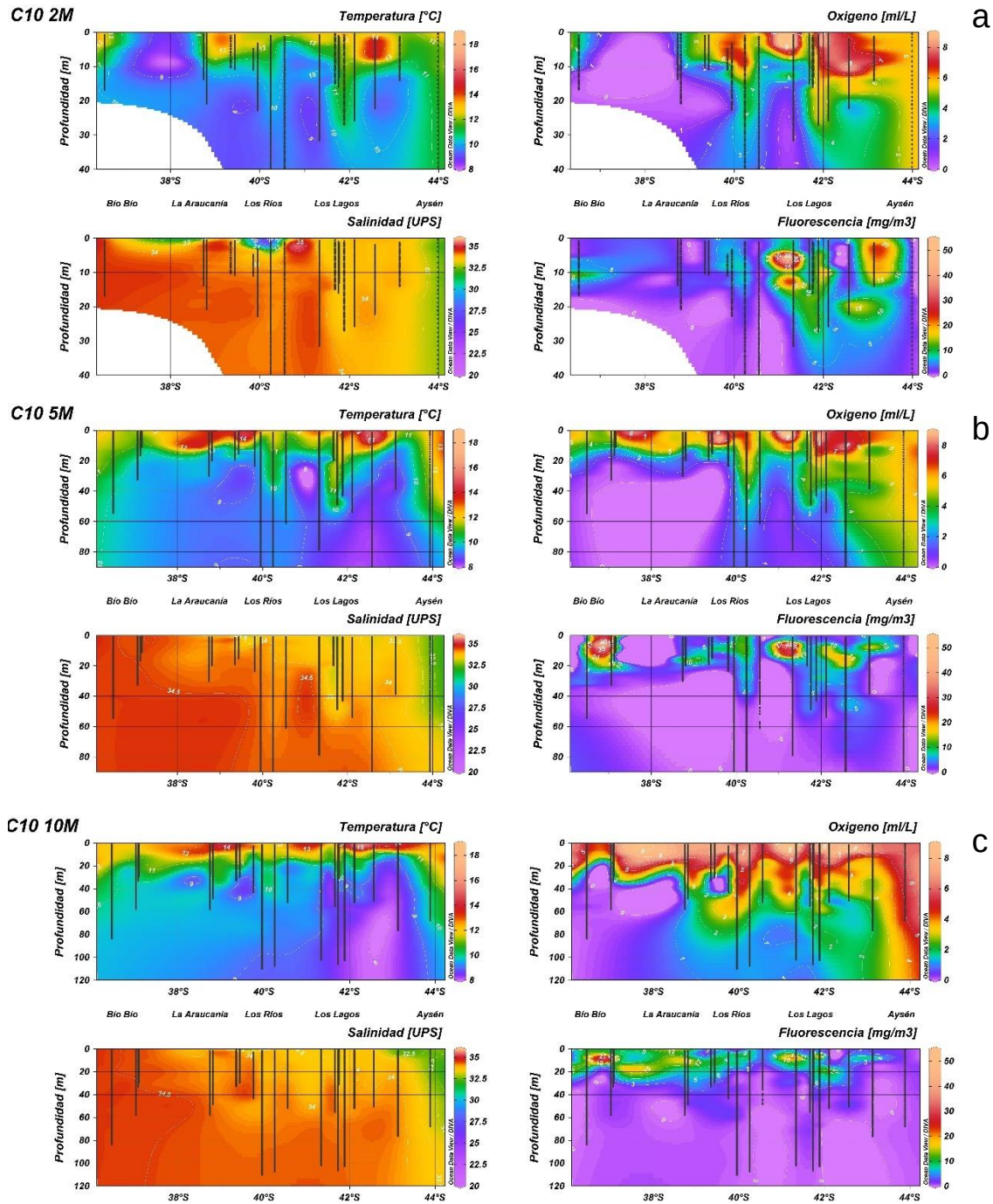


Figura 1.3.10. a) Crucero 10-2 millas, b) Crucero 10-5 millas y c) Crucero 10-10 millas para las variables de Temperatura (°C), Salinidad (UPS), Oxígeno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m³) entre las latitudes 36°S y 44°S.

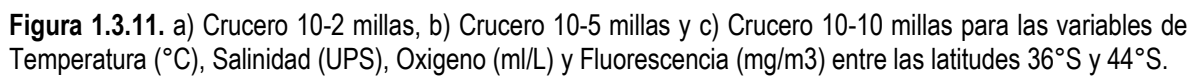


Figura 1.3.11. a) Crucero 10-2 millas, b) Crucero 10-5 millas y c) Crucero 10-10 millas para las variables de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Salinidad (UPS), Oxígeno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m³) entre las latitudes 36°S y 44°S.

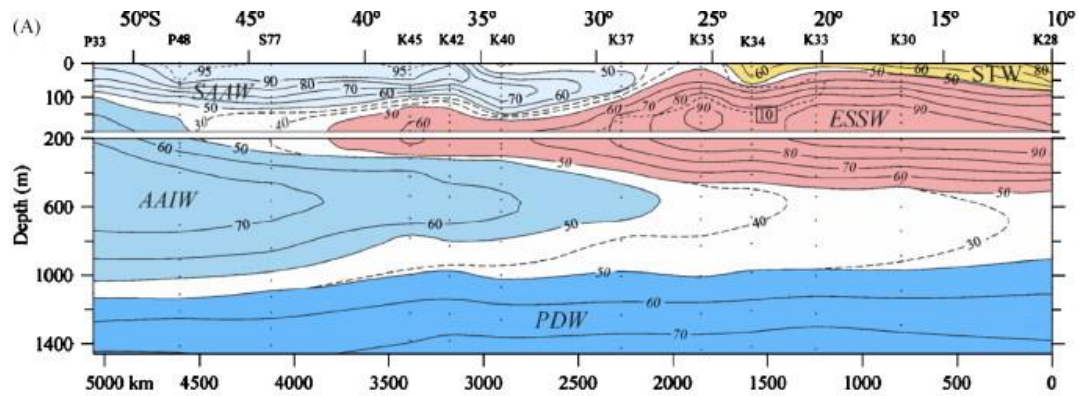


Figura 1.3.12. Secci3n longitudinal de las masas de agua entre los 10° S y los 50° S. Tomado de Silva *et al.*, 2009. ESSW=AESS, SAAW=ASAA, AAIW=AIAA, PDW=APP.

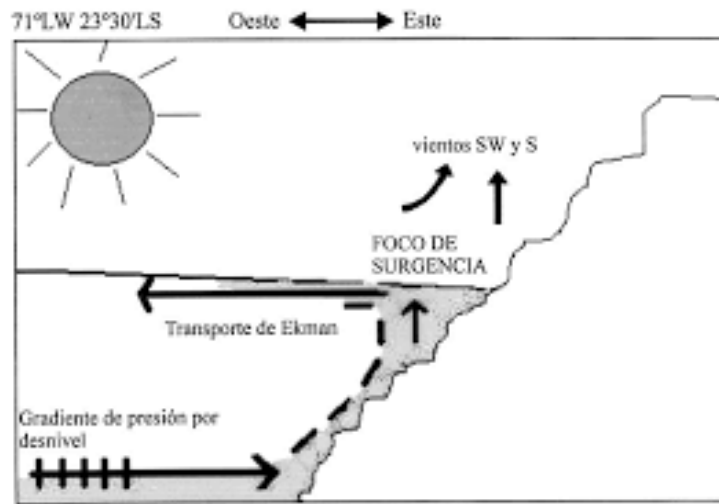


Figura 1.3.13. Diagrama de un sistema de surgencia en la costa de Chile.

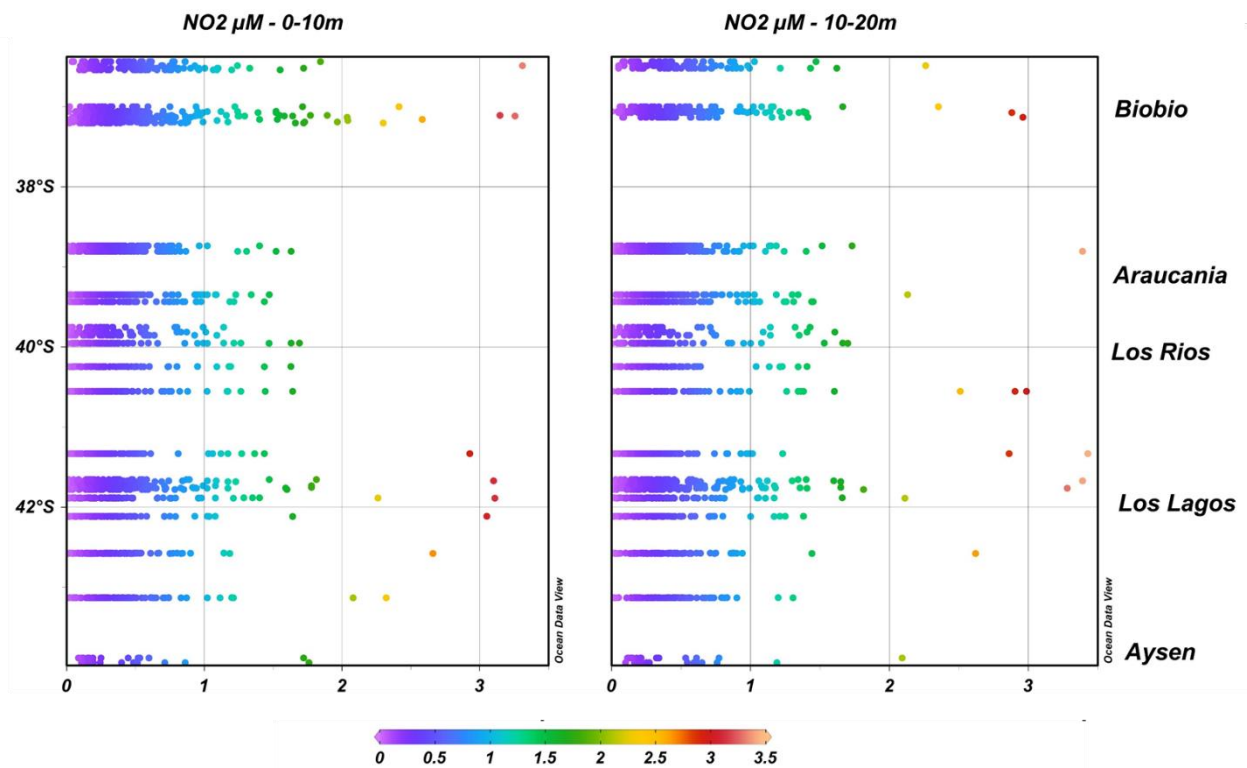


Figura 1.3.14. Concentraciones de nitrito (NO_2) para las 5 regiones de muestreo en el estrato 0-10m y 10-20m, durante 2018, 2019 y 2020.

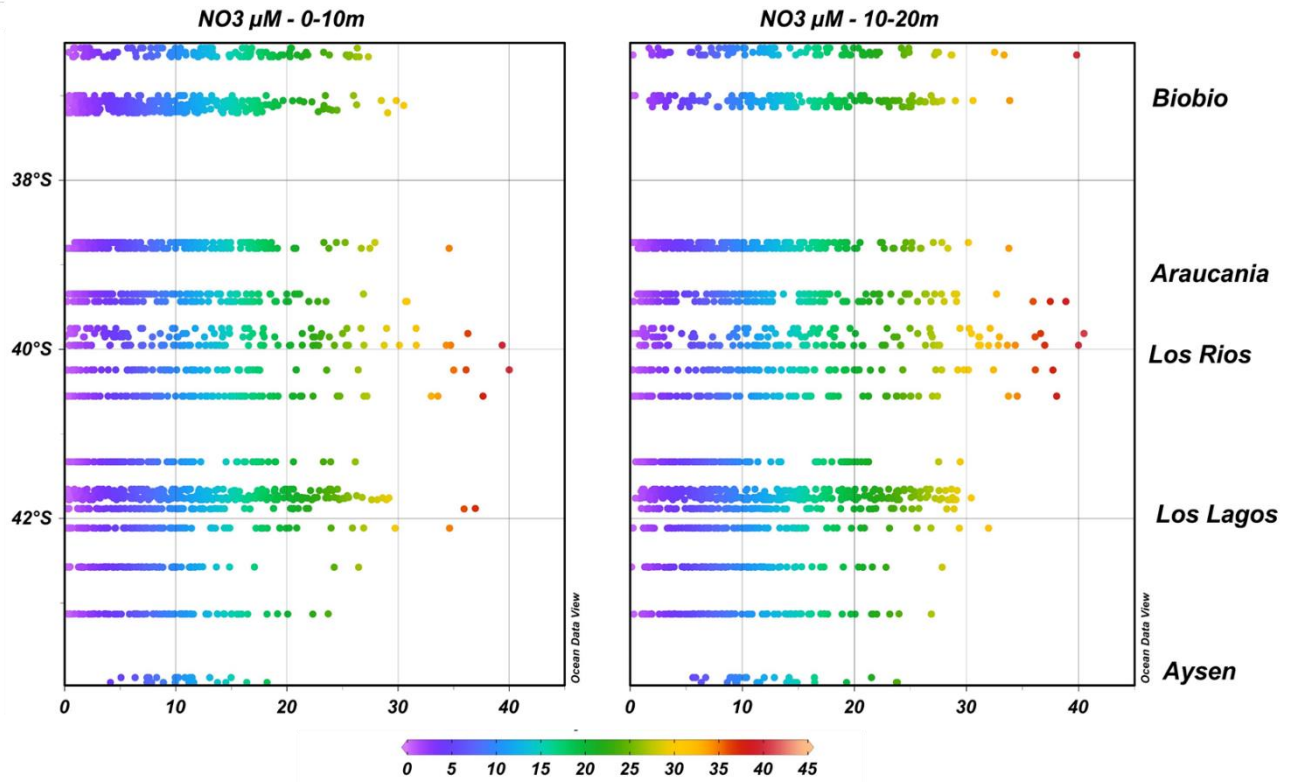


Figura 1.3.15. Concentraciones de nitrato (NO_3) para las 5 regiones de muestreo en el estrato 0-10m y 10-20m, durante 2018, 2019 y 2020

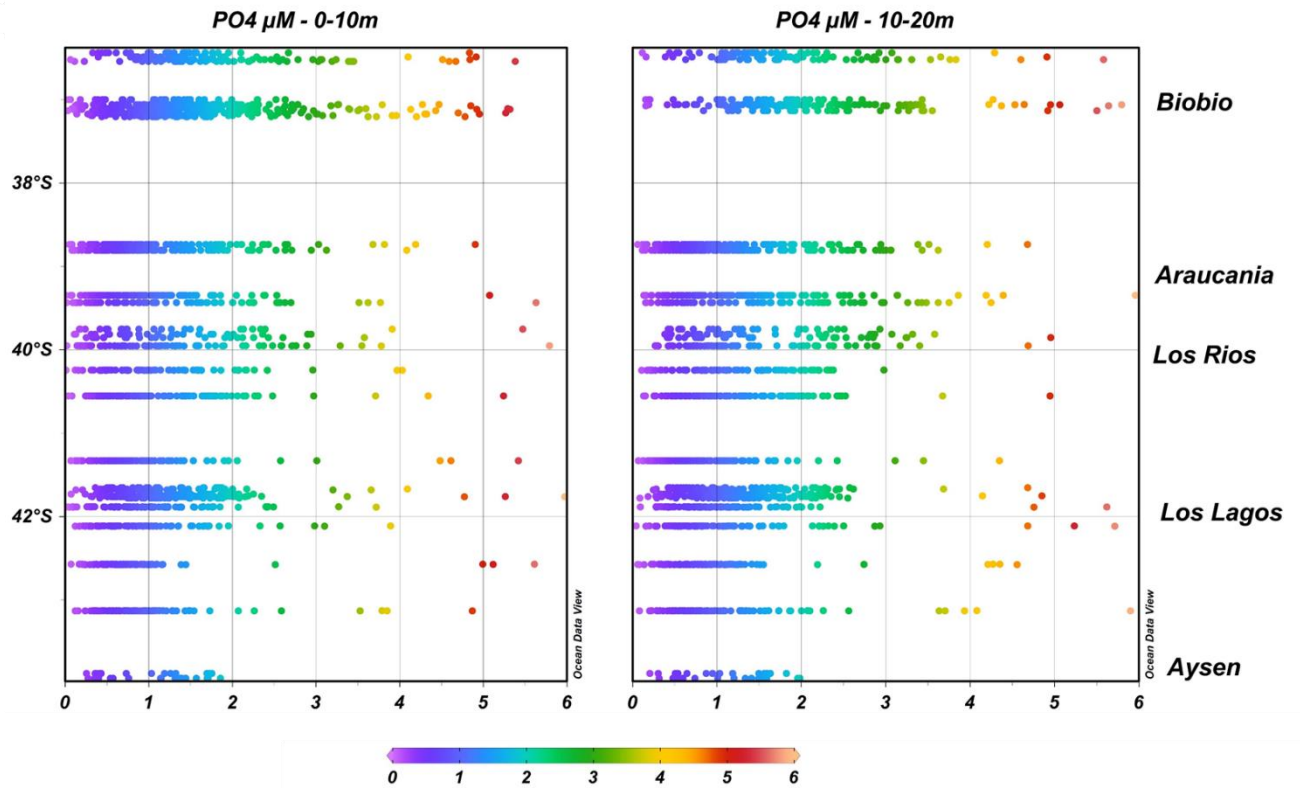


Figura 1.3.16. Concentraciones de fosfato (PO_4) para las 5 regiones de muestreo en el estrato 0-10m y 10-20m, durante 2018, 2019 y 2020

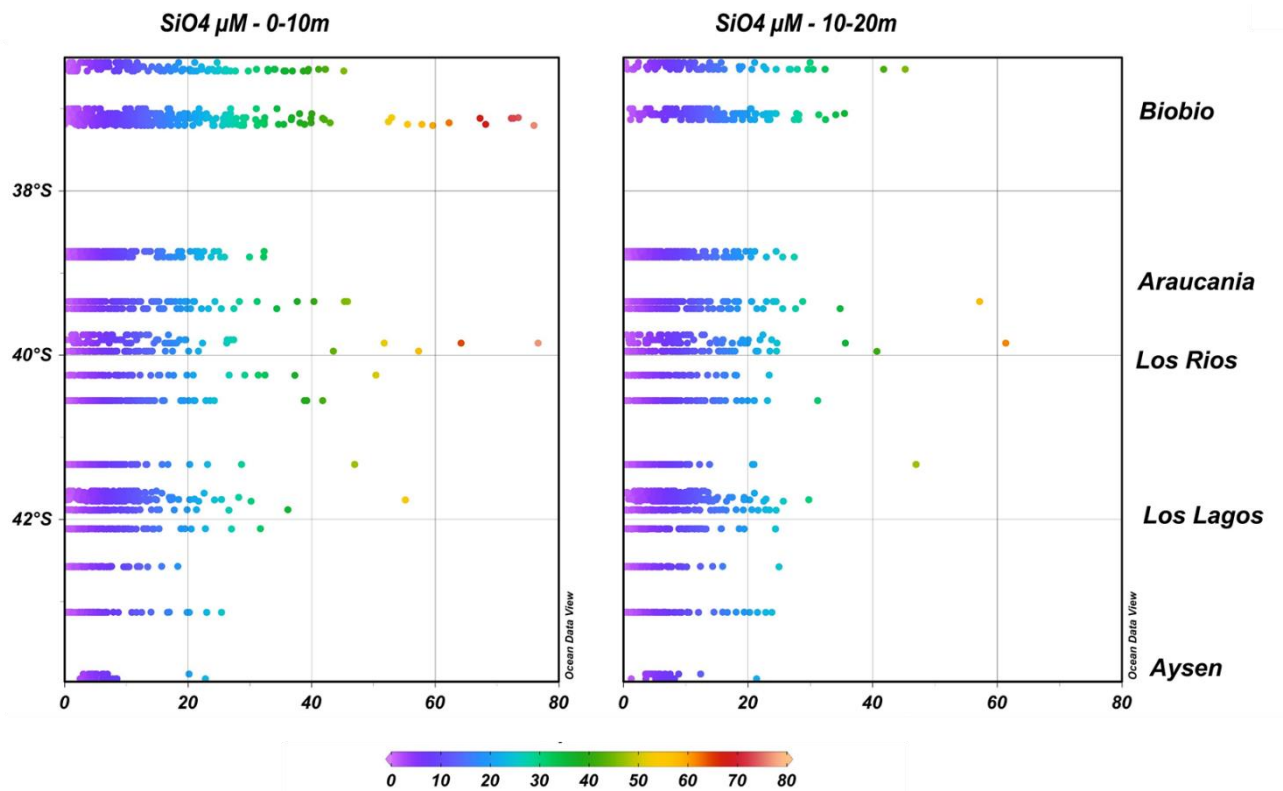


Figura 1.3.17. Concentraciones de silicato (SiO₄) para las 5 regiones de muestreo en el estrato 0-10m y 10-20m, durante 2018, 2019 y 2020

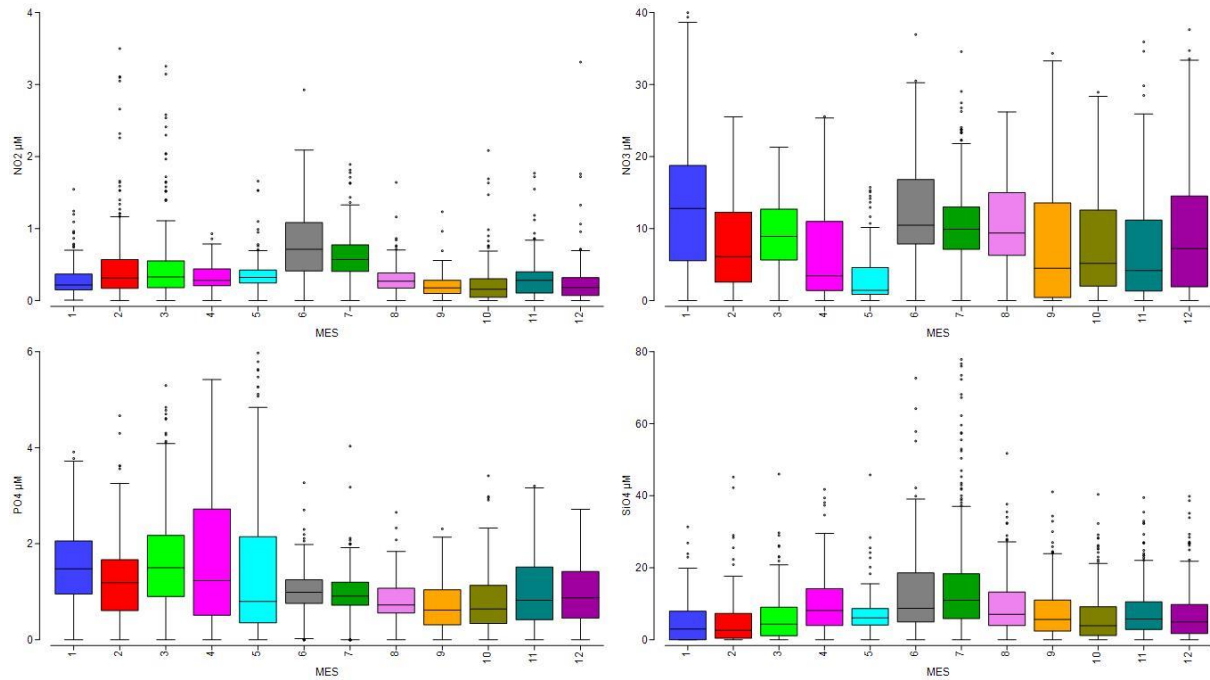


Figura 1.3.18. Diagrama de cajas para concentraciones de nitrito (NO_2), nitrato (NO_3), fosfato (PO_4) y sílice (SiO_4) en las 5 regiones de muestreo en el estrato 0-10m, durante los meses promediados.

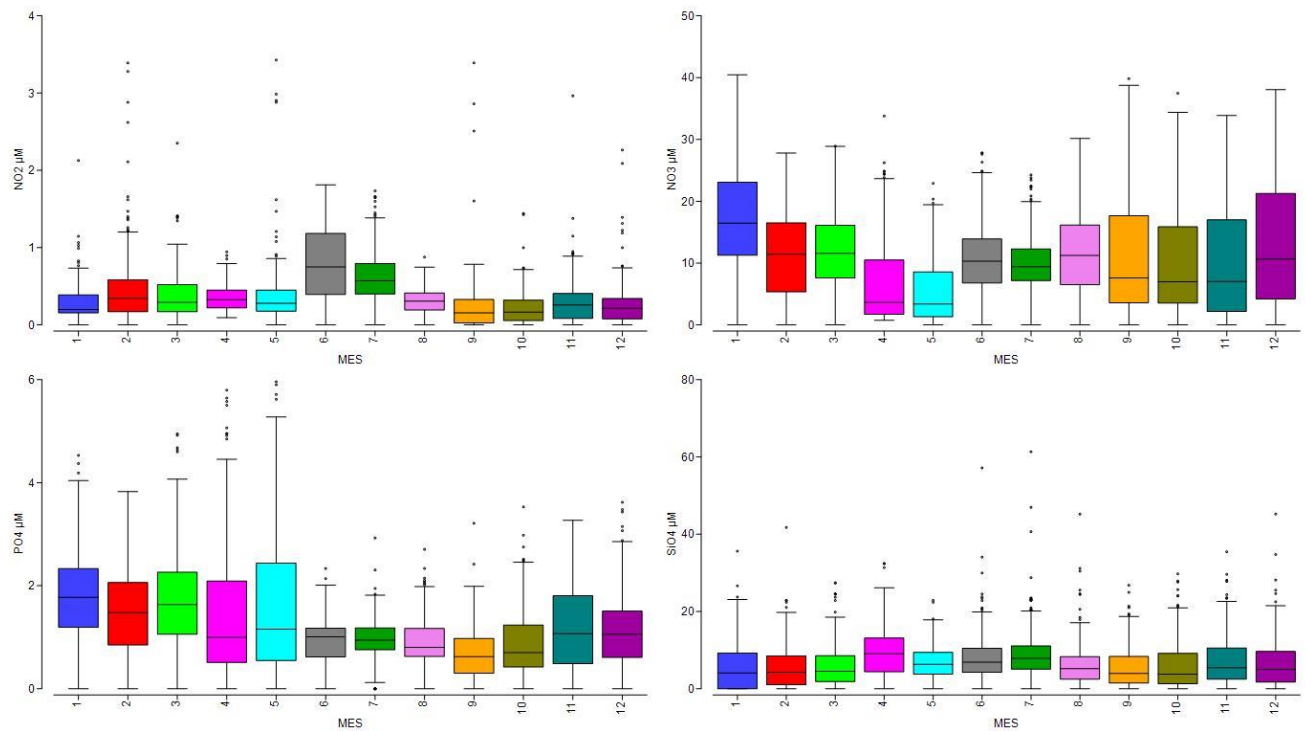


Figura 1.3.19. Diagrama de cajas para concentraciones de nitrito (NO_2), nitrato (NO_3), fosfato (PO_4) y sílice (SiO_4) en las 5 regiones de muestreo en el estrato 10-20m, durante los meses promediados.

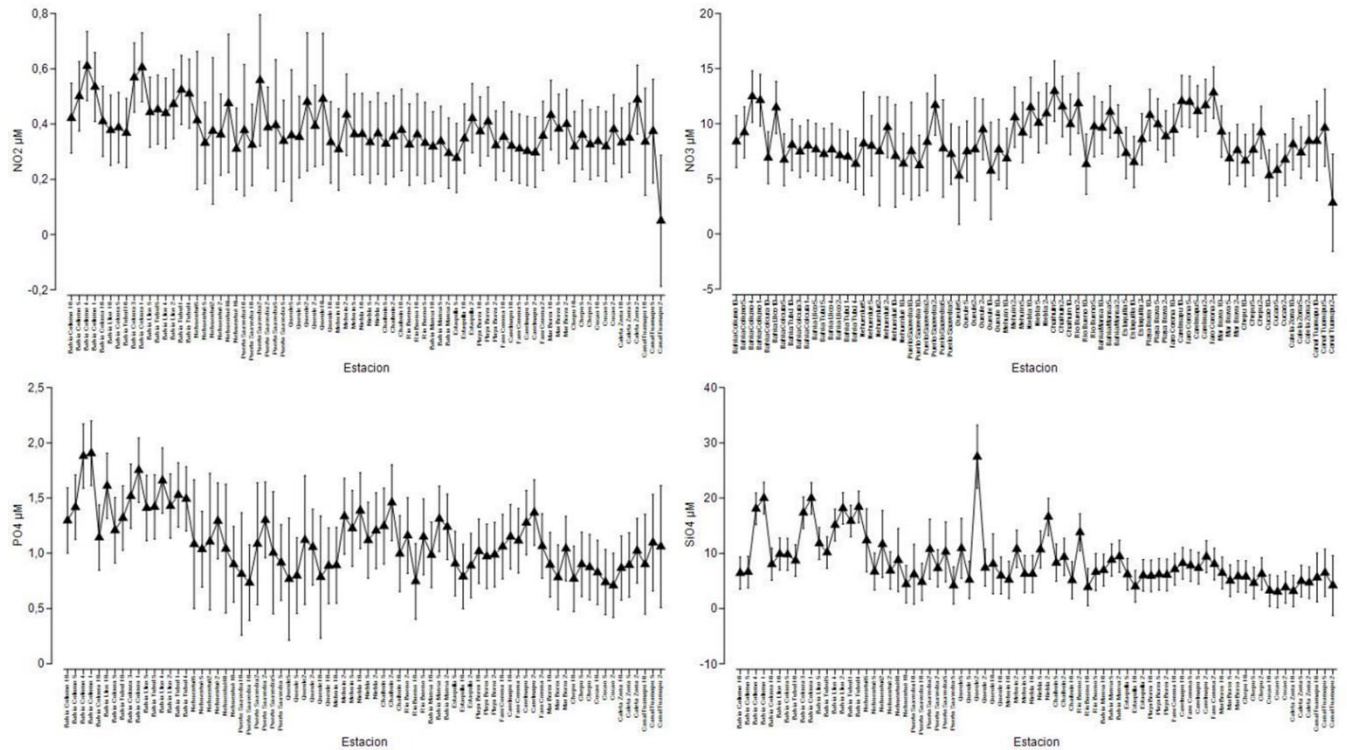


Figura 1.3.20. Promedios y desviación entre meses durante los periodos 2018, 2019 y 2020, para las concentraciones de nitrito (NO₂), nitrato (NO₃), fosfato (PO₄) y sílice (SiO₄) en las 5 regiones de muestreo en el estrato 0-10m

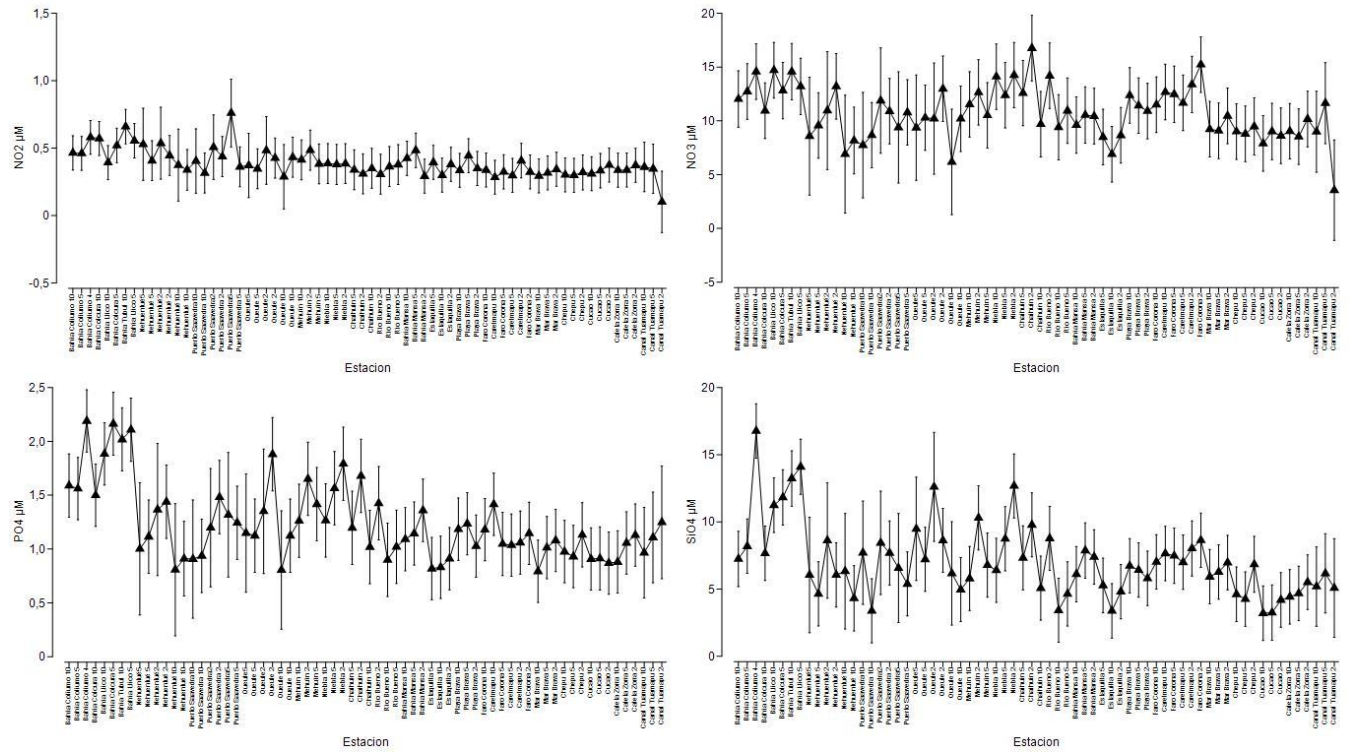


Figura 1.3.21. Promedios y desviación entre meses durante los periodos 2018, 2019 y 2020, para las concentraciones de nitrito (NO₂), nitrato (NO₃), fosfato (PO₄) y sílice (SiO₄) en las 5 regiones de muestreo en el estrato 10-20m

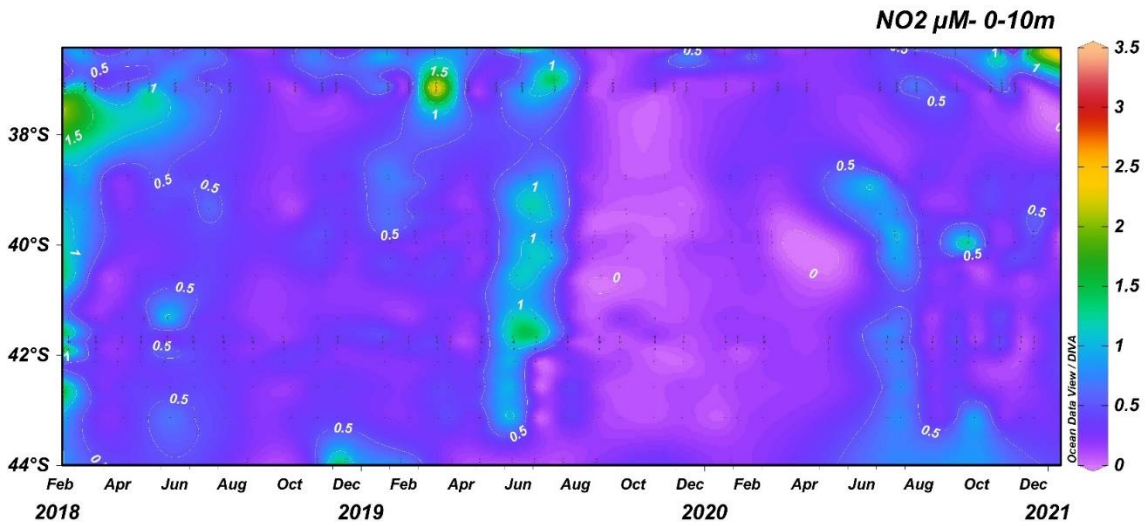


Figura 1.3.22. Serie de tiempo de las concentraciones de nitrito (NO₂) para las 5 regiones de muestreo en el estrato 0-10m, durante 2018, 2019 y 2020.

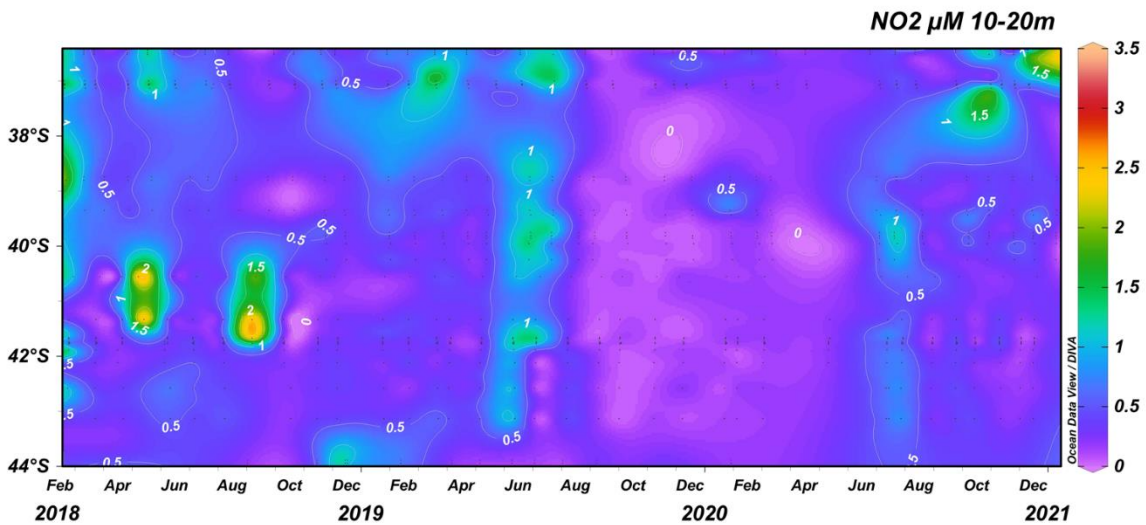


Figura 1.3.23. Serie de tiempo de las concentraciones de nitrito (NO₂) para las 5 regiones de muestreo en el estrato 10-20m, durante 2018, 2019 y 2020.

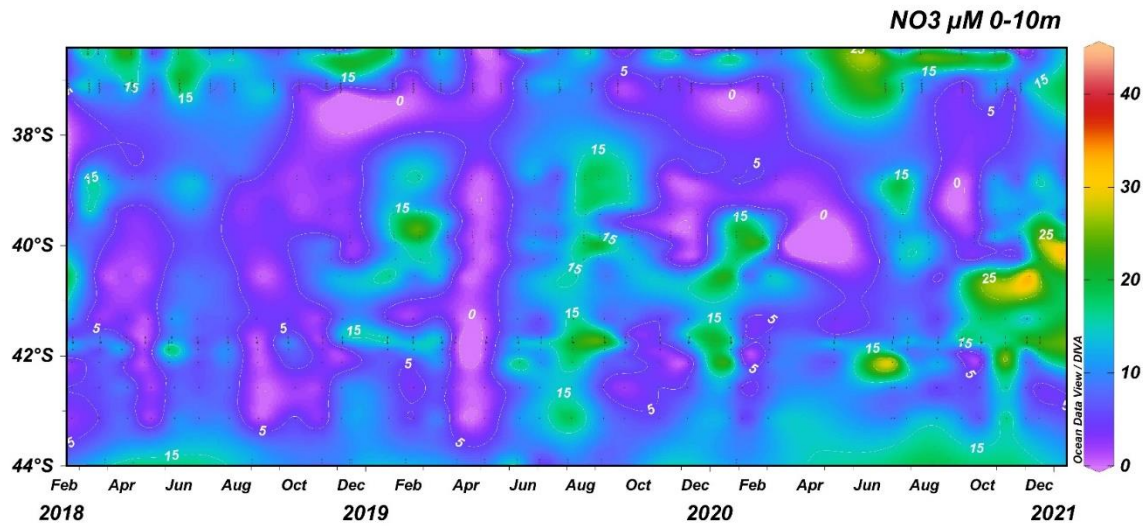


Figura 1.3.24. Serie de tiempo de las concentraciones de nitrato (NO₃) para las 5 regiones de muestreo en el estrato 0-10m, durante 2018, 2019 y 2020.

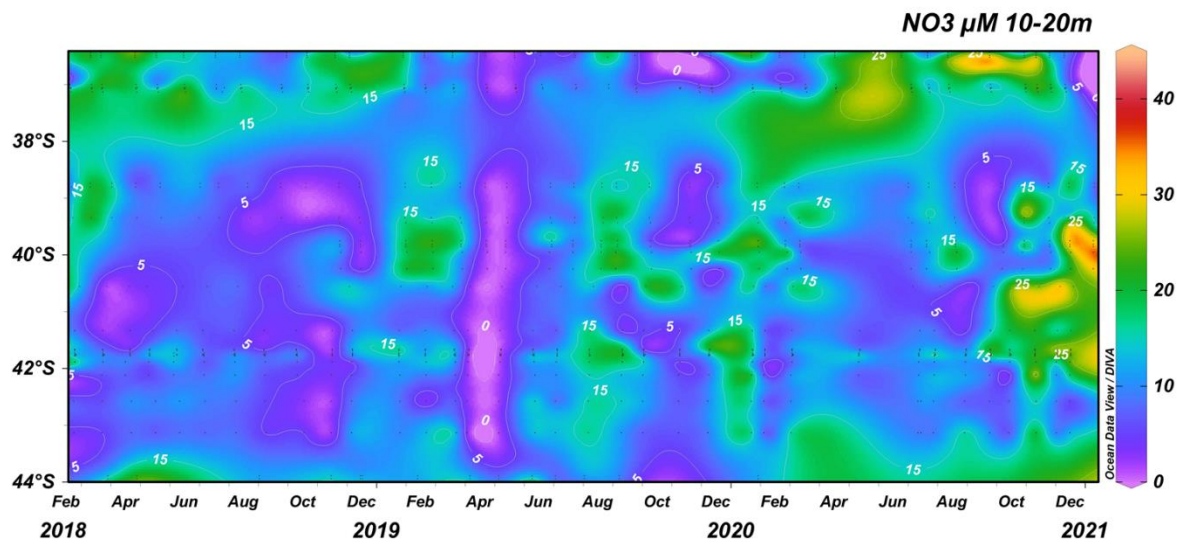


Figura 1.3.25. Serie de tiempo de las concentraciones de nitrato (NO₃) para las 5 regiones de muestreo en el estrato 10-20m, durante 2018, 2019 y 2020.

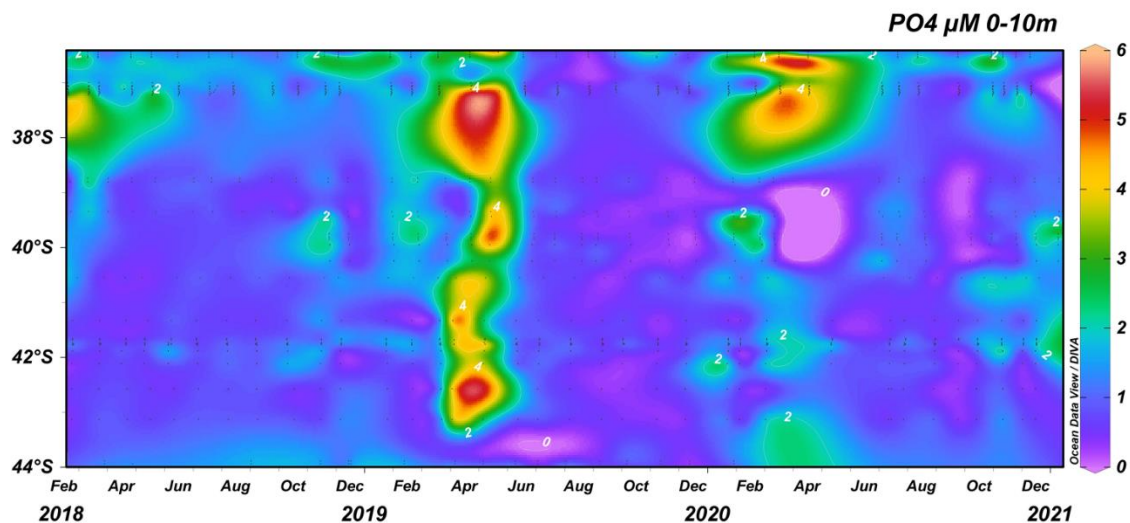


Figura 1.3.26. Serie de tiempo de las concentraciones de fosfato (PO₄) para las 5 regiones de muestreo en el estrato 0-10m, durante 2018, 2019 y 2020.

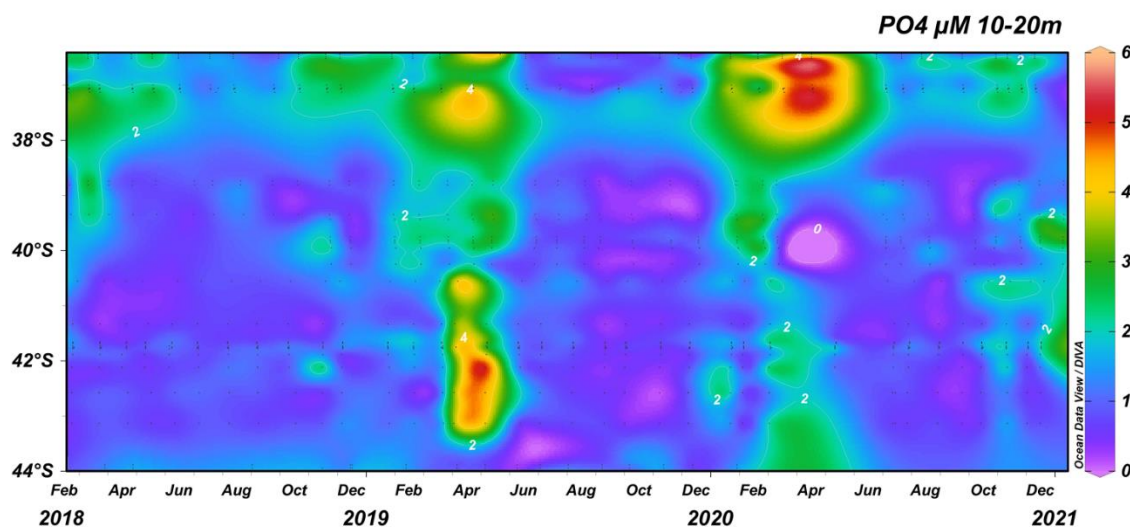


Figura 1.3.27. Serie de tiempo de las concentraciones de nitrato (PO₄) para las 5 regiones de muestreo en el estrato 10-20m, durante 2018, 2019 y 2020.

