



INFORME FINAL CORREGIDO TOMO II
Figuras, Tablas, Anexos

Convenio Desempeño 2019:

Programa de manejo y monitoreo de las mareas rojas en el
sistema de fiordos y canales de Chile,

XIII etapa año 2019-2020

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / MAYO 2020



INFORME FINAL TOMO II

Figuras, Tablas, Anexos

Convenio Desempeño 2019:

Programa de manejo y monitoreo de las mareas rojas
en el sistema de fiordos y canales de Chile,
Etapa XIII año 2019-2020

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / JUNIO 2020

REQUIRENTE

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y
EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO

Subsecretaria de Economía y EMT
Estéban Carrasco Zambrano

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Director Ejecutivo
Luis Parot Donoso

Jefe División Investigación en Acuicultura
Leonardo Guzmán Méndez

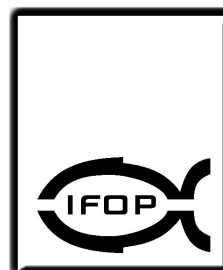
JEFE DE PROYECTO

Leonardo Guzmán Méndez



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

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



SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / MAYO 2020

AUTORES

Leonardo Guzmán Méndez
Oscar Espinoza González
Pamela Carbonell Arias
Rodrigo Martínez González
Jorge Mardones Sánchez
Gemita Pizarro Nova
Pablo Salgado Garrido
Gonzalo Fuenzalida del Río
Elías Pinilla Matamala
Valentina Besoain Meneses
Emma Cascales Hellman
Mauricio Palma Alarcón
Gissela Labra Holzapfel
María José Calderón Nash
Loreto López Rivera
Julia Cáceres Chamizo
Karen Correa Sepúlveda
Luis Iriarte Bustamante
Verónica Muñoz Ojeda
María Fernanda Cornejo Acevedo
Hernán Pacheco Valle
Cesar Alarcón Zapata
Carolina Toro Ruiz
Lorena Ramírez Epple
Bianca Olivares Olivares
Rosa González González
Carolina Soto Castillo
Claudia Zamora Amstein

COLABORADORES

Roberto Raimapo Raimapo
Adán Navarro Vera
Pedro Calabrano Miranda
Jorge Toro Mancilla
Darwin Retamal Caimapo
José Ojeda Millaldeo



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

T O M O II

FIGURAS, TABLAS, ANEXOS



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1.1. Sitios de muestreo en las regiones de Los Lagos y de Aysén. Los colores indican a que subprograma corresponden.

Figura 4.1.2. Sitios de muestreo en la región de Magallanes. Todos los sitios corresponden al subprograma regular.

Figura 4.1.3. Sitios de muestreo en la región de Los Lagos. Los puntos verdes representan aquellos que tienen el muestreo habitual. Los puntos con verde y rojo representan sitios que se agrega además la toma de muestras para nutrientes. El sitio L05N1 pasará a verde y rojo.

Figura 4.1.4. Sitios de muestreo en la región de Aysén. Los puntos verdes representan aquellos que tienen el muestreo habitual. Los puntos con verde y rojo representan sitios que se agregan además para estimaciones de nutrientes.

Figura 4.1.5. Sitios de muestreo en la región de Magallanes. Los puntos verdes representan aquellos que tienen el muestreo habitual. Los puntos con verde y rojo representan sitios que se agregan además para estimaciones de nutrientes.

Figura 4.2.1 Grilla y discretización horizontal para el modelo de a) Puyuhuapi-Jacaf y b) regional.

Figura 4.2.2. Ubicación y diseño de los anclajes.

Figura 4.3.1. Ubicación de las nueve estaciones estudiadas en el fiordo Reloncaví.

Figura 4.5.1. Estaciones de muestreo analizadas en este estudio.

Figura 5.1.1. Distribución espacial y temporal de la concentración de Nitrato NO_3 μM para el estrato 0-10m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

Figura 5.1.2. Distribución espacial y temporal de la concentración de Nitrato NO_3 μM para el estrato 10-20m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

Figura 5.1.3. Distribución espacial y temporal de la concentración de nitrito (NO_2 μM) para el estrato 0-10m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

Figura 5.1.4. Distribución espacial y temporal de la concentración de nitrito (NO_2 μM) para el estrato 10-20m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.