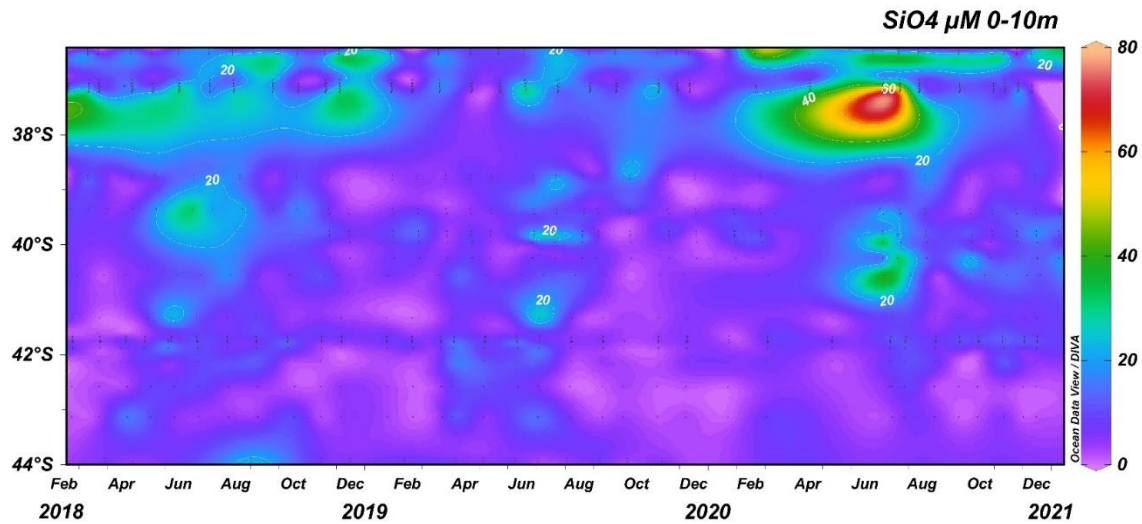


Figura 1.3.28. Serie de tiempo de las concentraciones de silicato (SiO₄) para las 5 regiones de muestreo en el estrato 0-10m, durante 2018, 2019 y 2020

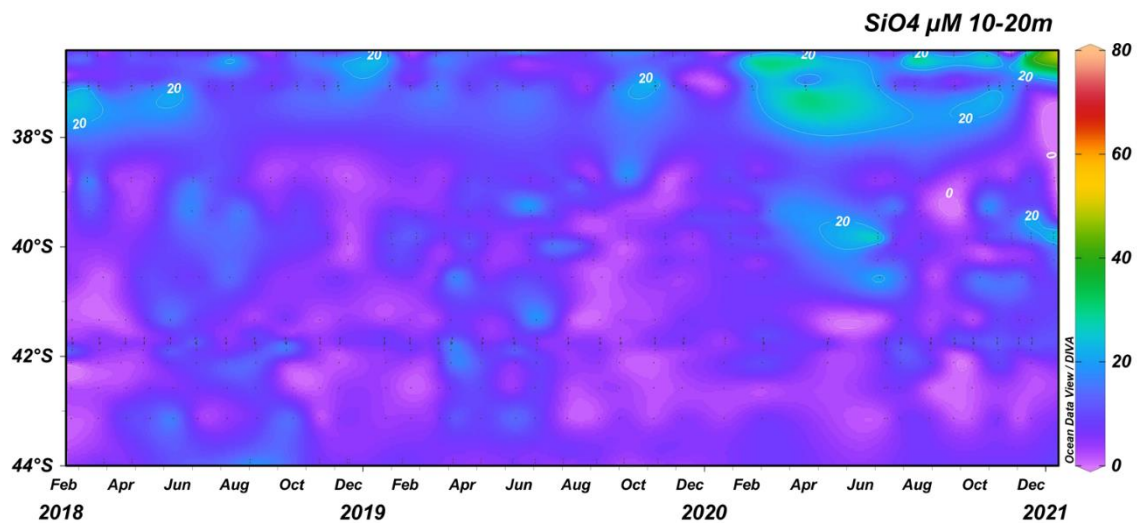


Figura 1.3.29. Serie de tiempo de las concentraciones de silicato (SiO₄) para las 5 regiones de muestreo en el estrato 10-20m, durante 2018, 2019 y 2020

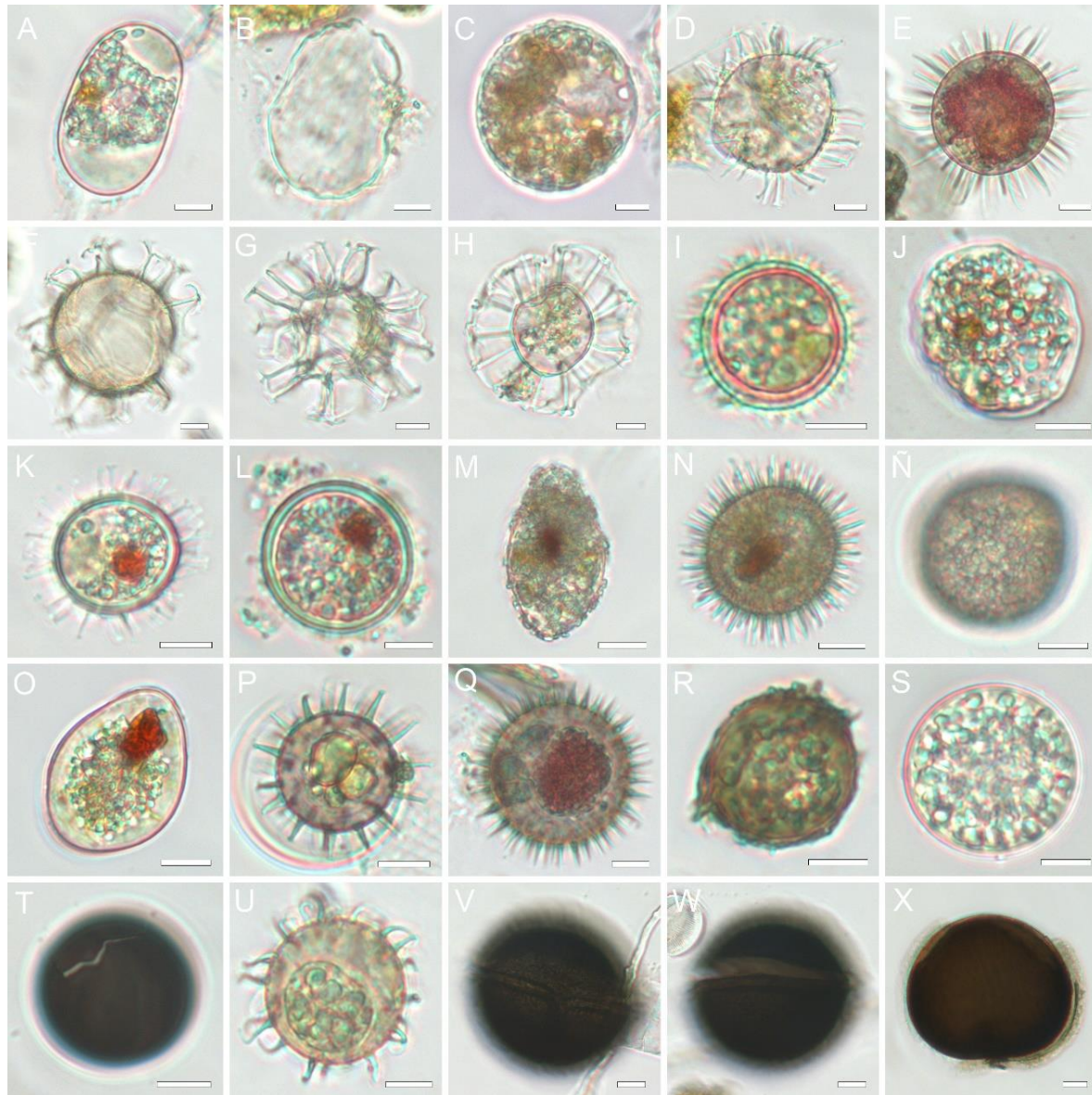
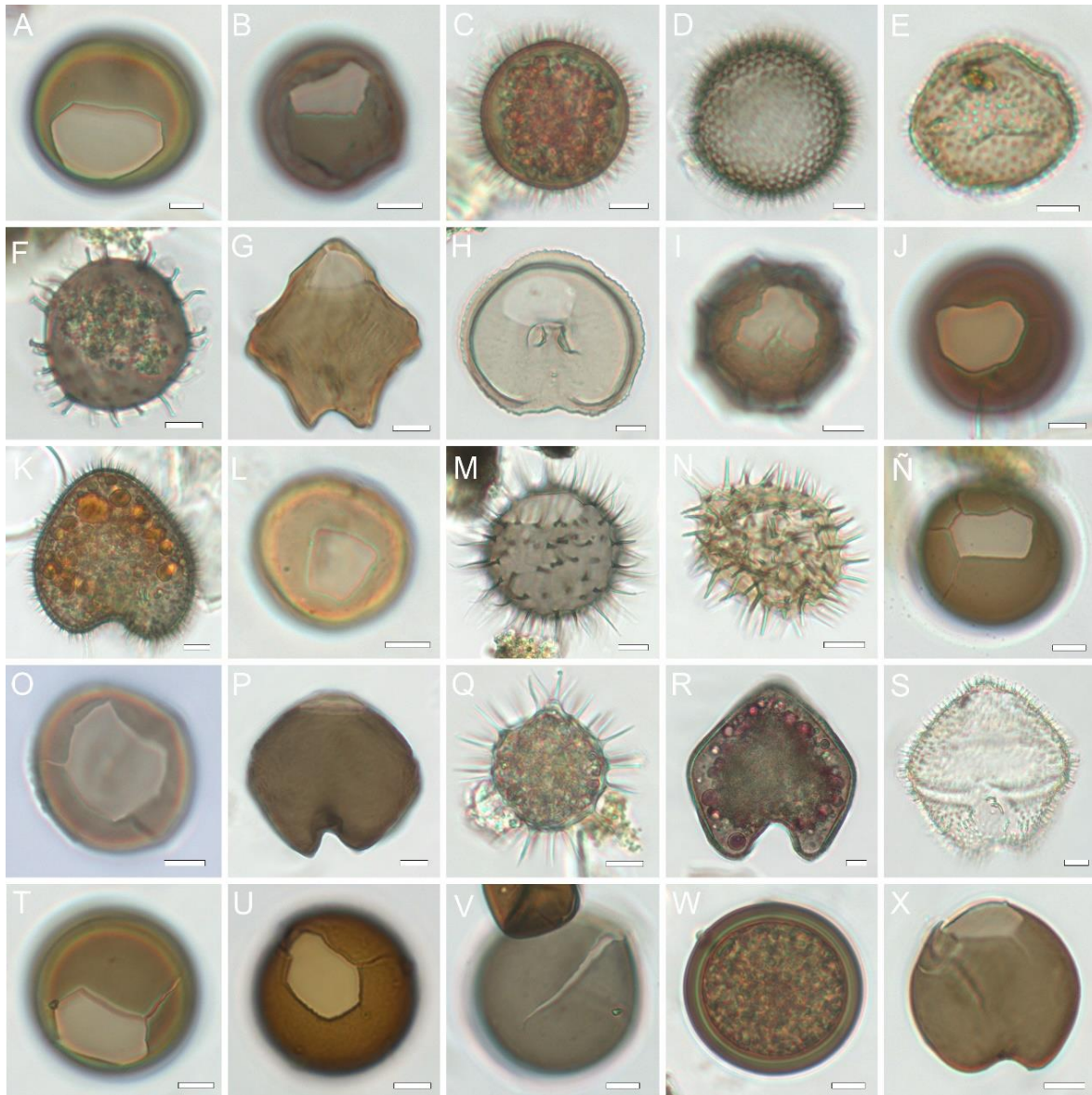
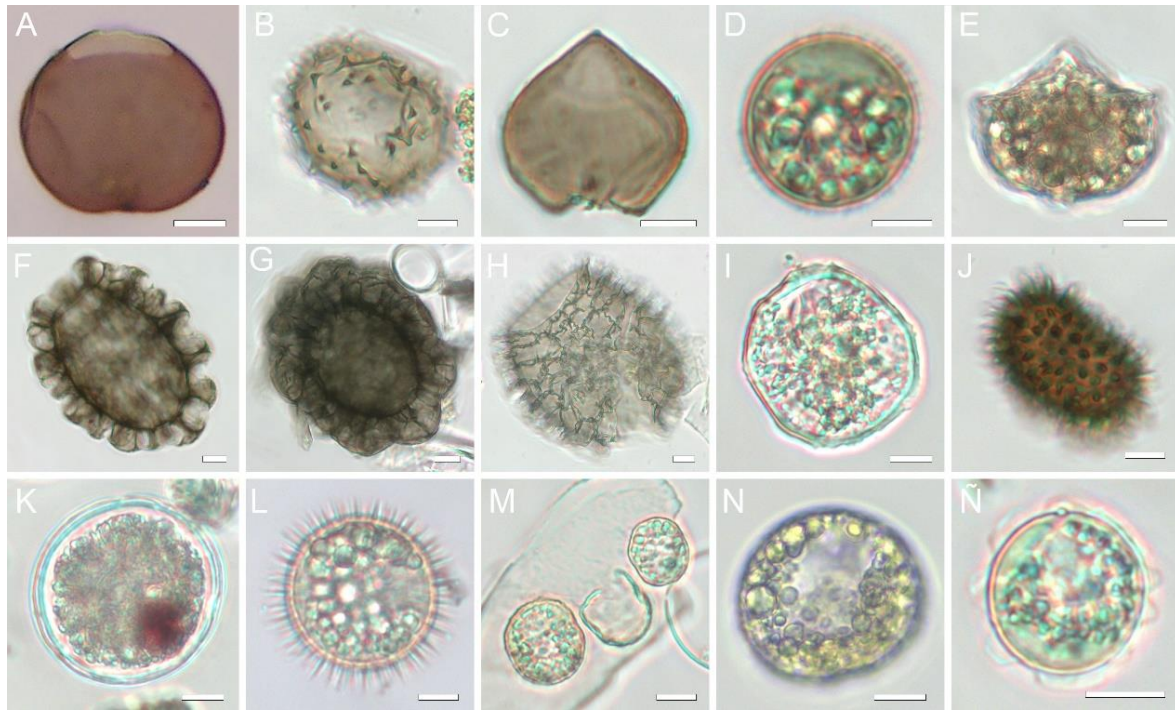


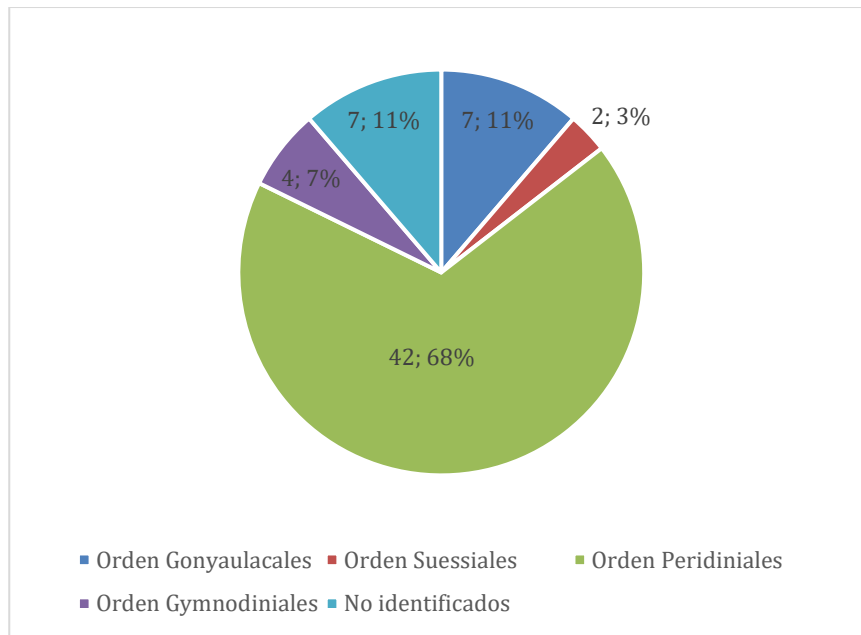
Figura 1.4.1. Quistes de dinoflagelados registrados en sedimentos de las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. (A, B) *Alexandrium catenella*, (C) *Alexandrium ostenfeldii*, (D) *Protoceratium reticulatum*, (E) cf. *Lingulodinium polyedra*, (F) *Spiniferites pachydermus*, (G) *Spiniferites* cf. *ramosus*, (H) *Gonyaulax spinifera* (*Nematosphaeropsis labyrinthus*), (I) *Biecheleria* sp., (J) *Dactylocladus arachnoides*, (K) *Pentapleura dalei*, (L) *Scrippsiella donghaiensis*, (M) *Scrippsiella lachrymosa*, (N) *Scrippsiella precaria*, (Ñ) *Scrippsiella patagonica*, (O) *Scrippsiella* sp., (P) *Echinodinium aculeatum*, (Q) *Echinodinium* cf. *granulatum*, (R) cf. *Oblea rotunda*, (S) cf. *Lebouria pusilla*, (T) cf. *Huia caspica*, (U) *Niea acanthocysta*, (V) *Niea torta*, (W) *Preperidinium meunieri*. Barra de escala: 10 μ m.



Figuras 1.4.2. Quistes de dinoflagelados registrados en sedimentos de las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. (A) *Diplopsalopsis ovata*, (B) *Brigantedinium* cf. *asymmetricum*, (C) *Archaeoperidinium minutum*, (D) *Archaeoperidinium constrictum*, (E) cf. *Protoperidinium haizhouense*, (F) *Trinovantedinium variable*, (G) *Selenopemphix tholus*, (H) *Selenopemphix undulata*, (I) *Protoperidinium americanum*, (J) *Protoperidinium avellana*, (K) *Protoperidinium claudicans*, (L) *Protoperidinium conicoides*, (M) *Protoperidinium conicum*, (N) *Protoperidinium* cf. *conicum*, (Ñ) *Protoperidinium denticulatum*, (O) *Protoperidinium excentricum*, (P) *Protoperidinium leonis*, (Q) *Protoperidinium nudum*, (R) *Protoperidinium oblongum*, (S) *Protoperidinium pentagonum*, (T) *Protoperidinium punctulatum*, (U) *Protoperidinium thorianum*, (V) *Protoperidinium thulesence*, (W) *Protoperidinium* spp., (X) *Protoperidinium* sp. 3. Barra de escala: 10 μ m.



Figuras 1.4.3. Quistes de dinoflagelados registrados en sedimentos de las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. (A) *Protoperidinium* sp. 4, (B) *Protoperidinium* sp. 6, (C) *Protoperidinium* sp. 8, (D) *Protoperidinium* sp. 9, (E) *Gyrodinium undulans*, (F) *Polykrikos schwartzii*, (G) *Polykrikos kofoidii*, (H) *Polykrikos* sp., (I) No identificado 4, (J) No identificado 9, (K) No identificado 10, (L) No identificado 42, (M) No identificado 44, (N) No identificado 45, (Ñ) No identificado 46. Barra de escala 10.



Figuras 1.4.4. Número de especies identificadas en el área de estudio de acuerdo a órdenes de dinoflagelados.

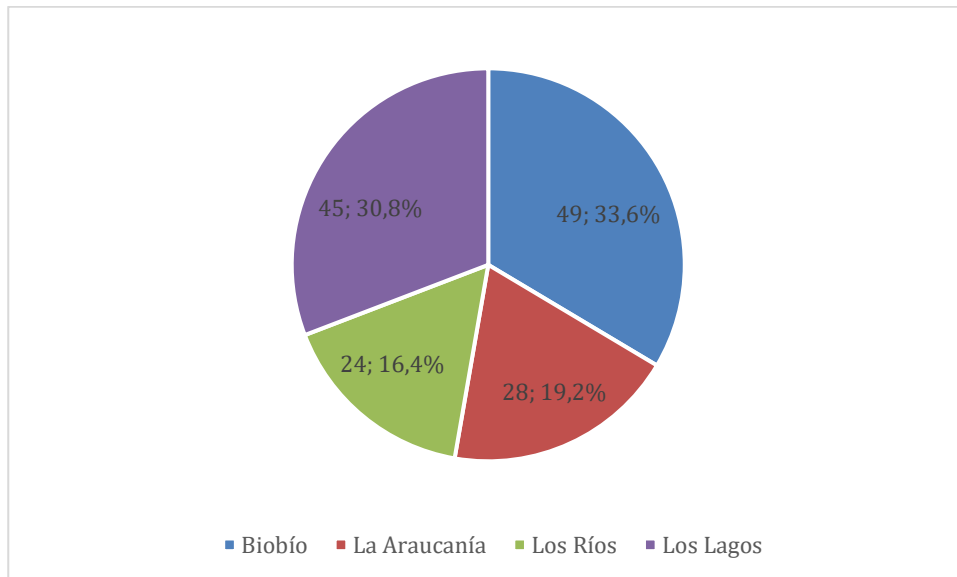
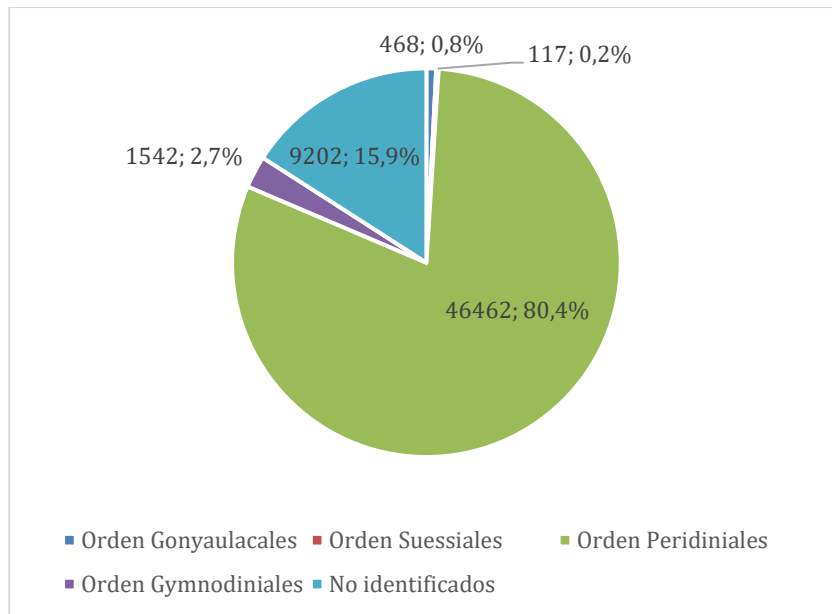
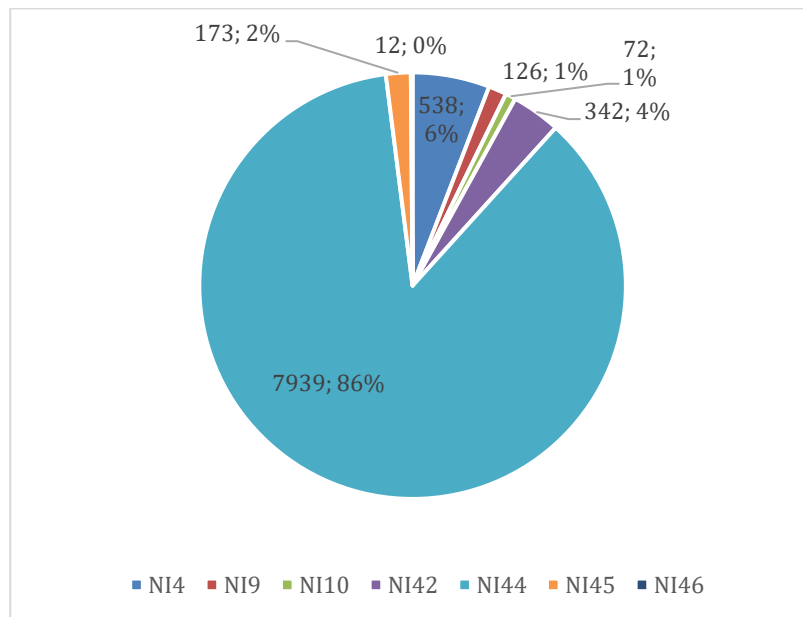


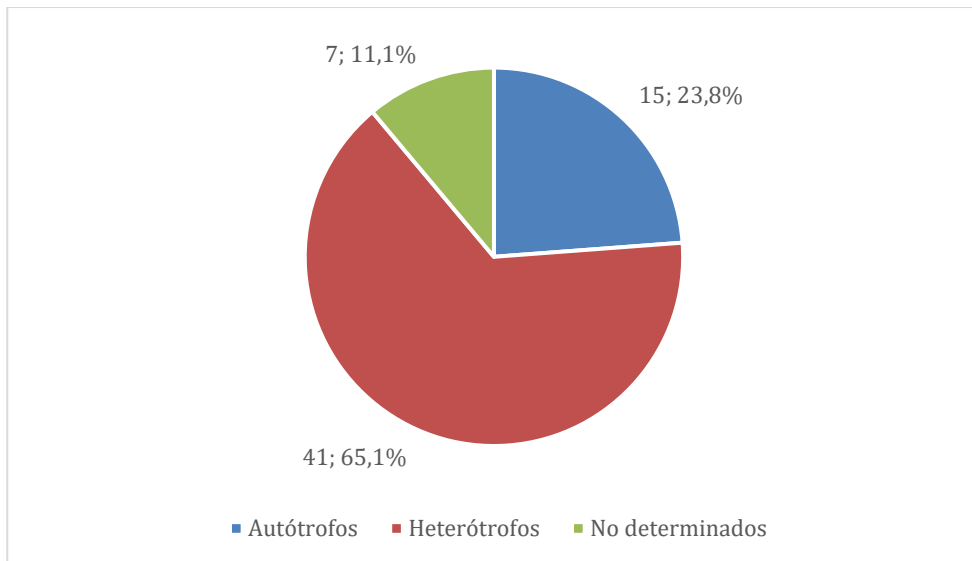
Figura 1.4.5. Número total de especies identificadas en sedimentos de las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.



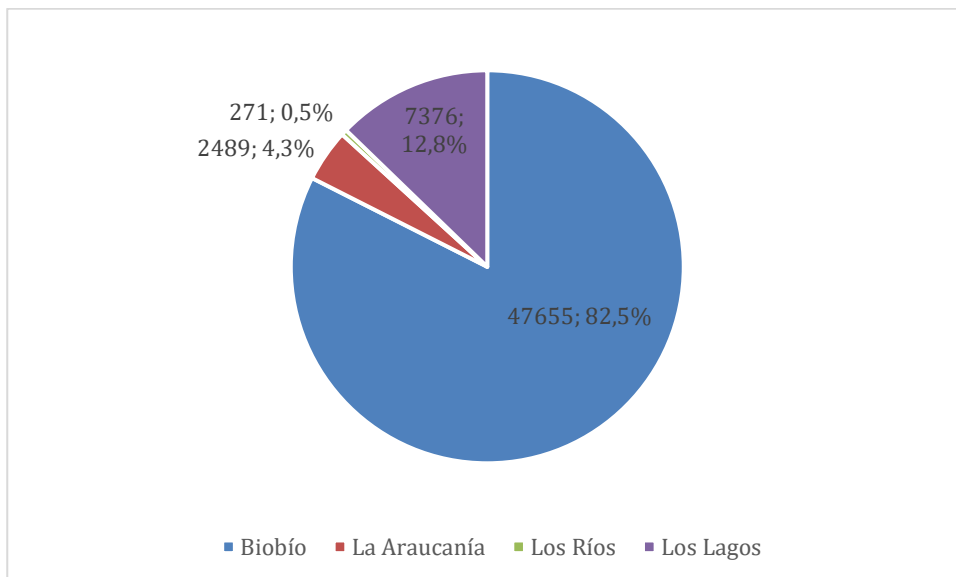
Figuras 1.4.6. Abundancia total de quistes identificados en sedimento superficial de las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos de acuerdo a órdenes de dinoflagelados.



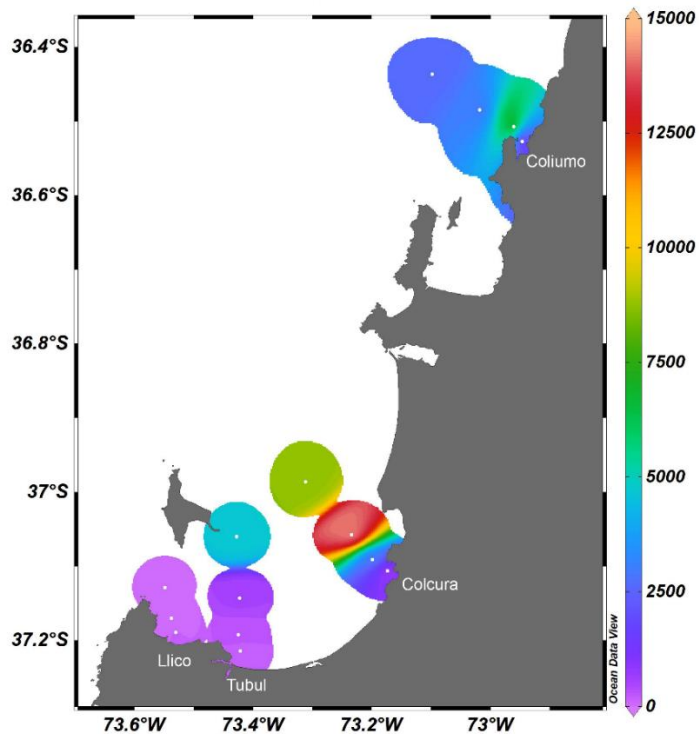
Figuras 1.4.7. Abundancia total de quistes No Identificados (NI) registrados en sedimento superficial de las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.



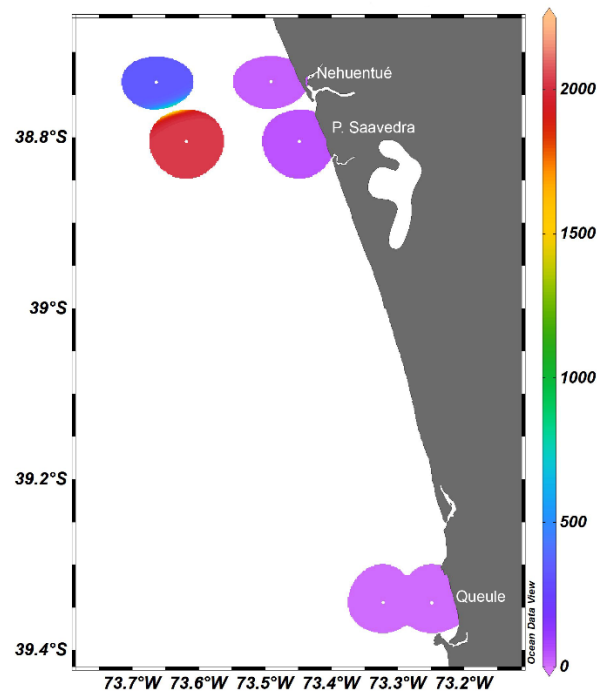
Figuras 1.4.8. Estrategia nutricional de especies de quistes de dinoflagelados registrados en sedimento superficial de las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.



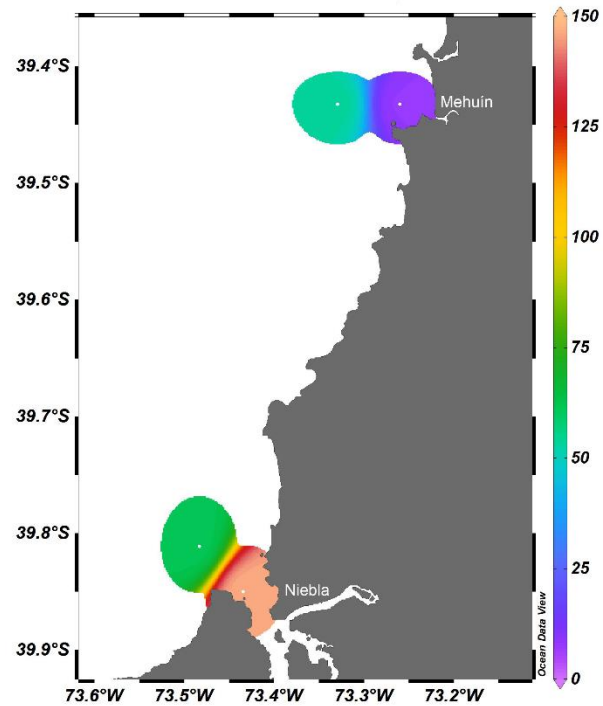
Figuras 1.4.9. Abundancia total de quistes de dinoflagelados registrados en sedimento superficial de las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.



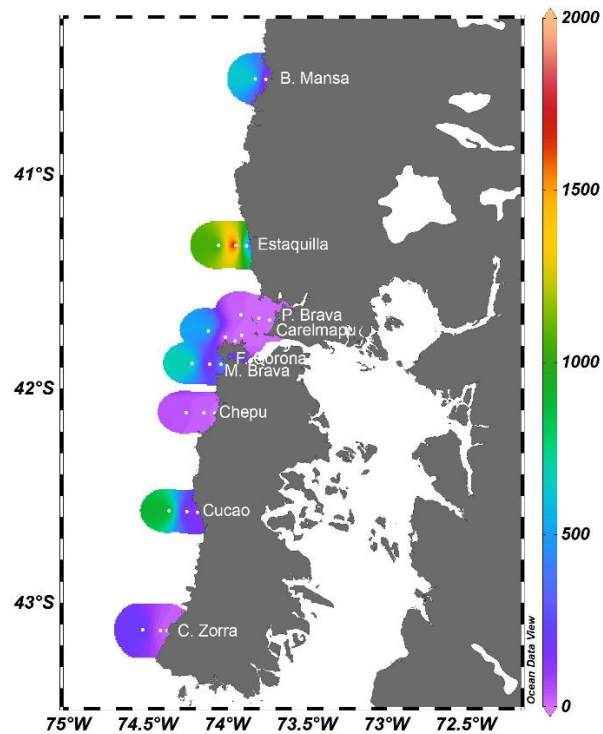
Figuras 1.4.10. Abundancia de quistes de dinoflagelados en sedimento superficial de la Región del Biobío obtenido en diciembre 2021 (primavera). Valores expresados como quistes cm^{-3} de sedimento húmedo.



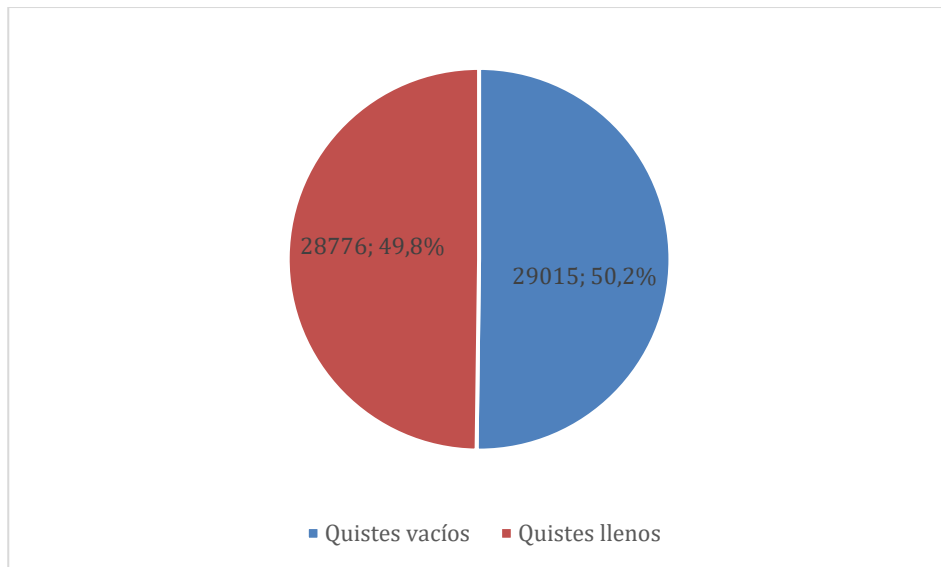
Figuras 1.4.11. Abundancia de quistes de dinoflagelados en sedimento superficial de la Región de La Araucanía obtenido en noviembre 2021 (primavera). Valores expresados como quistes cm^{-3} de sedimento húmedo.



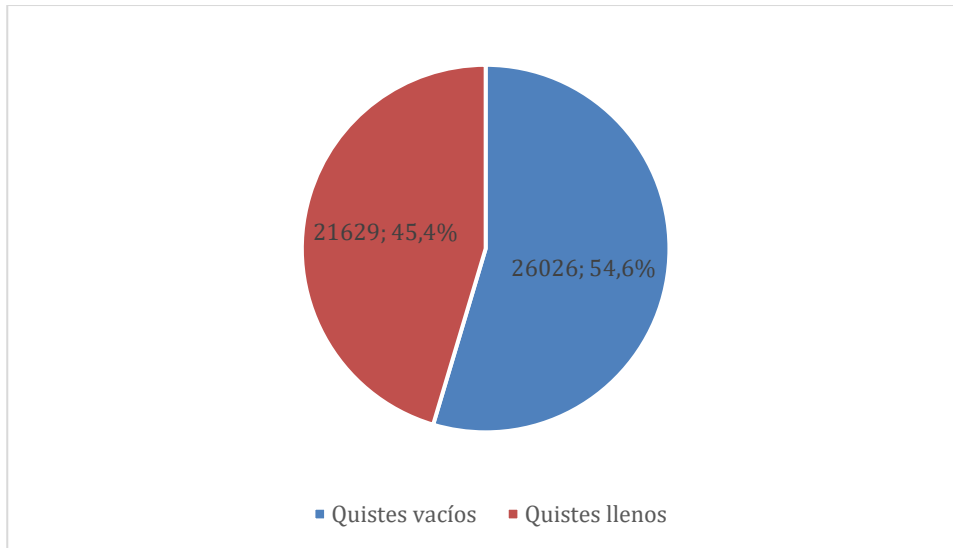
Figuras 1.4.12. Abundancia de quistes de dinoflagelados en sedimentos superficial de la Región de Los Ríos obtenido en noviembre 2021 (primavera). Valores expresados como quistes cm⁻³ de sedimento húmedo.



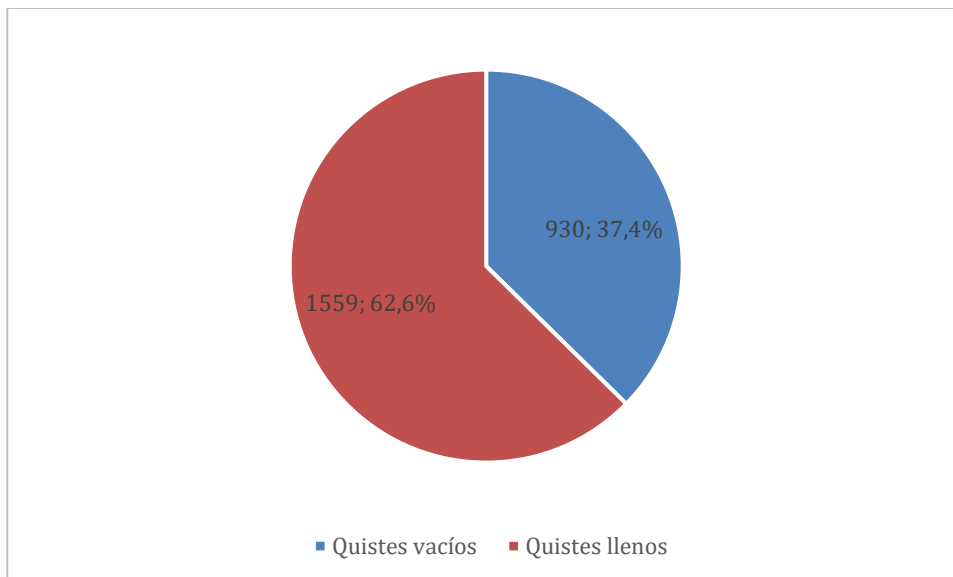
Figuras 1.4.13. Abundancia de quistes de dinoflagelados en sedimentos superficial de la Región de Los Ríos obtenido en noviembre 2021 (primavera). Valores expresados como quistes cm^{-3} de sedimento húmedo.



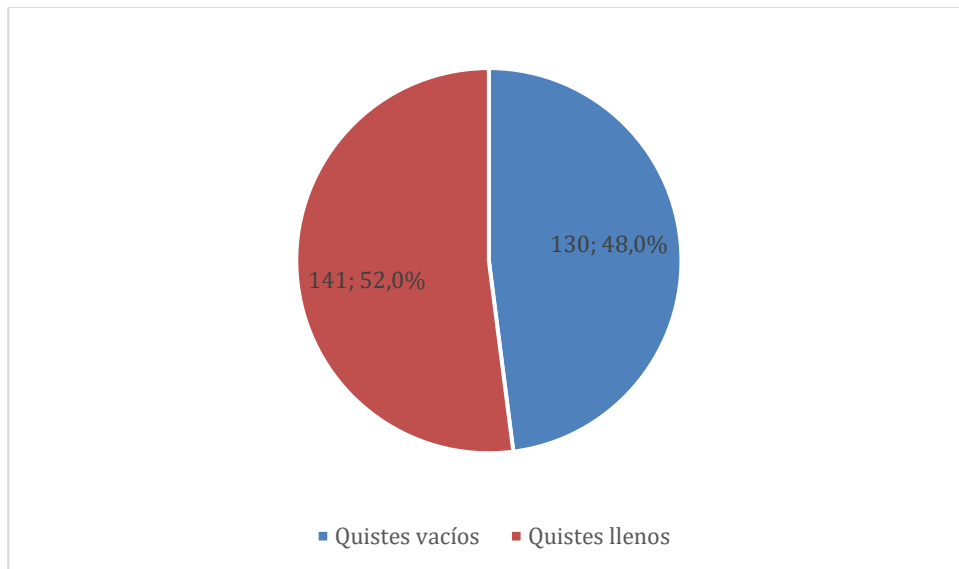
Figuras 1.4.14. Registro total de quistes vacíos (germinados) y quistes llenos (con protoplasma) en el área de estudio.



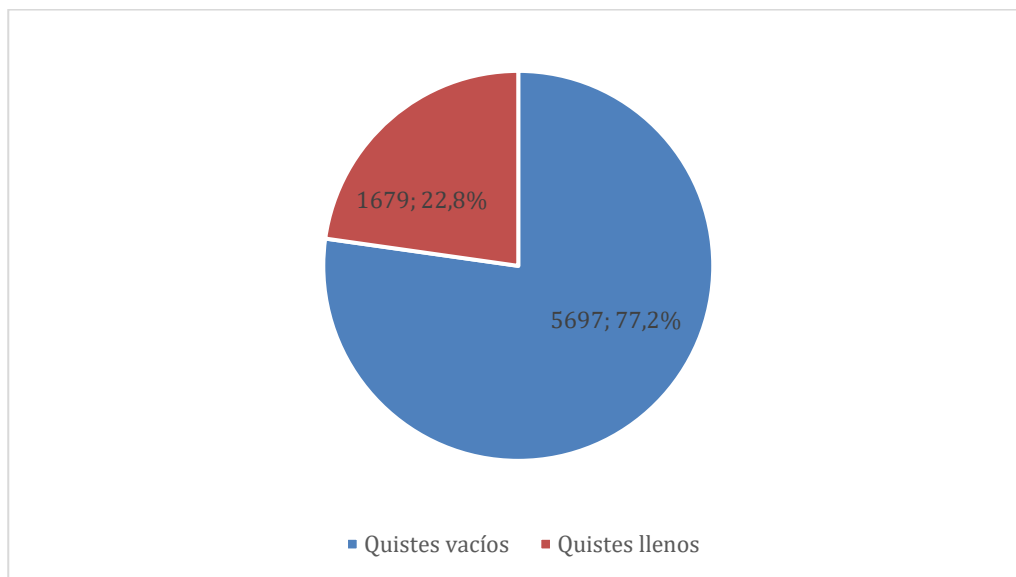
Figuras 1.4.15. Registro de quistes vacíos (germinados) y quistes llenos (con protoplasma) en la Región del Biobío.



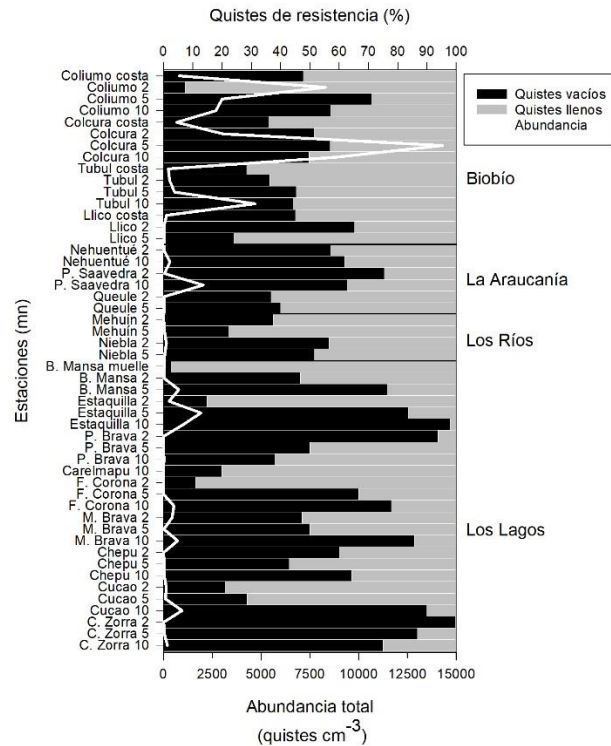
Figuras 1.4.16. Registro de quistes vacíos (germinados) y quistes llenos (con protoplasma) en la Región de La Araucanía.



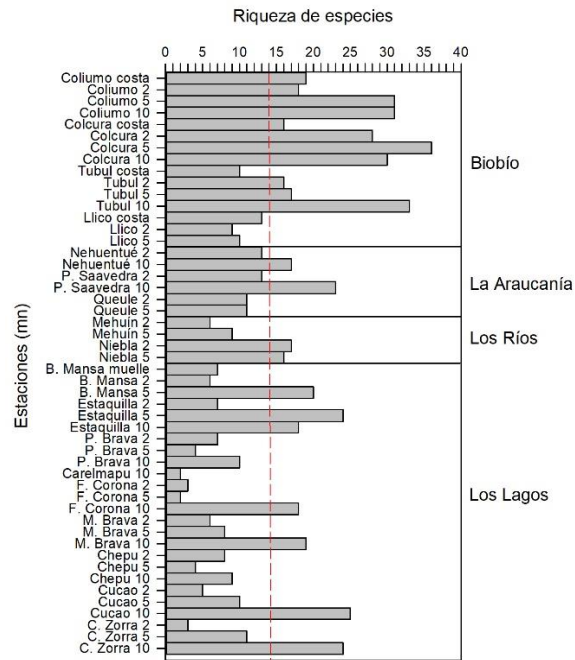
Figuras 1.4.17. Registro de quistes vacíos (germinados) y quistes llenos (con protoplasma) en la Región de Los Ríos.



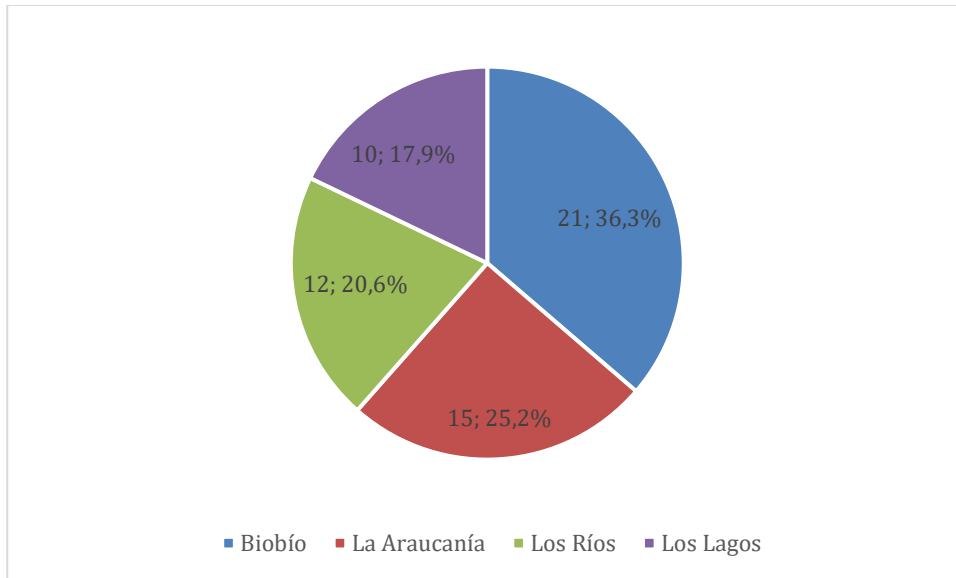
Figuras 1.4.18. Registro de quistes vacíos (germinados) y quistes llenos (con protoplasma) en la Región de Los Lagos.



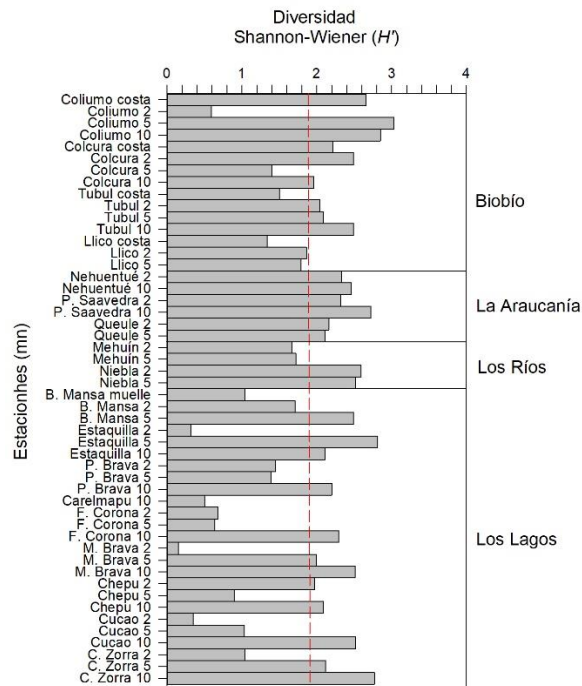
Figuras 1.4.19. Quistes vacíos (germinados), quistes llenos (con protoplasma) y abundancia total de quistes en estaciones de las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.



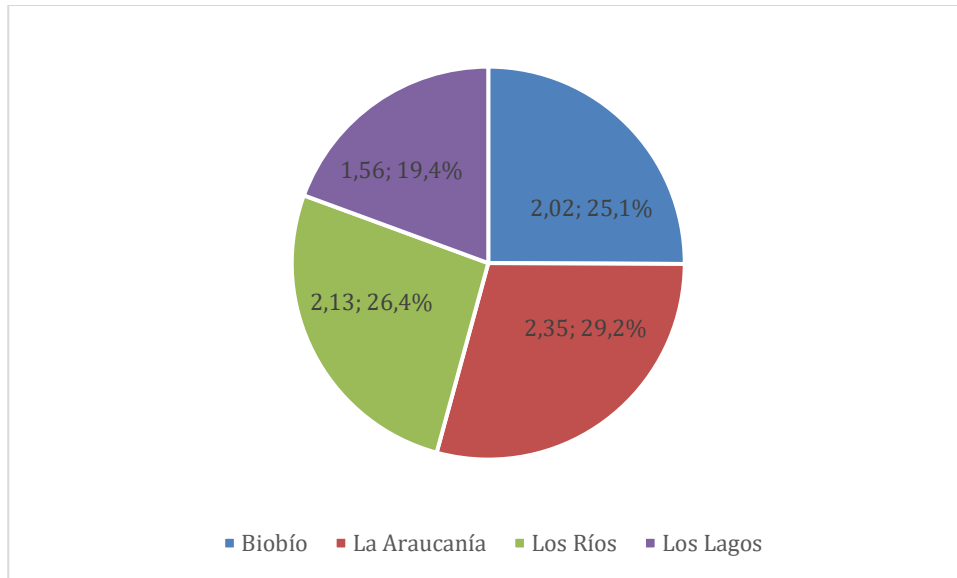
Figuras 1.4.20. Riqueza de especies de quistes en estaciones de las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. Valor promedio indicado por línea roja punteada.



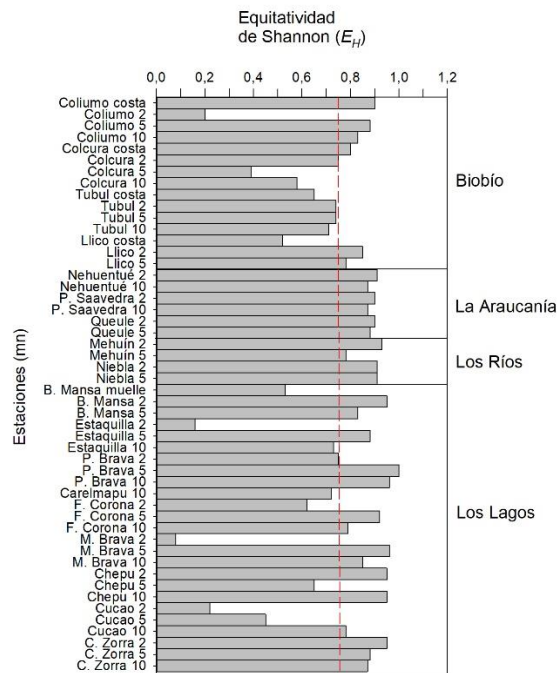
Figuras 1.4.21. Riqueza de especies promedio en las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.



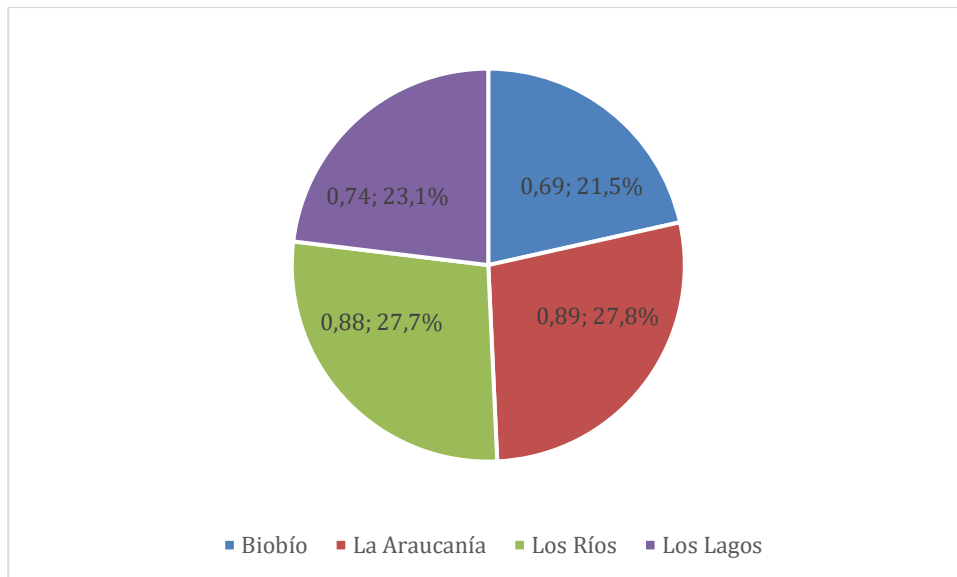
Figuras 1.4.22. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') en estaciones de las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. Valor promedio indicado por línea roja punteada.



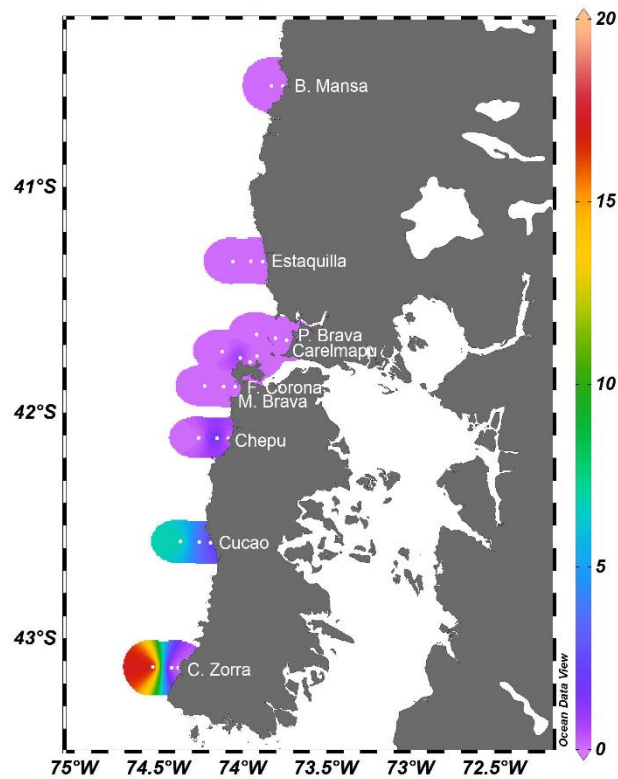
Figuras 1.4.23. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') promedio en las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.



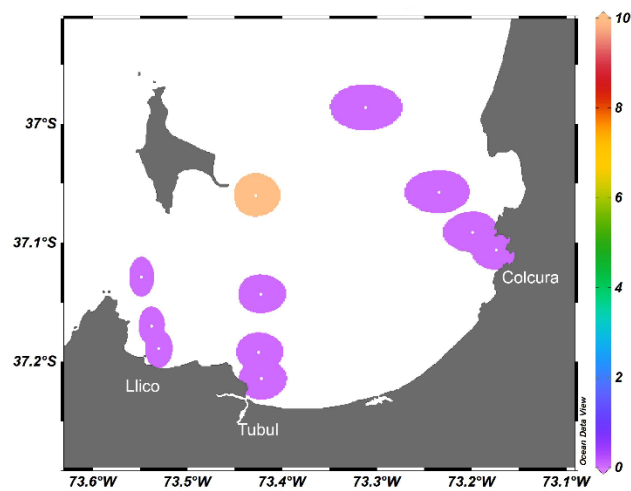
Figuras 1.4.24. Equitatividad de Shannon (E_H) en estaciones de las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. Valor promedio indicado por línea roja punteada.



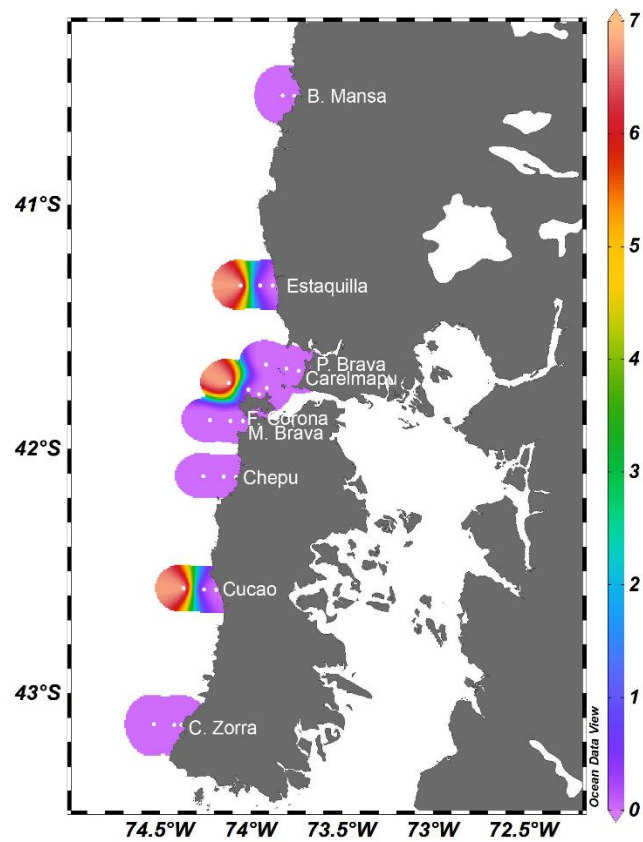
Figuras 1.4.25. Equitatividad de Shannon (E_H) promedio en las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.



Figuras 1.4.26. Abundancia de quistes de *A. catenella* en la Regi3n de Los Lagos. Valores expresados en quistes cm^{-3} de sedimento h3medo.



Figuras 1.4.27. Abundancia de quistes de *A. ostensfeldii* en la Regi3n del Biobío. Valores expresados en quistes cm^{-3} de sedimento h3medo.



Figuras 1.4.28. Abundancia de quistes de *P. reticulatum* en la Regi3n de Los Lagos. Valores expresados en quistes cm^{-3} de sedimento h3medo.

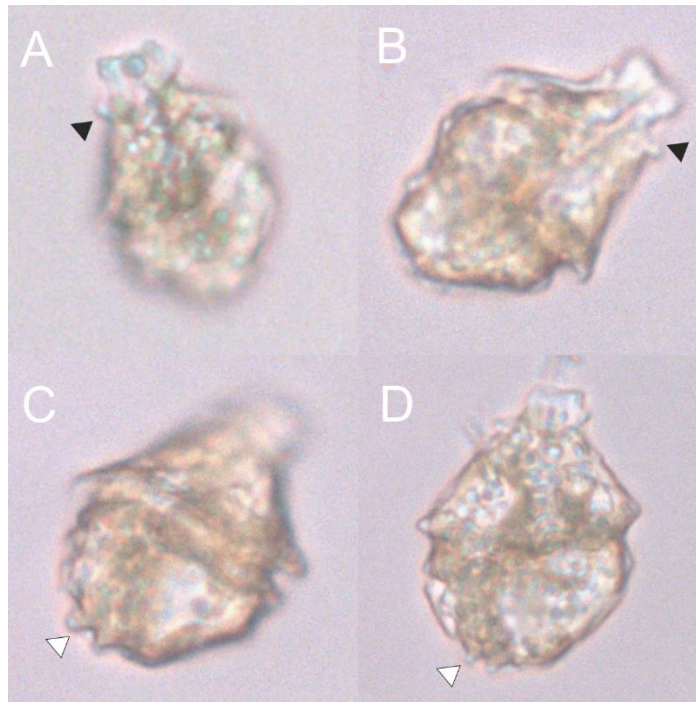


Figura 1.4.29. Células móviles de *Dactylodinium arachnoides* obtenidas a partir de la germinación de quistes de resistencia. Triángulo negro indica compleja estructura apical y triángulo blanco vesículas anfractiles del hipocono.

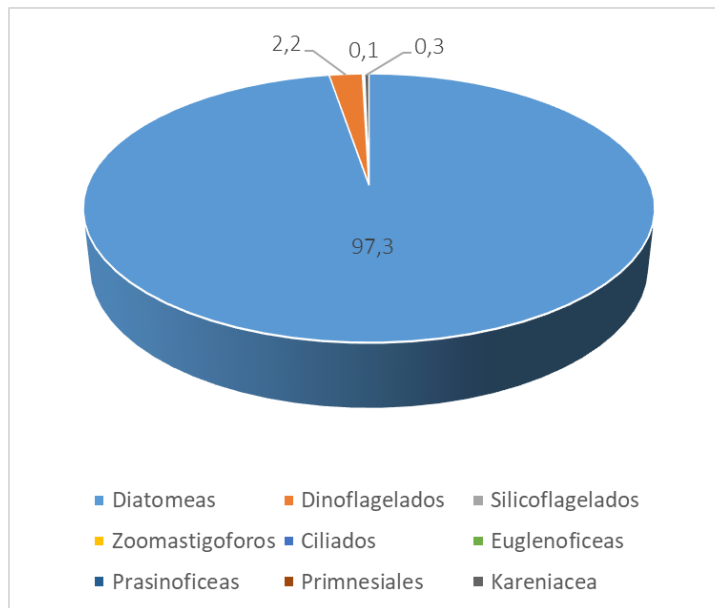


Figura 2.1.1 Contribuci3n porcentual de los grupos del fitoplancton a la abundancia total durante el periodo de estudio 2018 – 2021.

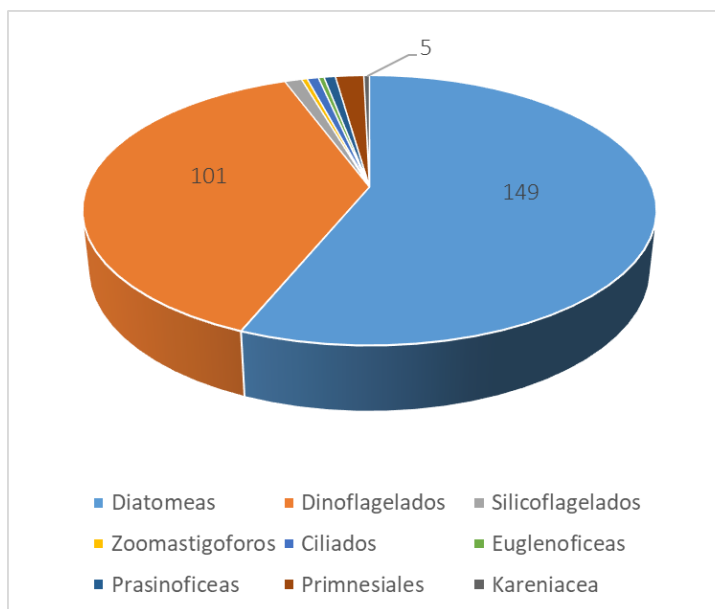


Figura 2.1.2 Númerode especies por grupo del fitoplancton durante el periodo de estudio 2018 – 2021.

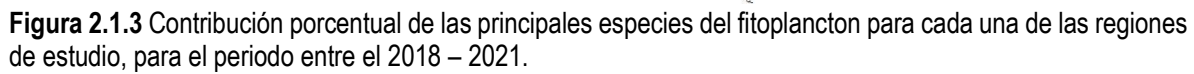


Figura 2.1.3 Contribución porcentual de las principales especies del fitoplancton para cada una de las regiones de estudio, para el periodo entre el 2018 – 2021.

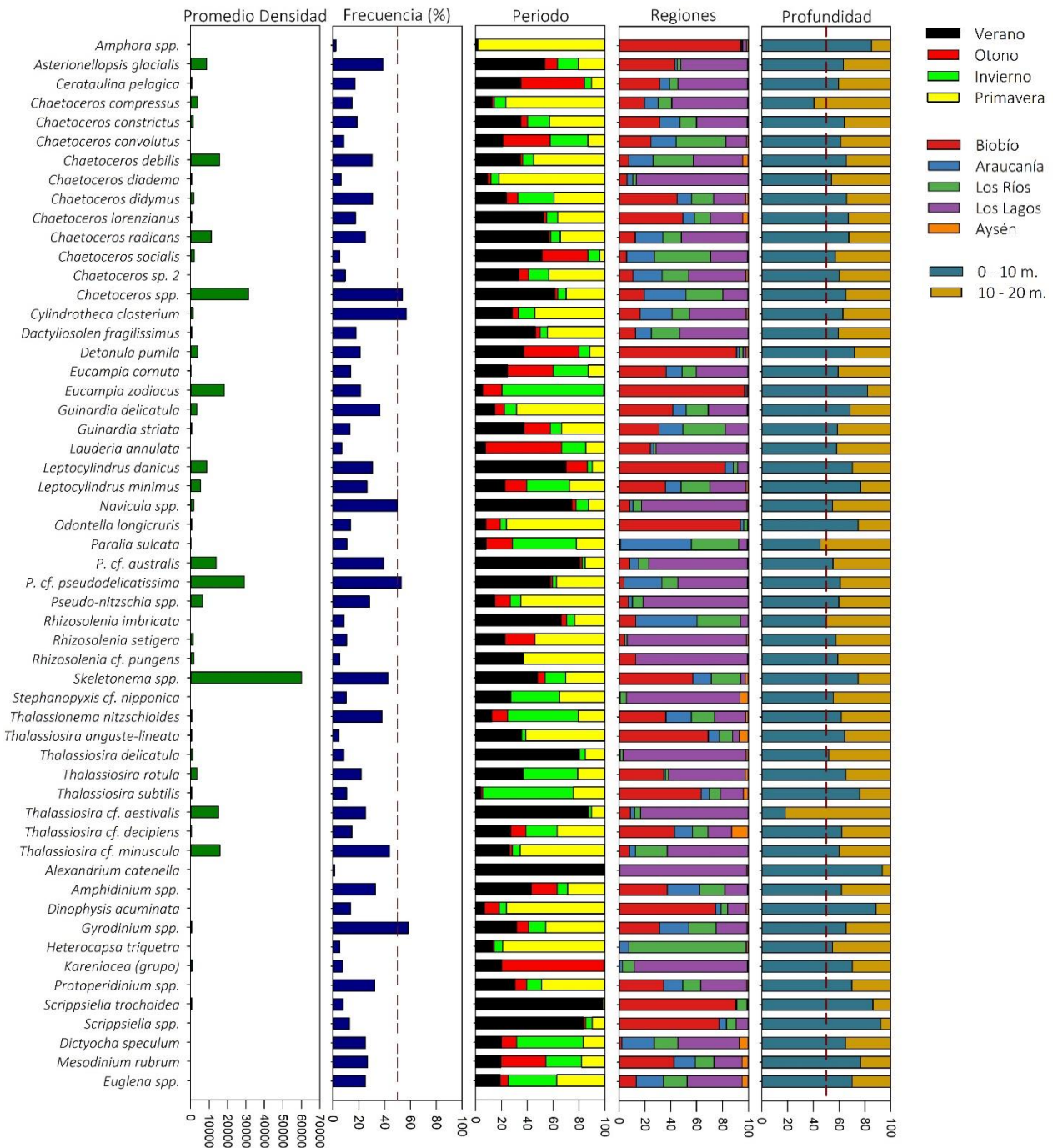


Figura 2.1.4 Composición fitoplanctónica de las 55 especies que contribuyen con una abundancia promedio mayor a 1000 células L⁻¹ durante el periodo de estudio 2018-2021. Para cada especie se presentan las abundancias promedio (Cél L⁻¹), frecuencia de ocurrencia (%), frecuencia de ocurrencia por periodo del año (%), frecuencia de ocurrencia por región de estudio (%) t frecuencia de ocurrencia por profundidad de muestreo (%).

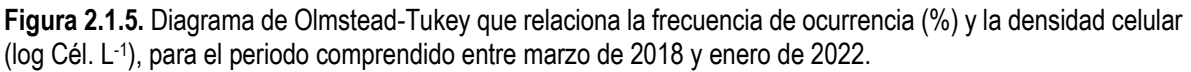


Figura 2.1.5. Diagrama de Olmstead-Tukey que relaciona la frecuencia de ocurrencia (%) y la densidad celular (log Cél. L⁻¹), para el periodo comprendido entre marzo de 2018 y enero de 2022.

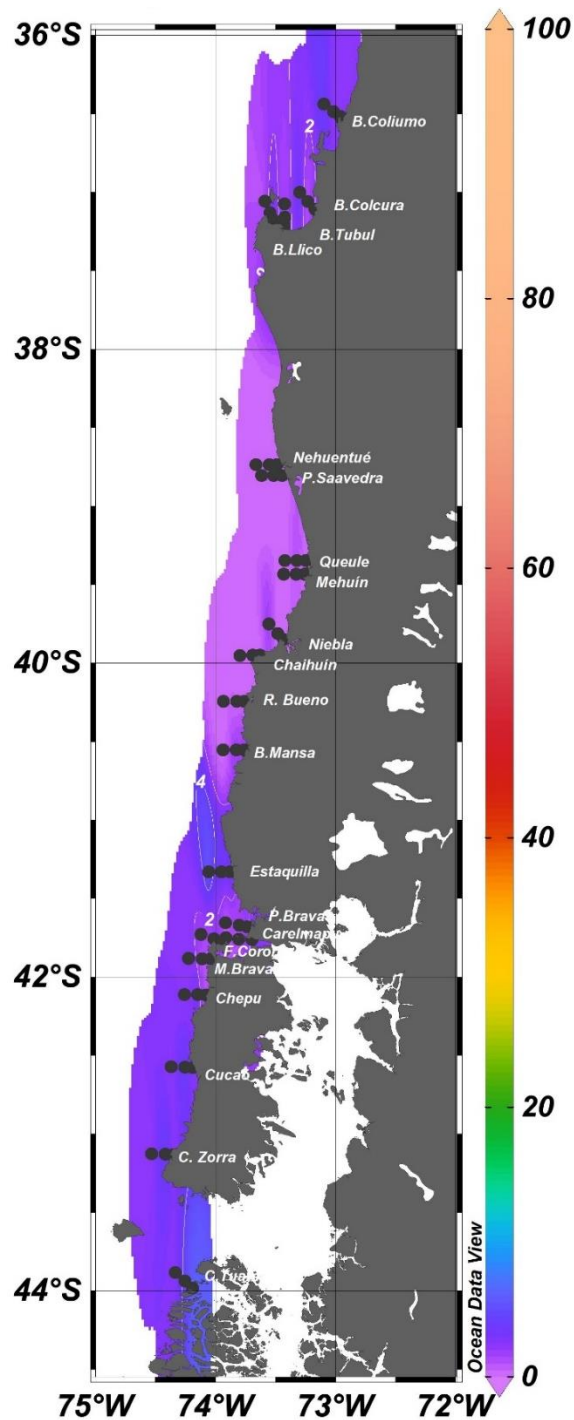


Figura 2.1.6. Frecuencia de ocurrencia (%) para la especie nociva *Alexandrium catenella* en el área de estudio.

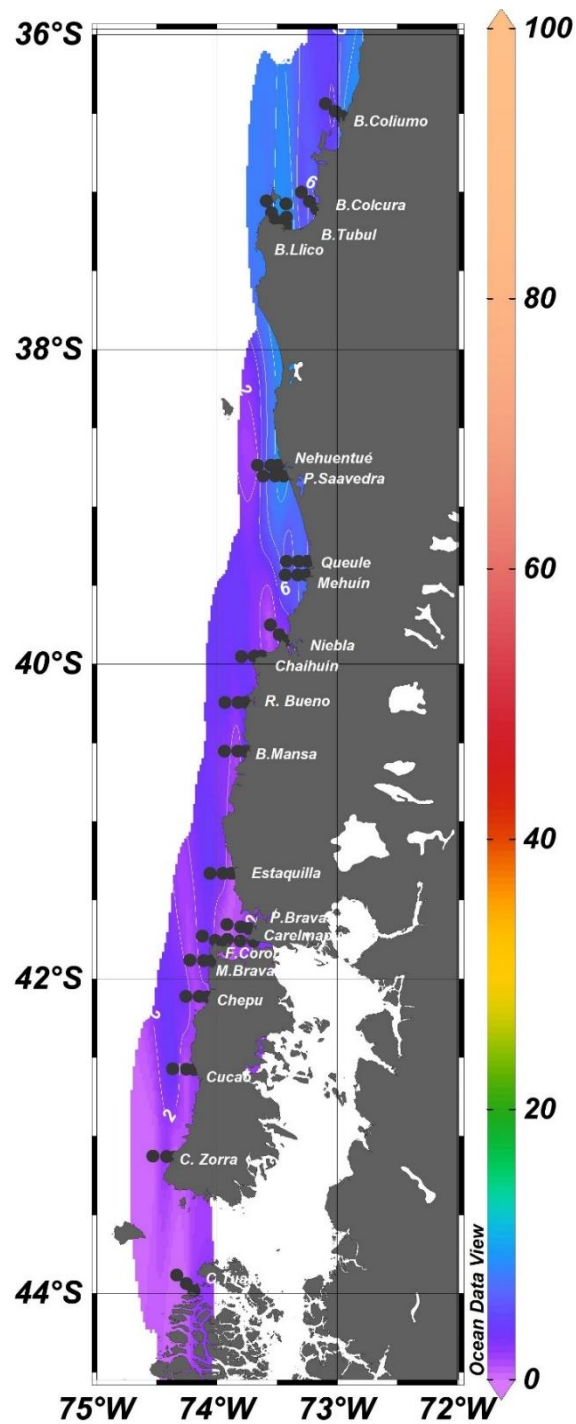


Figura 2.1.7. Frecuencia de ocurrencia (%) para la especie nociva *Alexandrium ostenfeldii* en el área de estudio.

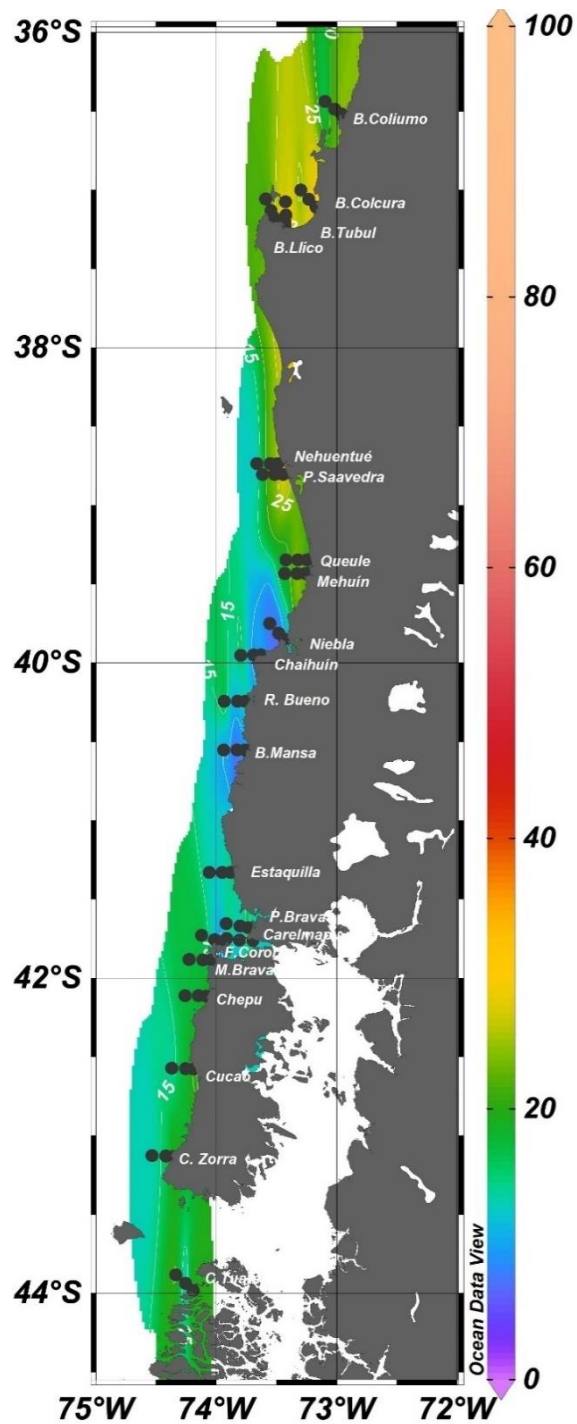


Figura 2.1.8. Frecuencia de ocurrencia (%) para la especie nociva *Dinophysis acuminata* en el área de estudio.

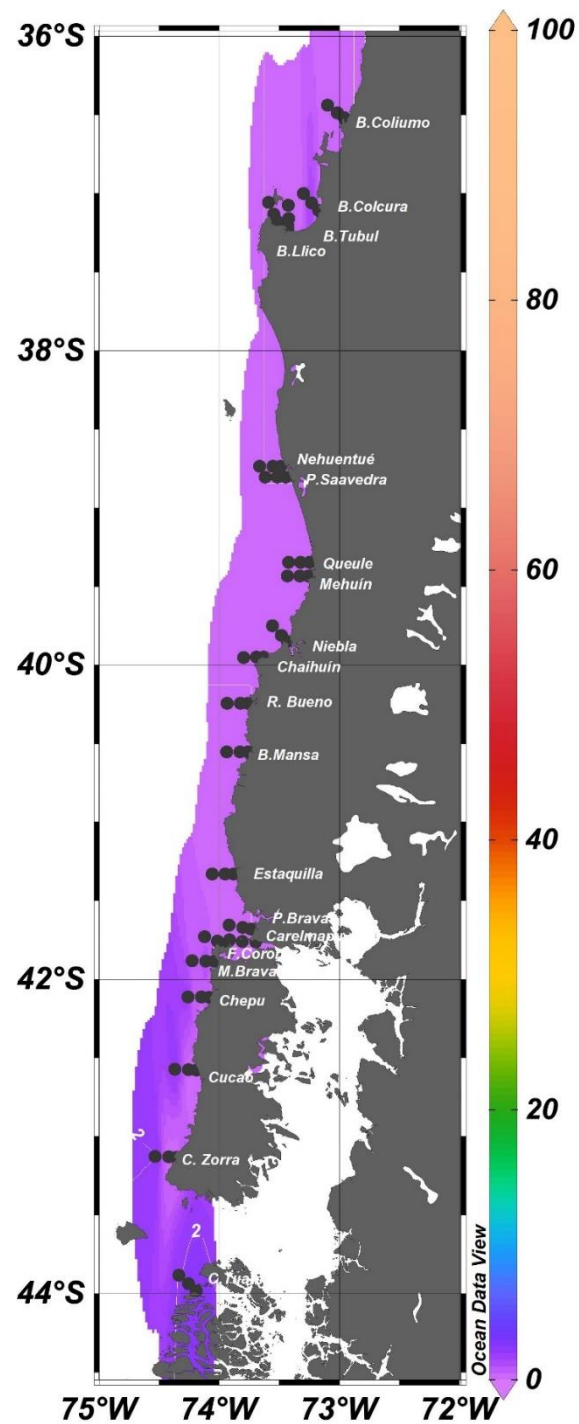


Figura 2.1.9. Frecuencia de ocurrencia (%) para la especie nociva *Dinophysis acuta* en el área de estudio.

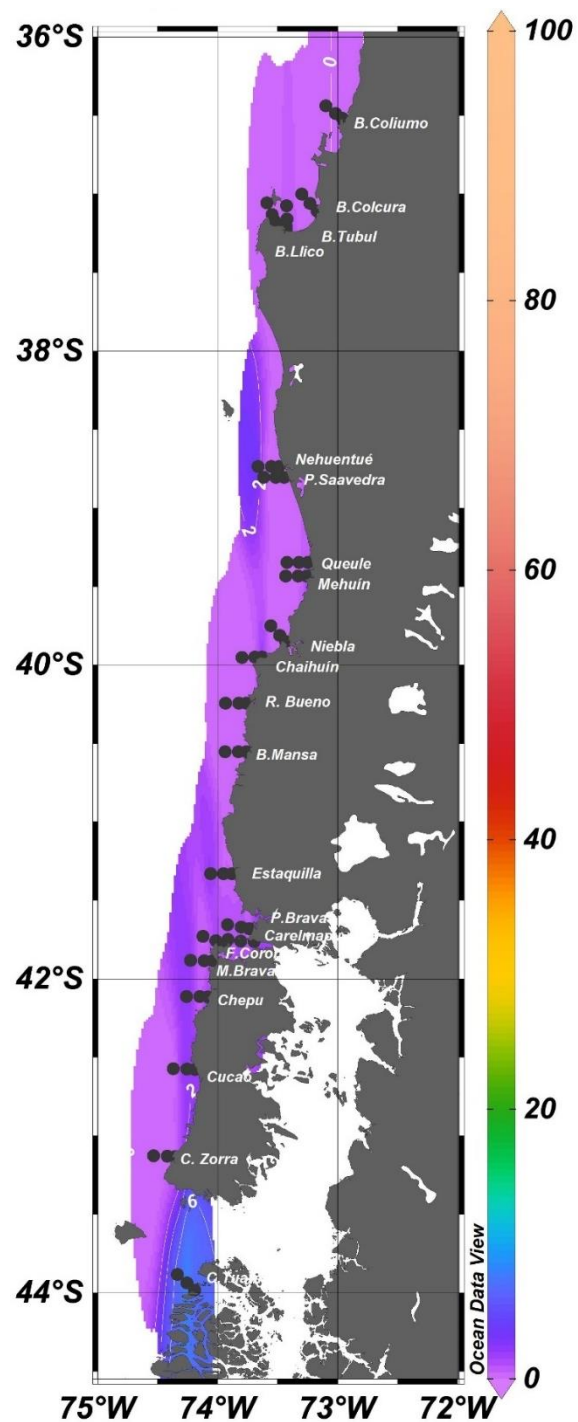


Figura 2.1.10. Frecuencia de ocurrencia (%) para la especie nociva *Protoceratium reticulatum* en el área de estudio.

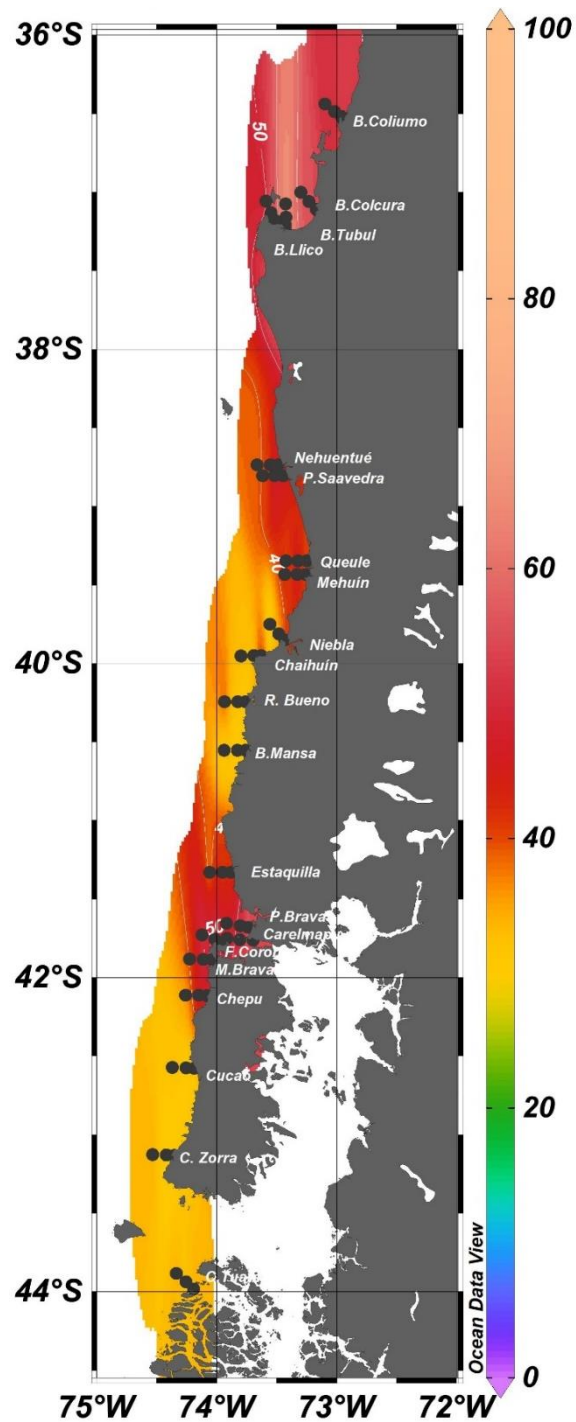


Figura 2.1.11. Frecuencia de ocurrencia (%) para la especie nociva *Pseudo-nitzschia australis* en el área de estudio.

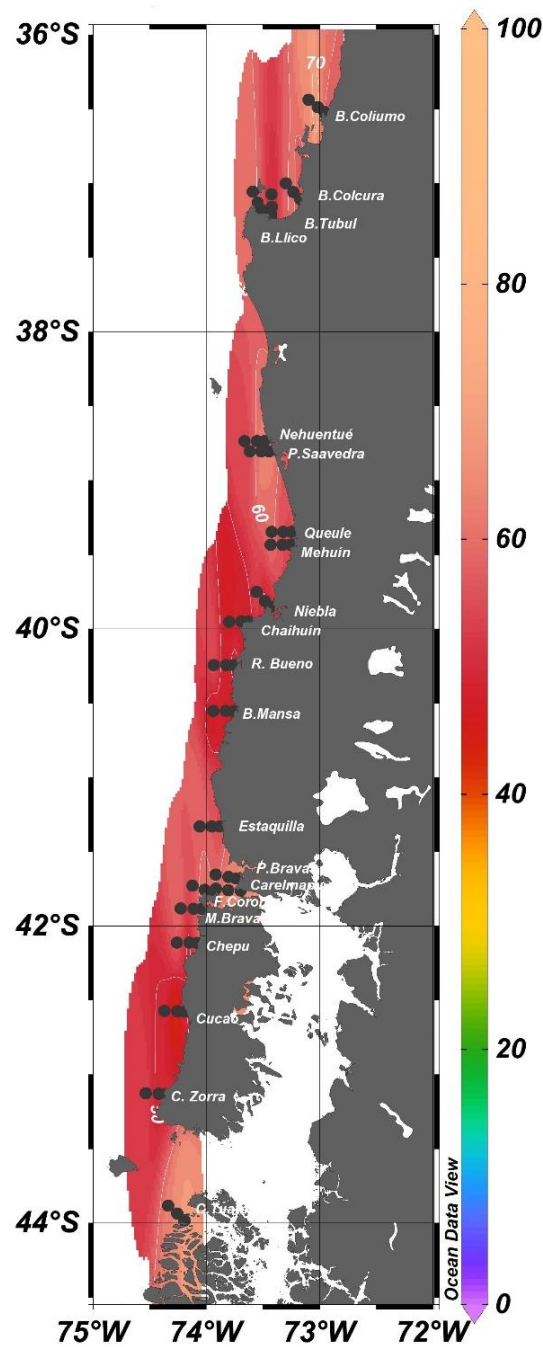


Figura 2.1.12. Frecuencia de ocurrencia (%) para la especie nociva *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* en el 1rea de estudio.

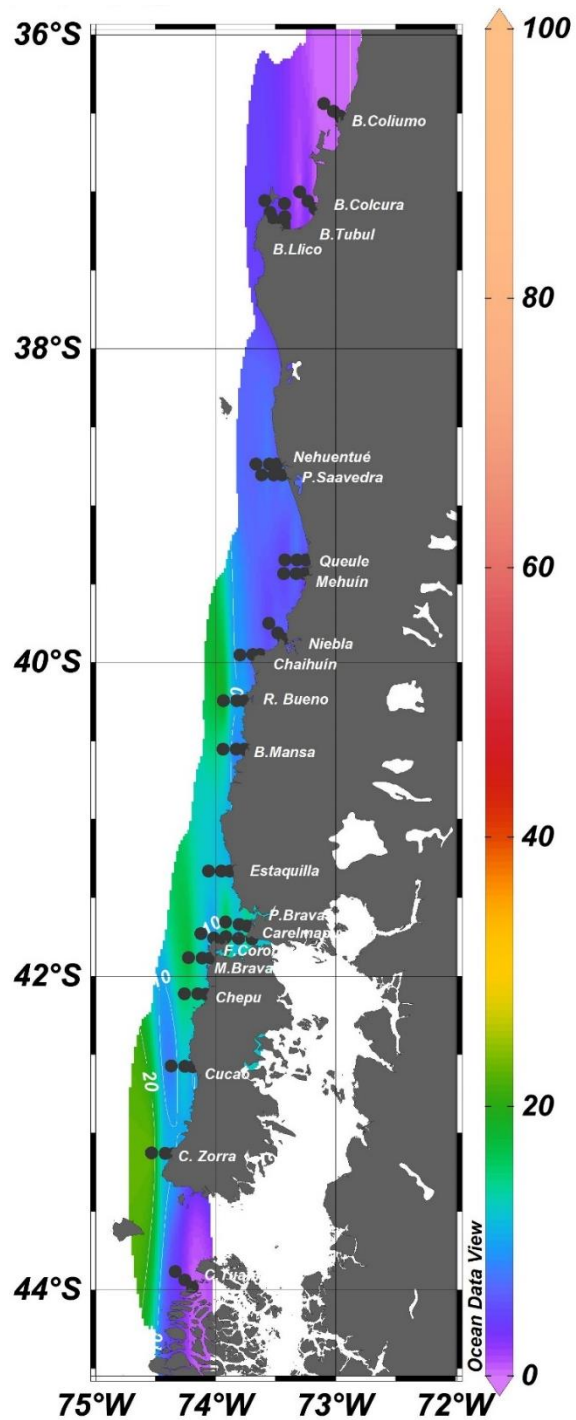


Figura 2.1.13. Frecuencia de ocurrencia (%) para el grupo de las Kareniaceas en el área de estudio.

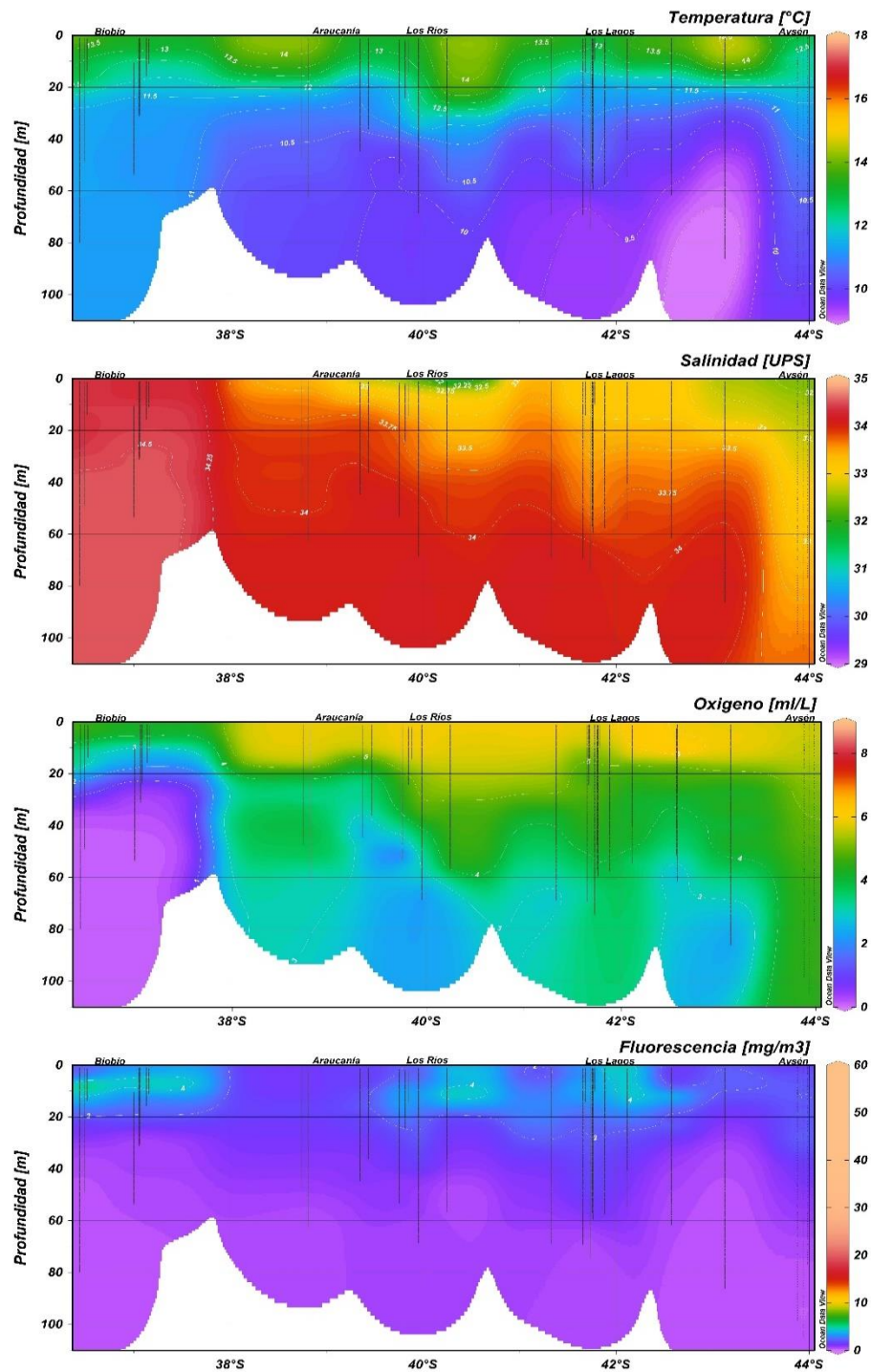


Figura 2.1.14. Sección latitudinal que muestra los valores de Temperatura (°C), Salinidad (PSU), Oxígeno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m³) registrados durante febrero de 2018.

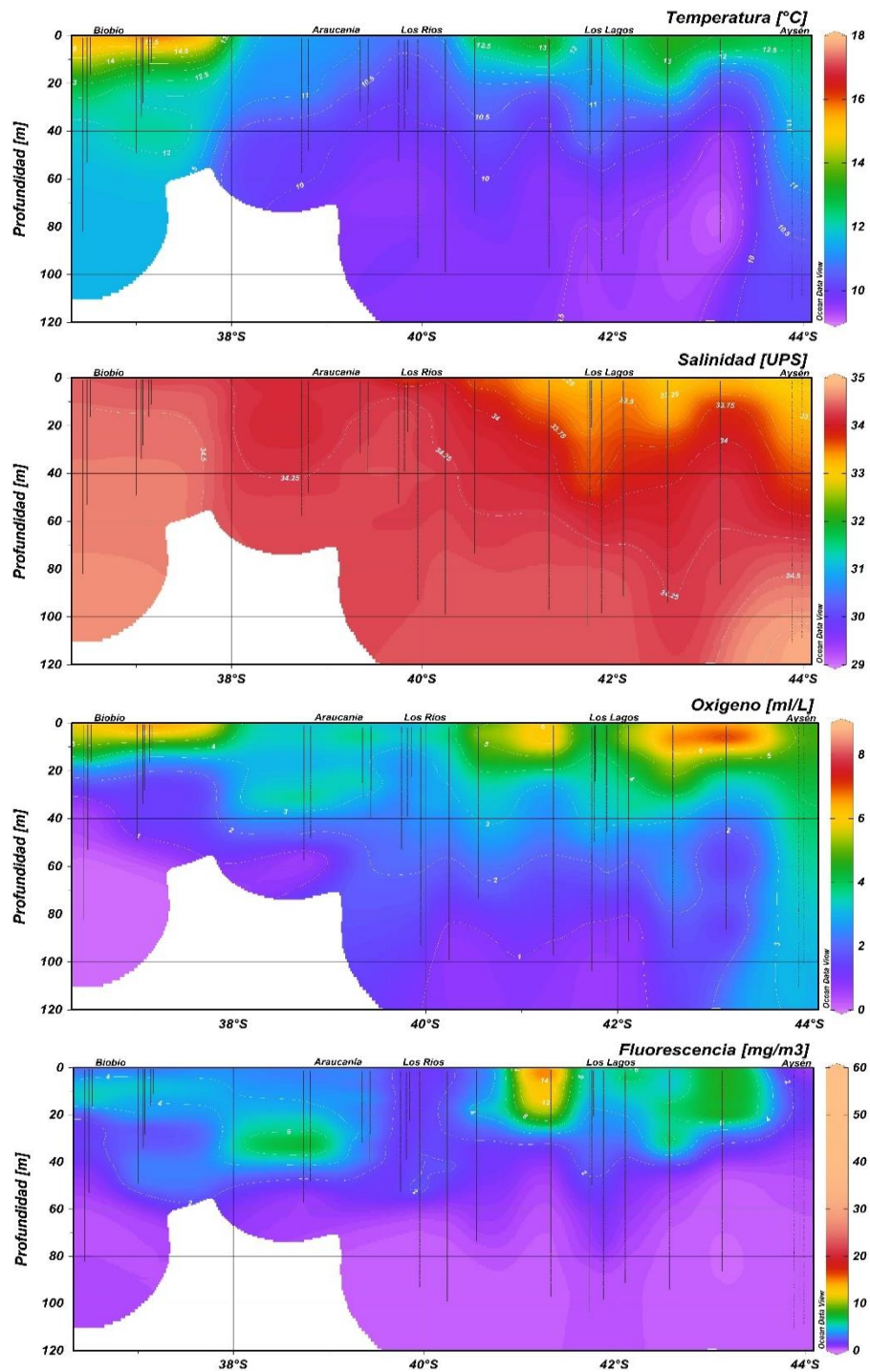


Figura 2.1.15. Sección latitudinal que muestra los valores de Temperatura (°C), Salinidad (PSU), Oxígeno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m³) registrados durante febrero de 2019.

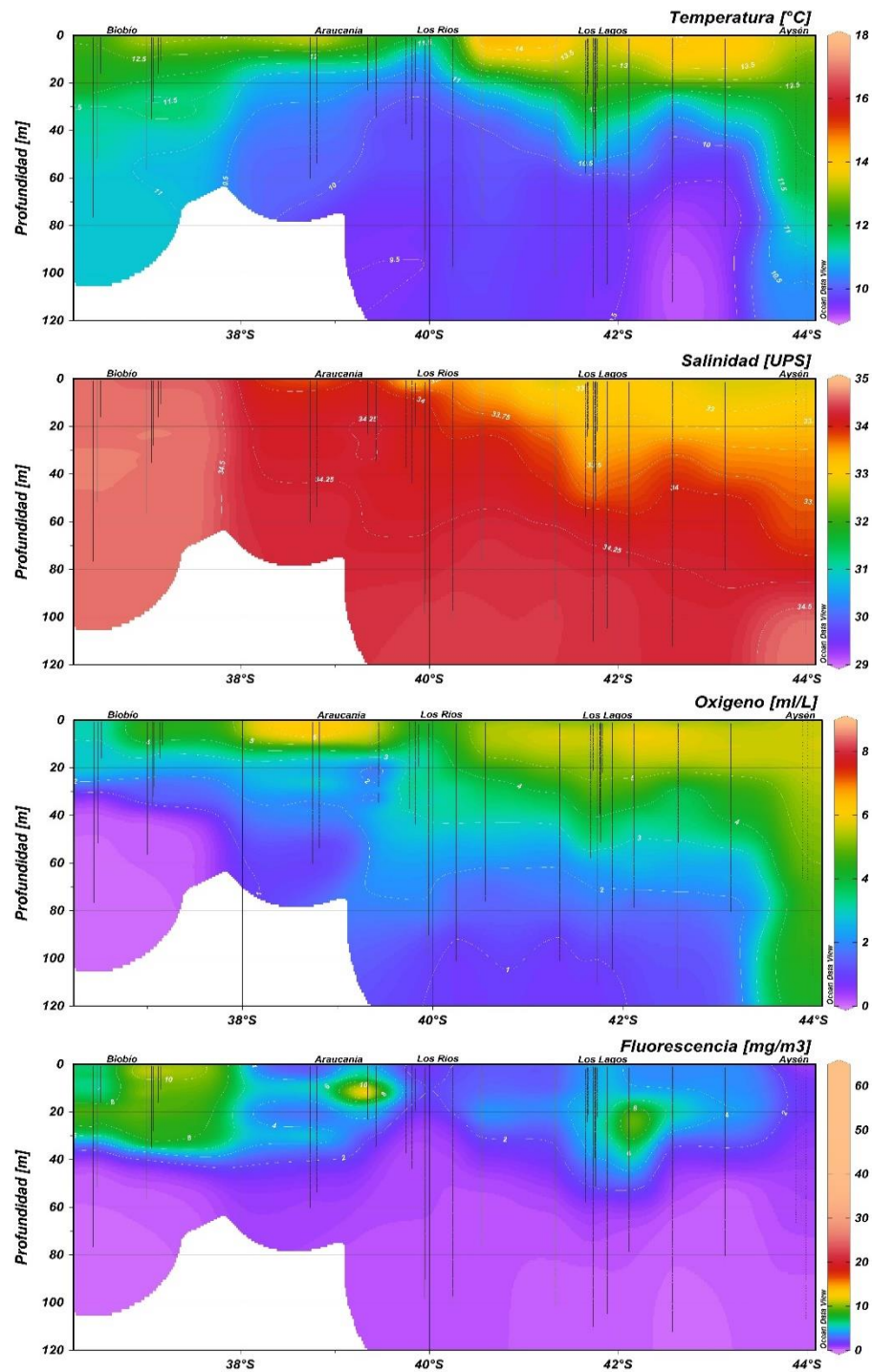


Figura 2.1.16. Sección latitudinal que muestra los valores de Temperatura (°C), Salinidad (PSU), Oxígeno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m³) registrados durante febrero de 2020.

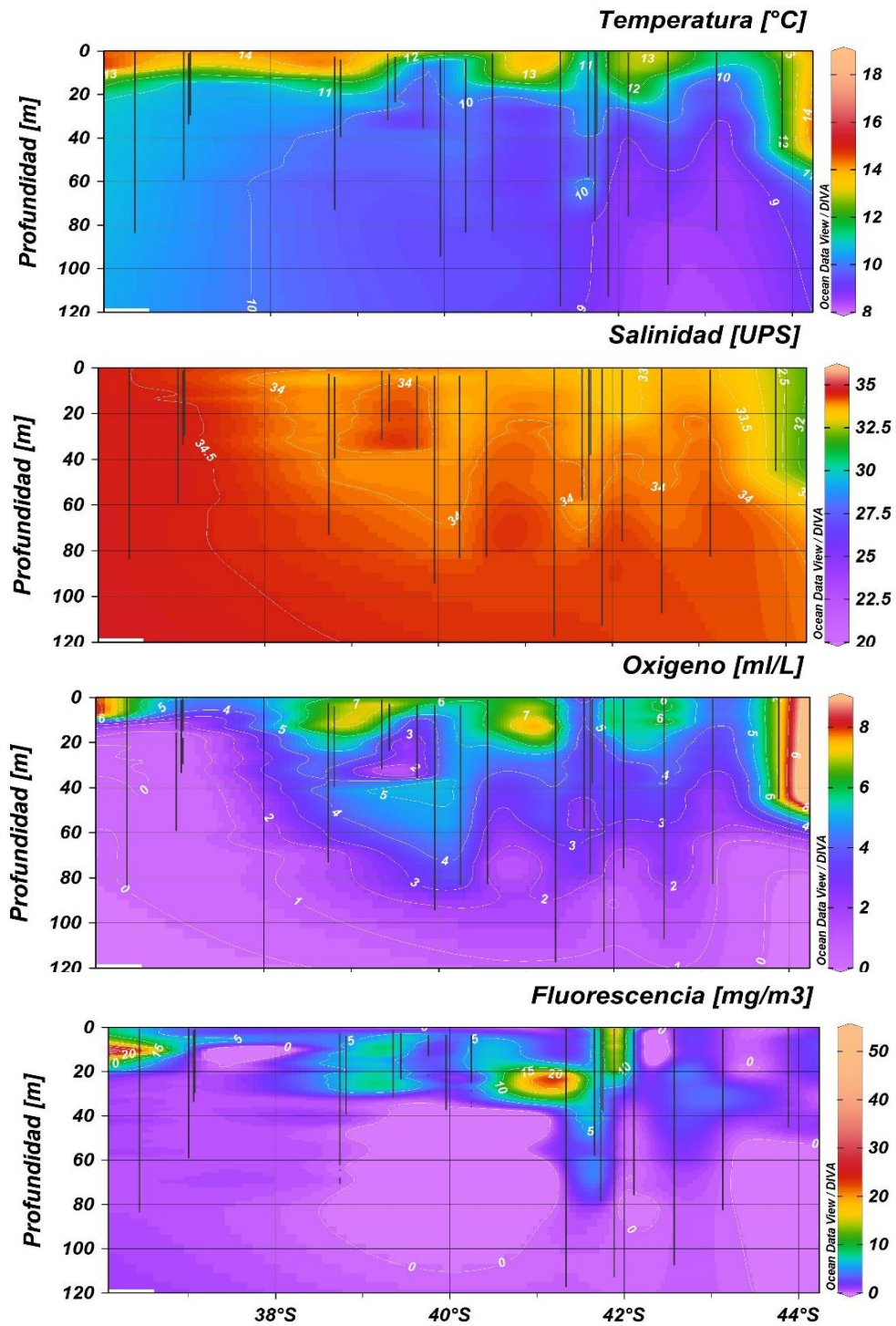


Figura 2.1.17. Sección latitudinal que muestra los valores de Temperatura (°C), Salinidad (PSU), Oxígeno (ml/L) y Fluorescencia (mg/m³) registrados durante febrero de 2021.

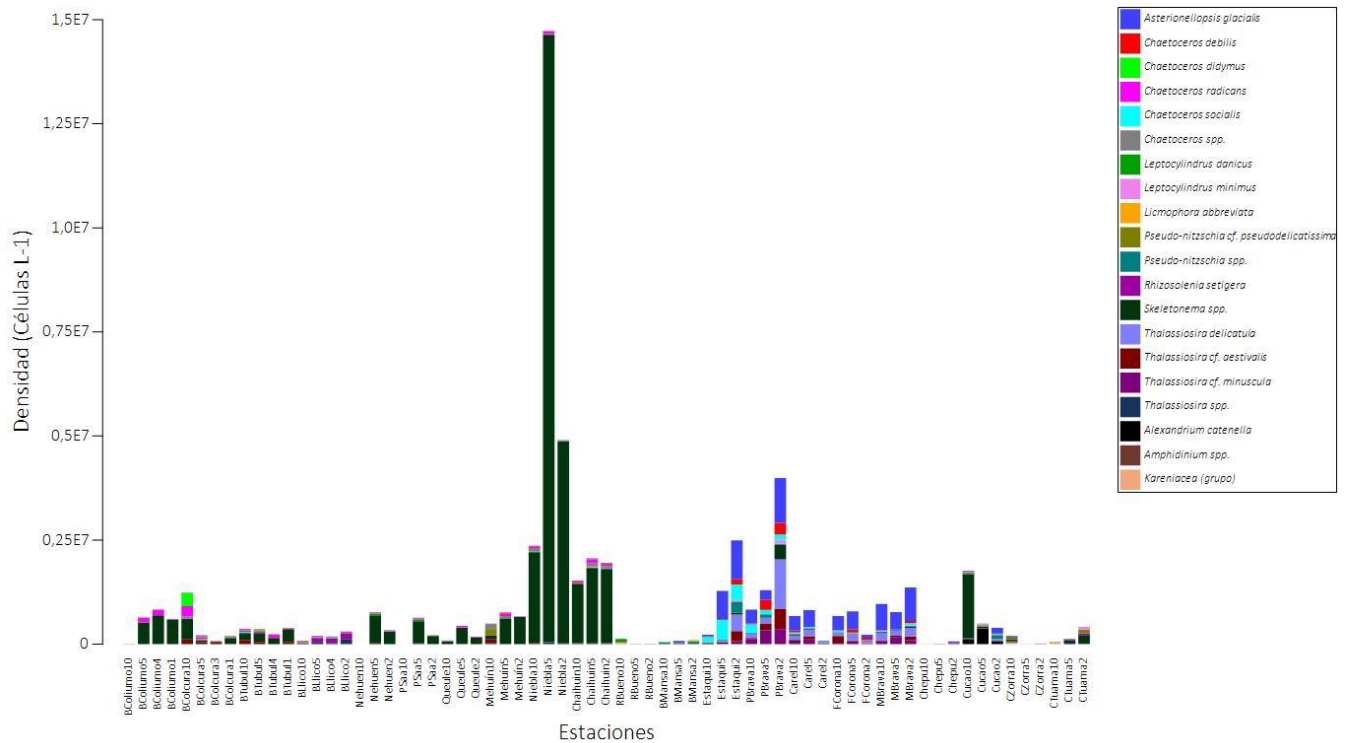


Figura 2.1.18. Composición fitoplanctonica de las 20 especies que más contribuyen a la abundancia del fitoplancton, para cada una de las estaciones de muestreo durante febrero de 2018.

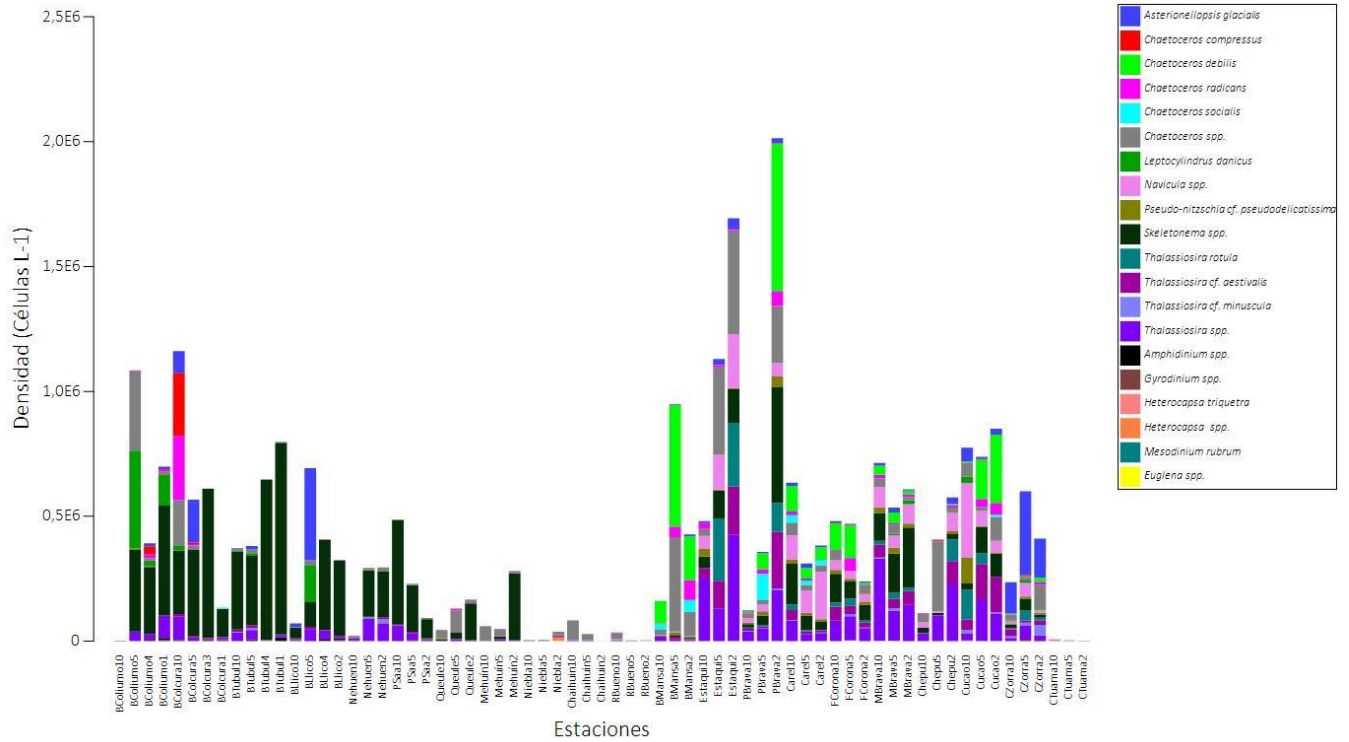


Figura 2.1.19. Composición fitoplanctonica de las 20 especies que más contribuyen a la abundancia del fitoplancton, para cada una de las estaciones de muestreo durante febrero de 2019.