Figura 5.1.5. Distribución espacial y temporal de la concentración de Fosfato PO_4 μM para el estrato 0-10m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

Figura 5.1.6. Distribución espacial y temporal de la concentración de Fosfato PO_4 μM para el estrato 10-20m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

Figura 5.1.7. Distribución espacial y temporal de la concentración de Silicato Si(OH)_4 μM para el estrato 0-10m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

Figura 5.1.8. Distribución espacial y temporal de la concentración de Silicato Si(OH)_4 μM para el estrato 10-20m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

Figura 5.1.9. Distribución espacial y temporal de temperatura $^{\circ}\text{C}$ promedio del estrato 0-10m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

Figura 5.1.10. Distribución espacial y temporal de temperatura $^{\circ}\text{C}$ promedio del estrato 10-20m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

Figura 5.1.11. Distribución espacial y temporal de salinidad PSU promedio del estrato 0-10m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

Figura 5.1.12. Distribución espacial y temporal de salinidad PSU promedio del estrato 10-20m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

Figura 5.1.13. Distribución espacial y temporal de densidad Kg/m^3 promedio del estrato 0-10m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

Figura 5.1.14. Distribución espacial y temporal de densidad Kg/m^3 promedio del estrato 10-20m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

Figura 5.1.15. Quistes de resistencia registrados en sedimentos de las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes durante diciembre 2019 y febrero 2020. **A.** *Alexandrium catenella*. **B.** *Alexandrium ostenfeldii*. **C.** *Protoceratium reticulatum*. **D.** *Spiniferites pachydermus*. **E.** *Spiniferites ramosus*. **F.** *Pentapharsodinium dalei*. **G y H.** *Scrippsiella patagonica*. **I.** *Scrippsiella* sp. **J.** *Gyrodinium undulans*. **K.** *Archaeoperidinium minutum*. **L.** *Archaeoperidinium constrictum*. **M.** *Protoperidinium americanum*. **N.** *Protoperidinium americanum*. **Ñ.** *Protoperidinium claudicans*. **O.** *Protoperidinium conicum*. **P y Q.** *Protoperidinium conicoide*. **R.** *Protoperidinium denticulatum*. **S.** *Protoperidinium leonis*. Barras de escala: 10 μm .



Figura 5.1.16. Quistes de resistencia registrados en sedimentos de las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes durante 2019 y febrero 2020. **A.** *Protoperidinium excentricum*. **B.** *Protoperidinium pentagonum*. **C.** *Protoperidinium subinermis*. **D.** *Protoperidinium tricingulatum*. **E y F.** *Protoperidinium thorianum*. **G.** *Protoperidinium* sp. 3. **H.** *Protoperidinium* sp. 4. **I.** *Protoperidinium* spp. **J.** *Niea acanthocysta*. **K.** *Preperidinium meunieri*. **L.** *Polykrikos schwartzii*. **M.** No identificado 1. **N.** No identificado 2. **Ñ.** No identificado 9. **O.** No identificado 10. **P.** No identificado 13. **Q.** No identificado 14. **R.** No identificado 33. **S.** No identificado 34. Barras de escala: 10 μm .

Figura 5.2.1. Evolución temporal de concentración de *A. catenella* modelada a lo largo del canal Puyuhuapi y Jacaf.

Figura 5.2.2. Distribución vertical promedio de *A. catenella*.

Figura 5.2.3. Distribución horizontal de concentración modelada (derecha) y muestreada (izquierda) de *A. catenella* a lo largo del canal Puyuhuapi y Jacaf.

Figura 5.2.4. Dispersión de partículas de diciembre para las estaciones de muestreo con abundancia relativa 4 para el mes de noviembre.

Figura 5.2.5. Abundancia relativa de *A. catenella* para los meses de noviembre (a) y diciembre (b) de las estaciones de muestreo del proyecto de marea.