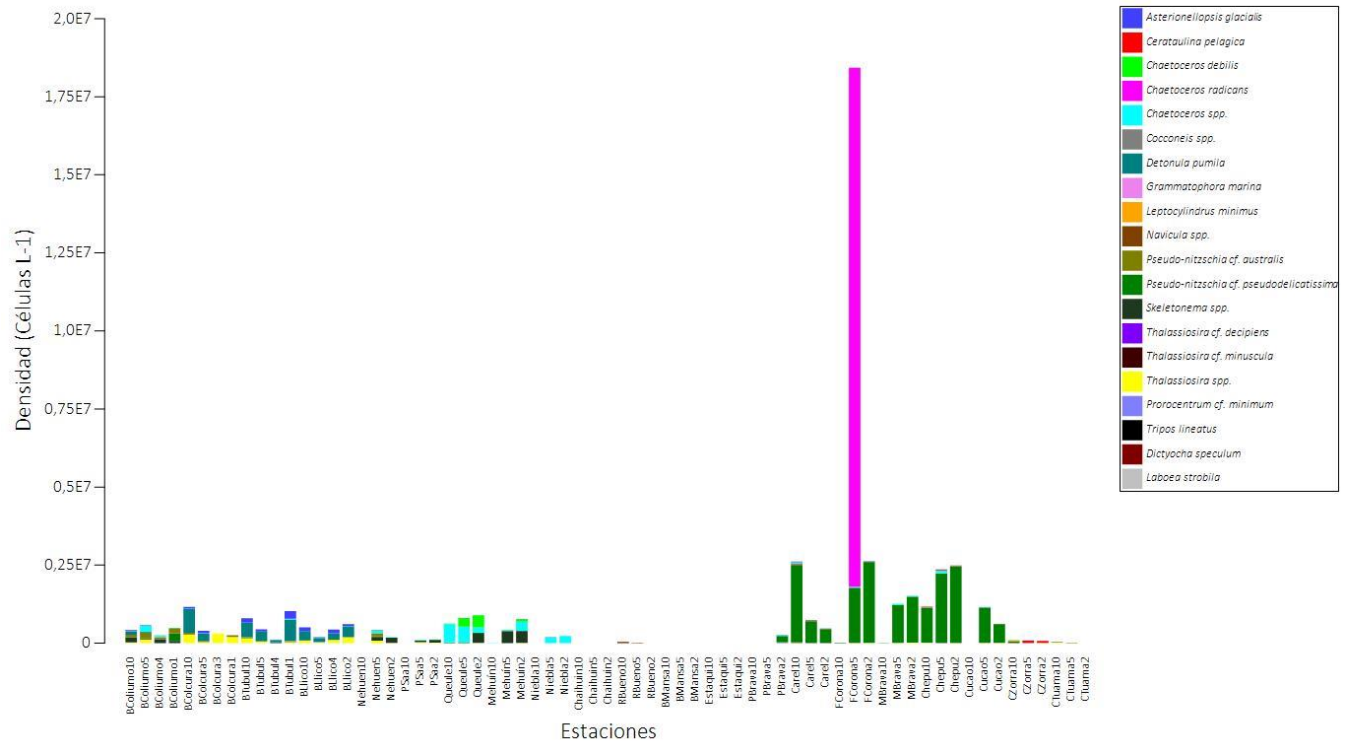


Figura 2.1.20. Composición fitoplanctonica de las 20 especies que más contribuyen a la abundancia del fitoplancton, para cada una de las estaciones de muestreo durante febrero de 2020.

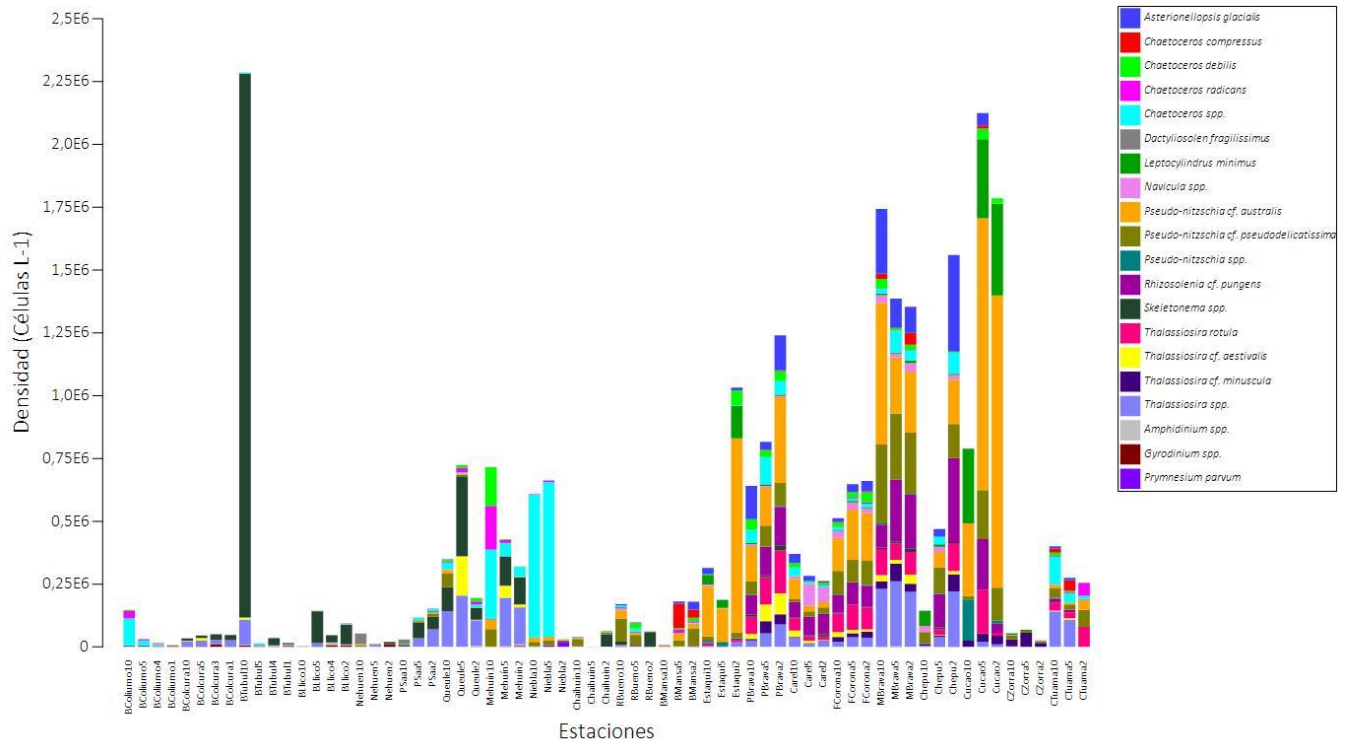


Figura 2.1.21. Composición fitoplanctonica de las 20 especies que más contribuyen a la abundancia del fitoplancton, para cada una de las estaciones de muestreo durante febrero de 2021.

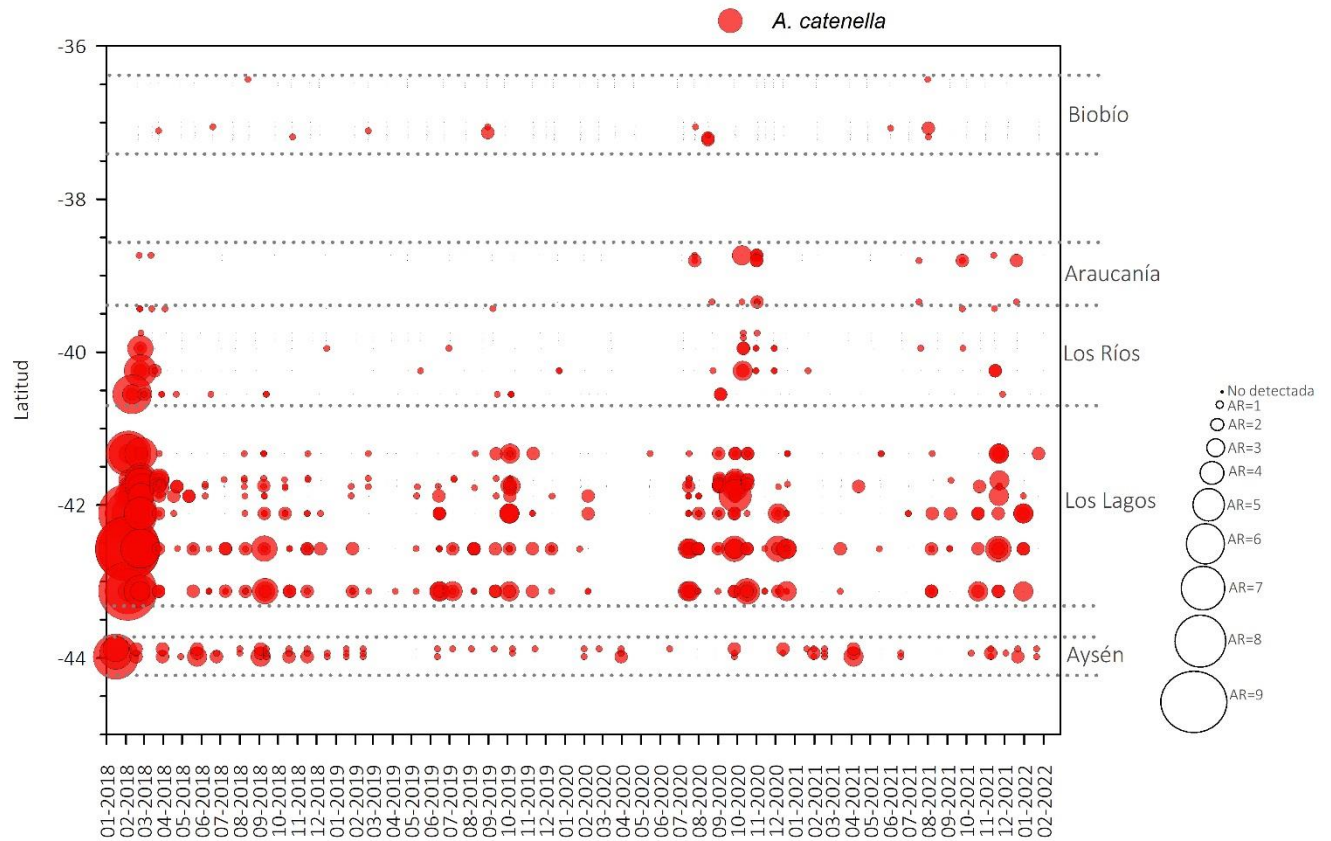


Figura 2.1.22. Distribución espacio – temporal de la abundancia relativa de *A. catenella* para el periodo de estudio comprendido entre febrero de 2018 a enero de 2021.

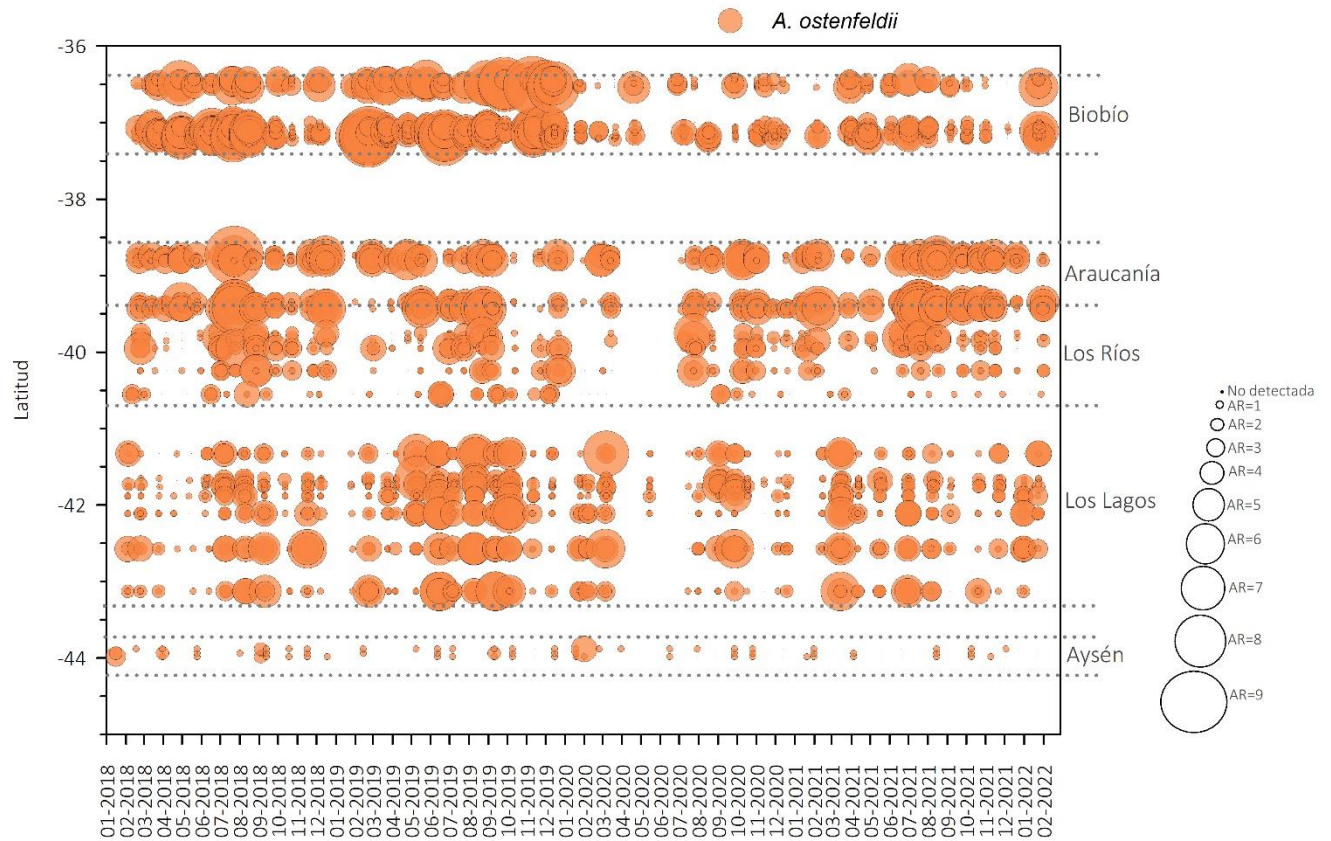


Figura 2.1.23. Distribución espacio – temporal de la abundancia relativa de *A. ostenfeldii* para el periodo de estudio comprendido entre febrero de 2018 a enero de 2021.

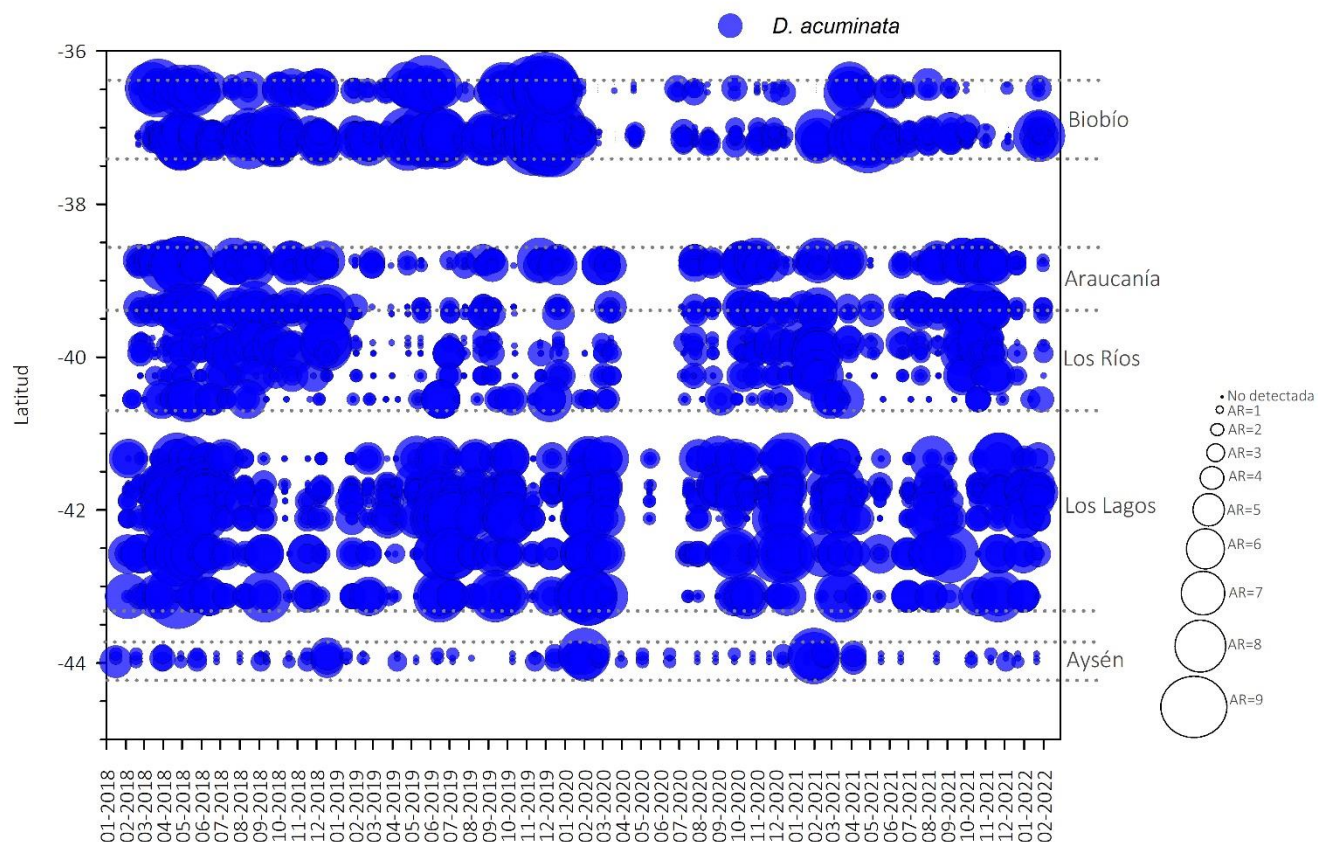


Figura 2.1.24. Distribución espacio – temporal de la abundancia relativa de *D. acuminata* para el periodo de estudio comprendido entre febrero de 2018 a enero de 2021.

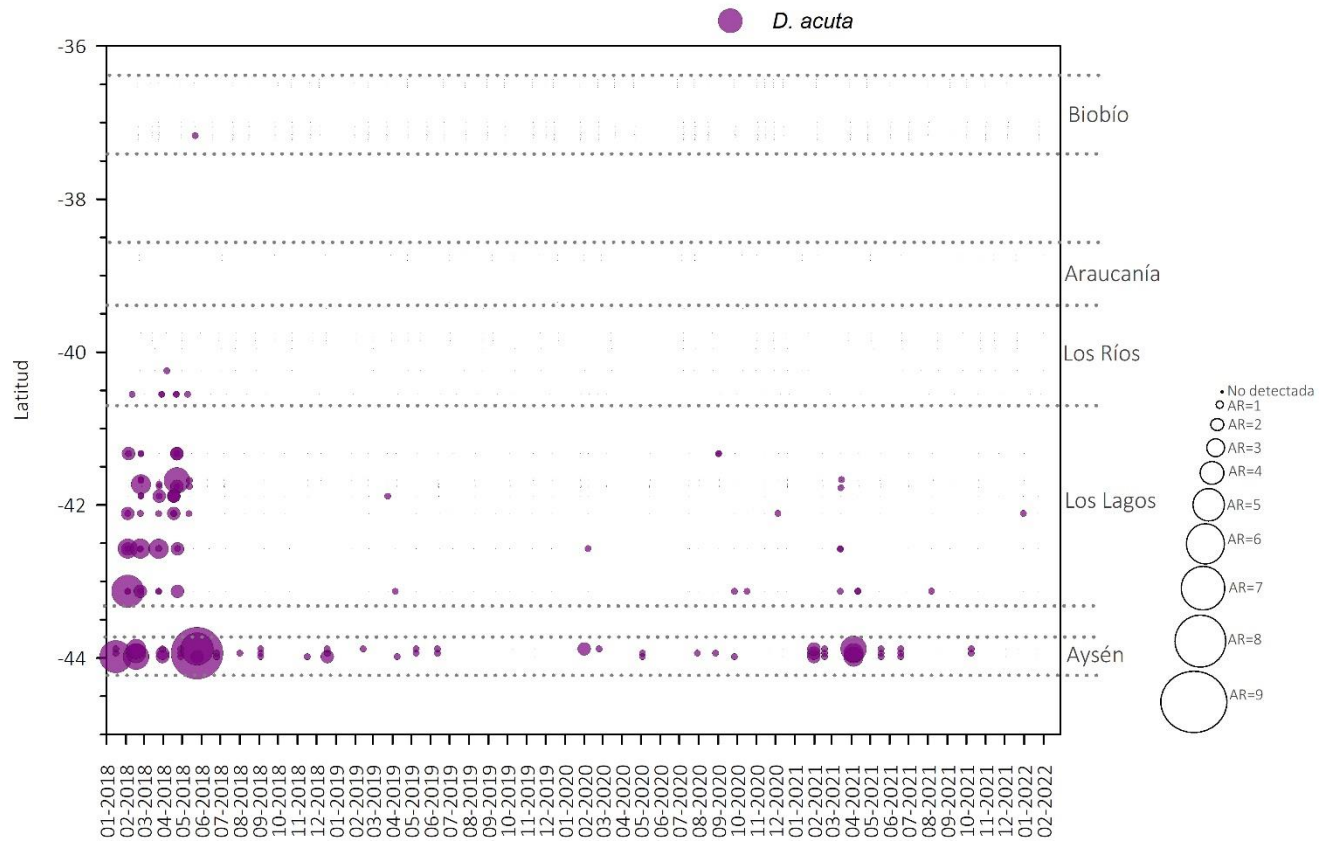


Figura 2.1.25. Distribución espacio – temporal de la abundancia relativa de *D. acuta* para el periodo de estudio comprendido entre febrero de 2018 a enero de 2021.

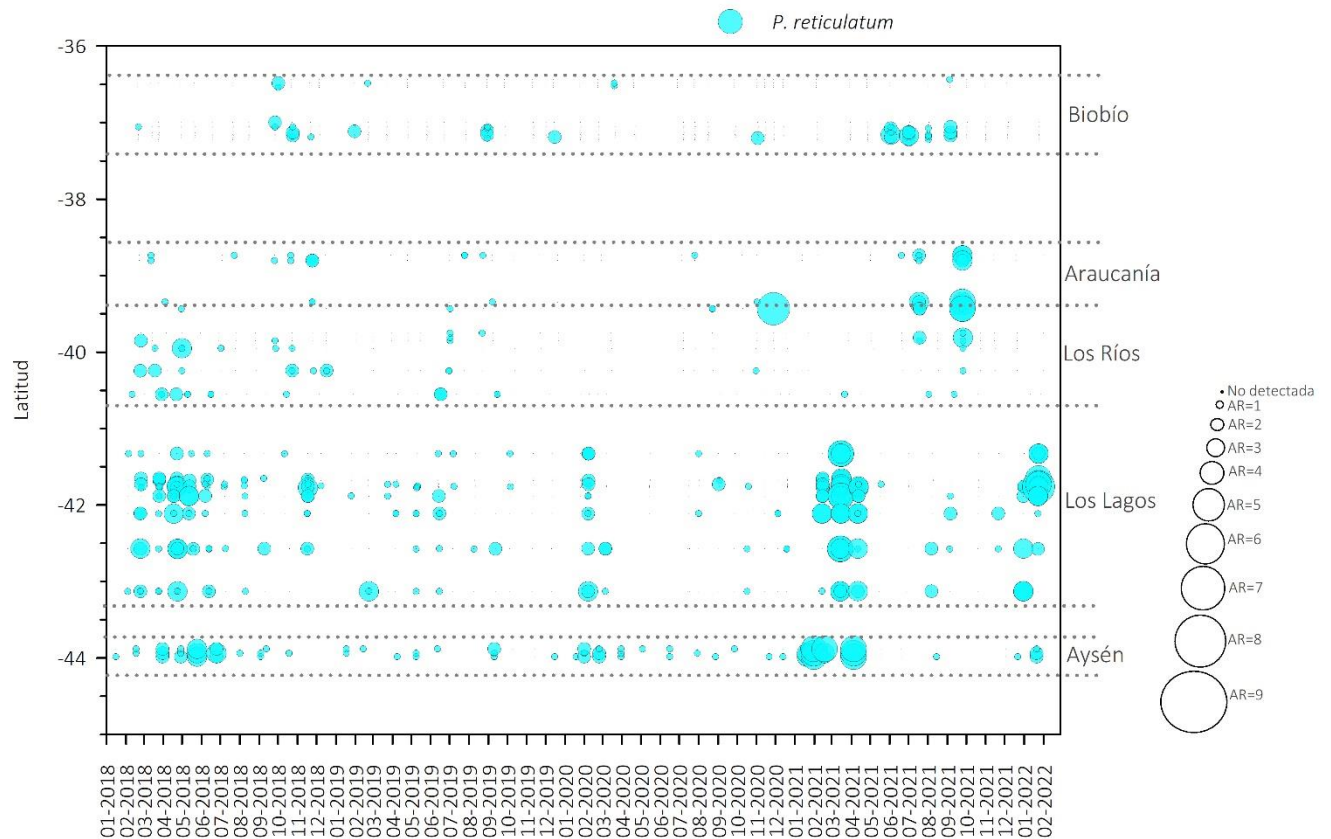


Figura 2.1.26. Distribución espacio – temporal de la abundancia relativa de *P. reticulatum* para el periodo de estudio comprendido entre febrero de 2018 a enero de 2021.

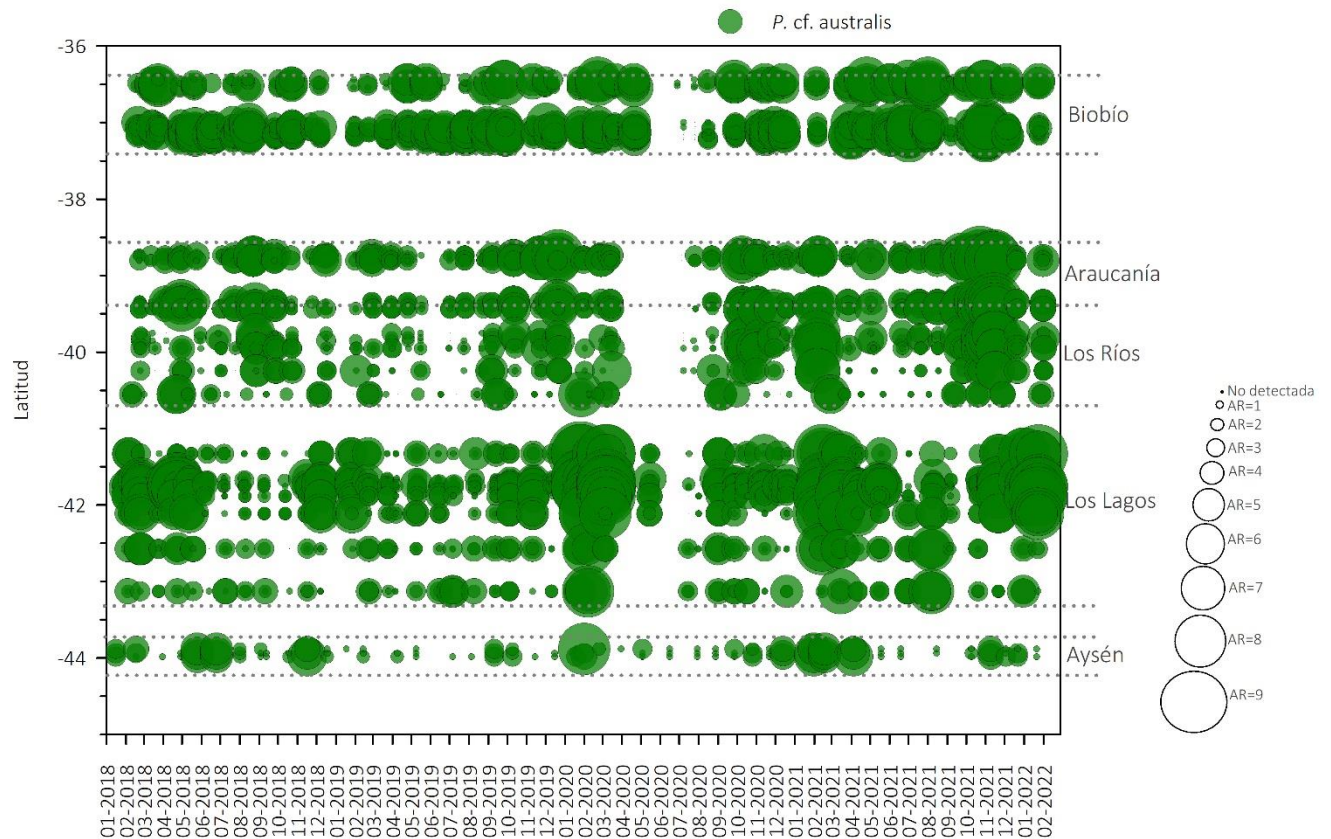


Figura 2.1.27. Distribución espacio – temporal de la abundancia relativa de *P. cf. australis* para el periodo de estudio comprendido entre febrero de 2018 a enero de 2021.

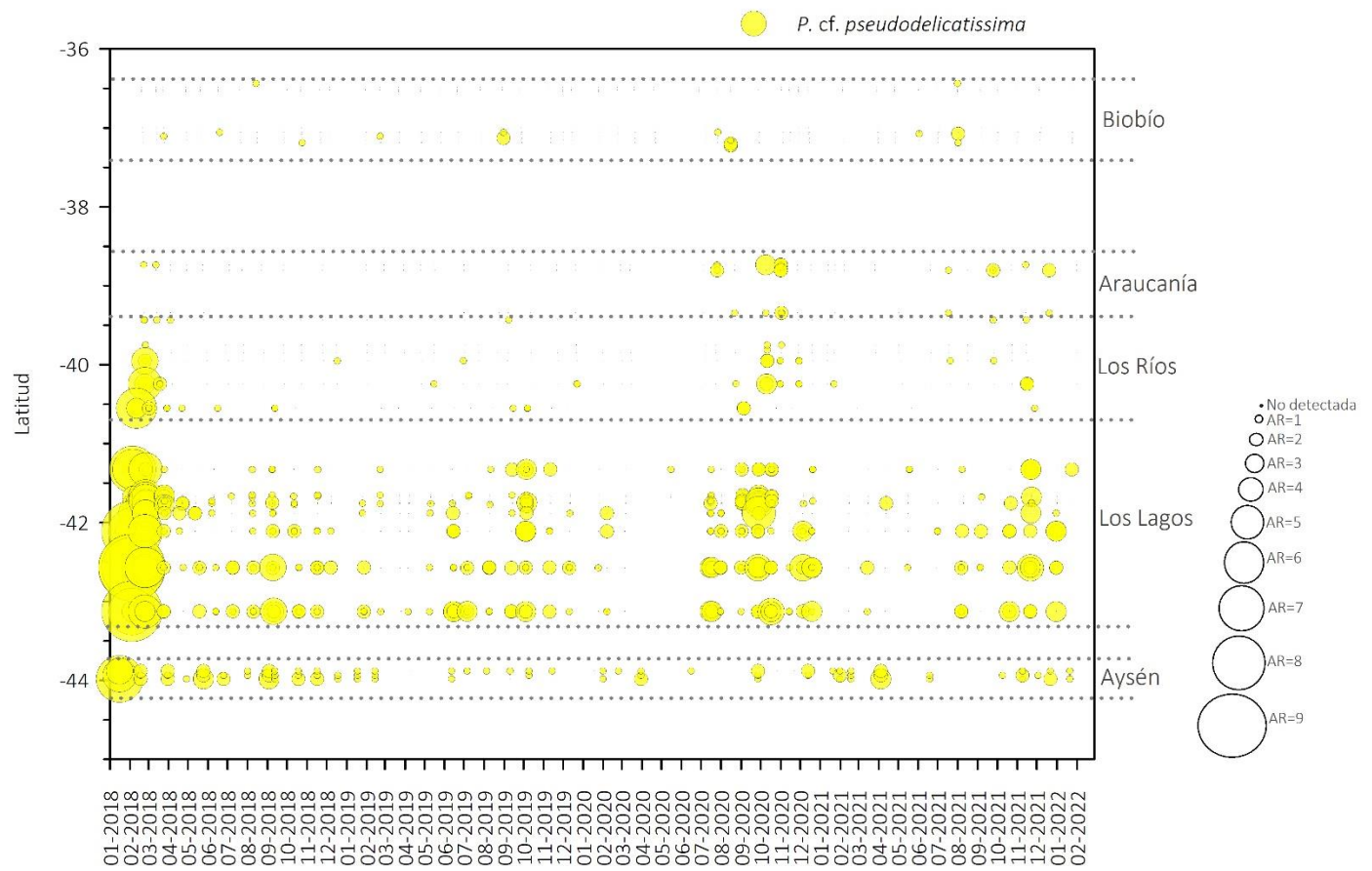


Figura 2.1.28. Distribución espacio – temporal de la abundancia relativa de *P. cf. pseudodelicatissima* para el periodo de estudio comprendido entre febrero de 2018 a enero de 2021.

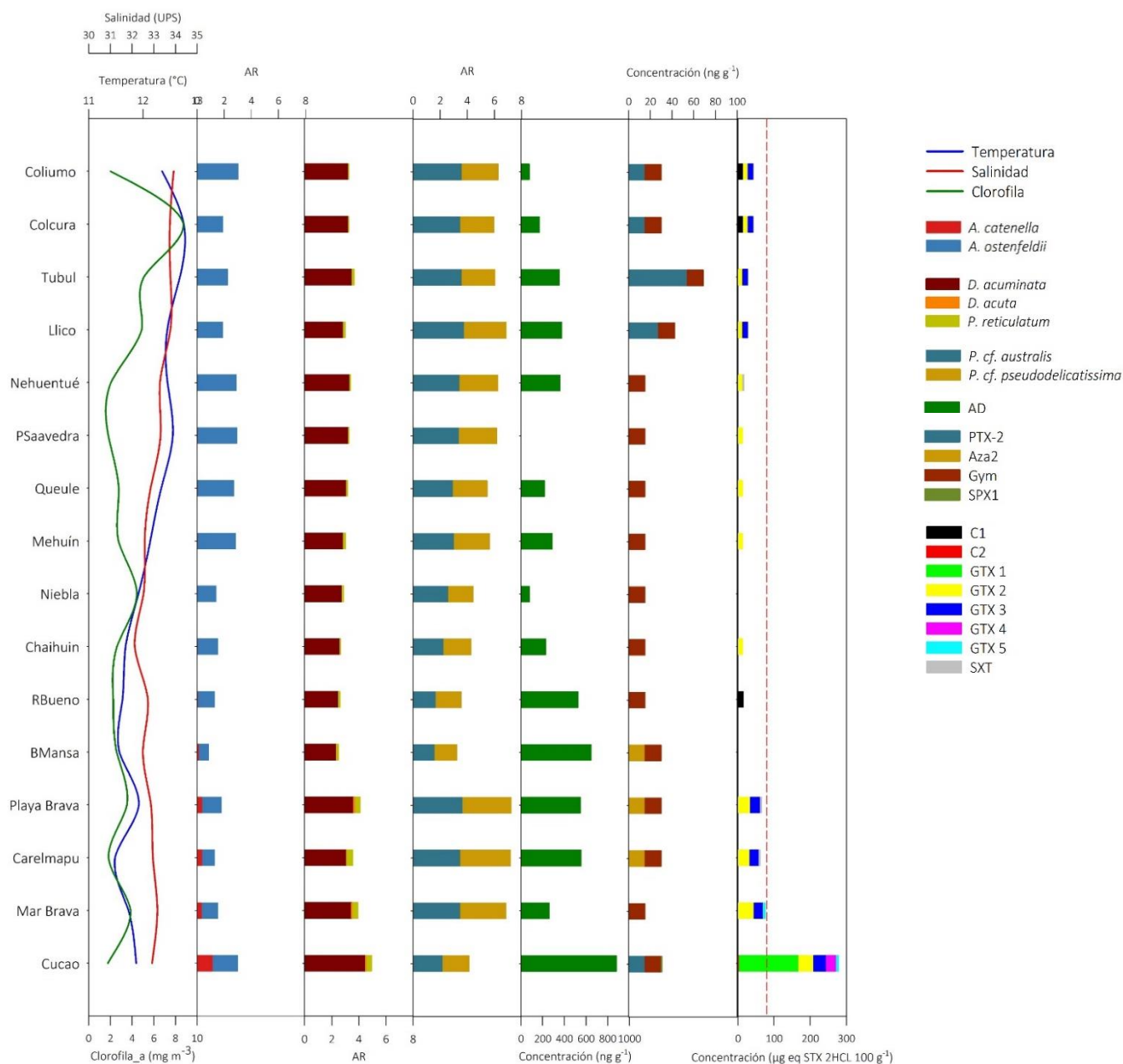


Figura 2.1.29. Distribución espacial del promedio de: temperatura (°C), salinidad (UPS), Clorofila (mg m⁻³), Abundancia relativa de las especies nocivas y concentración de toxinas Ácido Domoico AD (ng g⁻¹), Pectenotoxina 2 PTX-2 (ng g⁻¹), Azaspirácido 2 AZA2 (ng g⁻¹), Gymnodimina Gym (ng g⁻¹), Espiroolidos SPX1 (ng g⁻¹), N-sulfocarbamil gonyautoxinas C1, C2 (μg eq. STX 2HCL 100 g⁻¹), Gonyautoxinas GTX1-5 (μg eq. STX 2HCL 100 g⁻¹), Saxitoxinas (μg eq. STX 2HCL 100 g⁻¹), para cada una de las estaciones de monitoreo de mariscos.

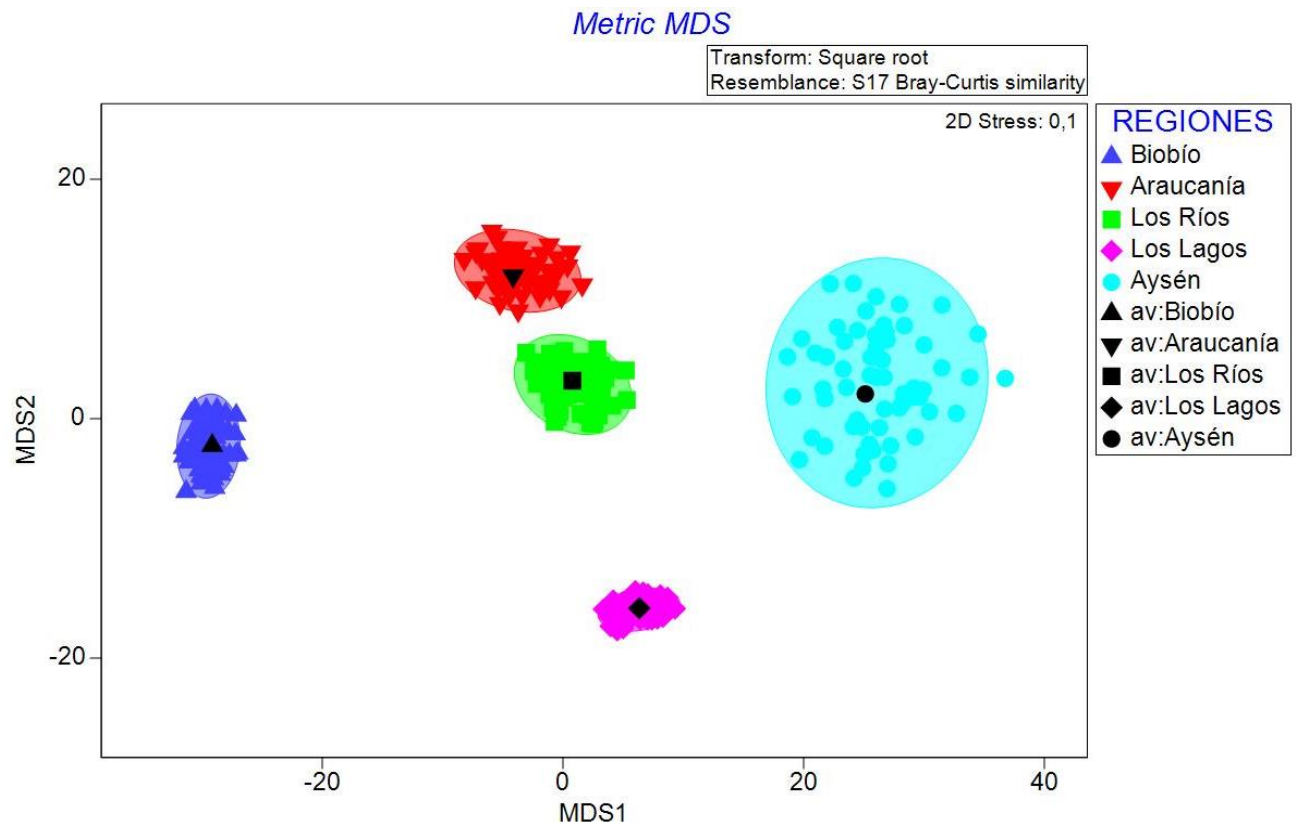


Figura 2.1.30. Áreas Bootstrap para el promedio anual de la abundancia de la composición fitoplanctónica para todo el periodo de estudio (2018 – 2021), ploteadas en un gráfico de Escalamiento Multidimensional Métrico (mMDS) con 60 bootstraps por grupo y 95% de cobertura.

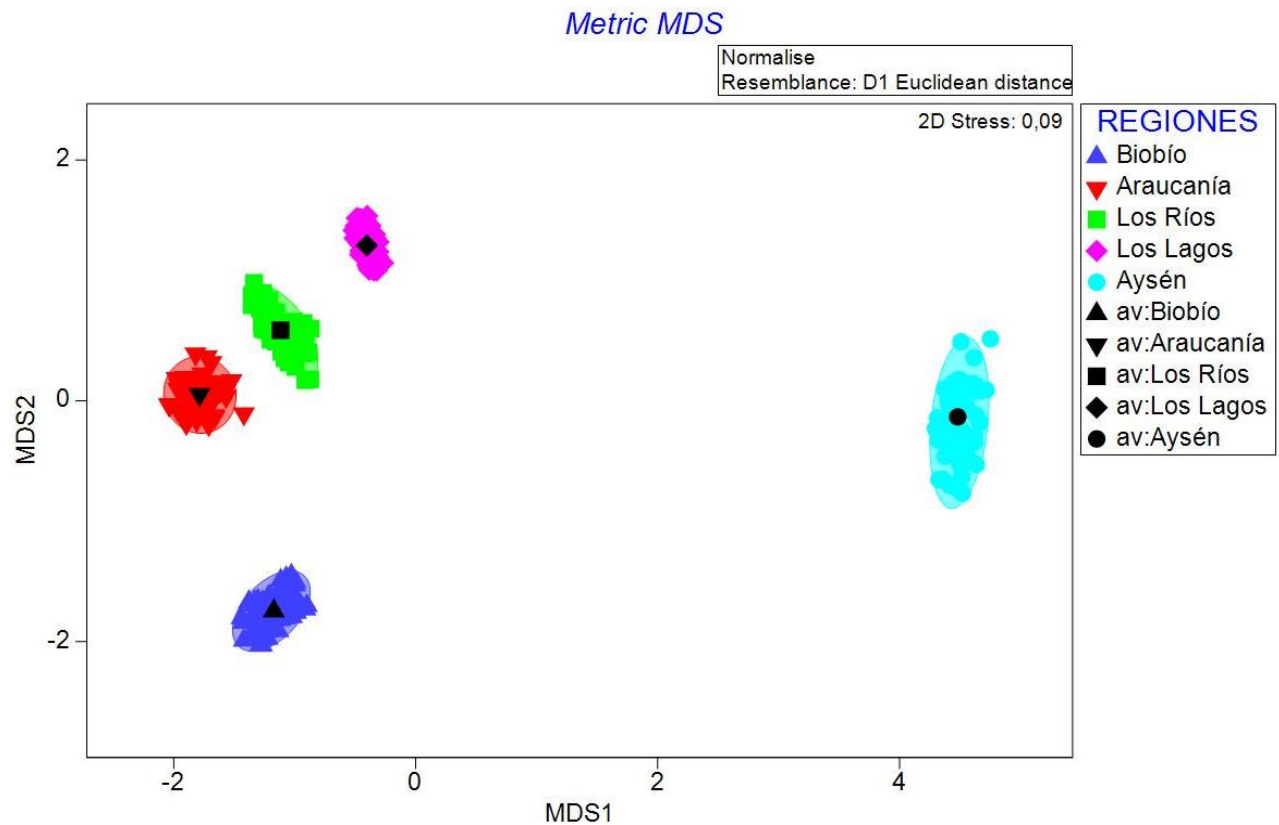


Figura 2.1.31. Áreas Bootstrap para el promedio anual de las variables ambientales (Temperatura (°C), Salinidad (PSU), Oxígeno (ml/L), Fluorescencia (ug/L), T°Aire (°C), Nubosidad, Presión Atm (Bar), Dir Viento (°) IntViento (m/s), Secchi (m), Luz (Lux)) para todo el periodo de estudio (2018 – 2021), ploteadas en un gráfico de Escalamiento Multidimensional Métrico (mMDS) con 60 bootstraps por grupo y 95% de cobertura.

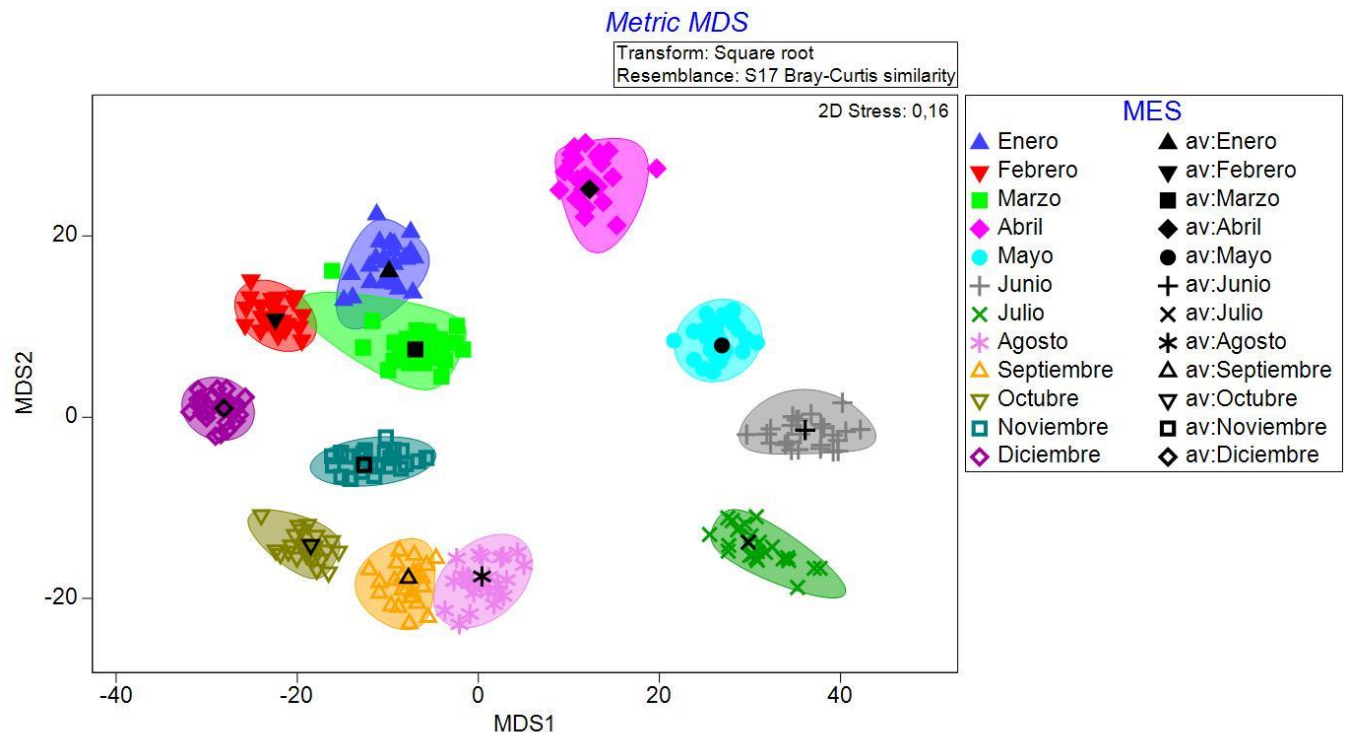


Figura 2.1.32. Áreas Bootstrap para el promedio mensual de la abundancia de la composici3n fitoplanct3nica para todo el periodo de estudio (2018 – 2021), ploteadas en un gráfcico de Escalamiento Multidimensional Métrico (mMDS) con 25 bootstraps por grupo y 95% de cobertura.

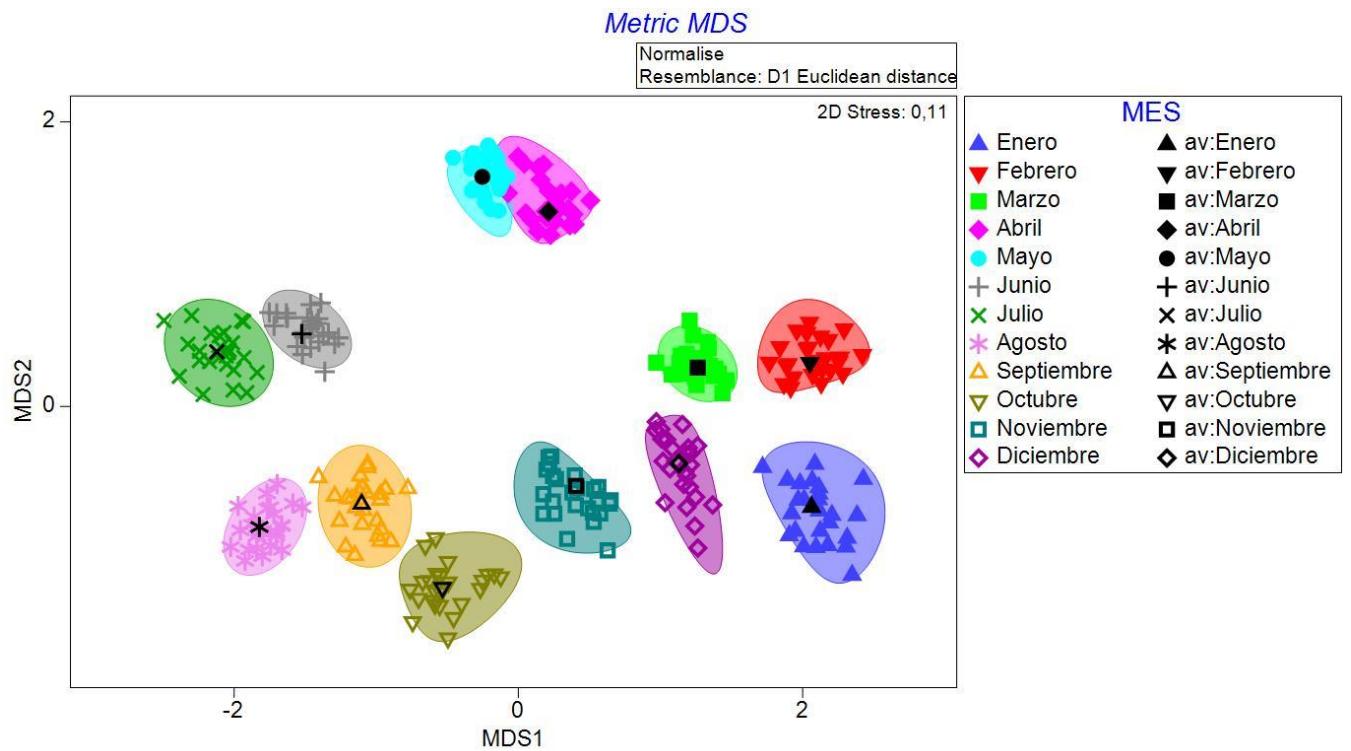


Figura 2.1.33. Áreas Bootstrap para el promedio mensual de las variables ambientales (Temperatura (°C), Salinidad (PSU), Oxígeno (ml/L), Fluorescencia (ug/L), T°Aire (°C), Nubosidad, Presión Atm (Bar), Dir Viento (°) IntViento (m/s), Secchi (m), Luz (Lux)) para todo el periodo de estudio (2018 – 2021), ploteadas en un gráfico de Escalamiento Multidimensional Métrico (mMDS) con 60 bootstraps por grupo y 95% de cobertura.

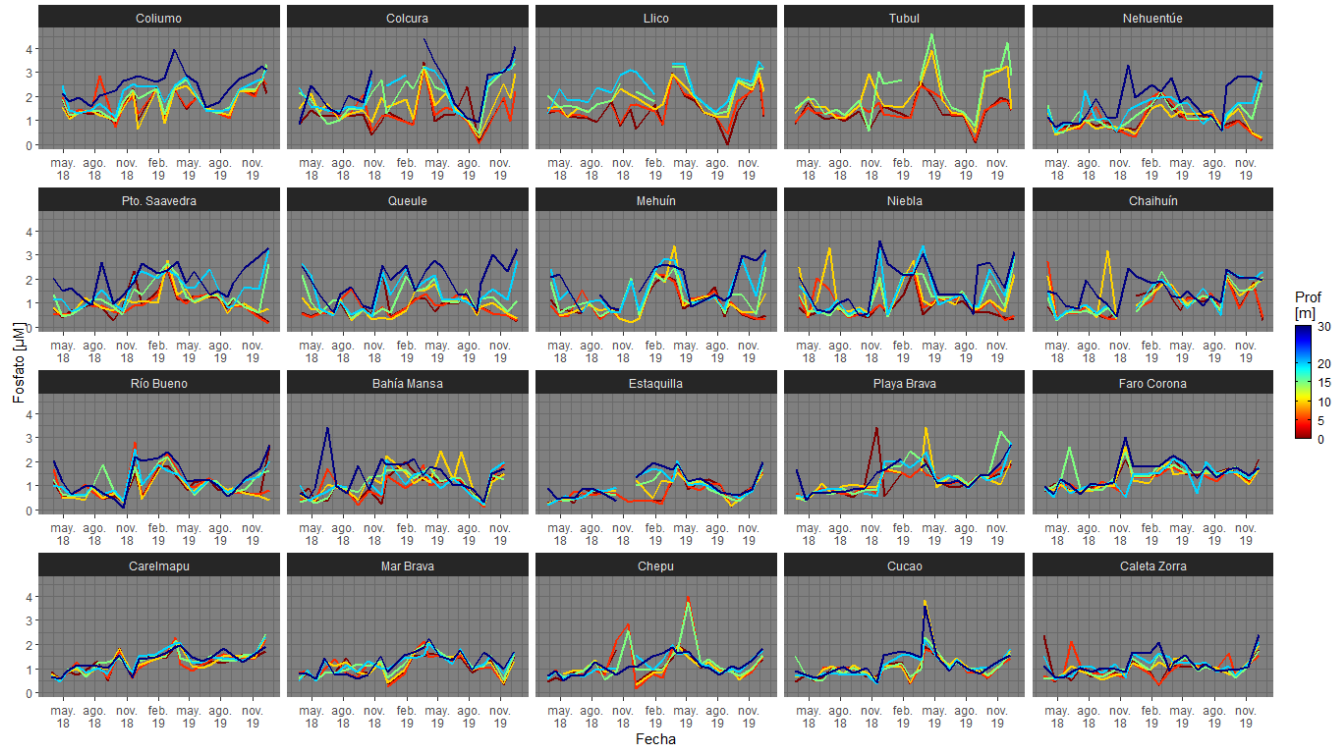


Figura 2.3.1. Distribución vertical y espacial de las concentraciones de PO_4^{3-} (μM) a 0 m (rojo), 5 m (naranja), 10 m (amarillo), 15 m (verde), 20 m (celeste) y 30 m (azul) para las 20 localidades ordenadas de norte a sur, Coliumo, Colcura, Tubul, Llico, Nehuentué, Puerto Saavedra, Queule, Mehuín, Niebla, Chaihuín, Río Bueno, Bahía Mansa, Estaquilla, Playa Brava, Faro Corona, Carelmapu, Mar Brava, Chepu, Cucao, Caleta Zorra, donde el eje y muestra la concentración de PO_4^{3-} (μM) y el eje x la fecha de muestreo realizado entre marzo 2018 a diciembre 2019.

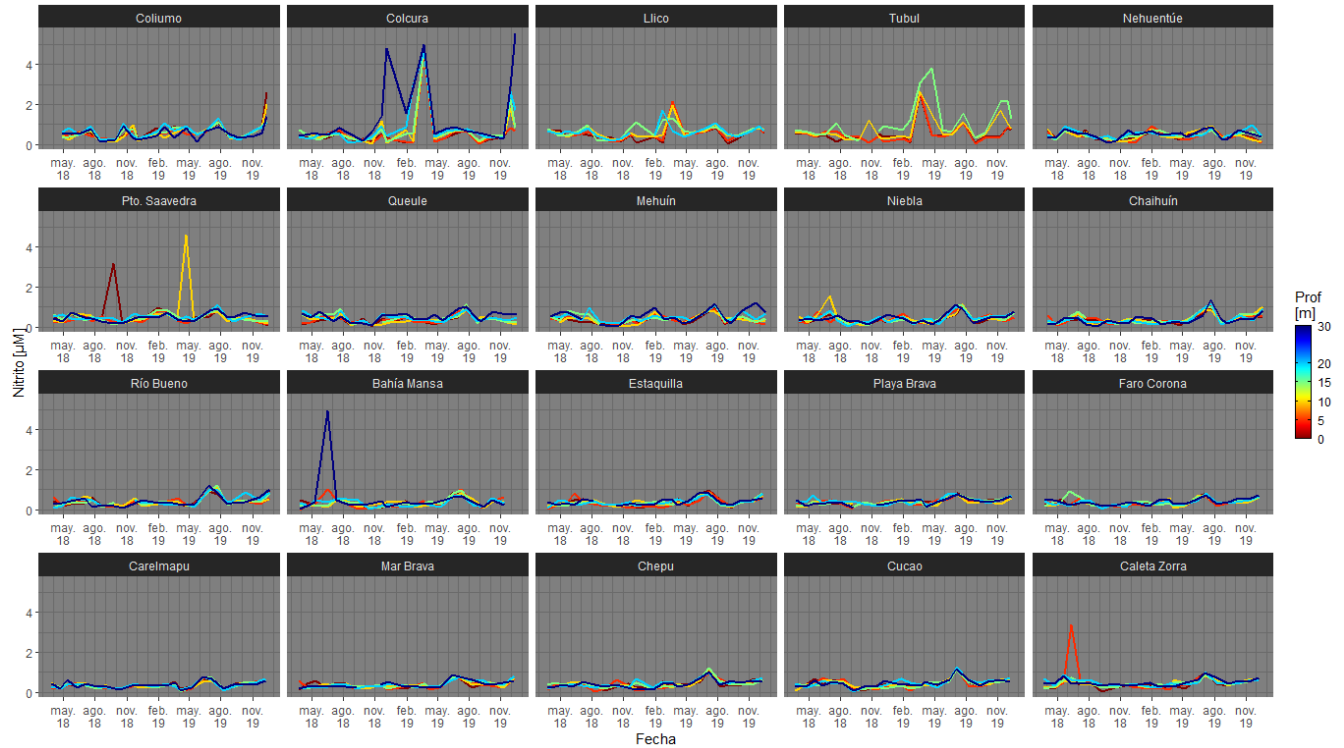


Figura 2.3.2. Distribución vertical y espacial de las concentraciones de nitrito, NO_2^- (μM) a 0 m (rojo), 5 (naranja), 10 m (amarillo), 15 m (verde), 20 m (celeste) y 30 m (azul) para las 20 localidades ordenadas de norte a sur, Coliumo, Colcura, Tubul, Llico, Nehuentué, Puerto Saavedra, Queule, Mehuín, Niebla, Chaihuín, Río Bueno, Bahía Mansa, Estaquilla, Playa Brava, Faro Corona, Carelmapu, Mar Brava, Chepu, Cucao, Caleta Zorra, donde el eje **y** muestra la concentración de PO_4^{3-} (μM) y el eje **x** la fecha de muestreo realizado entre marzo 2018 a diciembre 2019.

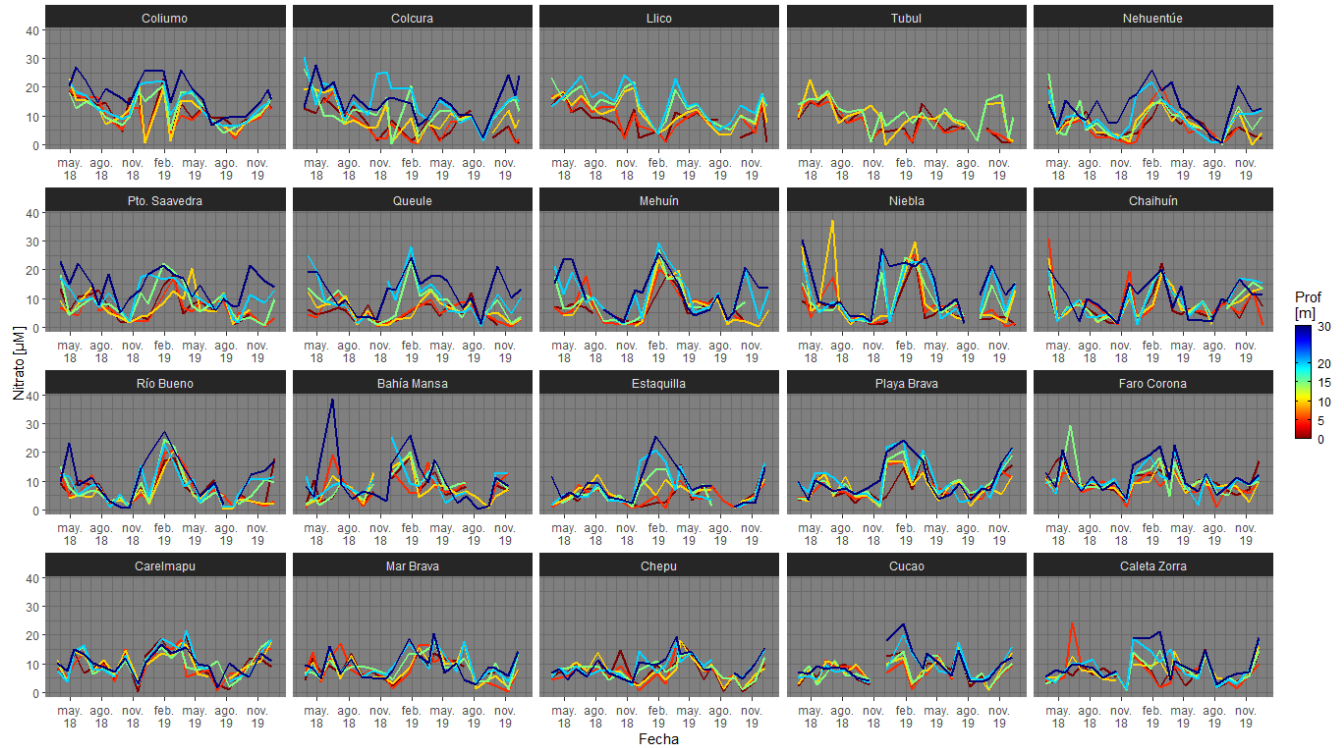


Figura 2.3.3. Distribución vertical y espacial de las concentraciones de nitrato, NO_2^- (μM) a 0 m (rojo), 5 (naranja), 10 m (amarillo), 15 m (verde), 20 m (celeste) y 30 m (azul) para las 20 localidades ordenadas de norte a sur, Coliumo, Colcura, Tubul, Llico, Nehuentué, Puerto Saavedra, Queule, Mehuín, Niebla, Chaihuín, Río Bueno, Bahía Mansa, Estaquilla, Playa Brava, Faro Corona, Carelmapu, Mar Brava, Chepu, Cucao, Caleta Zorra, donde el eje **y** muestra la concentración de PO_4^{3-} (μM) y el eje **x** la fecha de muestreo realizado entre marzo 2018 a diciembre 2019.

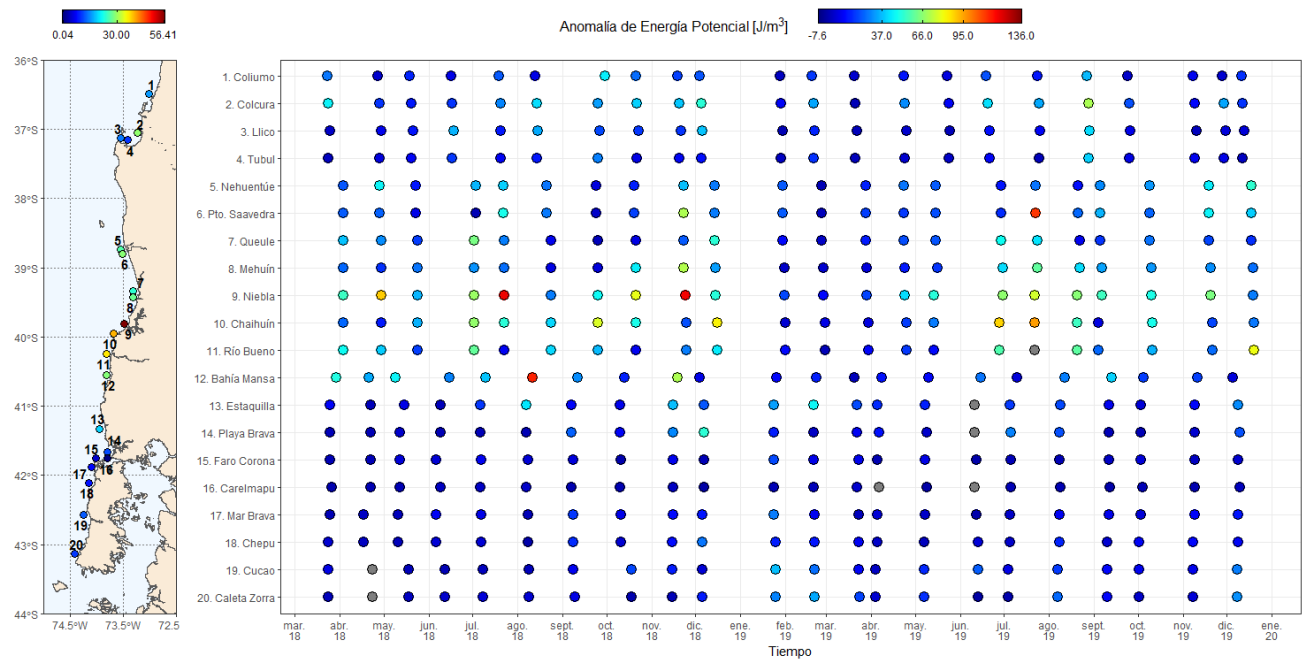


Figura 2.3.4. Mapa de los promedios latitudinales de las Anomalías de Energía Potencial (J/m^3) para las estaciones seleccionadas (Izquierda) y distribución de la Anomalia de Energía Potencial (J/m^3) para cada localidad de norte a sur (derecha) y las fechas analizadas (eje inferior derecho).

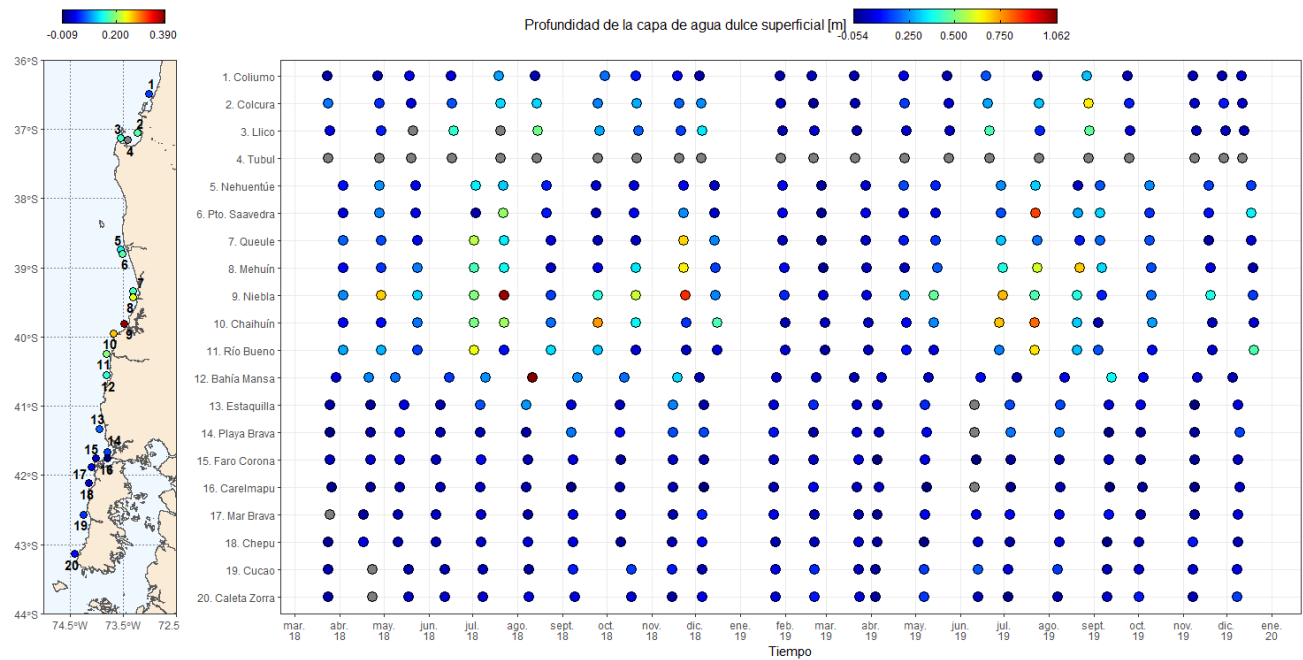


Figura 2.3.5. Mapa de los promedios latitudinales de la Profundidad de la capa de agua dulce superficial “HF” (m) para las estaciones seleccionadas (enumeradas) (Izquierda) y distribuci3n de la Profundidad de la capa de agua dulce superficial “HF” (m) para cada localidad de norte a sur y las fechas analizadas

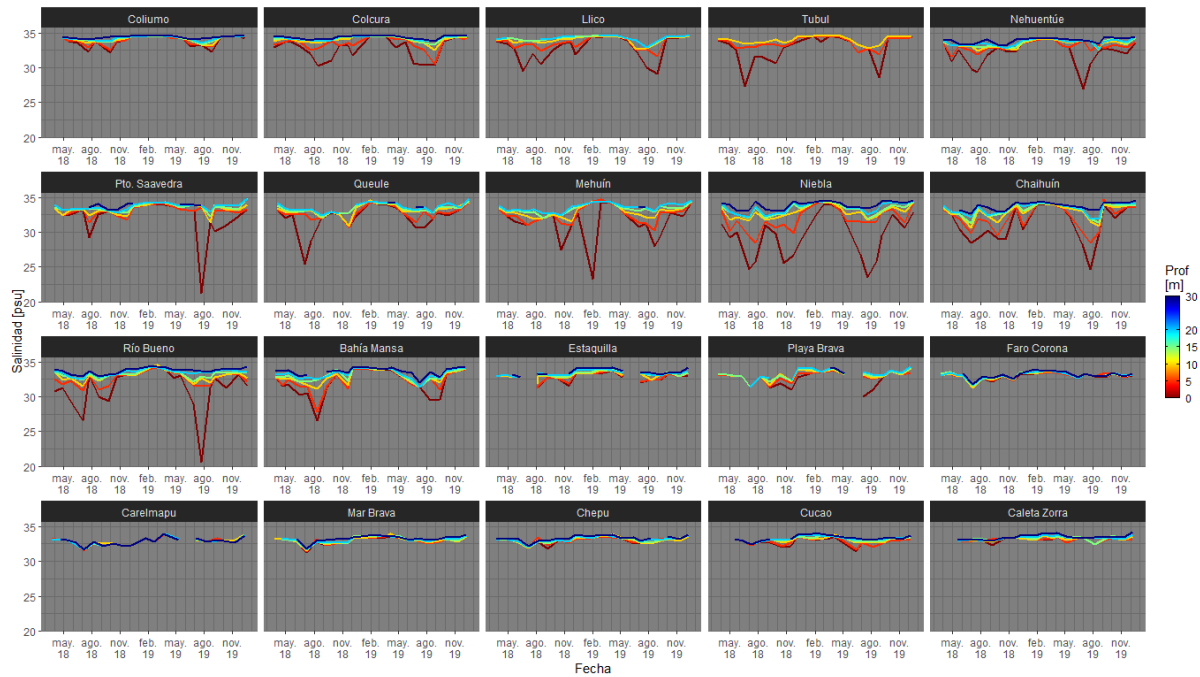


Figura 2.3.6. Distribución vertical y espacial de la Salinidad para las profundidades discretas en líneas de colores, 0 m (rojo), 5 m (naranja), 10 m (amarillo), 15 m (verde), 20 m (celeste) y 30 m (azul) metros para las 20 estaciones ordenadas de norte a sur, Coliumo, Colcura, Tubul, Llico, Nehuentué, Puerto Saavedra, Queule, Mehuín, Niebla, Chaihuín, Río Bueno, Bahía Mansa, Estaquilla, Playa Brava, Faro Corona, Carelmapu, Mar Brava, Chepu, Cucao, Caleta Zorra, donde el eje y son la Salinidad y el eje x es el período del muestreo realizado entre marzo 2018 a diciembre 2019.

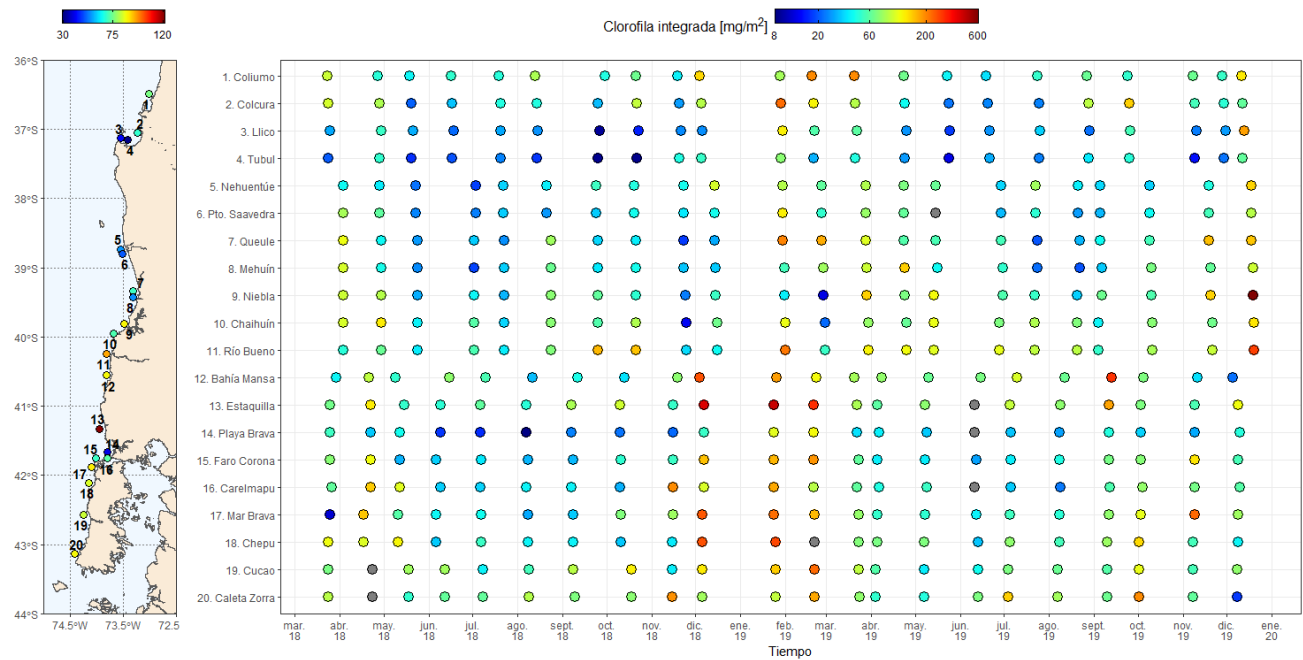


Figura 2.3.7. Mapa de los promedios latitudinales de la Clorofila-a (mg/m^2) integrada para las estaciones seleccionadas (enumeradas) (Izquierda) y distribución de la clorofila integrada para cada localidad de norte a sur y las fechas analizadas.

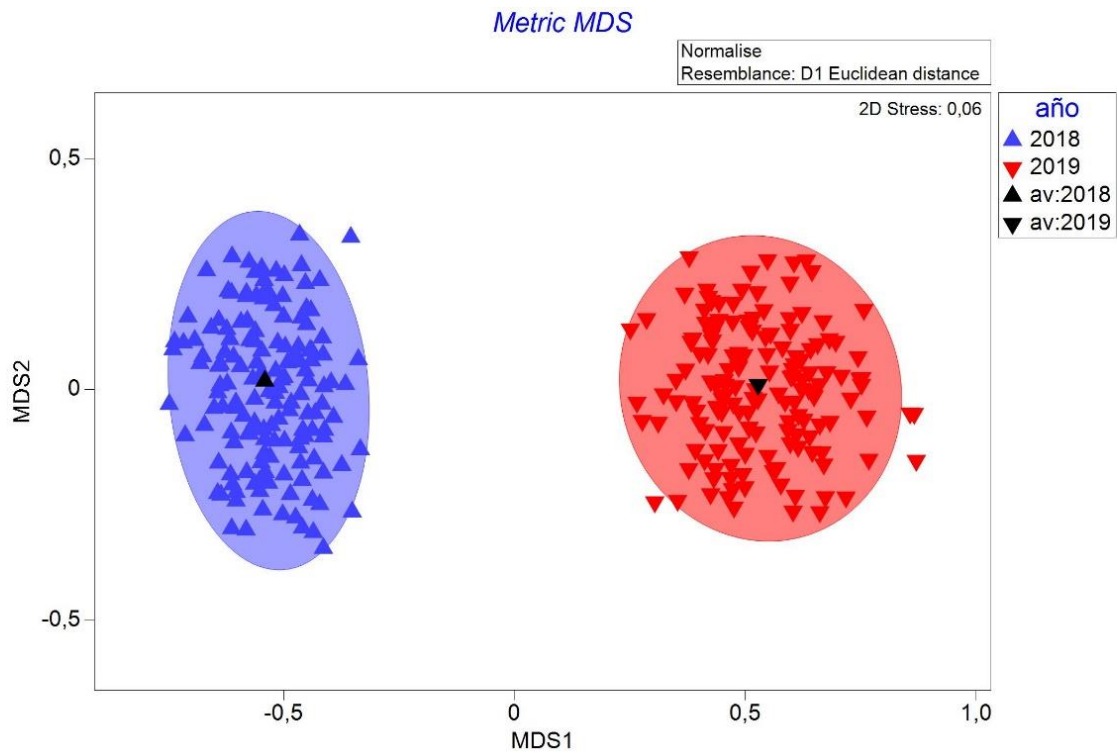


Figura 2.3.8. MDS (Metric Dimensional Scaling) para los datos de nutrientes (Nitri0, Nitri30, Nitra0, Nitra30, Fosfa0, Fosfa30, MDnitri, MDnitra, MDfosfa, NitriInt, NitraInt, FosfaInt) de los promedios (av) y agrupaciones para los años 2018 (azul) y 2019 (rojo).

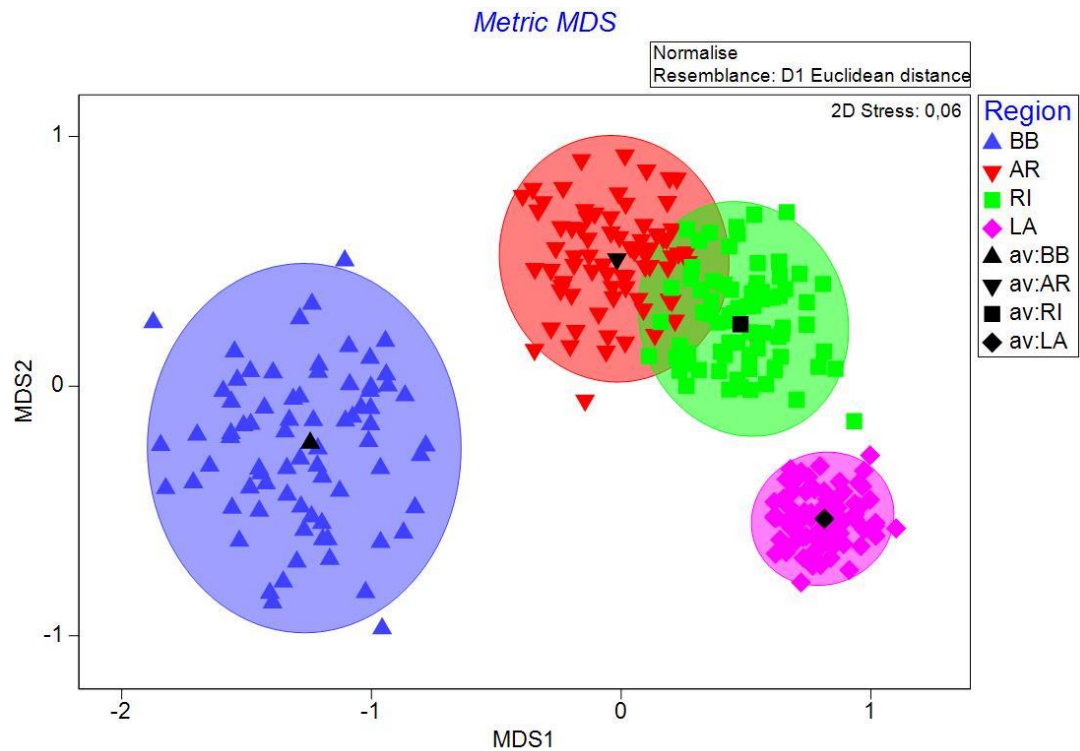


Figura 2.3.9. MDS (Metric Dimensional Scaling) para los datos de nutrientes (Nitri0, Nitri30, Nitra0, Nitra30, Fosfa0, Fosfa30, MDnitri, MDnitra, MDfosfa, NitriInt, NitralInt, FosfaInt) de los promedios Bootstrap (av) para la región de Biobío (azul), región de la Araucanía (rojo) región de Los Ríos (verde) y región de Los Lagos (purpura) durante meses de marzo al 2018 a diciembre 2019.

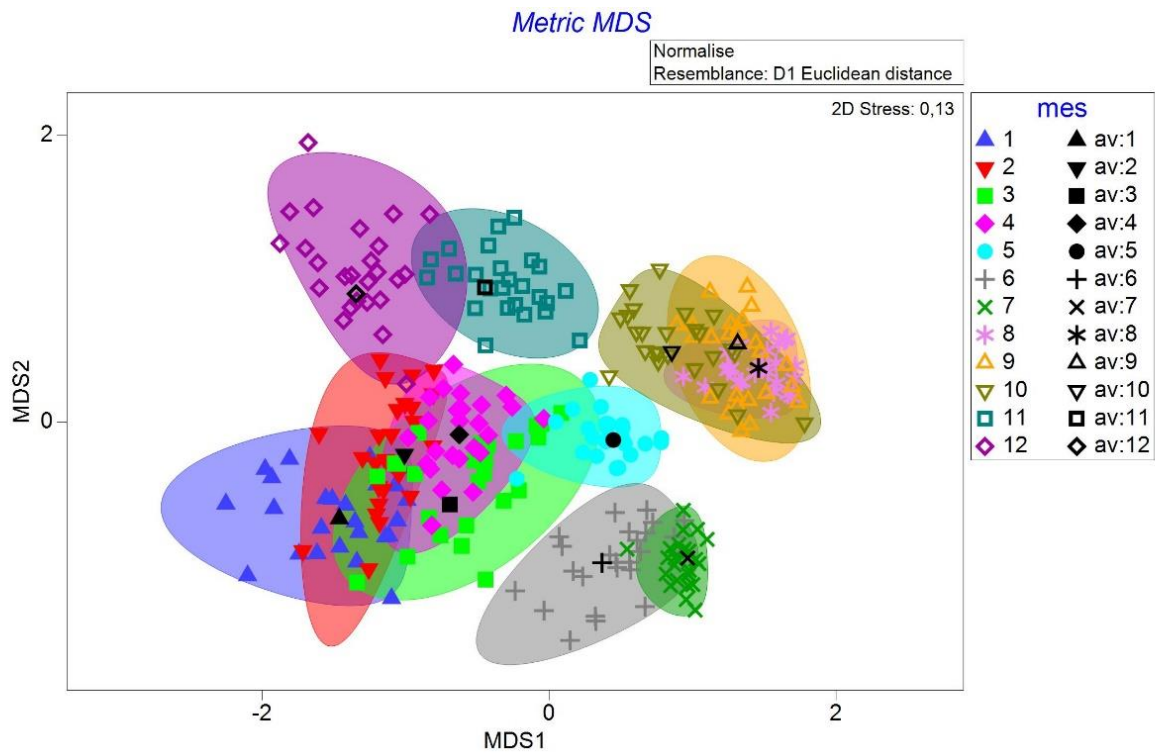
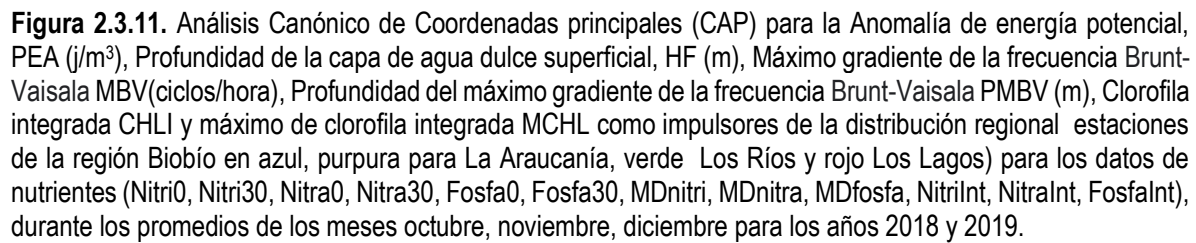


Figura 2.3.10. Metric MDS para los datos de nutrientes (Nitri0, Nitri30, Nitra0, Nitra30, Fosfa0, Fosfa30, MDnitri, MDnitra, MDfosfa, NitriInt, Nitralnt, Fosfalnt) de los promedios Bootstrap para cada localidad entre los meses de enero (1), febrero (2), marzo (3), abril (4), mayo (5), junio (6), julio (7), agosto (8), septiembre (9), octubre (10), noviembre (11), diciembre (12).



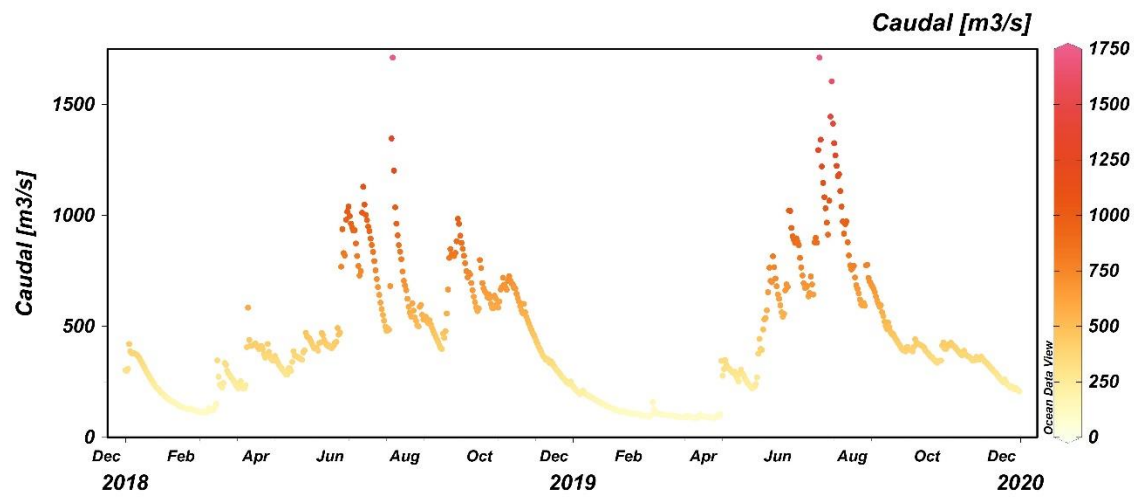


Figura 2.3.12. Caudal en el Río Calle Calle en Pupunahue para el período de enero 2017 a enero 2020.

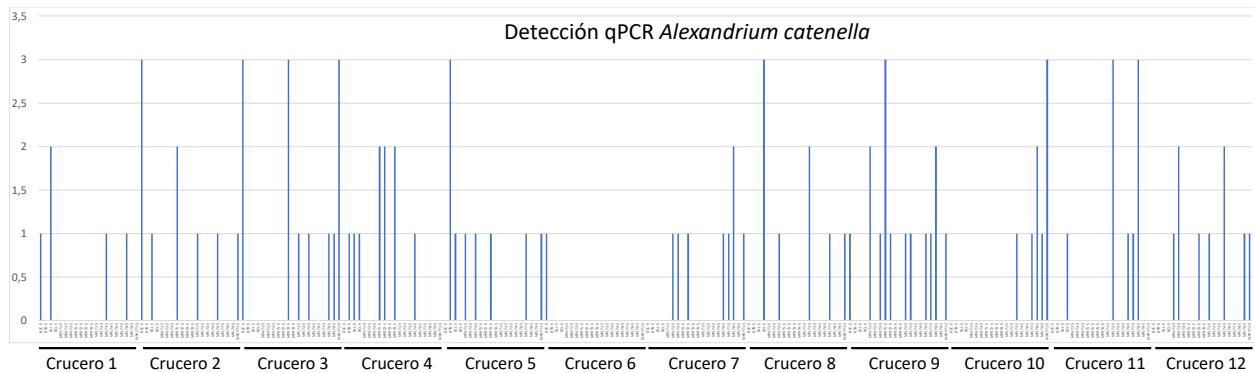


Figura 3.1.1. Detección de *A. catenella* mediante PCR tiempo real (qPCR) para las estaciones ubicadas en las 5 millas para cada uno de los cruces de la Etapa IV. Barras de color azul representan el número de copias del gene ribosomal para cada estación analizada.

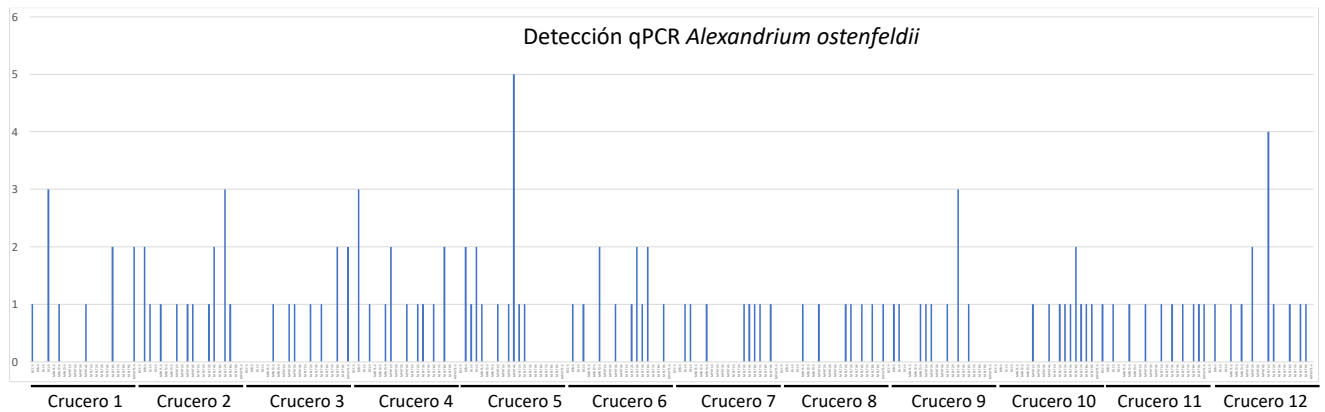


Figura 3.1.2. Detección de *A. ostenfeldii* mediante PCR tiempo real (qPCR) para las estaciones ubicadas en las 5 millas para cada uno de los cruces de la Etapa IV. Barras de color azul representan el número de copias del gene ribosomal para cada estación analizada.

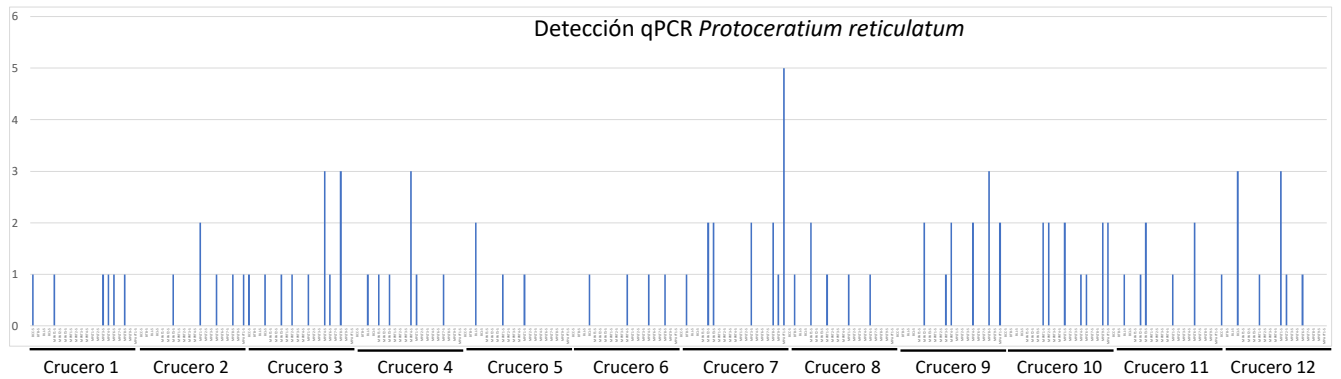


Figura 3.1.3. Detección de *P. reticulatum* mediante PCR tiempo real (qPCR) para las estaciones ubicadas en las 5 millas para cada uno de los cruceros de la Etapa IV. Barras de color azul representan el número de copias del gene ribosomal para cada estación analizada.

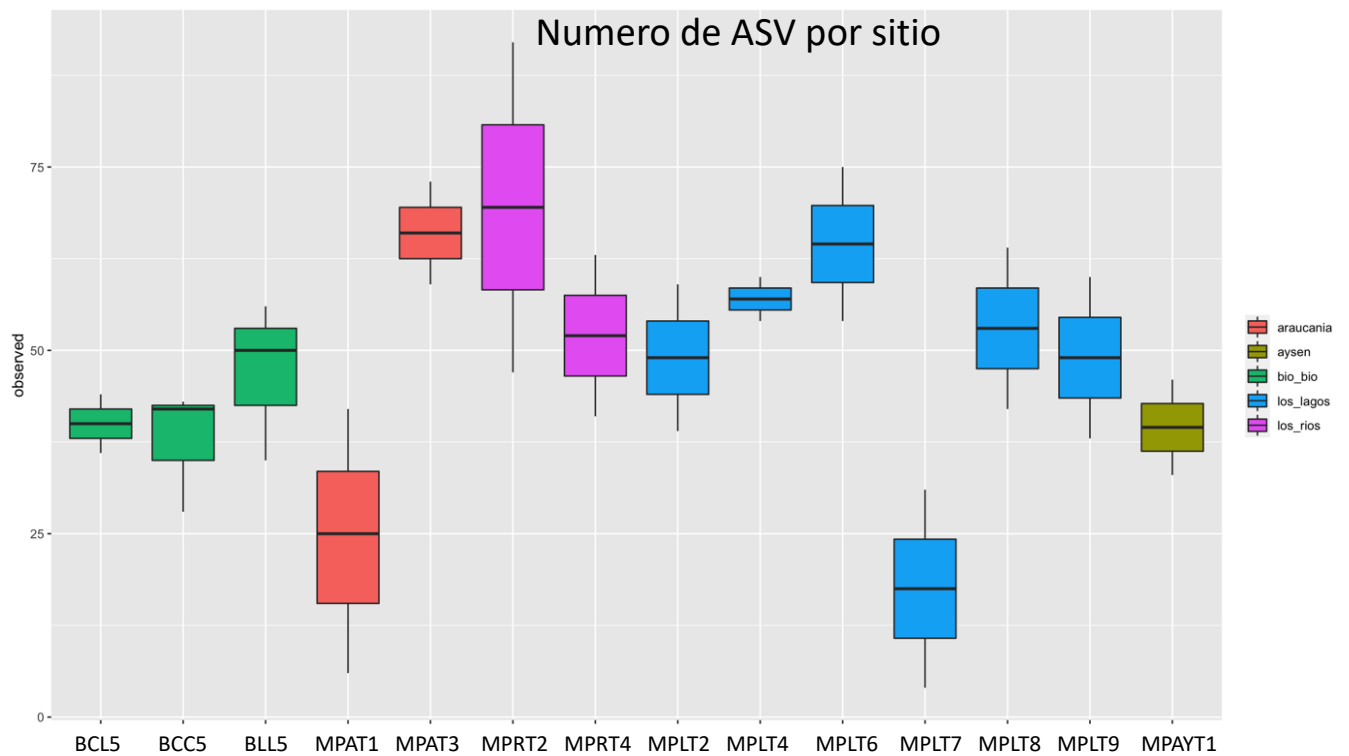


Figura 3.1.4. Número de ASV por sitio de muestreo.

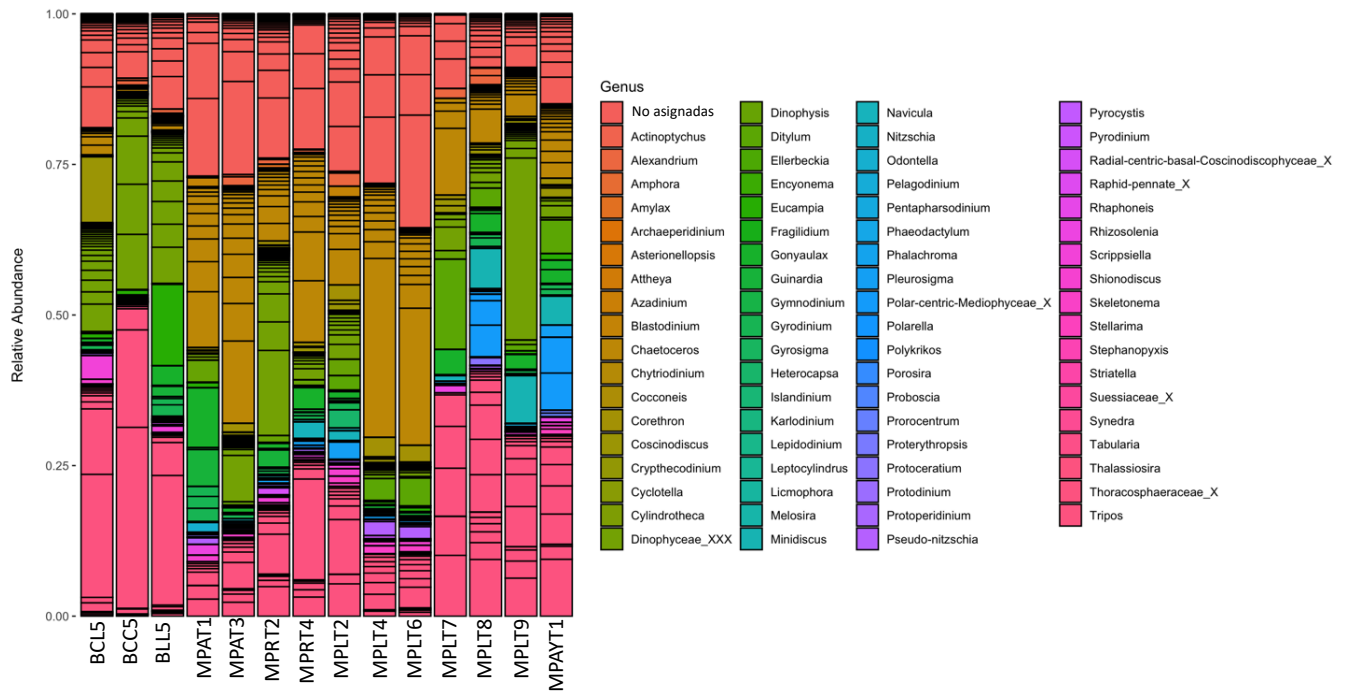


Figura 3.1.5. Abundancia relativa (N° de lecturas) a nivel taxonómico de genero para la clase *Dinophyceae* y *Bacillariophyta*.

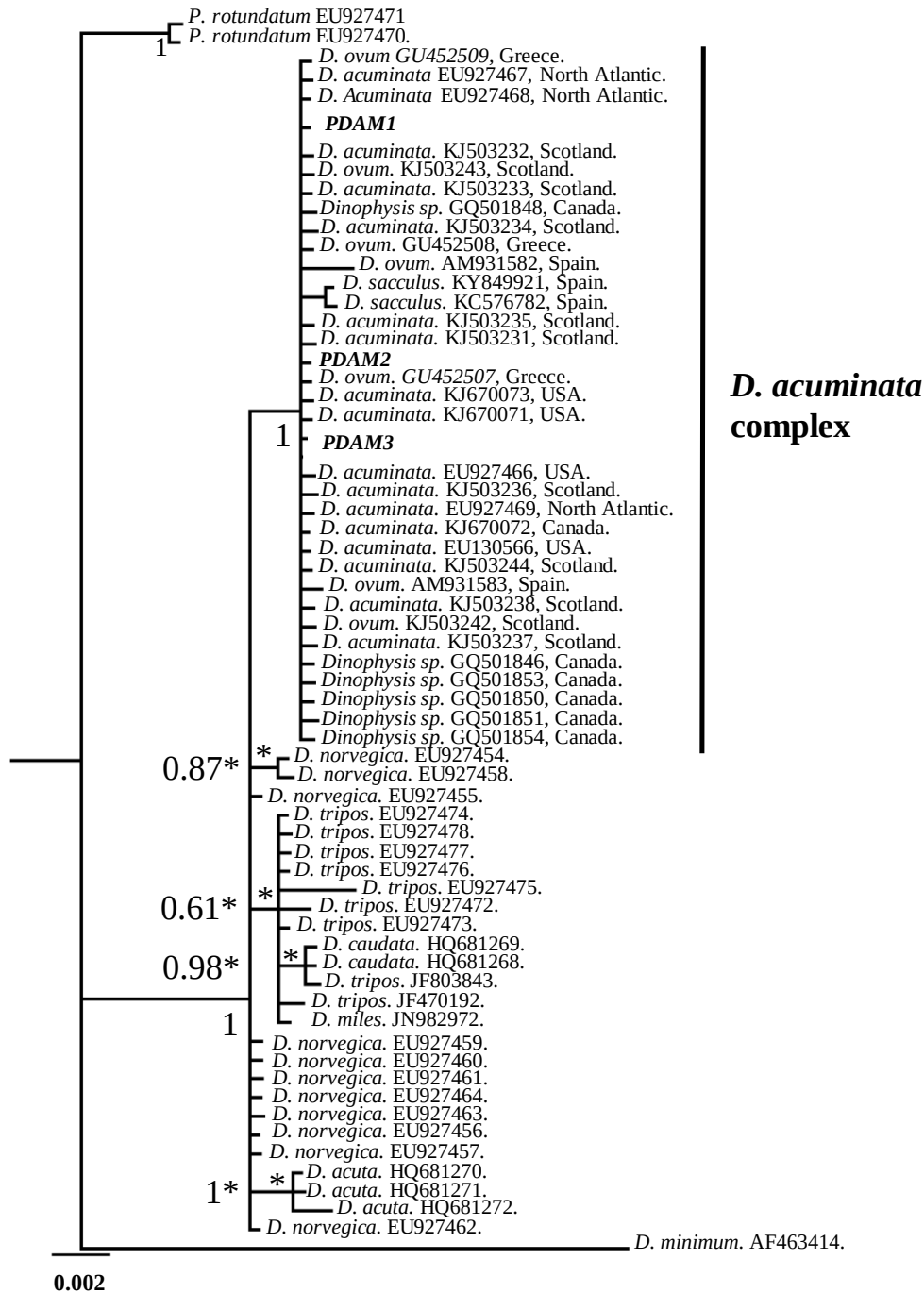


Figura 3.3.1. Reconstrucción filogenética de las secuencias de *D. acuminata* aisladas de la costa del Pacífico (PDAM1, PDAM2 y PDAM3) utilizando una aproximación bayesiana.

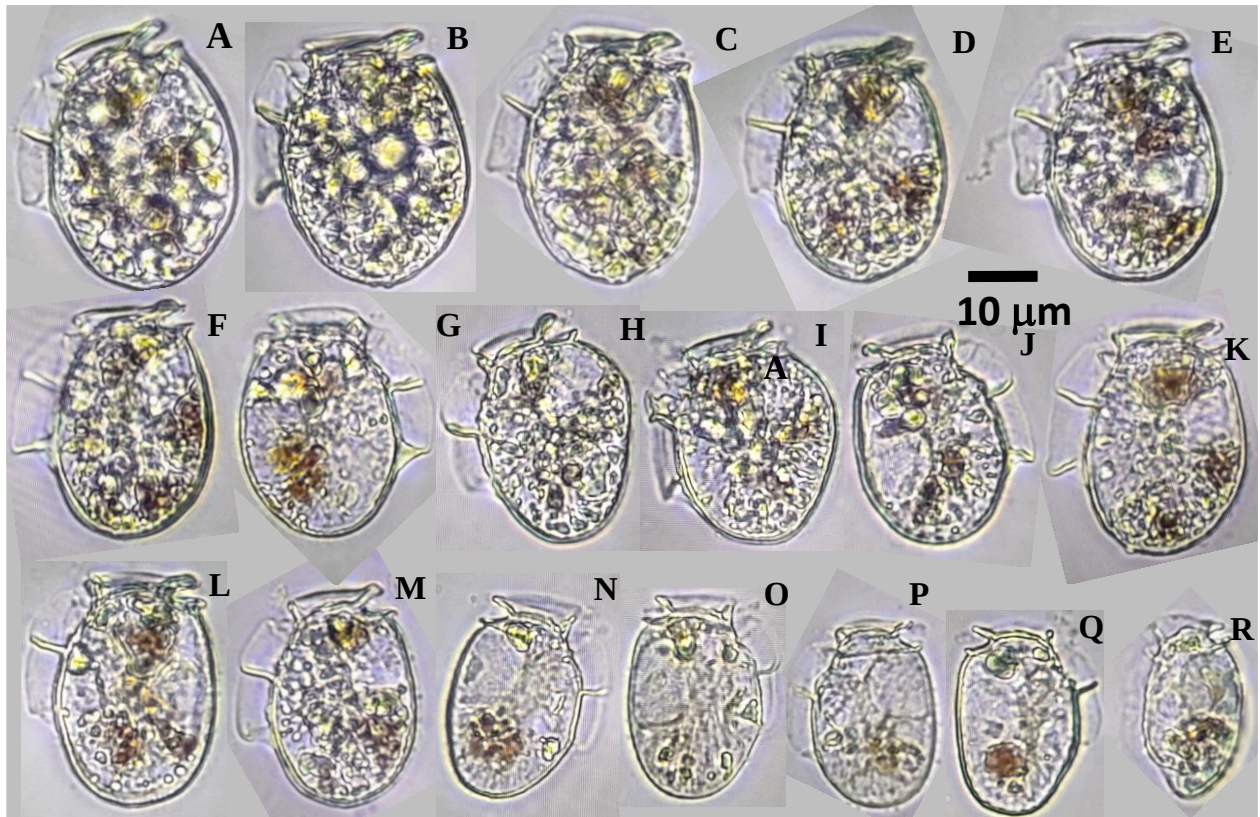


Figura 3.3.2. Fotografías de la cepa PDAM1 de *D. acuminata* aislada de la costa del océano Pacífico a lo largo de sus fases de crecimiento. A - F Células en crecimiento exponencial. G – R células después de tres meses de cultivo sin adición de presa (*M. rubrum*).