Figura 5.2.6. Distribución de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad y sigma-t en el anclaje de Jacaf, entre los meses de noviembre de 2018 y marzo de 2019.

Figura 5.2.7. Distribución de clorofila (mg L^{-1}) a 10m y *A. catenella* (cel L^{-1}).

Figura 5.2.8. Distribución de nitrato (μM), nitrito, fosfato (μM) y silicato (μM) en el anclaje de Puyuhuapi.

Figura 5.2.9. Distribución de razón N: P en el anclaje de Puyuhuapi.

Figura 5.2.10. Distribución de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad y sigma-t (kg m^{-1}) en Jacaf.

Figura 5.2.11. Distribución de clorofila (mg L^{-1}) a 10m y *A. catenella* (cel L^{-1}).

Figura 5.2.12. Distribución de nitrato, nitrito (μM), fosfato (μM) y silicato (μM) en el anclaje de Jacaf.

Figura 5.2.13. Distribución de razón N: P en el anclaje de Jacaf.

Figura 5.2.14. Modelo conceptual de la dinámica del crecimiento y distribución de *A. catenella*.



Figura 5.2.15. Concentraciones celulares de *A. catenella* a distintos rangos de temperatura y salinidad. a) Región de los Lagos, b) Región de Aysén y c) Región de Magallanes. La leyenda de círculos de colores y tamaños representa la escala progresiva de la densidad celular de *A. catenella* (células L⁻¹).

Figura 5.2.16. Tasas de máximo crecimiento de *A. catenella* a distintos rangos de temperatura y salinidad.

Figura 5.2.17. Representación gráfica del cálculo de la tasa de crecimiento a distintas combinaciones de temperatura y salinidad.

Figura 5.2.18. Tasas de máximo crecimiento de *A. catenella* a distintos rangos de luz y nutrientes.

Figura 5.2.19. Función de mortalidad por efecto de la temperatura.

Figura 5.2.20. Representación gráfica del cálculo de la tasa de crecimiento a distintas combinaciones de temperatura y salinidad, considerando las pérdidas totales (mortalidad).

Figura 5.2.21. Estaciones de muestreo campaña oceanográfica realizada en los canales Yacaf y Moraleda y fiordo Puyuhuapi, febrero de 2018.

Figura 5.2.22. Registro de las anomalías de energía potencial en las estaciones de muestreo campaña oceanográfica realizada en los canales Yacaf y Moraleda y fiordo Puyuhuapi, febrero de 2018.

Figura 5.2.23. Densidad celular de *A. catenella* (cel L⁻¹) en las estaciones de muestreo campaña oceanográfica realizada en los canales Jacaf y Moraleda y fiordo Puyuhuapi, febrero de 2018. Las estaciones de muestreo se detallan en la Figura 5.2.21.

Figura 5.2.24. Concentraciones celulares de *A. catenella* a distintos rangos de temperatura y salinidad en la Región de Aysén. Los valores representan las diferencias entre la temperatura y la salinidad en los estratos de 0 a 10 y 10 a 20 metros de profundidad.

Figura 5.2.25. Distribución de la Temperatura (A), Salinidad (B) y Concentraciones celulares de *A. catenella* (C) durante la floración de 2009 en la región de Aysén.

Figura 5.2.26. Distribución de la Temperatura (A), Salinidad (B) y Concentraciones celulares de *A. catenella* (C) durante la floración de 2018 en la región de Aysén.

Figura 5.2.27. Evolución temporal, entre septiembre de 2015 a septiembre de 2016, del patrón de distribución de *A. catenella* común con las especies *Pseudo-nitzschia cf. pseudodelicatissima*, *Thalassionema nitzschoides*, *Scrippsiella spp.*, *Chaetoceros spp.* y *Thalassiosira subtilis*.



Figura 5.2.28. Análisis de esta composición fitoplanctónica a través de un escalamiento multidimensional (MDS) para la floración del 2016.

Figura 5.2.29. Análisis de la abundancia relativa de *Alexandrium catenella* durante los veranos de los años 2015 y 2016.

Figura 5.2.30. Análisis de la abundancia relativa de *Alexandrium catenella* durante el verano del año 2018.