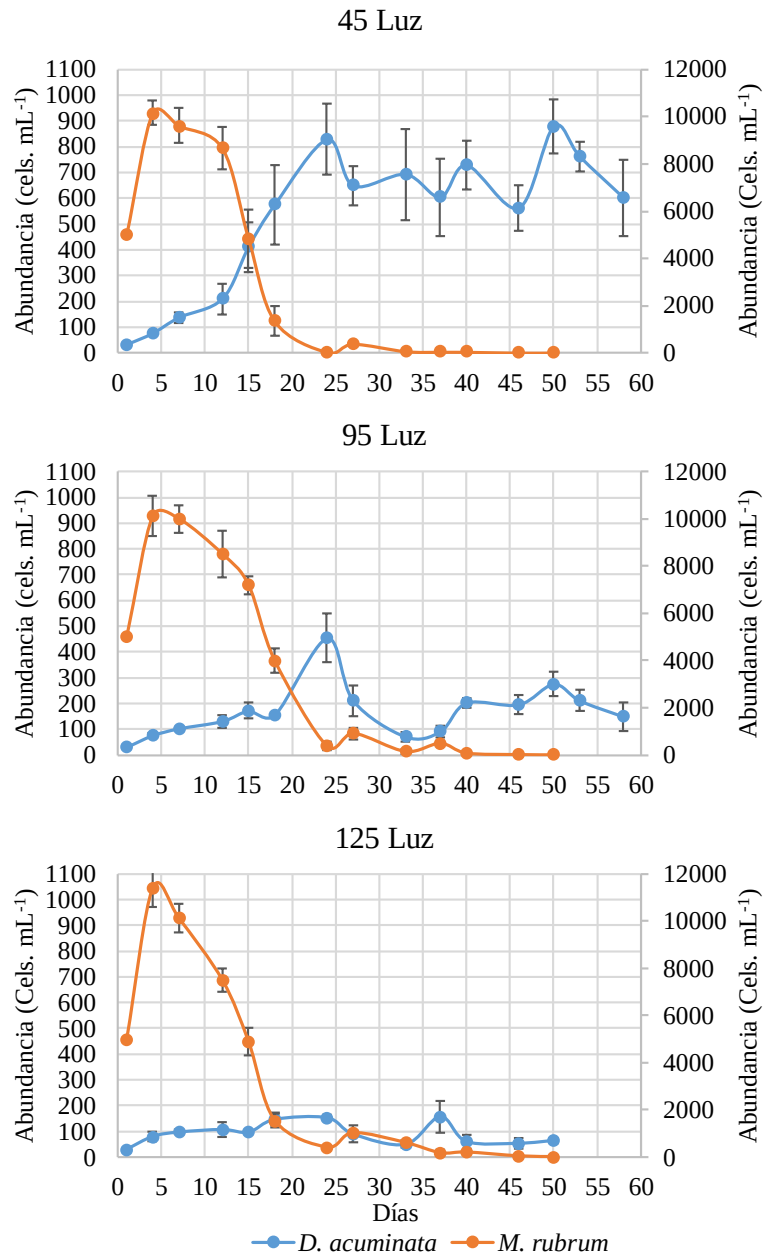


Figura 3.3.3. Curva de crecimiento de la cepa PDAM1 de *D. acuminata* (naranja) aislada de la costa del océano Pacífico y de su presa *M. rubrum* (azul) cultivadas a distintas intensidades de luz.

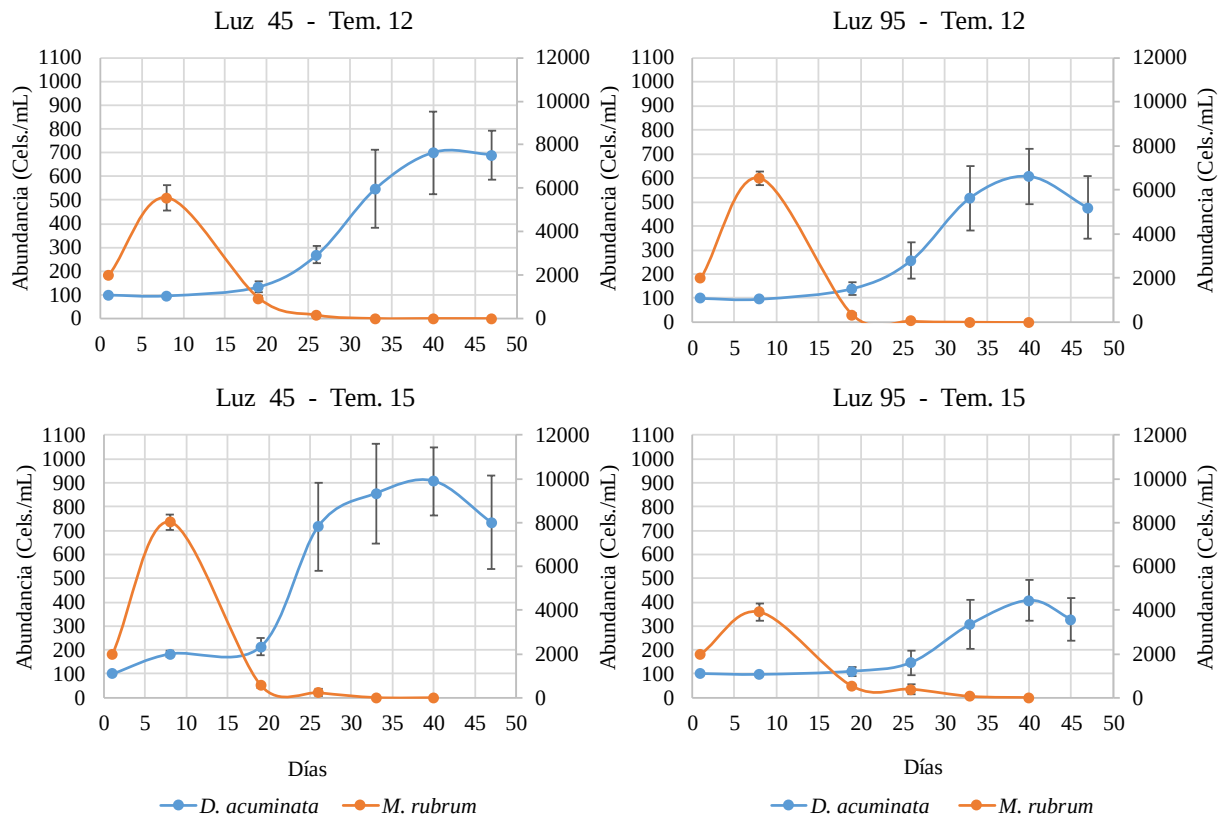


Figura 3.3.4. Curva de crecimiento de la cepa PDAM1 de *D. acuminata* (naranja) aislada de la costa del océano Pacífico y de su presa *M. rubrum* (azul) cultivadas a distintas intensidades de luz y temperatura.

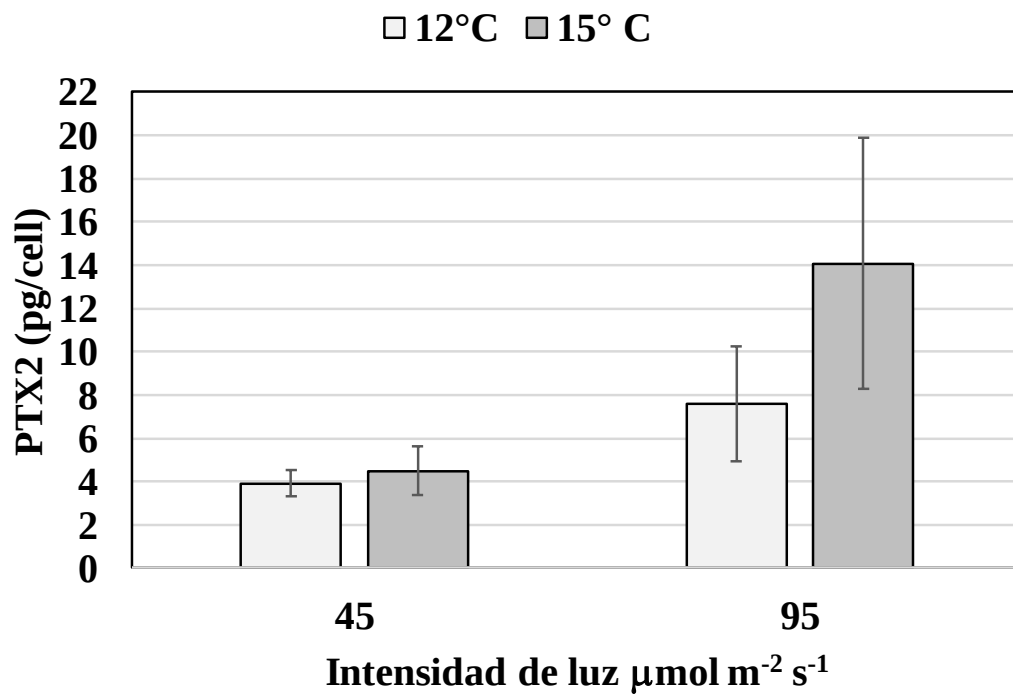


Figura 3.3.5. Producción de toxinas de la cepa de *D. acuminata* PDAM1 aislada de la costa del océano Pacífico y cultivada a distinta intensidad de luz y temperatura.

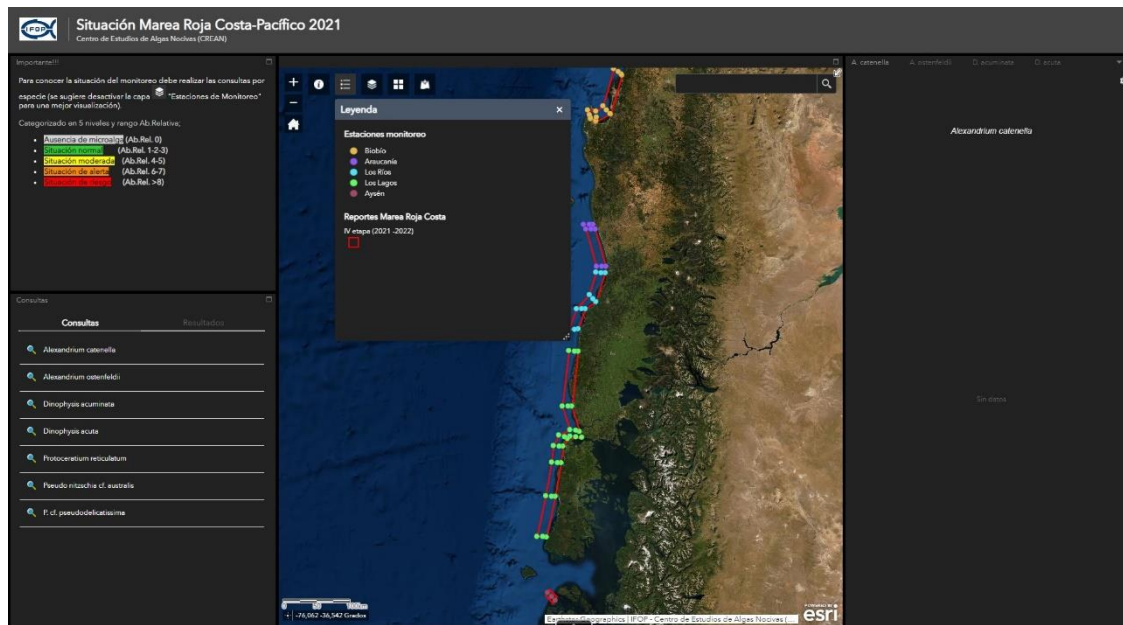


Figura 4.1.1.- Vista principal del WebMap "Situación Marea Roja Costa-Pacífico 2021".

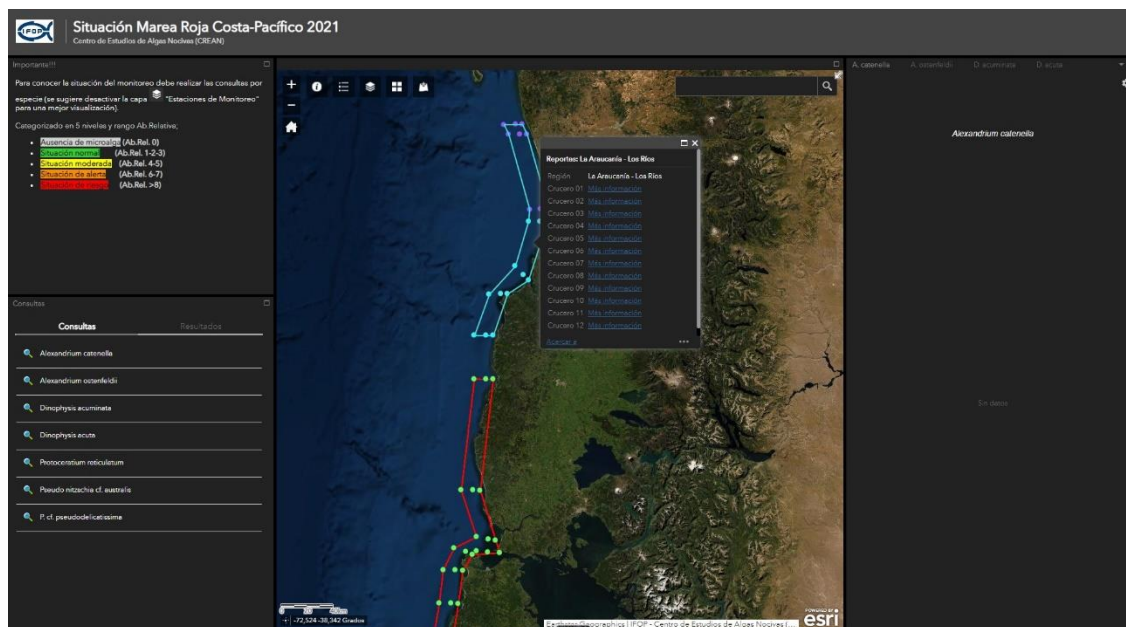


Figura 4.1.2.- Ejemplo de consulta directa a reportes por Área de Muestreo en el link que aparece al dar click sobre la entidad.

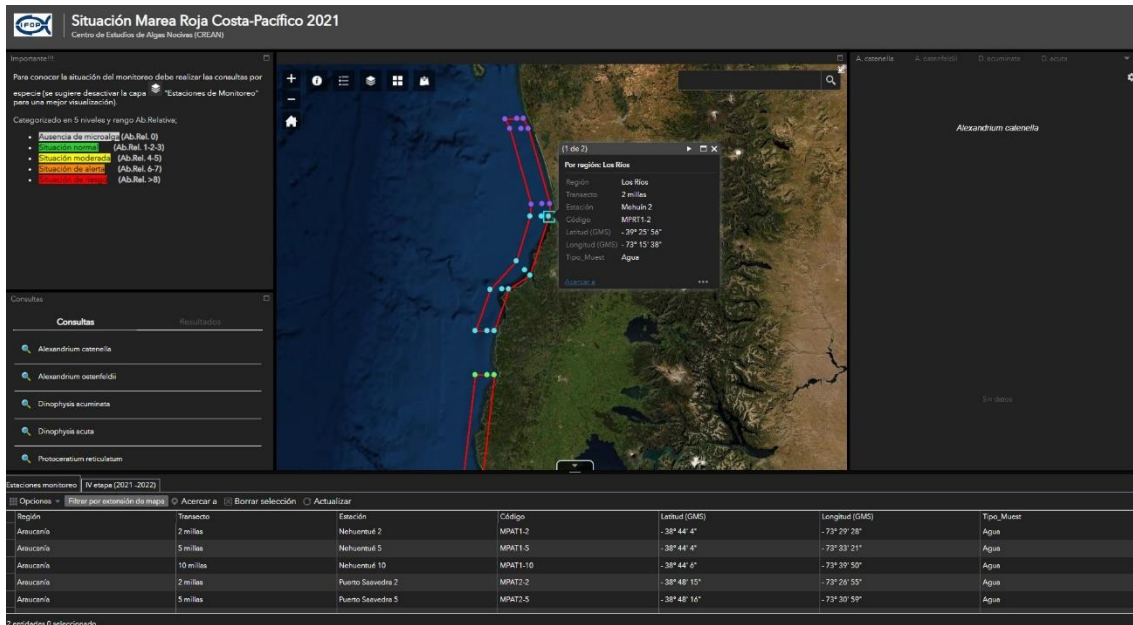


Figura 4.1.3.- Ejemplo de consulta directa a Estaciones de Monitoreo e información que contiene la entidad, desplegada como recuadro de la estación consultada o como tabla con toda la información de la capa.

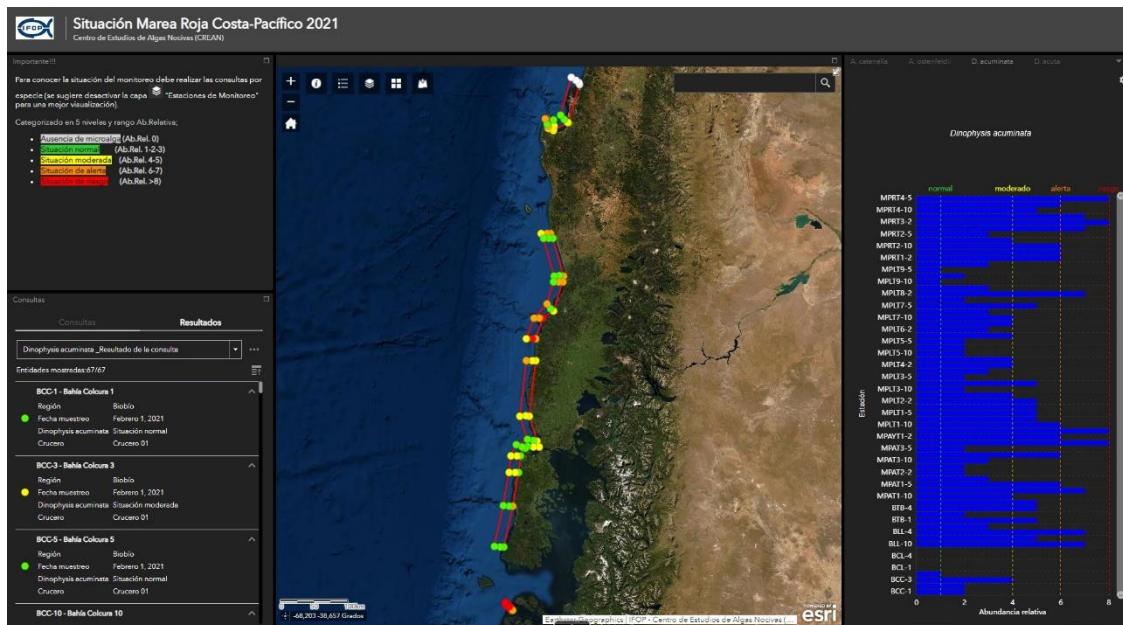


Figura 4.1.4.- Ejemplo de consulta dinámica en el panel del WebMap y gráfico asociado a esta. En el ejemplo se aprecia situación de Abundancia Relativa para *Dinophysis acuminata*, crucero 1.

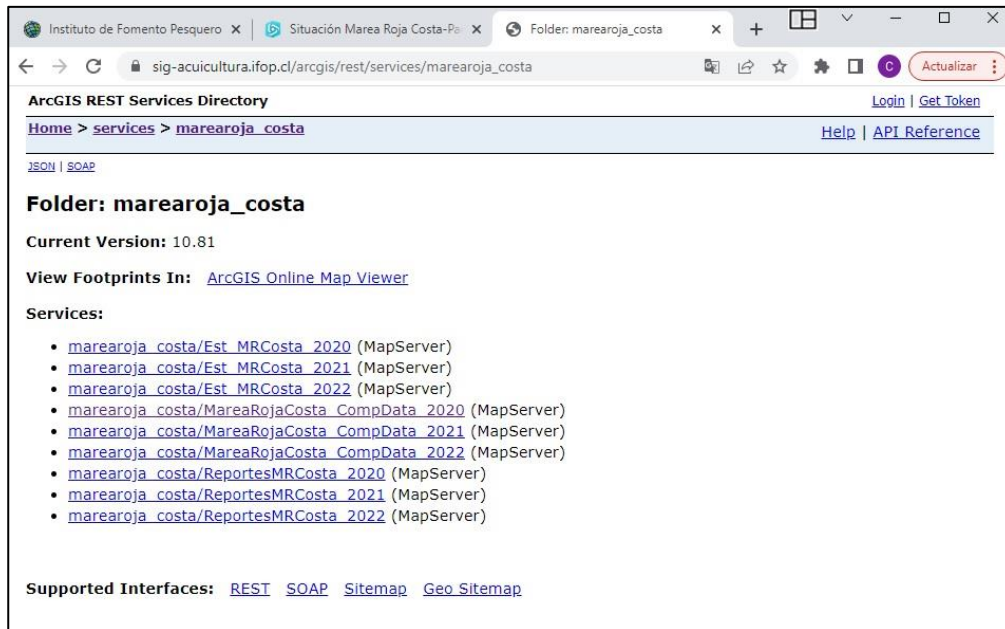


Figura 4.1.5.- Servicios web (MapServer) accesibles por medio de url, tanto para información actual e histórica, del Programa Costa-Pacífico, con acceso a información de estaciones de monitoreo, reportes y abundancias relativas.



Figura 4.1.6 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 4.1.7 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).

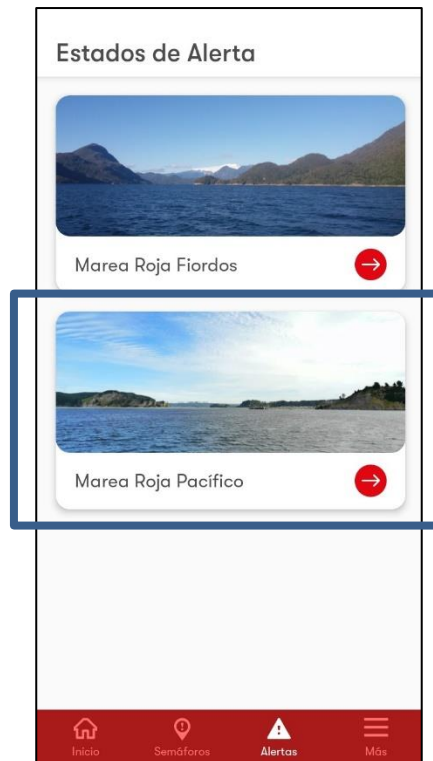


Figura 4.1.8. En la sección del menú “Alertas”, se encuentran los dos principales monitoreos de marea roja. Al ingresar al banner de Marea Roja Pacífico, se despliegan las áreas asociadas a este Monitoreo.



Figura 4.1.9. En la sección del menú “Más”, se despliega la información general del Monitoreo, además de noticias, preguntas frecuentes y fotografías.

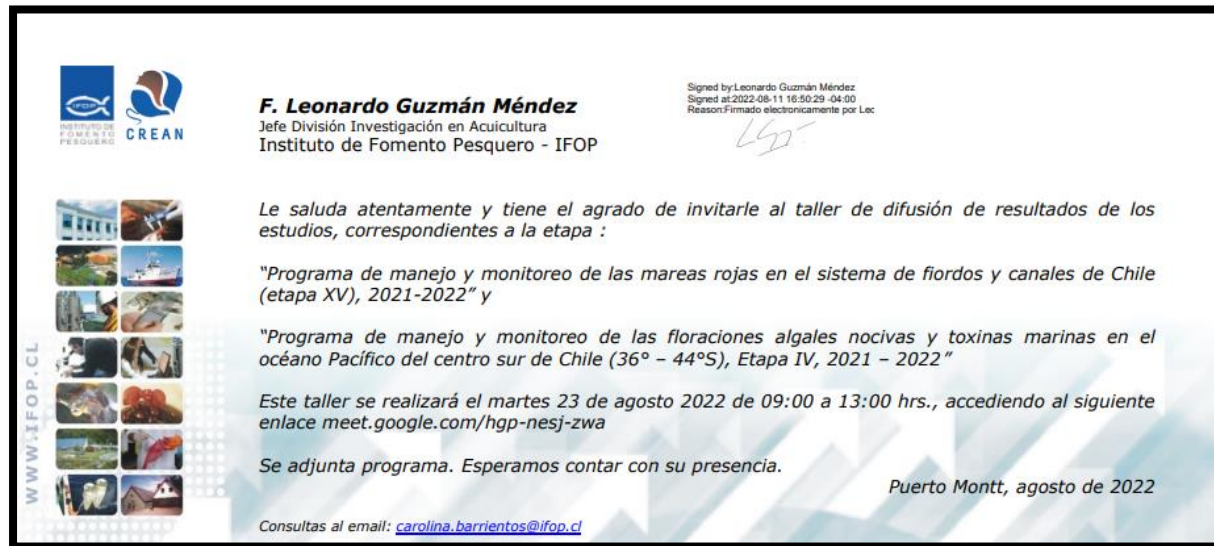


Figura 4.2.1. Invitación al taller de difusión de resultados de los Programas en los sistemas de Fiordos y Canales, y océano Pacífico del centro sur de Chile.



Figura 4.2.2 Invitación para el taller de actualización de conocimientos relacionados a floraciones de algas nocivas y toxinas marinas.



Figura 4.3.1. Hall de acceso al centro CECREA con los diversos stands del grupo de Putemún, IFOP, y su exposición sobre oceanografía física.

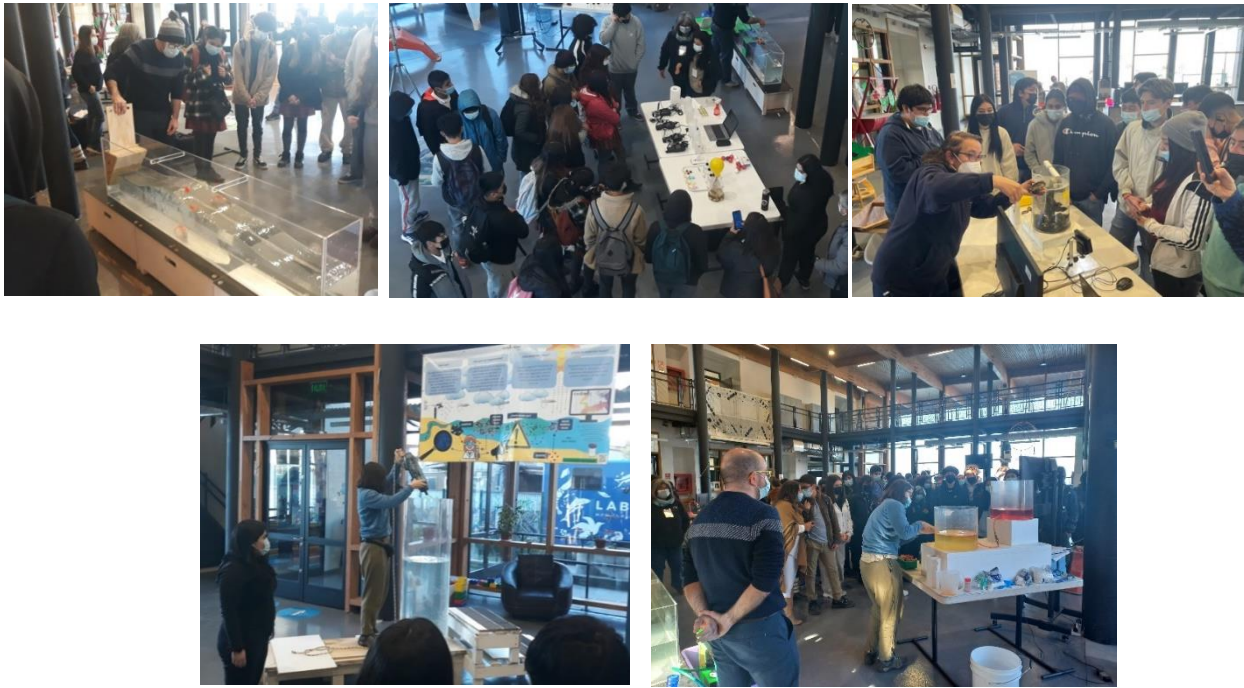


Figura 4.3.2. Diversas actividades realizadas en el hall principal de CECREA, Castro.

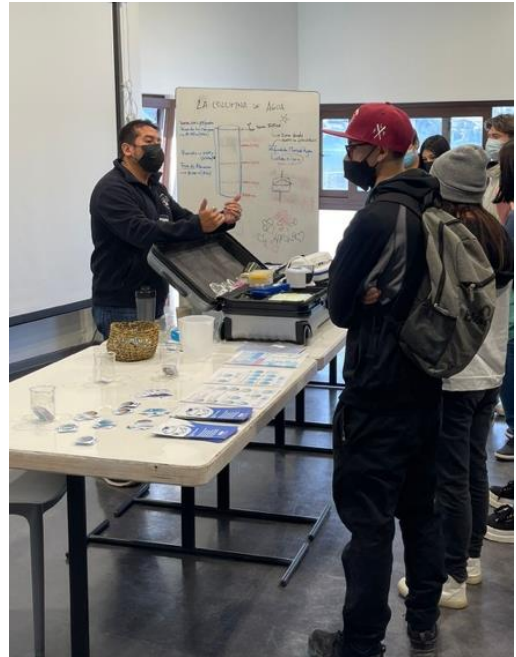


Figura 4.3.3. Sala-Laboratorio, con espacios y equipos necesarios para el desarrollo de diversas actividades para el reconocimiento de las principales especies de microalgas en nuestro país.

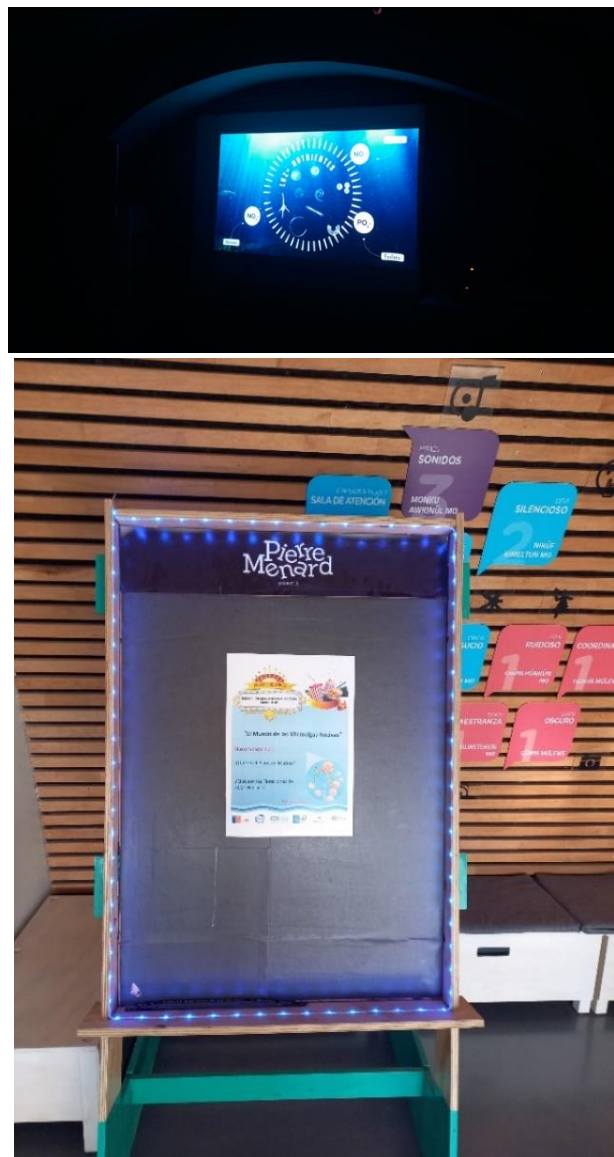


Figura 4.3.4. Exposición de videos relacionados a Floraciones de Algas Nocivas en la sala multimedia del CECREA.



Cuadro 1: Calendario de actividades durante la semana del 16 al 20 de mayo de 2022.

Hora	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes
9:00 - 11:00	3A (29) Luis Uribe Díaz Dayhanna Serpa (24) Ciencias Liceo Francisco Coloane Claudia Navarro	3B (27) Luis Uribe Díaz Miryam Iglesias	4toM (30) Liceo Teresa de los Andes Nora Millanao 8vo B Liceo Galvarino Tatiana Vera	4toM Biología Molecular Liceo Galvarino Tatiana Vera 5to A Teresa de los Andes Johatan Tejeda	3B (30) Liceo Aytue Gabriel Soto
11:00 - 11:30	break	break	break	break	break
11:30 - 13:30	3roM (30) Liceo Teresa de los Andes Nora Millanao 2doM C Liceo Galvarino Riveros María Angélica Oyarzo	3ro M Ciencias de la Salud Liceo Galvarino Riveros María Angélica Oyarzo	4toM Liceo Galvarino Biología Molecular Romy Soto 3ro (4) Medio Humanista Liceo Aytue Daniela Galvez	4toM Química Electivo Liceo Galvarino Mirza Valenzuela 6toA Luis Uribe Díaz Katherine Muñoz	4roB Luis Uribe Díaz Miryam Iglesias
13:30 - 14:30	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo
14:30 - 17:00	3roM (25) y 4toM (12) Seminario Ancud, Elec. Acuicola Oscar Ramirez	2do M (30) Liceo Galvarino Experiencia Pedagógica Gaspar 14.30 a 15.30	3ro C (8) y 4to C (10) Instituto del Mar	Curaco de Velez	Libre. Grupos específicos por definir
17:00 - 17:45			Charla		Cierre actividades



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

A N E X O S



A N E X O 1

BASE DE DATOS

Se adjuntan archivos en carpeta de datos



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

A N E X O 2

CONGRESOS NACIONALES E INTERNACIONALES



Resúmenes presentados en el Congreso internacional: “International Conference Harmful Algae”, ICHA, octubre 2021, Ciudad de la Paz, México (online).

a) Contribuciones CREAM como instituci3n principal:

1. Harmful Algal Blooms in a changing environment: *Alexandrium catenella* and Paralytic Shellfish Toxin for the past 50 years in Chile. **Leonardo Guzmán**; Gemita Pizarro, Oscar Espinoza-González, Javier Paredes-Mella, Pamela Carbonell, Cristina Hernández, María Angélica Tocornal, María Isabel Banciella.



HABs IN A CHANGING WORLD



Harmful Algal Blooms in a changing environment: *Alexandrium catenella* and Paralytic Shellfish Toxin for the past 50 years in Chile

Leonardo Guzmán¹, Gemita Pizarro², Oscar Espinoza-González³, Javier Paredes-Mella², Pamela Carbonell², Cristina Hernández⁴, María Angélica Tocornal⁴, María Isabel Banciella⁵

¹ Instituto de Fomento Pesquero, Balmaceda 252 Puerto Montt, 5480000, Chile. ² Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Padre Harter 547 Puerto Montt, Los Lagos, 5501679, Chile. ³ Secretaría Regional Ministerial de Salud, Los Lagos, Chile. ⁴ Secretaría Regional Ministerial de Salud, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, Chile. ⁵ Secretaría Regional Ministerial de Salud, Magallanes y Antártica Chilena, Chile.

The first records of *Alexandrium catenella* and Paralytic Shellfish Toxin (PST) were in the fjords Southern area. Since 1972, an apparent expansion from South to North have occurred (55° to 36°S), but historical and biological data, point out the contrary. Many blooms and PST outbreaks have occurred, causing 35 fatal cases and about three hundred intoxications, but since 2000 no fatal cases have occurred. Some features are: (i) characteristic interannual variability in *A. catenella* density and shellfish toxicity; (ii) the existence of temporal-spatial differences between macro-regions and within them; (iii) a latitudinal increase of the annual highest toxicity records, but since 2015 this tendency has disappeared (e.g. 143,130 µg STX eq 100 g⁻¹ in 2018, middle fjords area); (iv) differences in the periods when *A. catenella* density increases and PST outbreaks occur; (v) *A. catenella* may be the numerical phytoplankton assemblages dominant during blooms events (> 300,000 cells L⁻¹), but usually is < 1 % of the total numerical abundance; (vi) the Pacific Ocean cell densities are lower than those from the fjords; (vii) the Summer-Autumn bloom of 2016 in the Northern fjords, that finally went out to the Pacific Ocean; (viii) the bloom of 2018 served to show that in some areas, density increments are explained by a motile stage passive transport due to S or SE winds. Finally, the variabilities of *A. catenella* abundance and PST concentrations in shellfish, considering oceanographical and meteorological data for the last 15 years, suggest that climatic and oceanographic variables may be the main explaining factors of observed patterns.





2. Physiological, genetic and toxicological variabilities in *Alexandrium catenella* strains from southern Chile (41°– 55°S). **Pamela Carbonell**, Leonardo Guzmán, Marcela Astorga, Jaime Vargas, Gonzalo Fuenzalida, Luis Norambuena, Pablo Salgado.



Physiological, genetic and toxicological variabilities in *Alexandrium catenella* strains from southern Chile (41°– 55°S)

Pamela Carbonell¹, Leonardo Guzmán¹, Marcela Astorga², Jaime Vargas², Gonzalo Fuenzalida¹, Luis Norambuena¹, Pablo Salgado¹

¹ Instituto de Fomento Pesquero, Instituto de Fomento Pesquero, Padre Harter 378, Puerto Montt, Chile. ² Universidad Austral de Chile, Los Pinos S/N, Puerto Montt, Chile.

pamela.carbonell@ifop.cl

Ten strains of *Alexandrium catenella* isolated from the Chilean fjords (41°– 55°S) were cultivated at a standard temperature (15 °C), salinity (34) and luminic intensity (60 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) to assess physiological, genetic and toxicological responses. The growth rates were higher at the northern area of the fjords (Los Lagos region) (0.54 div d⁻¹) and lower at the southernmost area of the fjords system (Magellan region) (0.22 div d⁻¹). DNA extraction was performed amplifying the no coding (ITS1 + 5.8S rDNA + ITS2) and encoding (SSU) regions of nuclear ribosomal DNA, which showed an intraregional genetic diversity among strains. These strains belong to Clade I of the phylogenetic tree of the *A. tamarense* complex. The toxin profiles were characterized mainly by carbamates (GTX1-4, GTX2-3, GTX5) and sulfocarbamoil (C1 y C2). Since STX and neoSTX were not detected in most strains, the related genes to paralytic toxins synthesis (sst4) were assessed to test if are transcriptionally active in the studied strains.



3. Dinoflagellate cyst assemblages in the south central coast of Chile (~36° – 43° S). **Pablo Salgado**, H3ctor Tard3n, Oscar Espinoza-Gonz3lez.



FRESHWATER AND MARINE HAB BIOGEOGRAPHY



Dinoflagellate cyst assemblages from the South central coast of Chile (~36°- 43° S)

Pablo Salgado¹, H3ctor Tard3n¹ and Oscar Espinoza-Gonz3lez²

¹ Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Enrique Abeillo 0552, Punta Arenas, Chile. ² Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Enrique Abeillo 0552, Punta Arenas, Chile.

pablo.salgado@ifop.cl

The study of dinoflagellate cyst assemblages along the open coast to the Pacific Ocean have been scarce in comparison to the cyst study at the fjord system (~41°–55°S). Here, in order to determine the diversity, abundance and distribution of cysts in the South central coast of Chile (~36° – 43° S), 63 sampling stations were established at 2, 5 and 10 nm from the coastline, which were sampled twice using a HAPs corer or a Van Veen drag between August 2020 and January 2021. Surface sediment samples were placed in black bags and stored at 4°C, until processing. Samples were processed as described by Matsuoka and Fukuyo (2000). Full and empty cysts were counted and identified using biological or paleontological nomenclature for their designation. A total of 62 taxa of dinoflagellate cysts representing 19 genera, 46 species and 11 unidentified form were identified. The toxin-producing species *Alexandrium catenella*, *Alexandrium ostenfeldii* and *Protoceratium reticulatum* were identified. *Alexandrium catenella* cysts were recorded from 39.2° S to the South for the first time along the Chilean coast. Usually, the highest cyst abundances were recorded in stations at 10 nm from the coast, and the lowest abundances closer to the coast. Cyst assemblages were more diverse and abundant in the active upwelling system off Concepci3n (35° – 37°S), recording in this area the presence of *A. ostenfeldii* cysts. All assemblages are characterized by the dominance of heterotrophic species, being the genus *Protoperidinium* the most diverse of the study area with 16 species.



4. Historical Blooms of *Pseudo-nitzschia* and outbreaks of domoic acid in the inner sea of Chiloe island, Southern Chile, 2020 – 2021. **Oscar Espinoza-González**, Leonardo Guzmán, David Opazo, Elías Pinilla, Cristina Hernández, Luis Norambuena, Loreto López, Mauricio Palma.



SURVEILLANCE AND MANAGEMENT



Historical Blooms of *Pseudo-nitzschia* and outbreaks of domoic acid in the inner sea of Chiloé island, Southern Chile, 2020- 2021

Oscar Espinoza¹, Leonardo Guzmán¹, David Opazo², Elías Pinilla³, Cristina Hernández⁴, Luis Norambuena⁵, Loreto López⁶, Mauricio Palma⁷

¹ Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN) Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Padre Harier 574 Puerto Montt, Región de los Lagos, 5480000, Chile. ² Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Ainte. Manuel Blanco Encalada 839 Valparaíso, Chile. ³ CIPA-Putemún, Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Castro-Chiloé, Chile. ⁴ Laboratorio de Salud Pública, SEREMI de Salud Región de Los Lagos, Crucero 1915, Puerto Montt 550581, Chile. ⁵ Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Puerto Montt, Chile.

oscar.espinoza@ifop.cl

The Inner Sea of Chiloé (ISC), located in the northern area of fjords in Chile, is one of the most important mussel-growing areas in the world. A prolonged toxic bloom of *Pseudo-nitzschia* occurred between December 2020 and March 2021, leading to the accumulation of domoic acid (DA) in shellfish for more than two months and constituting the longest toxic event ever recorded in this area. The first DA closure of shellfish harvesting areas occurred in Reloncavi sound in late December 2020, owing to a $58 \mu\text{g g}^{-1}$ of DA concentration measured in mussels. Subsequent sampling in the area, revealed blooms of *Pseudo-nitzschia* cf. *australis* (0.9×10^6 cells L^{-1}) and *P. cf. pseudodelicatissima* (1.1×10^6 cells L^{-1}) and particulate DA up to 10×10^3 ng L^{-1} . Later, DA results obtained during January and February 2021 showed increased accumulation in shellfish at different sites along the eastern coast of ISC, causing precautionary closures with maximum values ($140 \mu\text{g g}^{-1}$) and with *P. cf. pseudodelicatissima* concentrations of 1.5×10^6 cells L^{-1} . Despite the high DA concentrations, no effects on human seafood consumers or wildlife were recorded. We hypothesize that anomalous spatial and temporal extension of *Pseudo-nitzschia* blooms and AD production, could be related to (1) advective processes from the North of ISC following the main circulation patterns, and (2) favorable climate conditions associated to the positive phase of Southern Annular Mode (SAM), that promotes positive temperature and photosynthetic active radiation anomalies, and lower precipitation during the summer of 2021 in the studied area.





5. First culture of *Dinophysis acuminata* from southern Chile: Ecophysiology, toxin production and phylogeny. **Javier Paredes-Mella**, Jorge I. Mardones, Luis Norambuena, Gonzalo Fuenzalida and Satoshi Nagai.



First culture of *Dinophysis acuminata* from southern Chile: ecophysiology, toxin production and phylogeny

Paredes Mella Javier¹, Jorge I. Mardones¹, Norambuena Luis¹, Fuenzalida Gonzalo¹, Nagai Satoshi²

¹ Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Padre Harter 574, Puerto Montt, Chile. ² Fisheries Resources Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 2-12-4 Fukuura, Kanazawa, Yokohama, Kanagawa, 236-8648, Japan.

javier.paredes@ifop.cl

In Chile *Dinophysis acuminata* is a conspicuous mixotrophic dinoflagellate inhabit on Ocean Pacific Coast (OPC) and Patagonian fjords (PF). In this study, for the first time, we evaluated the effects of light and temperature on the growth and the toxin productivity in the culture strains of *D. acuminata* isolated from southern Chile. The phylogenetic analysis was also carried out using the COI marker. Strains were isolated in 2019 - 2020 from the OPC and PF and were maintained in culture by feeding *M. rubrum* as prey. High growth rate and cell abundance were observed at 45 than at 90 and 125 mmol m⁻³ s⁻¹. However, the growth was not affected by the temperature modification (12 °C and 15 °C). Toxins screening revealed the presence of pectenotoxins 2 (PTX2) in six strains isolated from OPC and PF, but okadaic acid was not detected. PTX2 concentration was not affected by temperature and light, showing values ranged from 3.920 to 14.077 pg cell⁻¹. The Chilean *D. acuminata* sequences were clustered in the "*Dinophysis acuminata* complex" clade showing among sequences genetic distances ranged from 0.000 and 0.001. These results may indicate that the tolerance and plasticity to environmental driving can explain the species persistence on the Pacific Ocean and Patagonian fjords.





6. Chile: Causes impact and management of a “hot spot” for toxic algal blooms. **Jorge I. Mardones.**



PRIMARY PAGES

Chile: Causes, impact and management of a “hot spot” for toxic algal blooms

Jorge I. Mardones

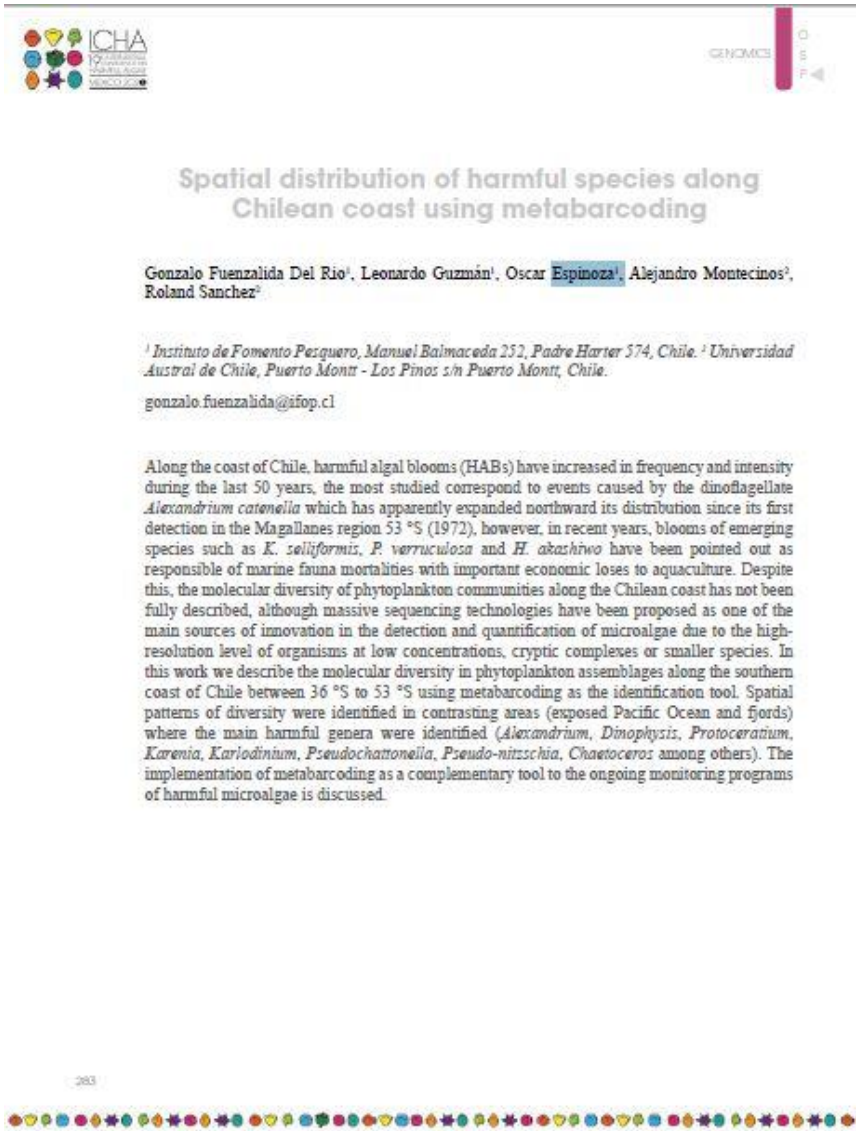
Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Padre Hurtado 574, Puerto Montt, Los Lagos, 5501679, Chile

The Chilean coast is a unique and diverse marine ecosystem comprised of the Patagonian fjords and channels in the south, and a region of strong wind-driven coastal upwelling in the north, which fuel extensive primary production. Recent studies and observations have shown that these ecosystems are highly vulnerable to the effects of climatic (i.e., ENOS, SAM) and anthropogenic stressors (i.e., aquaculture), leading to a dramatic increment in the intensity and distribution of harmful algal blooms (HABs) in both northern and southern Chile. For instance, two massive HABs in the Patagonian fjords in 2016 due to severe droughts (also known as “The Godzilla-Red tide events”) resulted in the most significant fish farm mortality ever recorded worldwide and a vast socio-environmental impact in the region. Simultaneously, the paralytic shellfish poisoning (PSP) producer *Alexandrium catenella* has been observed migrating equator-ward reaching northern areas and producing extreme PSP events (i.e., a world-record of 143,130 μg STX eq 100 g^{-1} in 2018). These climatic anomalies have recently triggered “super blooms” of opportunistic new toxic algal genera (i.e., *Karenia*, *Pseudochattonella*, *Heterosigma*), especially affecting important aquaculture areas in southern Chile. Overall, HAB events in Chile have produced, for example, an estimated annual cost in microalgae and toxin monitoring of approximately 7M US\$ in 2019 and 93,000 US\$ due to hospitalizations in 2018. Further studies need to focus on how projected local-to-global scenarios will modulate scientific capabilities to monitor, model and mitigate future HAB events, and how HABs-environmental uncertainties would affect essential system functions and consequently ecosystems services and wellbeing of coastal communities.





7. Spatial distribution of harmful species along Chilean coast using metabarcoding. **Gonzalo Fuenzalida Del Río**, Leonardo Guzmán, Oscar Espinoza-González, Alejandro Montecinos, Roland Sánchez.





8. Phylogeny, lipid composition, pigments signature, ichthyotoxicity and growth of the fishkiller *Heterosigma akashiwo* from Chilean Patagonia. **Ana Flores-Leñero**, Javier Paredes-Mella, Valentina Vargas, Maximiliano Vergara, Luis Norambuena, Gonzalo Fuenzalida, Kim Lee Chang, Jorge I. Mardones.



Phylogeny, lipid composition, pigment signature, ichthyotoxicity and growth of the fishkiller *Heterosigma akashiwo* from Chilean Patagonia

Ana Flores-Leñero¹, Javier Paredes-Mella¹, Valentina Vargas¹, Maximiliano Vergara¹, Luis Norambuena¹, Gonzalo Fuenzalida¹, Kim Lee Chang², Jorge I. Mardones^{1,3}

¹ Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Padre Harier 547, Puerto Montt, Los Lagos, 5501679, Chile. ² CSIRO Ocean and Atmosphere, GPO Box 1538, Hobart, TAS, 7001, Australia. ³ Centro de Investigación en Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL), Valdivia, Chile.

ana.flores@ifop.cl

Heterosigma akashiwo is widely distributed in coastal ecosystems where it has caused massive events of fish mortality and shellfish damage. In April 2021, high cell abundances of *H. akashiwo* (> 70,000 cells mL⁻¹) killed > 6,000 tons of salmon in the Chilean fjords. This study investigated the molecular phylogeny, pigment composition, fatty acid profile, cell growth and ichthyotoxicity of *H. akashiwo* from Chilean waters. A phylogenetic reconstruction based on the large sub-unit ribosomal nucleotide showed that the Chilean strain belongs to the *H. akashiwo* clade. The genetic distance was 0.00 related to strains from Japan, Australia, U.S.A., China and New Zealand. The pigment signature showed that the CREAN_HA03 strain is mainly dominated by fucoxanthin (48.4 %), chlorophyll *c2* (18.3 %), chlorophyll *a* (14.7 %) and violaxanthin (9.8 %). A factorial T-S growth experiment showed a μ_{max} of 0.35 d⁻¹ at 17 °C and 35 in salinity and reached a maximum cell abundance of ~50,000 cells mL⁻¹ at 12 °C and a salinity of 25. The fatty acid profile exhibited a high abundance of polyunsaturated fatty acids; 20.94 % palmitic acid (16:0), 13.04 % EPA (20:5 ω 3), and 10.44 % stearidonic acid (18:4 ω 3), which have all been described as highly cytotoxic against fish gill tissue. In cell-based bioassays, Chilean *H. akashiwo* was only toxic to the RTgill-W1 cell line following exposures to high cell densities (> 40,000 cells mL⁻¹). The present study pioneers research on the fish-killer *H. akashiwo* from Chilean waters. Further characterization of more Chilean *H. akashiwo* isolates is needed to understand the precise ichthyotoxic mechanisms and environmental drivers that trigger massive bloom events in Chilean Patagonia.

161





9. An extraordinary 2021 *Heterosigma akashiwo* (Raphidophyte) bloom in Chile: large-scale farmed salmon mortality associated to unusual environmental conditions. **Maximiliano J. Vergara-Jara**, Javier Paredes-Mella, Ana Flores-Leñero, Osvaldo Artal, Elías Pinilla, Andrea Corredor and Jorge I. Mardones.



An extraordinary 2021 *Heterosigma akashiwo* (Raphidophyte) bloom in Chile: large-scale farmed salmon mortality associated to unusual environmental conditions

Maximiliano J. Vergara-Jara¹, Javier Paredes-Mella¹, Ana Flores-Leñero¹, Osvaldo Artal, Elías Pinilla, Andrea Corredor² & Jorge I. Mardones^{1,2}

¹ Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Puerto Montt, Chile. ² Centro de Investigación en Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL), Valdivia, Chile.

During early Austral Autumn, Comau fjord (42 °S) experienced an extraordinary HAB event that led to losses of more than 6,000 ton of farmed salmon during an extremely low rain – high solar radiation period. Field sampling and monitoring activities were carried out at the bloom site in the vicinity of farming cages close to the Loncochagua river mouth (Los Lagos region). CTD data from the fjord transect, where some of the highest mortalities were reported, showed a pronounced stratification with high chlorophyll, low salinity, high temperature and high dissolved oxygen values at the surface ($\sim 70 \mu\text{g L}^{-1}$; salinity ~ 24 ; 17°C ; $> 10 \text{ mg L}^{-1}$), with a shallow pycnocline (mostly in the upper 10 m of the water column). At surface, cell abundances of *H. akashiwo* reached up to $\sim 70,000$ cells mL^{-1} and significantly decreasing abundances along with increasing depth. Hydrodynamic modeled particulate dispersion (Party - MOSA) showed high retention times in the Comau fjord, suggesting that this physical driver might have an important role in enhancing cell aggregation processes (patchiness) at the very surface layer of the water column. Finally, the end of the bloom was associated with cloudy - rainy weather. These important observations highlight the need of having differentiated strategies to tackle these more and more frequent fast - developing HAB events in Chilean Patagonia.



b) Contribuciones CREAN en colaboración con otras instituciones:

10. Seasonal variability of lipophilic toxin events at a “hotspot” in Chilean fjords. Diner Bernal, Iván Pérez-Santos, Gonzalo Álvarez, Beatriz Reguera, **Loreto López**, Alondra Sandoval, Camila Schweter, Claudia Aracena, Manuel Díaz, Michael Araya, Francisco Álvarez and Patricio Díaz.



ALGAL AND CYANOBACTERIAL TOXINS



Seasonal variability of lipophilic toxin events at a “hotspot” in the Chilean fjords

Diner Bernal^{1,2*}, Iván Pérez-Santos^{1,3,4}, Gonzalo Álvarez^{5,6}, Beatriz Reguera⁷, Loreto López⁸, Alondra Sandoval¹, Camila Schweter¹, Claudia Aracena⁹, Manuel Díaz¹⁰, Michael Araya⁴, Francisco Álvarez⁷, Patricio A. Díaz^{1,11}

¹ Centro i-mar, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile. ² Carrera Biología Marina, Universidad de Valparaíso, Valparaíso, Chile. ³ COPAS Sur-Austral, Universidad de Concepción, Campus Concepción, Concepción, Chile. ⁴ Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP), Coyhaique, Chile. ⁵ Facultad de Ciencias del Mar, Departamento de Acuicultura, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile. ⁶ Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas (CIDTA), Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile. ⁷ Centro Oceanográfico de Vigo (IEO, CSIC), Vigo, Spain. ⁸ Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero, Puerto Montt, Chile. ⁹ Laboratorio Costero de Recursos Acuáticos de Calfuco, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. ¹⁰ Programa de Investigación Pesquera, Instituto de Acuicultura, Universidad Austral de Chile, Puerto Montt, Chile. ¹¹ CeBiB, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile.

Blooms of toxin-producing microalgae are recurrent in the Chilean Fjords. Diarrhetic shellfish poisoning (DSP) toxins (OA and congeners) and pectenotoxins produced by *Dinophysis* species, mainly *D. acuta* and *D. acuminata*, are accumulated by filter-feeders affecting public health and shellfish exports. The seasonality and the environmental conditions associated with these events, and the species-specific toxin profiles and contribution to shellfish toxicity are poorly known in the southernmost Chilean fjords. From January 2018 to July 2019, monthly surveys were carried out at a fixed sampling station in Puyuhuapi Fjord -a “hotspot” area for *Dinophysis* in Southern Chile- to describe water column structure, analyze phytoplankton communities and toxin profile and contents in seawater. Maximal concentration of DSPtoxins (1,052 ng mL⁻¹) and PTXs (540 ng mL⁻¹) were associated with bloom development of *D. acuta* -cell maxima of 452,000 and 35,800 cells L⁻¹ in February (austral mid-summer) 2018 and 2019, respectively. These maxima formed subsurface (6 - 8 m) thin layers by the pycnocline. *Dinophysis acuminata* was present in lower densities, with cell maxima of 6,600 and 4,400 cells L⁻¹. This species seemed to have a much lower contribution to shellfish toxicity and related only to PTXs. Concentrations of its putative prey, *Mesodinium rubrum* did not exceed 400 cells L⁻¹. Peaks of yesso toxins (YTX 1,400 ng mL⁻¹) were associated with the co-occurrence of *Protoceratium reticulatum* in February 2019. Winter cells density was very scarce, but toxins (mainly OA) were present throughout the year. These preliminary results show that maximal risk of DSP contamination in the southernmost Chilean fjords is linked to *D. acuta* blooms during maximal thermal stratification in summer.





11. What factors control *Dinophysis acuta* population dynamics in the Chilean fjords?. Patricio Díaz, Iván Pérez-Santos, Gonzalo Álvarez, René Garreaud, Francisco Rodríguez, **Gemita Pizarro**, Ángela Baldrich, Alondra Sandoval, Camila Schweter, Robinson Altamirano, Manuel Díaz, Facundo Barrera, Sara Arenas, Elías Pinilla, **Loreto López**, Beatriz Reguera.



HABEA CHANGING WORLD



What factors control *Dinophysis acuta* population dynamics in the Chilean Fjords?

Patricio A. Díaz^{1,2}, Iván Pérez-Santos^{1,3,4}, Gonzalo Álvarez^{1,6}, René Garreaud^{7,8}, Francisco Rodríguez⁹, Gemita Pizarro¹⁰, Ángela Baldrich^{1,2}, Alondra Sandoval¹, Camila Schweter², Robinson Altamirano⁶, Manuel Díaz¹¹, Facundo Barrera¹², Sara Arenas¹², Elías Pinilla¹³, Loreto López¹⁴, Beatriz Reguera⁹

¹ Centro i-mar, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile. ² CeBiB, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile. ³ COPAS Sur-Austral, Universidad de Concepción, Campus Concepción, Concepción, Chile. ⁴ Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP), Coyhaique, Chile. ⁵ Facultad de Ciencias del Mar, Departamento de Acuicultura, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile. ⁶ Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas (CIDTA), Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile. ⁷ Departamento de Geofísica, Universidad de Chile, Santiago, Chile. ⁸ Center for Climate and Resilience Research, CR2, Santiago, Chile. ⁹ Centro Oceanográfico de Vigo (IEO, CSIC), Vigo, Spain. ¹⁰ Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero, Punta Arenas, Chile. ¹¹ Programa de Investigación Pesquera, Instituto de Acuicultura, Universidad Austral de Chile, Puerto Montt, Chile. ¹² Departamento de Química Ambiental, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile. ¹³ Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Puzemun, Castro, Chile. ¹⁴ Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero, Puerto Montt, Chile.

patricio.diaz@ulagos.cl

Dinophysis acuta is considered the main producer of diarrhetic shellfish poisoning (DSP) toxins and pectenotoxins in Southern Chile. Unlike *D. acuminata*, blooms ($> 10^3$ cells L⁻¹) of *D. acuta* exhibit a short (summer) growth season. Nevertheless, environmental conditions associated with their interannual variability have not been explored. An exceptional bloom (650,000 cells L⁻¹) in 2018 was associated with a favourable combination of meteorological and hydrographic processes of multiple scale. Between 2018 and 2021, mid-summer (February) cruises were carried out every year along a 25 - km transect in Puyuhuapi Fjord -a "hotspot" for *Dinophysis* in Southern Chile- to describe vertical distribution of phytoplankton and fine-resolution measurements to depict water column microstructure. Data from the IFOP monitoring provided logistic support and were used to date the initiation and seasonal growth of *D. acuta*. Despite considerable interannual variability, maximal cell densities (118,000 and 35,800 cells L⁻¹ in 2018 and 2019 respectively) were always found off the head of the Magdalena Sound, aggregated in subsurface (6 m) thin layers by the pycnocline. In 2020, cell densities did not exceed 200 cells L⁻¹ in the same transect. Macroscale hydroclimatic conditions during 2018 -2021 agreed with the persistent trend of negative precipitation anomalies and positive values of the Southern Atlantic Mode observed the last four decades. Here we examine differences in meso and microscale factors —density of winter populations, potential ciliate prey, water column structure— in addition to hydrodynamic features of the area. Our objective was to interpret the interannual variability in contrasting years in an attempt to describe the "optimal environmental window" for *D. acuta* blooms in the Chilean fjords.



12. Genetic analysis revealed large genetic breaks among Pacific Rim populations in *Alexandrium catenella*. Satoshi Nagai, Mizuki Horoiwa, Nina Yasuna, Satoshi Tazawa, Sirje Sildever, Masafumi Natsuike, Keigo Yamamoto, Hiroshi Yamauchi, Kim Chang-Hoom, Vera Trainer, Daniel Varela, **Jorge Mardones, Javier Paredes-Mella** and Ichiro Ichiro Imai.



Genetic analysis revealed large genetic breaks among Pacific Rim populations in *Alexandrium catenella*

Satoshi Nagai¹, Horoiwa Mizuki², Yasuda Nina³, Tazawa Satoshi³, Sildever Sirje⁴, Natsuike Masafumi⁵, Yamamoto Keigo⁶, Yamauchi Hiroshi⁷, Kim Chang-Hoom⁸, Trainer Vera⁹, Varela Daniel¹⁰, Mardones Jorge¹¹, Paredes-Mella Javier¹¹, Ichiro Imai¹²

¹ National Research Institute of Fisheries Science, 2-12-4 Fukuura, Kanazawa-ku, Yokohama Kanagawa 236-8648, Japan. ² Faculty of Agriculture, University of Miyazaki. ³ ATOHELEX Co., Tokyo, Japan. ⁴ Department of Marine Systems, Tallinn University of Technology. ⁵ Hakodate Fisheries Research Institute, Hokkaido Research Organization, 20-5, Benten, Hakodate, Hokkaido 040-0051, Japan. ⁶ Research Institute of Environment, Agriculture and Fisheries, Osaka Prefecture. ⁷ Miyagi Prefecture Fisheries Research and Development Center. ⁸ Pukyong National University, Busan, 45, Yongso-ro, Nam-Gu, 608-737 Busan, Yeongnam, South Korea. ⁹ National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). ¹⁰ Centro i-mar, Universidad de Los Lagos, Camino a Chiguinhue, km 6, 5480000 Puerto Montt, Chile. ¹¹ Instituto de Fomento Pesquero, Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Puerto Montt, Chile. ¹² Hokkaido University, Kita 8, Nishi 5, Kita-ku, Sapporo, Hokkaido, 060-0808, Japan.

The geographic range of shellfish poisoning attributable to *Alexandrium catenella* appears to be increasing on both regional and global scales. The molecular ecological study of genetic relationships using genome-wide single nucleotide polymorphisms (SNPs) may reveal the dispersal mechanism of this species. In this study, MIG-SSR (multiplexed Genotyping inter simple sequence repeats) - seq was employed to reveal the genetic relatedness among Pacific Rim populations. Using loci which were detected in > 70 % individuals and isolates with < 50 % missing loci, we obtained 349 SNPs in 165 samples isolated from Atsukeshi (eastern Hokkaido), Sendai, Osaka, Hiroshima Bays (Japan), Jinhae Bay (Korea), Bering Sea, Chukchi Sea, Puget Sound (USA) and Chile. Pairwise F_{ST} values showed significant differences among most of the pairwise samples except between Osaka & Jinhae Bay and Osaka & Hiroshima Bay. In the principal coordination analysis, samples from Japan and Korea, the Bering Sea, and the Chukchi Sea (seven samples) were positioned closely, but Puget Sound and Chilean samples were distant from the Japan and Alaska samples. Also, results of the bar plot by STRUCTURE analysis suggested that when $K = 3$, each cluster was grouped as 1) Japan and Korean except for Akkeshi Bay, 2) Akkeshi Bay and the Bering/Chukchi Sea, 3) Puget Sound and Chilean samples. These data suggested the presence of large genetic breaks between the Bering Sea and Puget Sound populations and genetic connectivity between Akkeshi Bay and the Bering/Chukchi Sea populations.



13. Insights into the toxic potential of the Chilean strains fish-killing microalgae *Karenia selliformis* and *Heterosigma akashiwo*. Alejandra Rivera, Ambbar Aballay, Sandra Jara, Juan José Gallardo, **Jorge Mardones**, Viviana Ulloa and Allison Astuya.



ICM FONDECYT 1110003



Insights into the toxic potential of the Chilean strains fish-killing microalgae *Karenia selliformis* and *Heterosigma akashiwo*

Alejandra Rivera¹, Ambbar Aballay², Sandra Jara³, Juan José Gallardo⁴, Jorge Mardones¹, Viviana Ulloa⁵, Allison Astuya²

¹ Universidad de Concepción, Barrio universitario s/n Concepción, Bio Bio, 4030000, Chile. ² Laboratorio de Biotoxinas, Universidad de Concepción, Chile. ³ Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Almería, Almería, Spain. ⁴ Centro de Estudios de Algas Nocivas, Instituto de Fomento Pesquero, Chile.

Fish-killing algae (FKA) species generate considerable economic losses to the aquaculture industry due to massive fish mortalities. Several mechanisms of damage to fish have been proposed so far, one of them is the production of phycotoxins with fish-killing potential. In Chile and at a global level, an evident increase in FKA blooms has been observed, frequently associated with the dinoflagellate *Karenia selliformis* and the raphidophyte *Heterosigma akashiwo*. Both species have been reported as neurotoxin-producers, which may explain fish mortality. In this study, the cytotoxic and neurotoxic potential of two Chilean strains of *H. akashiwo* (CREAN_HA03) and *K. selliformis* (CREAN_KS02) at the stationary growth phase was evaluated. Cytotoxicity (MTT test) was assessed on biomass and exudates, and the neurotoxic potential was measured using the cell-based Neuro2a assay, in order to search for blocking (TTX-like) or activating (brevetoxin-like) voltage-gated sodium channels (VGSC) toxins. Neither cytotoxic nor neurotoxic effects were observed in *H. akashiwo* extracts, which contrasts with previous results from our laboratory using a different strain from New Zealand (CCMP302). On the contrary, biomass and exudates extracts from *K. selliformis* showed cytotoxicity with an IC₅₀ of 28 µg mL⁻¹ and 0.83 µg mL⁻¹, respectively. Exudate extracts using the Diaion HP20 resin did not show any effect on VGSC, which suggests that neurotoxic mechanisms are not involved in the ichthyotoxicity of *K. selliformis* (at evaluated conditions). These results have important implications for the understanding of FKA toxic mechanisms.





14. Harmful Algae Monitoring on San Jorge Bay in Antofagasta, Chile. Kyoko Yarimizu, Carlos Riquelme, Henry Cameron, Vladimir Ávalos, Stephanie Barria, So Fujiyoshi, Joaquín-Ignacio Rilling, **Emma-Karin Cascales, Jonnathan Vilugrón, Oscar Espinoza-González, Leonardo Guzmán**, Milko A. Jorquera, Satoshi Nagai and Fumito Maruyama.



SURVEILLANCE AND MANAGEMENT



Harmful Algae Monitoring on San Jorge Bay in Antofagasta, Chile

Kyoko Yarimizu¹, Carlos Riquelme², Henry Cameron², Vladimir Ávalos², Stephanie Barria², So Fujiyoshi¹, Joaquín-Ignacio Rilling³, Emma-Karin Cascales⁴, Jonnathan Vilugrón⁴, Oscar Espinoza-González⁴, Leonardo Guzmán⁴, Milko A. Jorquera⁴, Satoshi Nagai⁴, Fumito Maruyama⁴

¹ Hiroshima University, 1-3-2 Kagamiyama Higashi-Hiroshima City, Hiroshima, 739-8511, Japan. ² Universidad de Antofagasta, Moneda 673 Piso 8, Santiago, Chile. ³ Universidad de La Frontera, Av. Francisco Salazar 01145 Montevideo 375, Chile. ⁴ Instituto de Fomento Pesquero, Chile. ⁵ Japan Fisheries Research and Education Agency, Japan.

kyokoyarimizu@gmail.com

San Jorge Bay is located on the coast of Antofagasta, adjacent to the Atacama Desert in northern Chile. The area is experiencing an increasing number of Harmful Algae Blooms (HABs), and phytoplankton-derived toxins contaminate the local bivalves, leading to economic damages to the country. However, the information on HABs in this area is currently limited. The most recent HAB in San Jorge Bay occurred in November 2018 with multi-dominant phytoplankton species and was one of the largest HABs in Chilean history, resulting in massive jellyfish and squid mortalities. We started monitoring the San Jorge Bay during this HAB occurrence and continued it for 16 months, collecting information on abiotic and biotic parameters at six sampling stations. Through three cases of HABs that occurred during the study period, we evidenced that water temperature was the most influential driving factor for the three HABs, and 18°C was the optimum temperature for the local phytoplankton growth. We also confirmed that San Jorge Bay is nitrogen-limited. The phytoplankton composition varied between sampling stations and sampling dates, suggesting that each geography has unique microbiological characteristics. Additionally, we used 18S rRNA metabarcoding analysis to confirm in San Jorge Bay the presence of several prominent toxin-producing phytoplankton, such as *Dinophysis acuminata*, *Alexandrium ostenfeldii*, *Pseudochattonella forcimen*, *Pseudochattonella verruculosa*, and *Pseudo-nitzschia australis*. These results contain valuable information for characterizing the local HABs and for strategizing the mitigation of ecological and economic damages caused by local HABs.





Resúmenes presentados en el XLI Congreso de Ciencias del Mar, 23 – 27 de mayo 2022, Concepción, Chile (presencial).

a) Contribuciones CREAN como institución principal:

1. Diversidad, abundancia y distribución de quistes de dinoflagelados en sedimentos superficiales de Magallanes (Patagonia, Chile) en relación a parámetros ambientales **Pablo Salgado**, Gemita Pizarro, Carolina Toro, Marco Pinto, Karen Manríquez, Roberto Raimapo, Rodrigo Torres, Emilio Alarcón, Leonardo Guzmán, Emma Cascales.

Diversidad, abundancia y distribución de quistes de dinoflagelados en sedimentos superficiales de Magallanes (Patagonia, Chile) en relación a parámetros ambientales

Modalidad: Oral

Salgado Pablo¹, Pizarro Gemita¹, Toro Carolina¹, Pinto Marco², Manriquez Karen³, Raimapo Roberto⁴, Torres Rodrigo⁴, Alarcón Emilio⁴, Guzmán Leonardo², Cascales Emma²

¹Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Punta Arenas, Chile. pablo.salgado@ifop.cl

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

³Departamento de Ecología y Biodiversidad, Facultad de Ciencias de la Vida, Universidad Andrés Bello (UNAB), Santiago, Chile

⁴Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP), Coyhaique, Chile

Durante los cruceros oceanográficos PROFAN y CIMAR 25 Fiordos, destinados a estudiar interdisciplinariamente las floraciones algales nocivas en fiordos y canales de la región de Magallanes, un total de 31 muestras de sedimento superficial fueron obtenidas entre septiembre y noviembre 2019 para conocer la diversidad, abundancia y distribución de ensambles de quistes de resistencia de dinoflagelados en relación a parámetros ambientales. Mediciones en la columna de agua superficial (0–20 m) incluyeron salinidad, temperatura, nitratos, fosfatos, silicatos, oxígeno disuelto y clorofila-*a*, y en sedimentos la materia orgánica. Resultados mostraron una alta diversidad de especies, registrando 56 tipos de quistes, entre éstos, 11 especies no reportadas anteriormente para el sur de Chile. Heterótrofos dominaron los ensambles. Se identificaron 35 taxones heterótrofos y 14 autótrofos, entre estos últimos a los productores de toxinas *Alexandrium catenella*, *Alexandrium ostenfeldii*, *Protoceratium reticulatum*, *Gonyaulax spinifera*, y cf. *Lingulodinium polyedra*. Las abundancias totales de los ensambles variaron entre 145 (Glaciar Pío XI) y 5423 (Bahía Inútil) quistes cm⁻³ de sedimento (promedio $\pm$ DS de 1246 ± 1061 quistes cm⁻³). Según las abundancias de los 56 tipos de quistes en las 31 estaciones, análisis de conglomerados y nMDS (estrés = 0.16) mostraron la formación significativa de 7 grupos de ensambles. Análisis de redundancia de todos los parámetros mostró la relación entre la clorofila-*a* y las especies productoras de yessotoxinas *P. reticulatum* y *G. spinifera* en Bahía Inútil, la de la materia orgánica se relacionó con especies heterótrofas, y la de los nitratos y fosfatos con una baja presencia de quistes en glaciar Pío XI.



2. Distribución de quistes de resistencia de *Scrippsiella precaria* (Dinoflagellata) en sedimentos del Biobío previo a la floración de enero 2022. **Pablo Salgado**, Héctor Tardón, Oscar Espinoza-González.

Distribución de quistes de resistencia de *Scrippsiella precaria* (Dinoflagellata) en sedimentos del Biobío previo a la floración de enero 2022

Modalidad: Panel

Salgado Pablo¹, Tardón Héctor², Espinoza-González Oscar²

¹Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Punta Arenas, Chile. pablo.salgado@ifop.cl

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

El género de dinoflagelado *Scrippsiella* es un miembro común del fitoplancton y sus quistes de resistencia son reportados con frecuencia en sedimentos costeros de todo el mundo. Durante el Programa de Manejo y Monitoreo de Floraciones Algaes Nocivas y Toxinas Marinas en el Océano Pacífico del Centro Sur de Chile (36–44° S), llevado a cabo por IFOP (etapa IV 2021–2022), muestras de sedimento superficial de la Región del Biobío arrojaron elevados números de quistes de *Scrippsiella precaria*. Un total de 15 muestras fueron obtenidas desde la costa, y a 2, 5 y 10 millas náuticas frente a Llico, Tubul, Colcura (Golfo de Arauco) y Bahía Coliumo en diciembre de 2021. Los análisis mostraron que los quistes de *S. precaria* fueron redondos, caracterizándose, en general, por presentar espinas

calcáreas puntiagudas y un cuerpo de acumulación rojo. En ocasiones las espinas fueron más cortas o estuvieron ausentes. Quistes vacíos (germinados) presentaron un arqueopilo que representó la pérdida de paraplasmas epitocales. En general, la relación entre quistes con protoplasma y quistes vacíos fue cercana a 1 (52:48). Las abundancias más bajas se presentaron frente a Coliumo y Llico (promedio $\pm$ DS de $3,8 \pm 7,5$ y $34,7 \pm 49,3$ quistes cm^{-3} de sedimento, respectivamente) y las más altas en Tubul y Colcura ($528,6 \pm 745,3$ y $4135,3 \pm 4729,6$ quistes cm^{-3} , respectivamente). Las estaciones de Colcura 5 y 10 millas presentaron extremadamente altas abundancias (10530 y 4872 quistes cm^{-3} , respectivamente) pudiendo ser esa zona la fuente del inóculo que inició la floración de enero 2022 en el Golfo de Arauco.

Financiamiento: Programa de Manejo y Monitoreo de Floraciones Algaes Nocivas y Toxinas Marinas en el Océano Pacífico del Centro Sur de Chile (36–44° S). Convenio Subpesca-MINECOM-IFOP, etapa IV 2021–2022



3. Dinámicas comunitarias del fitoplancton en ambientes contrastantes de la costa sur de Chile.
Gonzalo Fuenzalida, Roland Sánchez, Andrea Silva, Oscar Espinoza-González, Leonardo Guzmán.

Dinámicas comunitarias del fitoplancton en ambientes contrastantes de la costa sur de Chile

Modalidad: Oral

Fuenzalida Gonzalo¹, Sanchez Roland², Silva Andrea^{2,3}, Artal Osvaldo⁴, Cascales Emma⁴, Espinoza-González Oscar⁴, Guzmán Leonardo⁴

¹Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero, Puerto Montt, Chile.

²Instituto de Ciencias Ambientales y Evolutivas, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile

³AUSTRAL-omics, Vicerrectoría de Investigación, Desarrollo y Creación Artística, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile

⁴CTPA-Putemún, Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Castro, Chile

Estudios basados en la secuenciación del ADN ambiental (eDNA) han revelado la inmensa diversidad de microorganismos a través de los océanos; sin embargo, estos estudios son escasos en la costa del Pacífico Sur. En este trabajo, describimos la diversidad molecular de las comunidades de microfitoplancton y su variación temporal en dos áreas biogeográficas con características oceanográficas contrastantes: Fiordos/Canales versus el Océano Pacífico expuesto (36° S a 53° S), áreas que durante los últimos años han experimentado un aumento en la frecuencia e intensidad de las Floraciones de Algas Nocivas (FAN). Utilizando un enfoque molecular basado en metabarcoding, secuenciamos un

fragmento del gen ribosomal 18S, el cual nos permitió describir la diversidad y composición comunitaria de las principales clases que componen microfitoplancton: *Dinophyceae* y *Bacillariophyta*. Las ASVs (Amplicon Sequence Variants) asignadas a estas clases muestran diferencias en riqueza y dominancia entre ambas áreas estudiadas. El patrón de diversidad descrito en este trabajo evidencia una separación espacial entre la zona de fiordos/canales con respecto al Océano Pacífico expuesto, el cual puede ser asociado a parámetros ambientales (temperatura, salinidad, nutrientes) característicos entre ambas zonas estudiadas los que determinarían la distribución espacial de esta diversidad. La información generada en este estudio representa un aporte para futuros estudios relacionados con los factores que determinan las fluctuaciones en la diversidad de comunidades fitoplanctónicas y que eventualmente desencadenarían una floración algal nociva.



4. Comportamiento contrastante de los dinoflagelados tóxicos más frecuentes en la Patagonia Chilena: *A. catenella* y *D. acuminata*. **Javier Paredes-Mella**, Jorge I. Mardones, Luis Norambuena, Gonzalo Fuenzalida, Gissela Labra, Oscar Espinoza-González, Leonardo Guzmán.

Comportamiento contrastante de los dinoflagelados tóxicos más frecuentes en la Patagonia Chilena: *Alexandrium catenella* y *Dinophysis acuminata*

Modalidad: Oral

Paredes-Mella Javier¹, Mardones Jorge I.¹, Norambuena Luis¹, Fuenzalida Gonzalo¹, Labra Gissela¹, Espinoza-González Oscar¹, Guzmán Leonardo¹

¹Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Puerto Montt, Chile. javier.paredes@ifop.cl

Sesión Temática
Algas

En la Patagonia Chilena, *A. catenella* y *D. acuminata* son dinoflagelados tóxicos detectados con una alta frecuencia en los programas de monitoreo de especies de microalgas que generan Floraciones Algas Nocivas (FANs). En este estudio, se presentan resultados de un análisis de la base de datos del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) (muestreo de alta frecuencia) y una caracterización *in vitro* de cepas de estos dinoflagelados. Los resultados muestran que *A. catenella* está asociada a aguas más oceánicas, y a través del tiempo, aparentemente ha aumentado su rango de distribución desde el sur hacia al norte de Chile. Hasta el momento, el registro más septentrional de esta especie es en la costa de la Región del Bío-Bío, y análisis de cepas aisladas desde esa región, muestran: 1) la presencia de toxinas paralizantes; 2) la agregación de secuencias en el “Grupo I” del complejo *A. tamarense*; 3) la ausencia de poro ventral entre las placas 1’ y 4’ y 4) formación de cadenas celulares. Por otra parte, el análisis de la base de datos muestra a *D. acuminata* como una especie que predomina en ambientes estuarinos. El aislamiento de cepas de *D. acuminata* corresponde al primer cultivo *in vitro* exitoso de esta especie en Chile, lo que permitió: 1) identificar a la pectenotoxina 2 (PTX2) como la única toxina producida por esta especie; 2) un morfotipo correspondiente al “Tipo I” y 1) la primera estimación de tasa de crecimiento en cultivo bajo distintas temperatura e intensidad de luz.

Financiamiento: Programa de manejo y monitoreo de floraciones algales nocivas y toxinas marinas en el océano Pacífico del centro sur de Chile (36-44° S), Etapa IV, 2021–2022. Programa de manejo y monitoreo de las mareas rojas en el sistema de fiordos y canales de Chile (XV Etapa) 2021-2022. Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño (MINECON, Convenio 2021). Subsecretaría de Pesca y Acuicultura



Contribuciones CREAN en colaboración con otras instituciones:

5. Potential use of a novel all-in microfluid dielectrophoresis integrated chip for cell living separation in aquatic microbiology research. Jacqueline Acuña, Milko A. Jorquera, Joaquín-Ignacio Rilling, Marco Campos, Tay Ruiz-Gil, Andrés Ávila, Mariela González, Henry Cameron, Carlos Riquelme, Karen Vergara, Gonzalo Gajardo, **Jonnathan Vilugrón, Gonzalo Fuenzalida, Oscar Espinoza-González, Leonardo Guzmán**, Kyoko Yarimizu, So Fujiyoshi, Fumito Maruyama.

Potential use of a novel all-in-one microfluidic dielectrophoresis integrated chip for cell living separation in aquatic microbiology research

Modalidad: Panel

Acuña Jacqueline J.¹, Jorquera Milko A.¹, Rilling Joaquín-Ignacio¹, Campos Marco², Ruiz-Gil Tay³, Ávila Andrés², Gonzalez Mariela², Cameron Henry³, Riquelme Carlos³, Vergara Karen⁴, Gajardo Gonzalo⁴, Vilugrón Jonnathan⁵, Fuenzalida Gonzalo⁵, Espinoza-González Oscar⁵, Guzmán Leonardo⁵, Yarimizu Kyoko⁶, Fujiyoshi So⁶, Maruyama Fumito⁶

¹Scientific and Biotechnological Bioresource Nucleus, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile. jacqueline.acuna@ufrontera.cl

²Departamento de Ingeniería Matemática, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile

³Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Biológicos, Universidad de Antofagasta, Antofagasta, Chile

⁴Departamento de Ciencias Biológicas y Biodiversidad, Universidad de Los Lagos, Osorno, Chile

⁵Instituto de Fomento Pesquero, Puerto Montt, Chile

⁶Office of Research and Academia-Government-Community Collaboration, Hiroshima University, Hiroshima, Japón

Microfluidic dielectrophoresis (DEP) coupled with cell-living separation have been widely applied techniques, particularly for cellular biology research and medicine. However, cell separation devices are mostly limited by their capabilities to select and concentrate living cells based on their size. Cell living separation systems for aquatic samples, which contains a huge diversity of cell types, appear as

an attractive technique to be used in marine microbiology, such as algal blooms studies. Here, we introduced the new microfluidic DEP device coupled to microscopy for a rapid and semi automated cell separation. The DEP-based cell separation integrated chip allows to concentrate and enumerate living cells from a small sample volume (0.5-1 mL) in 30 min without any pre-treatment of the sample. In addition, this system efficiently segregates bacterial cells in liquid samples, enriching one cell type from two mixed eukaryotic cell types. Our assays also have revealed that the bacteria remaining rate from algal culture solution was 0.30 %, whereas 0.96 % correspond to dead cells and debris. The DEP-based cell separation integrated chip represents a rapid, label-free, all-in-one continuous cell separation device. We believe that our system can provide advantages and new values in the aquatic microbiology studies, particularly in those where bacteria-algae interactions are pivotal, such as toxic algal and cyanobacterial bloom which are important for the ecosystem, public health and social-economy at local level.

Financiamiento: Monitoring Algae in Chile (MACH, code JPMJSA1705) by Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development (SATREPS), Japan. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Universidad de La Frontera



6. Comunidad fitoplanctónica del sistema estuarino Reloncaví. Cambios espacio temporales debido a condiciones oceanográficas e hidroclimáticas. Sara Arenas-Urbe, Camila Schwerter, Pilar Navarro, Guido Mancilla-Gutiérrez, Pamela Linford, Elías Pinilla, Sergio Contreras, **Oscar Espinoza-González**, Patricio Díaz, Iván Santos-Pérez, Facundo Barrera.

Comunidad fitoplanctónica del sistema estuarino Reloncaví. Cambios
espaciotemporales debido a condiciones oceanográficas e hidroclimáticas

Modalidad: Oral

Arenas-Urbe Sara^{1,4}, Schwerter Camila⁴, Navarro Pilar⁴, Mancilla-Gutiérrez Guido⁴, Linford Pamela², Pinilla Elías⁶, Contreras Sergio^{3,7}, Espinoza-González Oscar⁸, Díaz Patricio^{4,9}, Pérez-Santos Iván^{4,10,11}, Barrera Facundo²

¹Programa de Magíster en Ecología Marina, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile. sarenas@magister.ucsc.cl

²Centro del Clima y la Resiliencia (CR)2, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile

³Centro de Investigación en Biodiversidad y Ambientes Sustentables Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile

⁴Centro i-mar, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile

⁵Programa de Doctorado en Ciencias, mención Conservación y Manejo de Recursos Naturales, Universidad de los Lagos, Puerto Montt, Chile

⁶Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), CTPA-Putemún, Castro, Chile

⁷Depto. de Química Ambiental, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile

⁸Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Puerto Montt, Chile

⁹CeBiB, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile

¹⁰Center for Oceanographic Research COPAS Sur-Austral and COPAS COASTAL, Universidad de Concepción, Concepción, Chile

¹¹Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP), Coyhaique, Chile

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 con complejas interacciones tierra-océano y fluctuaciones estacionales que sostienen alta producción biológica. Fenómenos naturales como floraciones de algas nocivas (FAN), impactan directa o indirectamente sobre el socio-ecosistema circundante, con efectos adversos sobre otras comunidades marinas, la explotación acuícola, salud humana y turismo. En este contexto, se realizaron muestreos espaciotemporales en el SER durante 2018-2022, donde se midieron variables fisicoquímicas y biológicas, con énfasis en la comunidad fitoplanctónica. Se identificaron un total de 115 especies de fitoplancton, pertenecientes a 5 grupos taxonómicos: diatomeas, dinoflagelados, zoomastigóforos, ciliados y euglenofíceas. Se detectó la presencia de géneros potencialmente nocivos como *Pseudo-nitzschia*, *Dinophysis* y *Protoceratium*. El análisis de correspondencia canónica arrojó que la comunidad fitoplanctónica varió con las propiedades fisicoquímicas del agua y entre épocas hidroclimáticas, en particular géneros como *Pseudo-nitzschia* (ácido domoico) o *Skeletonema* (daño mecánico) estuvieron asociadas a bajas salinidades, aumentos de temperatura y cambios en la disponibilidad de nutrientes. La interpretación de los resultados de este estudio sugiere que los cambios en la diversidad fitoplanctónica, remineralización y uso de nutrientes en un contexto de cambio climático (i.e. altas temperaturas y déficit hídrico) podrían generar un aumento progresivo en la ocurrencia y densidad de eventos FAN con consecuencias sociales y económicas perjudiciales para las comunidades costeras.



7. Spatiotemporal variability of lipophilic toxin producers from a “hotspot” in Chilean fjords system. Diner Bernal, Iván Pérez-Santos, Gonzalo Álvarez, Beatriz Reguera, **Loreto López**, Alondra Sandoval, Camila Schweter, Claudia Aracena, Manuel Díaz, Michael Araya, Francisco Álvarez and Patricio Díaz.

Spatiotemporal variability of lipophilic toxic-producers from a “hotspot” in Chilean fjords system

Modalidad: Oral

Libro de Resúmenes XLI Congreso de Ciencias del Mar – Versión preliminar

91

Sesión Temática
Algas

Bernal Diner¹, Pérez-Santos Iván^{1,2}, Álvarez Gonzalo^{3,4}, Reguera Beatriz⁵, López Loreto⁶, Sandoval Alondra⁷, Schweter Camila¹, Aracena Claudia⁷, Díaz Manuel⁸, Araya Michael⁴, Álvarez Francisco³, Díaz Patricio^{1,8}

¹Centro i²mar, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile.

²COPAS Sur-Austral, Universidad de Concepción, Campus Concepción, Concepción, Chile

³Departamento de Acuicultura, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile

⁴Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas (CIDTA), Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile

⁵Centro Oceanográfico de Vigo, Instituto Español de Oceanografía (IEO), Vigo, España

⁶Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero, Puerto Montt, Chile

⁷Programa de Investigación Pesquera, Instituto de Acuicultura, Universidad Austral de Chile, Puerto Montt, Chile

⁸Programa de Investigación Pesquera, Instituto de Acuicultura, Universidad Austral de Chile, Puerto Montt, Chile

⁹CeBiB, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile

Harmful algal blooms (HAB) of toxin-producing microalgae are recurrent in Chilean Fjord System. Diarrhetic shellfish poisoning (DSP) events caused by endemic species of the genus *Dinophysis*, mainly *D. acuta* and *D. acuminata*, producers of lipophilic toxins (okadaic acid, OA and derivatives; pectenotoxins, PTX), constitute a big threat to public health and artisanal fisheries in that region. Nevertheless, little is known about the environmental factors controlling these outbreaks in the Chilean fjords. From January 2018 to July 2019, 18 monthly one-day cruises were carried out at a fixed sampling station in Puyuhuapi Fjord —a “hotspot” area for *Dinophysis* in Southern Chile— to parameterize fjord conditions associated with bloom development and fine-scale distribution. At each cruise, vertical profiles of Conductivity-Temperature-Depth (CTD) casts as well as water samples at 2m intervals from surface to 20m depth (Niskin bottles) for microphytoplankton and toxins analyses were collected. Vertical hauls (0-20m) with a 20-µm mesh net were collected for lipophilic toxin analyses. *Dinophysis acuta* was present as a sub-surface thin layers with a cell maximum of 452,000 and 35,800 cells L⁻¹ in February (austral mid-summer) 2018 and 2019, respectively. In both cases, associated with a maximum density gradient (6-8 m), while *D. acuminata* was present in lower densities, with maximum of 6,600 and 4,400 cells L⁻¹. In addition, the presence of *Mesodinium rubrum* did not exceed 400 cells L⁻¹. Toxins analysis showed the presence of OA, dinophysistoxin-1 (DTX1) and PTX2 in addition to yessotoxins (YTX) associated with the co-occurrence of *Protoceratium reticulatum*. The presence of winter cells was very scarce, but toxins (mainly OA) were present throughout the year. The identification and parameterization of the “driving force” that promote these exceptional events are discussed here.

Financiamiento: Fondecyt 11170682; REDES170101; IGCP 681



8. Small-scale biophysical interactions in *Dinophysis* populations in a high stratified Chilean fjord. Patricio Díaz, Iván Pérez-Santos, Gonzalo Álvarez, René Garreaud, Francisco Rodríguez, Ángela Baldrich, Michael Araya, Francisco Álvarez, Manuel Díaz, **Oscar Espinoza-González**, Beatriz Reguera.

Sesión Temática
Oceanografía Biológica

Small-scale biophysical interactions in *Dinophysis* populations in a high stratified Chilean fjord

Modalidad: Panel

Díaz Patricio^{1,2}, Pérez-Santos Iván^{1,3,4}, Álvarez Gonzalo^{5,6}, Rodríguez Francisco⁷, Baldrich Ángela¹, Araya Michael⁶, Álvarez Francisco⁵, Díaz Manuel⁷, Espinoza-González Oscar⁸, Reguera Beatriz⁹

¹Centro i²mar, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile. patricio.diaz@ulagos.cl

²CeBiB, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile

³Centro de Investigación Oceanográfica COPAS Sur-Austral, Universidad de Concepción, Concepción, Chile

⁴Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP), Coyhaique, Chile

⁵Departamento de Acuicultura, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile

⁶Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas (CIDTA), Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile

⁷Instituto de Acuicultura & Programa de Investigación Pesqueros, Universidad Austral de Chile, Puerto Montt, Chile

⁸Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero, Puerto Montt, Chile

⁹Centro Oceanográfico de Vigo, Instituto Español de Oceanografía (IEO-CSIC), Vigo, España

Diarrhetic shellfish poisoning (DSP) toxins and pectenotoxins (PTX) produced by endemic species of the genus *Dinophysis*, mainly *D. acuta* and *D. acuminata*, pose a big threat to public health, artisanal fisheries and the mussel industry in Southern Chile. Despite their socioeconomic impact, little is known about the environmental factors controlling DSP outbreaks in the Chilean fjords. Small-scale measurements of phytoplankton and physical processes were made during a 48h cycle from 22 to 24 March 2017 in Puyuhuspi fjord (Chilean Patagonia). The objective of this work was to elucidate small-scale physical-biological interactions leading to subsurface aggregations of the toxin producer *Dinophysis acuta* in the autumn. Vertical profiles of density (kg m^{-3}), temperature ($^{\circ}\text{C}$), in vivo fluorescence ($\mu\text{g equiv. Chl a L}^{-1}$) and dissolved oxygen (mL L^{-1}) (CTD casts), as well as water samples for microphytoplankton and vertical hauls (0-20m) with a 20- μm mesh net for lipophilic toxin analyses. Okadaic acid (OA), dinophysistoxin-1 (DTX1) and PTX2 were the predominant toxins in addition to yessotoxins (YTX) associated with the co-occurrence of *Protoceratium reticulatum*. The short-term impact of the local environment conditions (tides, wind, turbulence and fresh water input) in these populations of lipophilic toxic-producers and the role on the fine-scale cells distribution in a high stratified Chilean fjord is discussed.

Financiamiento: Fondecyt 11170682; Observatorio Marino Reloncaví (OMARE)



9. Atributos biológicos de poblaciones de *Durvillaea incurvata* distribuidas desde Chiloé hasta Valparaíso: proporción sexo, crecimiento y comunidad asociada. Alfonso Gutierrez, Lucía De la Fuente, Luis Henríquez-Antipa, Cristian Valenzuela, Andrea Zuñiga, **Javier Paredes-Mella**.

Atributos biológicos de poblaciones de *Durvillaea incurvata* distribuidas desde Chiloé hasta Valparaíso: proporción sexo, crecimiento y comunidad asociada

Modalidad: Panel

Gutiérrez Alfonso¹, De la Fuente Lucía², Henríquez-Antipa Luis³, Valenzuela Cristian⁴, Zuñiga Andrea⁵, Paredes-Mella Javier⁵

¹Depto. de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile. agutierrez@ulagos.cl

²Depto. de Acuicultura y Recursos Agroalimentarios, Universidad de Los Lagos, Osorno, Chile.

³Depto. de Repoblación y Cultivo, Instituto de Fomento Pesquero, Puerto Montt, Chile

⁴Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Puerto Montt, Chile

⁵Instituto Fomento Pesquero, **CREAN**, Puerto Montt, Chile

En Chile, *Durvillaea* (cochayuyo) es uno de los principales géneros de macroalgas que se identifican como alimento humano e ingenieros de ecosistemas. El desembarque anual de cochayuyo ha ido aumentando progresivamente desde 6.048 ton. para el año 2010 a 7.709 ton. para el año 2020, con un máximo de 11.458 ton el 2018. Esta alta presión de extracción puede dar como resultado la sobreexplotación de poblaciones afectando también a la comunidad de especies asociadas a los parches de cochayuyo. En este escenario, se hace necesario generar información de los atributos poblacionales que puedan contribuir a su manejo. En este trabajo se presentan resultados de la caracterización biológica de 5 poblaciones de *D. incurvata*, las que se extienden a lo largo de la distribución de la especie. Se evaluó la proporción de sexo poblacional, liberación de gametos, generación de embriones y crecimiento en hatchery. Para esto se recolectó tejido reproductivo (n = 30) de poblaciones del intermareal rocoso en las localidades de Pucatrihue (Osorno, Los Lagos), Mar Brava (Ancud, Chiloé), Corral (Valdivia), Punta Lavapié (Arauco, Bío Bío) y El Tabo (Valparaíso). Adicionalmente se registró las especies asociadas a los parches de cochayuyo en cada una de estas

localidades. Los resultados mostraron que la proporción de sexo tendió a 1:1; diferencias en la densidad de gametos liberados y su calidad; y diferencias en las tasas de crecimiento entre poblaciones. En tanto que se observó una leve variación latitudinal de la estructura comunitaria. Se discuten los efectos temporales-espaciales que habrían influenciado estas diferencias. Esta información es relevante como línea de base para manejar poblaciones con alta presión de pesca.

Financiamiento: FONDEF. Concurso IDeA I+D 2020 (ID20I10354)



10. Floración de alta biomasa del dinoflagelado *Lepidodinium chlorophorum* en Patagonia Noroccidental: Mecanismos de iniciación, mantención y disipación. Guido Mancilla-Gutierrez, Iván Pérez-Santos, René Garreaud, Gonzalo Saldías, Carlos Lara, Loreto López, Facundo Barrera, Paula Aguayo, Camila Schwerter, Ángela Baldrich, Patricio Díaz.

Floración de alta biomasa del dinoflagelado *Lepidodinium chlorophorum* en Patagonia Noroccidental: mecanismos de iniciación, mantención y disipación

Modalidad: Oral

Mancilla-Gutiérrez Guido^{1,2}, Pérez-Santos Iván^{2,3,4}, Garreaud René^{5,6}, Saldías Gonzalo S.^{7,8}, Lara Carlos^{9,10}, López Loreto¹¹, Barrera Facundo^{12,13}, Aguayo Paula¹⁴, Schwerter Camila², Baldrich Ángela^{2,15}, Díaz Patricio^{2,15}

¹Carrera de Ingeniería Ambiental, Universidad de los Lagos, Puerto Montt, Chile.

²Centro I+D+i, Universidad de los Lagos, Puerto Montt, Chile

³Centro de Investigación Oceanográfica COPAS Sur-Austral, Universidad de Concepción, Concepción, Chile

⁴Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP), Coyhaique, Chile

⁵Departamento de Geofísica, Universidad de Chile, Santiago, Chile

⁶Center for Climate and Resilience Research (CR2), Santiago, Chile

⁷Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile

⁸Centro FONDAP de Investigación en Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL), Valdivia, Chile

⁹Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile

¹⁰Centro de Investigación en Recursos Naturales y Sustentabilidad, Universidad Bernardo O'Higgins, Santiago, Chile

¹¹Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Puerto Montt, Chile

¹²Center for Climate and Resilience Research (CR2), Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile

¹³Departamento de Química Ambiental, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile

¹⁴Centro de Biotecnología y Bioingeniería (CeBiB), Universidad de Chile, Santiago, Chile

¹⁵Centro de Biotecnología y Bioingeniería (CeBiB), Universidad de los Lagos, Puerto Montt, Chile

Las floraciones de algas nocivas (FAN) generan severos impactos en las actividades económicas costeras. Estos eventos son recurrentes en fiordos y canales de la Patagonia Chilena. Los estudios se han centrado principalmente en especies productoras de biotoxinas marinas e ictiotóxicas, mientras las FAN de alta biomasa han sido escasamente estudiadas. Este grupo de microalgas, que incluye al dinoflagelado *Lepidodinium chlorophorum*, pueden generar anoxia y/o daño mecánico a organismos acuáticos. Durante verano e inicios de otoño 2020, *L. chlorophorum* generó una intensa floración en el mar interior de las regiones de Aysén y Los Lagos. En este contexto, durante abril de 2020 se realizó

una campaña oceanográfica en Seno Reloncaví con el objetivo de caracterizar el evento y condiciones físico-químicas presentes. Se visitaron 5 estaciones en un transecto de 20 km entre la zona media del Seno Reloncaví y Canal Tenglo. En cada estación se realizaron perfiles verticales de CTDO (0-30 m) y se recolectaron muestras de agua para análisis de fitoplancton entre 0-30 m. Los resultados mostraron máximos de clorofila *a* (chl-*a*) de 115 µg L⁻¹, asociados a una fuerte estratificación termohalina y alta concentración de oxígeno disuelto (13.3 mg/L), coincidiendo con máximos superficiales de *L. chlorophorum* de 6x10⁶ cel/L. Un análisis de nicho mostró que esta especie comparte un nicho similar a *Skeletonema costatum*. Finalmente, se discuten en detalle las condiciones hidroclimáticas que dieron origen a esta intensa floración, así como los mecanismos de mantención y declive —este último asociado al paso de un intenso río atmosférico por la zona— registrados a través de imágenes satelitales.

Financiamiento: Observatorio Marino Reloncaví (OMARE); CeBiB



11. Suitcase Lab: new, portable, and deployable equipment for rapid detection of specific harmful algae in Chilean coastal waters. Tay Ruiz-Gil, Milko A. Jorquera, Jacqueline Acuña, Joaquín-Ignacio Rilling, Marco Campos, Andrés Ávila, Mariela González, Henry Cameron, Carlos Riquelme, Karen Vergara, Gonzalo Gajardo, **Jonnathan Vilugrón, Gonzalo Fuenzalida, Oscar Espinoza-González, Leonardo Guzmán**, Kyoko Yarimizu, So Fujiyoshi, Fumito Maruyama, Satoshi Nagai, Shoko Ueki, Mikihiro Kawai.

Suitcase Lab: new, portable, and deployable equipment for rapid detection of specific harmful algae in Chilean coastal waters

Modalidad: Oral

Ruiz-Gil Tay¹, Jorquera Milko A.¹, Acuña Jacqueline J.¹, Rilling Joaquín-Ignacio¹, Campos Marco², Ávila Andrés², González Mariela², Cameron Henry³, Riquelme Carlos³, Vergara Karen⁴, Gajardo Gonzalo⁴, Vilugrón Jonnathan⁵, Fuenzalida Gonzalo⁵, **Espinoza-González Oscar⁵**, Guzmán Leonardo⁵, Yarimizu Kyoko⁶, Fujiyoshi So⁶, Maruyama Fumito⁶, Nagai Satoshi⁷, Ueki Shoko⁸, Kawai Mikihiro⁹

¹Scientific and Biotechnological Bioresource Nucleus, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile. tayruizbio@gmail.com

²Departamento de Ingeniería Matemática, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile

³Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Biológicos, Universidad de Antofagasta, Antofagasta, Chile

⁴Departamento de Ciencias Biológicas y Biodiversidad, Universidad de Los Lagos, Osorno, Chile

⁵Instituto de Fomento Pesquero, Puerto Montt, Chile

⁶Office of Research and Academia-Government-Community Collaboration, Hiroshima University, Hiroshima, Japón

⁷Japan Fisheries Research and Education Agency, Fisheries Resources Institute, Yokohama, Japón.

⁸Institute of Plant Science and Resources, Okayama University, Japón

⁹Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University, Kyoto, Japón

Harmful algal blooms (HAB) have serious impacts on ecosystem, public health, and productivity activities; therefore, their rapid detection and monitoring are important to reduce HAB-related impacts. Here, we introduce a portable toolkit, called as the Suitcase Lab (SL), to detect *in situ* specific HAB species. We designed, built and investigated the use of SL during sampling, filtration, DNA extraction, and detection by loop-mediated isothermal amplification (LAMP) of *Alexandrium catenella* cells. *In situ* detection of *A. catenella* in seawater samples was performed within 2 h from the sampling (even at a single cell per milliliter of seawater), demonstrating its usefulness for quick, sensible and

qualitative on-site diagnosis of targeted HAB species. In addition, LAMP-specific primers for other 5 representative *Alexandrium* spp. (*A. affine*, *A. pacificum*, *A. fraterculus*, *A. ostenfeldii*, and *A. tamivanichii*) were also developed. The SL can also be applicable for specific detection of HABs-associated bacteria, HAB-bacteria interaction gene or HAB-toxin gene. Finally, SL was used in 2h-technical training sessions in 5 institutions throughout Chile: Antofagasta University, La Frontera University (Temuco), Los Lagos University (Osorno), and IFOP (Puerto Montt and Punta Arenas). The SL showed to be very intuitive and appropriately operated for technicians and students without molecular skills, suggesting its potential use by another user stakeholders (e.g., artisanal fishermen, aquaculturists, governmental employer, etc.), according to the local interest and needs. Currently, a version 2.0 of SL is being developed to do quantitative molecular detection of HAB species and their microbiome using portable PCR and sequencer equipment.

Financiamiento: Monitoring Algae in Chile (MACH, code JPMUSA1705) by Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development (SATREPS), Japan. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Universidad de La Frontera



Programa y resúmenes del Simposio “Floraciones de Algas Nocivas en Chile: 50 años de historia, construyendo un camino hacia ICHA 2025”, realizado en el Congreso de Ciencias del Mar, mayo 2022, Concepción, Chile (presencial).

FORMULARIO DE PROPUESTA DE SIMPOSIO

(todos los campos son obligatorios)

Título del Simposio: Floraciones de Algas Nocivas en Chile: 50 años de historia, construyendo un camino hacia ICHA 2025.