Figura 5.2.31. Ejercicio de modelación de partículas con cinco focos de dispersión para evaluar la distribución de *A. catenella* durante el verano de 2018. (amarillo: canal Puyuhuapi; rojo: canal Moraleda; rosado: canal Jacaf; verde: Melinka y azul: puerto Barrientos).

Figura 5.3.1 nMDS de los macro-sectores identificados según la densidad celular promedio mensual, para las regiones de Los Lagos y Aysén (mapa izquierdo) y Magallanes (mapa derecho), de acuerdo a un análisis de conglomerados, para el periodo octubre 2007-febrero 2019. Los acrónimos de los sectores (en rojo) están definidos en el texto.

Figura 5.3.2. Segregación de los sitios de muestreos según la densidad del fitoplancton total al aplicar un análisis de conglomerados y representados en un gráfico nMDS para las regiones de Los Lagos (L), Aysén (A) y Magallanes (M), para el periodo octubre 2007- febrero 2019.

Figura 5.3.3. Segregación de los sitios de muestreos según la densidad total de las diatomeas al aplicar un análisis de conglomerados y representados en un gráfico nMDS para las regiones de Los Lagos (L), Aysén (A) y Magallanes (M), para el periodo octubre 2007- febrero 2019.

Figura 5.3.4. Segregación de los sitios de muestreos según la densidad total de los dinoflagelados al aplicar un análisis de conglomerados y representados en un gráfico nMDS para las regiones de Los Lagos (L), Aysén (A) y Magallanes (M), para el periodo octubre 2007- febrero 2019.

Figura 5.3.5. Correlación de la densidad celular promedio mensual para el periodo octubre 2007-febrero 2019, entre los grupos totales de: A. Fitoplancton vs Diatomeas. El rectángulo gris, indica el sector seno-fiordo Reloncaví, Ar; B. Fitoplancton vs Dinoflagelados. El rectángulo gris indica los valores mayores de densidad celular que alcanza el grupo de dinoflagelados en los sectores: golfo Corcovado, Fgc; seno-fiordo Reloncaví, Ar y Magallanes norte, Amn.

Figura 5.3.6. Ordenación nMDS de las estaciones de muestreo de acuerdo a la abundancia relativa mensual de *Alexandrium catenella* según un análisis de conglomerados. Las figuras **b**, **c** y **d** muestran un acercamiento (zoom) de los conglomerados que se presentan en la figura **a**. Los símbolos representan a los 54 grupos segregados.



Figura 5.3.7. Series de tiempo para el período comprendido entre octubre de 2007 y febrero de 2019 de la abundancia relativa de *Alexandrium catenella* para 146 estaciones ubicadas en las 9 zonas administrativas desde el estuario Reloncaví (zona Chiloé Norte) hasta el Canal Beagle (Magallanes Sur).

Figura 5.3.8. Ordenación nMDS de las estaciones de muestreo de acuerdo a la abundancia relativa mensual de *Alexandrium ostenfeldii* según un análisis de conglomerados Las figuras B, C y D muestran un acercamiento (zoom) de los conglomerados que se presentan en la figura A. Los símbolos representan a los 54 grupos segregados.

Figura 5.3.9. Series de tiempo para el período comprendido entre octubre de 2007 y febrero de 2019 de la abundancia relativa de *Alexandrium ostenfeldii* para 146 estaciones ubicadas en las 9 zonas administrativas desde el estuario Reloncaví (zona Chiloé Norte) hasta el Canal Beagle (Magallanes Sur).

Figura 5.3.10. Ordenación nMDS de las estaciones de muestreo de acuerdo a la abundancia relativa mensual de *Dinophysis acuminata* según un análisis de conglomerados Las figuras B, C y D muestran un acercamiento (zoom) de los conglomerados que se presentan en la figura A. Los símbolos representan a los 54 grupos segregados.

Figura 5.3.11. Series de tiempo para el período comprendido entre octubre de 2007 y febrero de 2019 de la abundancia relativa de *Dinophysis acuminata* para 146 estaciones ubicadas en las 9 zonas administrativas desde el estuario Reloncaví (zona Chiloé Norte) hasta el Canal Beagle (Magallanes Sur).