Coordinador/a Principal: Pamela Carbonell Arias

Afiliación(es): Instituto de Fomento Pesquero

Dirección: Padre Harter #574 – Puerto Montt

Celular: +56950142066

Correo Electrónico: pamela.carbonell@ifop.cl

Resumen General y Objetivos del Simposio (máximo 250 palabras): Las Floraciones Algas Nocivas (FAN), son eventos naturales de importancia mundial. En Chile, desde los años setenta, se han registrado diversas floraciones en fiordos y canales (41°-55°S) de los géneros *Alexandrium*, *Dinophysis*, *Protoceratium* y *Pseudo-nitzschia*, de los cuales, algunas de sus especies, tienen la capacidad de sintetizar potentes toxinas, tales como paralizantes, diarreicas y amnésicas, además de otras toxinas lipofílicas, las que pueden afectar desde aves y mamíferos marinos, hasta el ser humano. En los últimos años, han ocurrido otras floraciones de géneros como *Karenia*, *Heterosigma* y *Pseudochattonella*, que han repercutido fuertemente sobre las economías y entorno social de los territorios afectados, debido a su potente efecto ictiotóxico generando altas mortalidades de peces en cultivo, reducción en los desembarques de pesquerías bentónicas, y mortalidades de diferentes niveles tróficos. Asimismo, se han detectado azaspirácidos y pinatoxinas ligadas a especies de *Azadinium* y *Vulcanodinium*, respectivamente, pero no se ha confirmado la microalga productora. Diversos grupos, abordan variadas investigaciones para entender los complejos procesos multifactoriales que caracterizan a estas floraciones, además de sus impactos sociales, económicos, y las formas en que las comunidades costeras responden a estos fenómenos. El objetivo de este simposio es integrar el estado del conocimiento en nuestro país sobre las FAN, evaluar el nivel de comprensión de los procesos que las gatillan o inhiben, e identificar las brechas de conocimiento y de tecnologías para mitigar o controlar las floraciones y sus impactos, y dar cuenta de los desafíos en términos de gobernanza basadas en evidencia científica y con participación comunitaria.



08:30h – 08:35h. Bienvenida

08:35 – 08:50h.

Expositor y afiliaci3n(es): Patricio DÍaz; Universidad de Los Lagos.

Título de la Ponencia: Toxinas lipofílicas en Chile: Historia, productores e impactos.

08:50h – 09:05h.

Expositor y afiliaci3n(es): Leonardo Guzmán Méndez; Instituto de Fomento Pesquero.

Título de la Ponencia: Distribuci3n y abundancia de *Alexandrium catenella* en los fiordos de Chile

09:05h – 09:20h.

Expositor y afiliaci3n(es): Benjamín A. Suárez-Isla¹, Fernanda Barrera¹, Juliana Calbuyahue¹, Daniel Carrasco¹, Américo López-Rivera¹, Ignacio Rubilar¹, Miriam Seguel² y Carolina Tamayo¹.

¹Laboratorio de Toxinas, Instituto de Ciencias Biomédicas, Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Santiago y Castro.

²Centro Regional de Análisis de Recursos y Medio Ambiente (CERAM)
Universidad Austral de Chile, Puerto Montt, Chile.

Título de la Ponencia: Estacionalidad de la detección y la distribuci3n de la contaminaci3n por ácido domoico (VAM) en mariscos de la Regi3n de Los Lagos (2000 – 2021).

09:20h – 09:35h

Expositor y afiliaci3n(es): Laura Farías (CR)2/SECOS/DOce, UdeC; Martín Jacques Coper (CR)2/COPAS Coastal/DGEO, UdeC.

Título de la Ponencia: Factores oceanográficos y atmosféricos vinculados a FAN: una mirada integrativa desde el CR2.

09:35 – 09:50h.

Expositor y afiliaci3n(es): Gonzalo Álvarez Vergara; Universidad Católica del Norte.

Título de la Ponencia: “Floraciones Algaes Nocivas en el norte de Chile y las islas oceánicas: hallazgos recientes en dinoflagelados bentónicos potencialmente tóxicos”.

09:50 – 10:10h. Ronda de Preguntas.

10:10h - 10:30h. Tiempo para un café.

10:30h – 10:45h

Expositor y afiliaci3n(es): Allison Astuya Villal3n; Universidad de Concepci3n.

Título de la Ponencia: Desafíos en el estudio de toxinas marinas emergentes, potenciales blancos moleculares y el aporte de modelos in vitro.

10:45h – 11:00h

Expositor y afiliaci3n(es): Ana María Ugarte (CR)2, Rodolfo Sapiains (CR)2



Título de la Ponencia: Percepciones locales de las FAN en zonas costeras y desafíos para la gobernanza climática.

11:00h – 11:15h

Expositor y afiliación(es): Milko Jorquera; Universidad de La Frontera.

Título de la Ponencia: Usefulness and limitations of DNA metabarcoding for monitoring of harmful algal bloom in Chilean coastal waters.

11:15 – 11:30h.

Expositor y afiliación(es): Oscar Espinoza González; Instituto de Fomento Pesquero.

Título de la Ponencia: Roles y proyecciones del CREAN en la investigación y acciones operacionales en torno a las FAN.

11:30 – 11:50h. Ronda de Preguntas

11:50h. Cierre Simposio.



Toxinas lipofílicas en Chile: Historia, productores e impactos

Díaz Patricio^{1,2}, Álvarez Gonzalo^{3,4}, Pizarro Gemita⁵, Blanco Juan⁶, Reguera Beatriz⁷

1. Centro i~mar, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile. patricio.diaz@ulagos.cl
2. CeBiB, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile
3. Departamento de Acuicultura, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo 1281, Chile
4. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas (CIDTA), Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo 1281, Chile
5. Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Enrique Abello 0552, Punta Arenas, Chile
6. Centro de Investigaciones Mariñas (Xunta de Galicia), Apto. 13, 36620 Vilanova de Arousa, Pontevedra, España
7. Centro Oceanográfico de Vigo, (IEO, CSIC), Subida a Radio Faro 50, 36390 Vigo, España

Diversas especies de microalgas producen toxinas lipofílicas (TL) que son acumuladas por los bivalvos filtradores. Su impacto negativo en la salud humana y en la explotación de los mariscos viene determinado por el potencial tóxico de las cepas de dinoflagelados locales y las biotransformaciones específicas de las toxinas por las especies de bivalvos explotadas. Chile se ha convertido, en una década, en el principal exportador mundial de mejillones (*Mytilus chilensis*) y ostiones (*Argopecten purpuratus*) y ha implementado análisis de toxinas de acuerdo con las exigencias de los países importadores. Las especies del complejo *Dinophysis acuminata* y *Protoceratium reticulatum* son los productores de TL más extendidos y abundantes en Chile. No obstante, las cepas dominantes de *D. acuminata*, a diferencia de la mayoría de las cepas europeas ricas en ácido okadaico (AO), sólo producen pectenotoxinas (PTX), sin impacto en la salud humana. *Dinophysis acuta*, sospechosa de ser la principal causa de los brotes de intoxicación diarreica por mariscos, se encuentra en las dos regiones más meridionales de Chile, y aparentemente se ha desplazado hacia los polos. El bioensayo de ratón es el método oficial para controlar la salubridad de los mariscos en el mercado nacional. Los resultados positivos de los bioensayos de extractos de una mezcla de toxinas (algunas, como las PTXs, ya desreguladas en la UE) y otros compuestos que sólo son tóxicos por vía intraperitoneal, obligan a prohibir innecesariamente la recolección y dificultan el avance en la identificación de toxinas emergentes. Aquí se revisan 50 años de eventos de TL en Chile, y el conocimiento actual de sus fuentes, acumulación y efectos. Se sugieren mejoras en las prácticas de monitoreo y se proponen estrategias para enfrentar nuevos desafíos y responder a las principales lagunas de conocimiento.

Financiamiento: FONDECYT 11170682; FONDEF/ANID IT17F10002; PRIMROSE (EAPA_182/2016); CEBIB PIA FB0001.



“Distribución y abundancia de *Alexandrium catenella* en los fiordos de Chile”

Guzmán, Leonardo¹, Gemita Pizarro¹, Oscar Espinoza-González¹, Javier Paredes-Mella¹, Pamela Carbonell¹, Cristina Hernández², María Angélica Tocornal³ & María Isabel Banciella⁴
leonardo.guzman@ifop.cl

¹Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)

²Secretaría Regional Ministerial de Salud, Los Lagos

³Secretaría Regional Ministerial de Salud, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo

⁴Secretaría Regional Ministerial de Salud, Magallanes y Antártica Chilena

El primer registro de esta microalga y toxina paralizante de mariscos (TPM) fue en Magallanes en 1972. Luego ha ocurrido una aparente expansión de sur a norte (55° a 36°S), contradicha por datos históricos y biológicos. Los brotes de TPM han causado 36 muertes y unas trescientas intoxicaciones, pero desde 2000 no hubo casos fatales, hasta 2022. (i) son características la variabilidad interanual en la densidad de *A. catenella* y la toxicidad de los mariscos; (ii) también las diferencias temporales y espaciales entre macrorregiones y dentro de ellas; (iii) las toxicidades más altas incrementan con la latitud, pero desde 2015 se discontinuó esa tendencia; (iv) existen diferencias, según la latitud, en los períodos de incremento de la densidad de *A. catenella* y ocurren brotes de TPM; (v) durante floraciones (>300,000 cél L⁻¹) es dominante numérica, pero habitualmente es <1% de la abundancia fitoplanctónica total; (vi) las densidades en el Pacífico son más bajas que en fiordos; (vii) la floración de 2016 en el norte de los fiordos, se expandió hacia el Pacífico; (viii) aquella de 2018 mostró que los incrementos de densidad pueden explicarse por transporte pasivo de la fase móvil por vientos del S y SE y (ix) la floración de 2022 se mantuvo restringida al área sur de Aysén. La variabilidad de la densidad y las concentraciones de TPM se analizan considerando datos oceanográficos y meteorológicos de los últimos 15 años, sugiriendo que las variables climáticas y oceanográficas pueden ser los principales factores explicativos.

Financiamiento: Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño-Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.



Estacionalidad y distribución de la contaminación por ácido domoico en moluscos de la Región de Los Lagos (2000 – 2021).

Benjamín A. Suárez-Isla^{*1}, Fernanda Barrera¹, Juliana Calbuyahue¹, Daniel Carrasco¹, Américo López-Rivera¹, Ignacio Rubilar¹, Miriam Seguel², Carolina Tamayo¹.

¹Laboratorio de Toxinas, Instituto de Ciencias Biomédicas, Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Santiago y Castro.

²Centro Regional de Análisis de Recursos y Medio Ambiente (CERAM)
Universidad Austral de Chile, Puerto Montt, Chile.

*Autor correspondiente: bsuarez@u.uchile.cl

El ácido domoico (AD), una neurotoxina marina causante de la intoxicación amnésica por mariscos, se detectó por primera vez en moluscos chilenos en enero de 1997. Dada la frecuencia y amplia distribución de las especies del género *Pseudo-nitzschia* en Chile, se implementó un programa permanente de monitoreo de AD en el año 2000 (Sernapesca, PSMB). En este trabajo se analizan los resultados de fitoplancton y ácido domoico en muestras de moluscos y de agua recolectadas en áreas de producción de la Región de Los Lagos (41°30' a 42°30' S), entre los años 2000 y 2021. La concentración de AD se determinó mediante HPLC-UV de fase reversa y la concentración de *Pseudo-nitzschia* spp. por Utermohl. La presencia anual de floraciones de *Pseudo-nitzschia* spp. y de AD mostró una marcada estacionalidad durante la transición de primavera a verano y con máximos durante diciembre-enero. Las concentraciones de AD observadas entre los años 2000 y 2021 superaron en algunos casos el nivel máximo permitido (NMP) de 20 mg kg⁻¹ de tejido (94 de 57.882 muestras (0,16%) específicamente en choritos (*Mytilus chilensis*). Los niveles de AD mayores a 20 mg kg⁻¹ sólo ocurrieron en 9 de los 22 años de seguimiento continuo. Se analiza la relación de la concentración de *Pseudo-nitzschia* spp y los niveles de toxicidad para los períodos octubre a marzo de los años 2013 - 2014, 2015 - 2016, 2018 - 2019 y 2020 - 2021. La extensa base de datos permite configurar mapas de riesgo espacio-temporal de estas floraciones y de la presencia de ácido domoico en moluscos.



“Informe a las Naciones sobre FAN: una mirada integrativa desde el CR2 a la Patagonia”

Laura Farías^{1,2,3,4}, Catalina Aguirre, Pilar Aparicio, Reynier Bada, Facundo Barrera, Juan Pablo Boisier, Deniz Bozkurt, René Garreaud, Martín Jacques-Coper, Italo Masotti, Christian Segura, Constanza Pérez, Josefina Ibañez, Juan Faúndez, Sergio Bahamondez

¹Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, Universidad de Concepción, Chile

²Instituto Milenio en Socio-ecología Costera, SECOS, Universidad de Concepción, Chile

³Núcleo Milenio UPWELL, CEAZA, Coquimbo, Chile

⁴Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Chile

Las floraciones algales nocivas (FAN) son un proceso natural que conlleva cambios en la composición y estructura de la comunidad fitoplanctónica debido a causas multifactoriales. Las FAN implican la proliferación masiva de una especie que, independientemente de su toxicidad, aumenta sus valores de abundancia en un corto periodo de tiempo, con impactos sistémicos negativos sobre los socio-ecosistemas costeros.

En Chile, las FAN han sido descritas mayormente en los fiordos y canales de la Patagonia con un aparente incremento tanto en frecuencia como duración y en franca expansión espacial en las últimas décadas. Frente a esto, el Estado ha abordado en temas sanitarios y socio-económicos a través de programas de monitoreo en las costas chilenas para salvaguardar vidas humanas y gestionar el manejo adecuado de los recursos marinos.

El Centro de Ciencias del Clima y la Resiliencia (CR)2 ha enfocado esfuerzos colaborativos para abordar algunos desafíos de investigación de las FAN, con un enfoque preventivo e interdisciplinario en búsqueda de una mejor resiliencia y gobernanza de las zonas costeras en contexto de cambio climático. Esta contribución presentará la estrategia seguida para la elaboración de un Informe a las Naciones con recomendaciones para distintos públicos. Específicamente, la presentación se enfocará en la integración de resultados asociados a la distribución espacio-temporal de FAN y factores hidrográficos, oceanográficos y climáticos, con el objeto de vislumbrar los potenciales forzantes naturales y antrópicos que favorecen las FAN. Esta contribución se complementará en otra presentación sobre la dimensión de percepción social y gobernanza climática de este fenómeno.

Financiamiento

Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia CR2 (ANID/FONDAP/15110009)



“Floraciones Algales Nocivas en el norte de Chile y las islas oceánicas: hallazgos recientes en dinoflagelados bentónicos potencialmente tóxicos”

Gonzalo Álvarez^{1,2}, Michael Araya², Valentina Hevia-Hormazabal³, Roberto Pino⁴, Rosario Díaz^{1,4}, Patricio A. Díaz^{5,6}, Práxedes Muñoz⁷, Javier Sellanes⁷, José Rengel¹, Sergio Rosales³, Eduardo Uribe¹ y Juan Blanco⁸.

1. Departamento de Acuicultura, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo 1281, Chile, gmalvarez@ucn.cl
2. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas (CIDTA), Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo 1281, Chile
3. Doctorado en Biología y Ecología Aplicada. Programa cooperativo entre la Universidad Católica del Norte y la Universidad de La Serena
4. Doctorado en Acuicultura, Programa Cooperativo Universidad de Chile, Universidad Católica del Norte, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Coquimbo 17811421, Chile
5. Centro i-mar, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile.
6. CeBiB, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile
7. Departamento de Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo 1281, Chile
8. Centro de Investigaciones Mariñas (Xunta de Galicia), Apto. 13, 36620 Vilanova de Arousa, Pontevedra, España

En Chile, y Latinoamérica en general, el conocimiento sobre la presencia y distribución de dinoflagelados bentónicos potencialmente tóxico es escaso a pesar de la relevancia que están alcanzando a nivel mundial como organismos generadores de Floraciones Algales Nocivas Bentónicas (bHABs). En los últimos años, se ha detectado la presencia del dinoflagelado *Prorocentrum lima* zonas donde se desarrolla acuicultura del ostión (*Argopecten purpuratus*) en el norte de Chile y se establecieron cepas clonales con capacidad de producir toxinas diarreicas como el ácido okadaico (OA) y dinofisistoxina-1 (DTX1). Asimismo, se encontraron dinoflagelados del género *Coolia* siendo este último un hallazgo inédito para las costas del Pacífico suroriental. En las islas oceánicas, y particularmente en Rapa Nui, estudios recientes han revelado la presencia de dinoflagelados del género *Prorocentrum* con capacidad de producir OA y DTX2 y dinoflagelados de los géneros *Ostreopsis* y *Gambierdiscus* potenciales productores de palitoxinas (PLTX) y ciguatoxinas (CFP), respectivamente. Estos hallazgos, dan cuenta de un riesgo potencial para la salud humana y ponen en peligro el desarrollo de las actividades pesqueras, acuícolas y turísticas de las zonas afectadas y, por tanto, requieren de una atención especial en desde el punto de vista científico y el desarrollo de acciones gubernamentales que permitan su vigilancia y regulación

Financiamiento: FONDEF/ANID IT17F10002; FONDECYT 1180694; ANID BECAS/DOCTORADO NACIONAL 21221359



“Desafíos en el estudio de toxinas marinas emergentes, potenciales blancos moleculares y el aporte de modelos *in vitro*”

Astuya-Villalón Allisson^{1,2}, Romero Alex^{3,4}, Rivera Alejandra^{1,2}, Ulloa Viviana¹

¹ Laboratorio de biotoxinas de la Universidad de Concepción (LBTx-UdeC), Departamento de Oceanografía, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Chile; aastuya@udec.cl

² Centro de Investigación Oceanográfica COPAS COASTAL, Universidad de Concepción, Chile

³ Laboratorio de Inmunología y Estrés de Organismos Acuáticos, Instituto de Patología Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile; alexromero@uach.cl

⁴ Centro FONDAP, Interdisciplinary Center for Aquaculture Research (INCAR)

Diversas evidencias sugieren que el aumento en frecuencia y magnitud de las floraciones algales nocivas (FAN), en ecosistemas marinos y de agua dulce, estarían directamente vinculados al cambio climático. Los impactos que generan las FAN y las toxinas producidas por estas microalgas sobre diversos organismos acuáticos y toda la rama trófica han sido extensamente estudiados. Sin embargo, en muchos casos, el mecanismo de acción de estas biotoxinas es desconocidas.

Estudios utilizando líneas celulares en sistemas bicamerales (transwell), ofrecen una oportunidad para evaluar la exposición *in vitro* de especies productoras de FAN. Este método ha demostrado ser útil para la evaluación de microalgas capaces de liberar especies reactivas de oxígeno y además, cepas capaces de exudar ictiotoxinas, mediante la detección respuestas a nivel transcripcional de marcadores morfo-funcionales, estrés, inmunidad o alteraciones en la función vital de la célula diana en las células de peces, permitiendo evaluar el efecto de las moléculas exudadas en una prueba rápida y compacta. Así, hemos contribuido a validar el uso de líneas celulares de peces CHSE214, RTGill y RTGut para implementar su aplicación en bioensayos que permitan determinar las respuestas celulares en condiciones controladas. Además, el uso de células de neuroblastoma, ha permitido identificar neurotoxinas que afectan significativamente la función del canal de sodio dependiente de voltaje en este tipo celular.

Finalmente, el uso de sistemas *in vitro*, ha permitido mejorar el estudio de las respuestas moleculares y celulares frente a especies de microalgas productoras de FAN autóctonas de Chile, con importantes aplicaciones diagnósticas y médicas.



Percepciones locales de las FAN en zonas costeras y desafíos para la gobernanza climática.

Ana María Ugarte^{1,2}, Rodolfo Sapiains^{1,2,3}.

¹ Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, Universidad de Chile. amuc@u.uchile.cl

² Departamento de Psicología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile.

³ CIQA, Universidad de Magallanes, Chile.

El notorio incremento en la frecuencia de aparición, duración e intensidad de las floraciones algales nocivas [FAN] en todas las zonas costeras del planeta constituye un serio problema socioambiental. Chile es un foco particularmente relevante de estudio, ya que sus costas reúnen condiciones que facilitan la ocurrencia de FAN, principalmente en el sur del país. Enfrentar estos eventos requiere del desarrollo de estrategias de adaptación y mitigación efectivas, que ayuden a que las poblaciones humanas y los ecosistemas sean más resilientes, para lo cual es fundamental adoptar un enfoque interdisciplinario. En esta línea, esta ponencia aborda aspectos sociales, políticos y culturales de las FAN. Particularmente, se presentan los resultados de dos estudios sobre percepciones locales de las FAN en el sur de Chile. En uno, mediante una encuesta con muestra representativa (1.718 personas) se estudiaron las percepciones de riesgo e impactos de las FAN en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes, considerando diferencias geográficas, actividades económicas y variables sociodemográficas. En el otro, mediante entrevistas (35) y etnografías (17), se identificaron y caracterizaron las interacciones entre los diversos actores sociales involucrados en la problemática, comprendiendo y analizando tanto sus roles, responsabilidades, y mecanismos de coordinación, como las acciones de respuesta que han desplegado ante estas crisis, reconociendo sus fortalezas y debilidades. En base a estos resultados, se discuten propuestas y desafíos para mejorar la gestión y gobernanza de las FAN en nuestro país.



Usefulness and Limitations of DNA Metabarcoding for monitoring of Harmful Algal Bloom in Chilean Coastal Waters

Milko A. Jorquera¹, Jacqueline J. Acuña¹, Joaquín-Ignacio Rilling¹, Marco Campos¹, Tay Ruiz¹, Andrés Ávila², Mariela González², Henry Cameron³, Carlos Riquelme³, Karen Vergara⁴, Gonzalo Gajardo⁴, Jonnathan Vilugrón⁵, Gonzalo Fuenzalida⁵, Oscar Espinoza-González⁵, Leonardo Guzmán⁵, Kyoko Yarimizu⁶, So Fujiyoshi⁶, Fumito Maruyama⁶, Satoshi Nagai⁷, Shoko Ueki⁸, Mikihiro Kawai⁹

¹Scientific and Biotechnological Bioresource Nucleus, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.
milko.jorquera@ufrontera.cl

²Departamento de Ingeniería Matemática, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

³Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Biológicos, Universidad de Antofagasta, Antofagasta, Chile.

⁴Departamento de Ciencias Biológicas y Biodiversidad, Universidad de Los Lagos, Osorno, Chile.

⁵Instituto de Fomento Pesquero, Puerto Montt, Chile.

⁶Office of Research and Academia-Government-Community Collaboration, Hiroshima University, Hiroshima, Japón.

⁷Japan Fisheries Research and Education Agency, Fisheries Resources Institute, Yokohama, Japón.

⁸Institute of Plant Science and Resources, Okayama University, Japón

⁹Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University, Kyoto, Japón.

Harmful algae blooms (HAB) in Chilean coastal waters are highly relevant for the public health, economy, and society. HAB monitoring programs have traditionally been implemented based on the use of microscopy and toxin analyses. During the last few years, 'omics' technologies have opened a new window to study microorganisms in nature, revealing their huge diversity, functionality, and connectivity. In this context, omics approaches, such as DNA metabarcoding analysis, are being introduced in the study and monitoring HAB in Chile. In addition, it has been suggested that members of the algal-holobiome (such as bacteria) may play a crucial role in the initiation, maintenance, and termination of HAB, and therefore, HAB monitoring under an algal-holobiome perspective could provide a broader understanding of HAB dynamics as well as the basis for improved strategies to mitigate the impact of HAB. Under this scenario, metabarcoding DNA analysis appears as an attractive tool because it can provide information on taxonomy, function, connective networks and keystone taxa of HAB-holobiome in the same sample. However, despite advantages of metabarcoding DNA analysis, this molecular tool also presents some limitations, such as expensive equipment, targeted genes, specialized human power, bioinformatic platform, etc., which must be considered and discussed for HAB monitoring. In this presentation, we provide comprehensible information and perspectives of 16S and 18S rRNA-based metabarcoding DNA analysis as well as the recent advantages to solve the current limitations on its use on the study and monitoring of HAB in Chilean coastal waters.

Funding

Monitoring Algae in Chile (MACH, code JPMJSA1705) by Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development (SATREPS), Japan. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Universidad de La Frontera.



“Roles y proyecciones del CREAN en la investigación y acciones operacionales en torno a las FAN”

Oscar Espinoza-González¹, Leonardo Guzmán¹, Pamela Carbonell¹, Gemita Pizarro², Claudia Zamora², Emma Cascales¹, Valentina Besoain³, Carolina Medel³, Javier Paredes-Mella¹, Jorge I. Mardones¹, Pablo Salgado², Luis Norambuena¹, Gonzalo Fuenzalida¹, Rodrigo Martínez¹, Elías Pinilla³, Osvaldo Artal³, Héctor Tardón¹, Mauricio Palma¹.

oscar.espinoza@ifop.cl

¹ Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Padre Harter 574, Puerto Montt, Chile.

² Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Enrique Abello 0552, Punta Arenas, Chile.

³ Centro Tecnológico para la Acuicultura (CTPA), Instituto Fomento Pesquero (IFOP), Ten-Ten s/n, Castro, Chile.

El Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN) del IFOP es una instancia, de cobertura nacional, de ordenamiento y sistematización científico técnica y administrativa que planifica, proyecta y ejecuta investigación científica y acciones operacionales ligadas a floraciones de algas nocivas (FAN) y sus efectos, en los sistemas oceánicos y de fiordos de Chile. El objetivo del CREAN es ejecutar y coordinar acciones de investigación científica y tecnológica además de monitoreo, comunicación y difusión, para disponer y difundir el conocimiento y antecedentes que permitan comprender y minimizar los efectos de floraciones nocivas y toxinas acuáticas, dado su impacto en el entorno social y económico, y facilitar la toma de decisiones, por la autoridad pertinente en inocuidad alimentaria y actividades productivas. En esta línea, esta presentación aborda los principales resultados de las actividades operacionales en cuanto a la variabilidad espacio-temporal de las microalgas nocivas y toxinas marinas y presenta los avances en la investigación para el desarrollo, implementación y utilización de nuevas técnicas de detección de microalgas y biotoxinas, las que se sustentan en metodologías de identificación molecular por qPCR y metabarcoding, detección de citotoxinas a través de líneas celulares, detección de biotoxinas por LC-Masa y LC-FL, tasas ecofisiológicas y uso de modelos físico-biológicos de especies nocivas. Estos resultados se presentan en un escenario de alta cobertura geográfica (36°S – 55°S), donde se desarrollan los principales estudios del CREAN. Finalmente, según esta experiencia se discuten proyecciones y desafíos en la comprensión de los eventos FAN en el centro y sur de Chile.

Financiamiento: Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño – Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.



Floraciones de Algas Nocivas en Chile: 50 años de historia, construyendo un camino hacia ICHA 2025

Descripción del Simposio

Coordinadora Principal: Pamela Carbonell Arias, Instituto de Fomento Pesquero.
pamela.carbonell@ifop.cl

Las Floraciones Algas Nocivas (FAN), son eventos naturales de importancia mundial. En Chile, desde los años setenta, se han registrado diversas floraciones en fiordos y canales (41-55° S) de los géneros *Alexandrium*, *Dinophysis*, *Protoceratium* y *Pseudo-nitzschia*, de los cuales, algunas de sus especies, tienen la capacidad de sintetizar potentes toxinas, tales como paralizantes, diarreicas y amnésicas, además de otras toxinas lipofílicas, las que pueden afectar desde aves y mamíferos marinos, hasta el ser humano. En los últimos años, han ocurrido otras floraciones de géneros como *Karenia*, *Heterosigma* y *Pseudochattonella*, que han repercutido fuertemente sobre las economías y entorno social de los territorios afectados, debido a su potente efecto ictiotóxico generando altas mortalidades de peces en cultivo, reducción en los desembarques de pesquerías bentónicas, y mortalidades de diferentes niveles tróficos. Asimismo, se han detectado azaspirácidos y pinatoxinas ligadas a especies de *Azadinium* y *Vulcanodinium*, respectivamente, pero no se ha confirmado la microalga productora. Diversos grupos, abordan variadas investigaciones para entender los complejos procesos multifactoriales que caracterizan a estas floraciones, además de sus impactos sociales, económicos, y las formas en que las comunidades costeras responden a estos fenómenos. El objetivo de este simposio es integrar el estado del conocimiento en nuestro país sobre las FAN, evaluar el nivel de comprensión de los procesos que las gatillan o inhiben, e identificar las brechas de conocimiento y de tecnologías para mitigar o controlar las floraciones y sus impactos, y dar cuenta de los desafíos en términos de gobernanza basadas en evidencia científica y con participación comunitaria.

Financiamiento: Instituto de Fomento Pesquero; Universidad Católica del Norte; Universidad de Chile; Universidad de Concepción; Universidad de La Frontera; Universidad de Los Lagos; Universidad de Magallanes; CR2

Distribución y abundancia de *Alexandrium catenella* en los fiordos de Chile

Guzmán Leonardo¹, Pizarro Gemita¹, Espinoza-González Oscar¹, Paredes-Mella Javier¹, Carbonell Pamela¹, Hernández Cristina², Tocornal María Angélica³, Banciella María Isabel⁴

¹Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Chile.
leonardo.guzman@ifop.cl

²Secretaría Regional Ministerial de Salud, Los Lagos, Chile

³Secretaría Regional Ministerial de Salud, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, Chile

⁴Secretaría Regional Ministerial de Salud, Magallanes y Antártica Chilena, Chile

El primer registro de esta microalga y toxina paralizante de mariscos (TPM) fue en Magallanes en 1972. Luego ha ocurrido una aparente expansión de sur a norte (55 a 36° S), contradicha por datos históricos y biológicos. Los brotes de TPM han causado 36 muertes y unas trescientas intoxicaciones, pero desde 2000 no hubo casos fatales, hasta 2022. (i) son características la variabilidad interanual en la densidad de *A. catenella* y la toxicidad de los mariscos; (ii) también las diferencias temporales y espaciales entre macrorregiones y dentro de ellas; (iii) las toxicidades más altas incrementan con la latitud, pero desde



2015 se discontinuó esa tendencia; (iv) existen diferencias, según la latitud, en los períodos de incremento de la densidad de *A. catenella* y ocurren brotes de TPM; (v) durante floraciones ($>300,000$ células L^{-1}) es dominante numérica, pero habitualmente es $<1\%$ de la abundancia fitoplanctónica total; (vi) las densidades en el Pacífico son más bajas que en fiordos; (vii) la floración de 2016 en el norte de los fiordos, se expandió hacia el Pacífico; (viii) aquella de 2018 mostró que los incrementos de densidad pueden explicarse por transporte pasivo de la fase móvil por vientos del S y SE y (ix) la floración de 2022 se mantuvo restringida al área sur de Aysén. La variabilidad de la densidad y las concentraciones de TPM se analizan considerando datos oceanográficos y meteorológicos de los últimos 15 años, sugiriendo que las variables climáticas y oceanográficas pueden ser los principales factores explicativos.

Financiamiento: Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño-Subsecretaría de Pesca y Acuicultura

Roles y proyecciones del CREAN en la investigación y acciones operacionales en torno a las FAN

Espinoza-González Oscar¹, Guzmán Leonardo¹, Carbonell Pamela¹, Pizarro Gemita², Zamora Claudia², Cascales Emma¹, Besoain Valentina², Medel Carolina², Paredes-Mella Javier², Mardones Jorge I.¹, Salgado Pablo², Norambuena Luis², Fuenzalida Gonzalo¹, Martínez Rodrigo², Pinilla Elías², Artal Osvaldo², Tardón Héctor¹, Palma Mauricio¹

¹Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Puerto Montt, Chile. oscar.espinoza@ifop.cl

²Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Punta Arenas, Chile

³Centro Tecnológico para la Acuicultura (CTPA), Instituto Fomento Pesquero (IFOP), Castro, Chile

El Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN) del IFOP es una instancia, de cobertura nacional, de ordenamiento y sistematización científico técnica y administrativa que planifica, proyecta y ejecuta investigación científica y acciones operacionales ligadas a floraciones de algas nocivas (FAN) y sus efectos, en los sistemas oceánicos y de fiordos de Chile. El objetivo del CREAN es ejecutar y coordinar acciones de investigación científica y tecnológica además de monitoreo, comunicación y difusión, para disponer y difundir el conocimiento y antecedentes que permitan comprender y minimizar los efectos de floraciones nocivas y toxinas acuáticas, dado su impacto en el entorno social y económico, y facilitar la toma de decisiones, por la autoridad pertinente en inocuidad alimentaria y actividades productivas. En esta línea, esta presentación aborda los principales resultados de las actividades operacionales en cuanto a la variabilidad espacio-temporal de las microalgas nocivas y toxinas marinas y presenta los avances en la investigación para el desarrollo, implementación y utilización de nuevas técnicas de detección de microalgas y biotoxinas, las que se sustentan en metodologías de identificación molecular por qPCR y metabarcoding, detección de citotoxinas a través de líneas celulares, detección de biotoxinas por LC-MS/MS y LC-FL, tasas ecofisiológicas y uso de modelos físico-biológicos de especies nocivas. Estos resultados se presentan en un escenario de alta cobertura geográfica ($36^{\circ}S-55^{\circ}S$), donde se desarrollan los principales estudios del CREAN. Finalmente, según esta experiencia se discuten proyecciones y desafíos en la comprensión de los eventos FAN en el centro y sur de Chile.

Financiamiento: Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura

Floraciones Algaes Nocivas en el norte de Chile y las islas oceánicas: hallazgos recientes en dinoflagelados bentónicos potencialmente tóxicos

Álvarez Gonzalo^{1,2}, Araya Michael², Hevia-Hormazábal Valentina³, Pino Roberto⁴, Díaz Rosario^{1,4}, Díaz Patricio^{5,6}, Muñoz Práxedes⁷, Sellanes Javier⁷, Rengel José¹, Rosales Sergio A.³, Uribe Eduardo¹, Blanco Juan⁸

¹Departamento de Acuicultura, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo 1281, Chile, gmalvarez@uon.cl

²Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas (CIDTA), Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo 1281, Chile

³Doctorado en Biología y Ecología Aplicada, Programa cooperativo entre la Universidad Católica del Norte y la Universidad de La Serena, Chile

⁴Doctorado en Acuicultura, Programa Cooperativo Universidad de Chile, Universidad Católica del Norte, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Coquimbo, Chile

⁵Centro I²mar, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile

⁶CeBiB, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile

⁷Departamento de Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile

⁸Centro de Investigaciones Marítimas (Xunta de Galicia), Vilanova de Arousa, Pontevedra, España

En Chile, y Latinoamérica en general, el conocimiento sobre la presencia y distribución de dinoflagelados bentónicos potencialmente tóxico es escaso a pesar de la relevancia que están alcanzando a nivel mundial como organismos generadores de Floraciones Algaes Nocivas Bentónicas (HABs). En los últimos años, se ha detectado la presencia del dinoflagelado *Prorocentrum* (zona donde se desarrolla acuicultura del ostión (*Argopecten purpuratus*) en el norte de Chile y se establecieron cepas clonales con capacidad de producir toxinas diarreicas como el ácido okadaico (OA) y dinofisistoxina-1 (DTX1). Asimismo, se encontraron dinoflagelados del género *Coolia* siendo este último un hallazgo inédito para las costas del Pacífico suroriental. En las islas oceánicas, y particularmente en Rapa Nui, estudios recientes han revelado la presencia de dinoflagelados del género *Prorocentrum* con capacidad de producir OA y DTX2 y dinoflagelados de los géneros *Ostreopsis* y *Gambierdiscus* potenciales productores de palytoxinas (PLTX) y ciguatoxinas (CYP), respectivamente. Estos hallazgos, dan cuenta de un riesgo potencial para la salud humana y ponen en peligro el desarrollo de las actividades pesqueras, acuícolas y turísticas de las zonas afectadas y, por tanto, requieren de una atención especial en desde el punto de vista científico y el desarrollo de acciones gubernamentales que permitan su vigilancia y regulación.

Financiamiento: FONDEF/ANID IT17F10002; FONDECYT 1180694; ANID BECAS/DOCTORADO NACIONAL 21221359

Estacionalidad y distribución de la contaminación por ácido domoico en moluscos de la Región de Los Lagos (2000-2021)

Suárez-Isla Benjamín A.¹, Barrera Fernanda¹, Calbuahue Juliana¹, Carrasco Daniel¹, López-Rivera Américo¹, Rubilar Ignacio¹, Seguel Miriam², Tamayo Carolina¹

¹Laboratorio de Toxinas, Instituto de Ciencias Biomédicas, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Santiago y Castro, Chile, bsuarez@u.uchile.cl

²Centro Regional de Análisis de Recursos y Medio Ambiente (CERAM), Universidad Austral de Chile, Puerto Montt, Chile



El ácido domoico (AD), una neurotoxina marina causante de la intoxicación amnésica por mariscos, se detectó por primera vez en moluscos chilenos en enero de 1997. Dada la frecuencia y amplia distribución de las especies del género *Pseudo-nitzschia* en Chile, se implementó un programa permanente de monitoreo de AD en el año 2000 (Semapesca, PSMB). En este trabajo se analizan los resultados de fitoplancton y ácido domoico en muestras de moluscos y de agua recolectadas en áreas de producción de la Región de Los Lagos (41°30' a 42°30' S), entre los años 2000 y 2021. La concentración de AD se determinó mediante HPLC-UV de fase reversa y la concentración de *Pseudo-nitzschia* spp. por Utermohl. La presencia anual de floraciones de *Pseudo-nitzschia* spp. y de AD mostró una marcada estacionalidad durante la transición de primavera a verano y con máximos durante diciembre-enero. Las concentraciones de AD observadas entre los años 2000 y 2021 superaron en algunos casos el nivel máximo permitido (NMP) de 20 mg kg⁻¹ de tejido (94 de 37.882 muestras (0,16 %) específicamente en choritos [*Mytilus chilensis*]). Los niveles de AD mayores a 20 mg kg⁻¹ sólo ocurrieron en 9 de los 22 años de seguimiento continuo. Se analiza la relación de la concentración de *Pseudo-nitzschia* spp. y los niveles de toxicidad para los periodos octubre a marzo de los años 2013-2014, 2015-2016, 2018-2019 y 2020-2021. La extensa base de datos permite configurar mapas de riesgo espacio-temporal de estas floraciones y de la presencia de ácido domoico en moluscos.

Desafíos en el estudio de toxinas marinas emergentes, potenciales blancos moleculares y el aporte de modelos *in vitro*

Astuya-Villalón Allisson^{1,2}, Romero Alex^{3,4}, Rivera Alejandra^{1,2}, Ulloa Viviana¹

¹Laboratorio de Biotoxinas de la Universidad de Concepción (LBTx-UdeC), Departamento de Oceanografía, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile. astuya@udec.cl

²Centro de Investigación Oceanográfica COPAS COASTAL, Universidad de Concepción, Concepción, Chile

³Laboratorio de Inmunología y Estrés de Organismos Acuáticos, Instituto de Patología Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile

⁴Centro FONDAF, Interdisciplinary Center for Aquaculture Research (INCAR), Chile

Diversas evidencias sugieren que el aumento en frecuencia y magnitud de las floraciones algales nocivas (FAN), en ecosistemas marinos y de agua dulce, estarían directamente vinculados al cambio climático. Los impactos que generan las FAN y las toxinas producidas por estas microalgas sobre diversos organismos acuáticos y toda la red trófica han sido extensamente estudiados. Sin embargo, en muchos casos, el mecanismo de acción de estas biotoxinas es desconocido. Estudios utilizando líneas celulares en sistemas bicamerales (transwell), ofrecen una oportunidad para evaluar la exposición *in vitro* de especies productoras de FAN. Este método ha demostrado ser útil para la evaluación de microalgas capaces de liberar especies reactivas de oxígeno y, además, cepas capaces de exudar ictiotoxinas, mediante la detección respuestas a nivel transcripcional de marcadores morfo-funcionales, estrés, inmunidad o alteraciones en la función vital de la célula diana en las células de peces, permitiendo evaluar el efecto de las moléculas exudadas en una prueba rápida y compacta. Así, hemos contribuido a validar el uso de líneas celulares de peces CHSE214, RTGill y RTGut para implementar su aplicación en bioensayos que permitan determinar las respuestas celulares en condiciones controladas. Además, el uso de células de neuroblastoma ha permitido identificar neurotoxinas que afectan significativamente la función del canal de sodio dependiente de voltaje en este tipo celular. Finalmente, el uso de sistemas *in vitro* ha permitido mejorar el estudio de las respuestas moleculares y celulares frente a especies de microalgas productoras de FAN autóctonas de Chile, con importantes aplicaciones diagnósticas y médicas.



Usefulness and limitations of DNA metabarcoding for monitoring of harmful algal bloom in Chilean coastal waters

Jorquera Milko A.¹, Acuña Jacqueline J.¹, Rilling Joaquín-Ignacio¹, Campos Marco², Ruiz-Gil Tay³, Ávila Andrés², González Mariela², Cameron Henry³, Riquelme Carlos³, Vergara Karen⁴, Gajardo Gonzalo⁴, Vilugrón Jonnathan⁵, Fuenzalida Gonzalo⁵, Espinoza-González Oscar⁵, Guzmán Leonardo⁵, Yamizaki Kyoko⁶, Fujiyoshi So⁶, Maruyama Fumito⁶, Nagai Satoshi⁷, Ueki Shoko⁸, Kawai Mikihiko⁹

¹Scientific and Biotechnological Bioresource Nucleus, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile. milko.jorquera@ufrontera.cl

²Departamento de Ingeniería Matemática, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile

³Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Biológicos, Universidad de Antofagasta, Antofagasta, Chile

⁴Departamento de Ciencias Biológicas y Biodiversidad, Universidad de Los Lagos, Osorno, Chile

⁵Instituto de Fomento Pesquero, Puerto Montt, Chile

⁶Office of Research and Academia-Government-Community Collaboration, Hiroshima University, Hiroshima, Japan

⁷Japan Fisheries Research and Education Agency, Fisheries Resources Institute, Yokohama, Japan

⁸Institute of Plant Science and Resources, Okayama University, Japan

⁹Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University, Kyoto, Japan

Harmful algae blooms (HAB) in Chilean coastal waters are highly relevant for the public health, economy, and society. HAB monitoring programs has traditionally been implemented based on the use of microscopy and toxin analyzes. During the last few years, 'omics' technologies have opened a new window to study microorganisms in nature, revealing their huge diversity, functionality, and connectivity. In this context, omics approaches, such as DNA metabarcoding analysis, are being introduced in the study and monitoring HAB in Chile. In addition, it has been suggested that members of the algal-holobiome (such as bacteria) may play a crucial role in the initiation, maintenance, and termination of HAB, and therefore, HAB monitoring under an algal-holobiome perspective could provide a broader understanding of HAB dynamics as well as the basis for improved strategies to mitigate the impact of HAB. Under this scenario, metabarcoding DNA analysis appear as an attractive tool because it can provide information on taxonomy, function, connective networks and keystone taxa of HAB-holobiome in the same sample. However, despite advantages of metabarcoding DNA analysis, this molecular tool also presents some limitations, such as expensive equipment, targeted genes, specialized human power, bioinformatic platform, etc., which must be considered and discussed for HAB monitoring. In this presentation, we provide comprehensible information and perspectives of 16S and 18S rRNA-based metabarcoding DNA analysis as well as the recent advantages to solve the current limitations on its use on the study and monitoring of HAB in Chilean coastal waters.

Financiamiento: Monitoring Algae in Chile (MACH, code JPMUSA1703) by Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development (SATREPS), Japan; Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Universidad de La Frontera

Toxinas lipofílicas en Chile: historia, productores e impactos

Díaz Patricio^{1,2}, Álvarez Gonzalo^{3,4}, Pizarro Gemita³, Blanco Juan⁴, Reguera Beatriz⁷

¹Centro i²mar, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile. patricio.diaz@ulagos.cl

²CeBiB, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile

³Departamento de Acuicultura, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile



^aCentro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas (CIDTA), Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile

^bCentro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Punta Arenas, Chile

^cCentro de Investigaciones Mariñas (Xunta de Galicia), Vilanova de Arousa, Pontevedra, España

^dCentro Oceanográfico de Vigo, (IEO, CSIC), Vigo, España

Diversas especies de microalgas producen toxinas lipofílicas (TL) que son acumuladas por los bivalvos filtradores. Su impacto negativo en la salud humana y en la explotación de los mariscos viene determinado por el potencial tóxico de las cepas de dinoflagelados locales y las biotransformaciones específicas de las toxinas por las especies de bivalvos explotadas. Chile se ha convertido, en una década, en el principal exportador mundial de mejillones (*Mytilus chilensis*) y ostiones (*Argopecten purpuratus*) y ha implementado análisis de toxinas de acuerdo con las exigencias de los países importadores. Las especies del complejo *Dinophysis acuminata* y *Protoceratium reticulatum* son los productores de TL más extendidos y abundantes en Chile. No obstante, las cepas dominantes de *D. acuminata*, a diferencia de la mayoría de las cepas europeas ricas en ácido okadaico (AO), sólo producen pectenotoxinas (PTX), sin impacto en la salud humana. *Dinophysis acuta*, sospechosa de ser la principal causa de los brotes de intoxicación diarreica por mariscos, se encuentra en las dos regiones más meridionales de Chile, y aparentemente se ha desplazado hacia los polos. El bioensayo de ratón es el método oficial para controlar la salubridad de los mariscos en el mercado nacional. Los resultados positivos de los bioensayos de extractos de una mezcla de toxinas (algunas, como las PTXs, ya desreguladas en la UE) y otros compuestos que sólo son tóxicos por vía intraperitoneal, obligan a prohibir innecesariamente la recolección y dificultan el avance en la identificación de toxinas emergentes. Aquí se revisan 50 años de eventos de TL en Chile, y el conocimiento actual de sus fuentes, acumulación y efectos. Se sugieren mejoras en las prácticas de monitoreo y se proponen estrategias para enfrentar nuevos desafíos y responder a las principales lagunas de conocimiento.

Financiamiento: FONDECYT 11170682; FONDEF/ANID IT17P10002; PRIMROSE (EAPA_182/2016); CEBIB PIA FB0001

Percepciones locales de las FAN en zonas costeras y desafíos para la gobernanza climática

Ugarte Ana María^{1,2}, Sapiains Rodolfo^{1,2,3}

¹Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, Universidad de Chile, Chile. amuc@u.uchile.cl

²Departamento de Psicología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile, Chile

³CGA, Universidad de Magallanes, Chile

El notorio incremento en la frecuencia de aparición, duración e intensidad de las floraciones algales nocivas (FAN) en todas las zonas costeras del planeta constituye un serio problema socioambiental. Chile es un foco particularmente relevante de estudio, ya que sus costas reúnen condiciones que facilitan la ocurrencia de FAN, principalmente en el sur del país. Enfrentar estos eventos requiere del desarrollo de estrategias de adaptación y mitigación efectivas, que ayuden a que las poblaciones humanas y los ecosistemas sean más resilientes, para lo cual es fundamental adoptar un enfoque interdisciplinario. En esta línea, esta ponencia aborda aspectos sociales, políticos y culturales de las FAN. Particularmente, se presentan los resultados de dos estudios sobre percepciones locales de las FAN en el sur de Chile. En uno, mediante una encuesta con muestra representativa (1.718 personas) se estudiaron las percepciones de riesgo e impactos de las FAN en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes, considerando diferencias geográficas, actividades económicas y variables



Simposio

Floraciones de Algas Nocivas en Chile: 30 años de historia, construyendo un camino hacia ICHA 2025

sociodemográficas. En el otro, mediante entrevistas (33) y etnografías (17), se identificaron y caracterizaron las interacciones entre los diversos actores sociales involucrados en la problemática, comprendiendo y analizando tanto sus roles, responsabilidades, y mecanismos de coordinación, como las acciones de respuesta que han desplegado ante estas crisis, reconociendo sus fortalezas y debilidades. En base a estos resultados, se discuten propuestas y desafíos para mejorar la gestión y gobernanza de las FAN en nuestro país.

Informe a las Naciones sobre FAN: una mirada integrativa desde el CR2 a la Patagonia

Fariás Laura^{1,2,3,4}, Aguirre Catalina, Aparicio-Rizzo Pilar, Bada Reynier, Barrera Facundo, Boisier Juan Pablo, Bozkurt Deniz, Garreaud René, Jacques-Coper Martin, Masotti Ítalo, Segura Christian, Pérez Martínez Constanza, Ibañez Josefina, Faúndez Juan, Bahamóndez Sergio

¹Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, Universidad de Concepción, Concepción, Chile. laura.farias@udec.cl

²Instituto Milenio en Socio-Ecología Costera, SECOS, Universidad de Concepción, Concepción, Chile

³Núcleo Milenio UPWELL, CEAZA, Coquimbo, Chile

⁴Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Concepción, Chile

Las floraciones algales nocivas (FAN) son un proceso natural que conlleva cambios en la composición y estructura de la comunidad fitoplanctónica debido a causas multifactoriales. Las FAN implican la proliferación masiva de una especie que, independientemente de su toxicidad, aumenta sus valores de abundancia en un corto período de tiempo, con impactos sistémicos negativos sobre los socio-ecosistemas costeros. En Chile, las FAN han sido descritas mayormente en los fiordos y canales de la Patagonia con un aparente incremento tanto en frecuencia como duración y en franca expansión espacial en las últimas décadas. Frente a esto, el Estado ha abordado temas sanitarios y socio-económicos a través de programas de monitoreo en las costas chilenas para salvaguardar vidas humanas y gestionar el manejo adecuado de los recursos marinos. El Centro de Ciencias del Clima y la Resiliencia (CR)2 ha enfocado esfuerzos colaborativos para abordar algunos desafíos de investigación de las FAN, con un enfoque preventivo e interdisciplinario en búsqueda de una mejor resiliencia y gobernanza de las zonas costeras en contexto de cambio climático. Esta contribución presentará la estrategia seguida para la elaboración de un Informe a las Naciones con recomendaciones para distintos públicos. Específicamente, la presentación se enfocará en la integración de resultados asociados a la distribución espacio-temporal de FAN y factores hidrográficos, oceanográficos y climáticos, con el objeto de vislumbrar los potenciales forzantes naturales y antrópicos que favorecen las FAN. Esta contribución se complementará en otra presentación sobre la dimensión de percepción social y gobernanza climática de este fenómeno.

Financiamiento: Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia CR2 (ANID/FONDAP/15110009)



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N EN ACUICULTURA



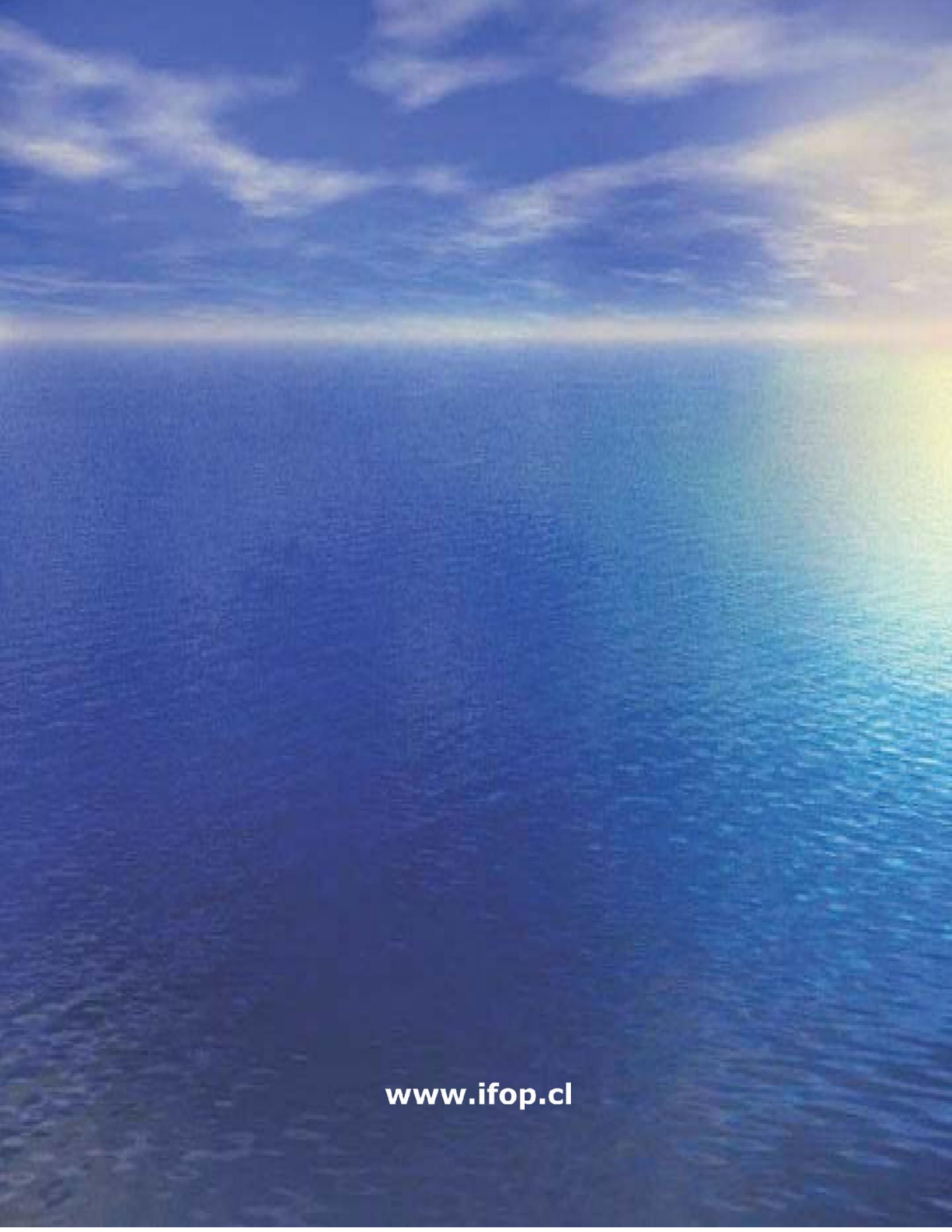
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Secci3n Ediciones y Producci3n

Blanco 839, Fono 56-32-2151500

Valparaíso, Chile

www.ifop.cl



www.ifop.cl