Figura 5.3.12. Ordenación nMDS de las estaciones de muestreo de acuerdo a la abundancia relativa mensual de *Dinophysis acuta* según un análisis de conglomerados Las figuras b, c y d muestran un acercamiento (zoom) de los conglomerados que se presentan en la figura a. Los símbolos representan a los 54 grupos segregados.

Figura 5.3.13. Series de tiempo para el período comprendido entre octubre de 2007 y febrero de 2019 de la abundancia relativa de *Dinophysis acuta* para 146 estaciones ubicadas en las 9 zonas administrativas desde el estuario Reloncaví (zona Chiloé Norte) hasta el Canal Beagle (Magallanes Sur).

Figura 5.3.14. Ordenación nMDS de las estaciones de muestreo de acuerdo a la abundancia relativa mensual de *Protoceratium reticulatum* según un análisis de conglomerados Las figuras b, c y d muestran un acercamiento (zoom) de los conglomerados que se presentan en la figura a. Los símbolos representan a los 54 grupos segregados.

Figura 5.3.15. Series de tiempo para el período comprendido entre octubre de 2007 y febrero de 2019 de la abundancia relativa de *Protoceratium reticulatum* para 146 estaciones ubicadas en las 9 zonas administrativas desde el estuario Reloncaví (zona Chiloé Norte) hasta el Canal Beagle (Magallanes Sur).



Figura 5.3.16. Gráficos de dispersión de las sumatorias de las abundancias relativas entre los pares de combinaciones de *Alexandrium catenella* (Ac), *A. ostenfeldii* (Ao), *Dinophysis acuminata* (Dacum), *D. acuta* (Dacut) y *Protoceratium reticulatum* (Pr) ordenados por sitio de muestreo (n=146).

Figura 5.3.17. Dendrograma (superior) y gráfico MDS (inferior) del análisis de conglomerados entre sitios de muestreo según las abundancias relativas mensuales entre octubre de 2007 y febrero de 2019, para *Alexandrium catenella*, *A. ostenfeldii*, *Dinophysis acuminata*, *D. acuta* y *Protoceratium reticulatum*.

Figura 5.3.18. Gráfico MDS para *Alexandrium catenella*, *A. ostenfeldii*, *Dinophysis acuminata*, *D. acuta* y *Protoceratium reticulatum*, al aplicar un análisis de conglomerados, según las respectivas contribuciones en abundancias relativas mensuales por sitio de muestreo entre octubre de 2007 y febrero de 2019.

Figura 5.3.19. Gráfico MDS para *Alexandrium catenella* al aplicar un análisis de conglomerados, según las abundancias relativas mensuales por sitio de muestreo entre octubre de 2007 y febrero de 2019.

Figura 5.3.20. Gráficos MDS para *Alexandrium ostenfeldii* (superior) y *Dinophysis acuminata* (inferior) al aplicar un análisis de conglomerados, según las respectivas contribuciones en abundancias relativas mensuales por sitio de muestreo entre octubre de 2007 y febrero de 2019.

Figura 5.3.21. Gráficos MDS para *Dinophysis acuta* (superior) y *Protoceratium reticulatum* (inferior) al aplicar un análisis de conglomerados, según las respectivas contribuciones en abundancias relativas mensuales por sitios de muestreo entre octubre de 2007 y febrero de 2019.

Figura 5.3.22. Gráficos MDS para *Protoceratium reticulatum* (Pr) vs *Dinophysis acuta* (Dacut) (superior) y *Alexandrium catenella* (Ac) vs *D. acuta* (Dacut) (inferior) al aplicar análisis de conglomerados, según las respectivas contribuciones en abundancias relativas mensuales por sitio de muestreo, entre octubre de 2007 y febrero de 2019, para taxones con correlaciones espaciales significativas ($r=0,881$; $r=0,753$; respectivamente $n=146$).

Figura 5.3.23. Gráficos MDS para *P. reticulatum* (Pr) vs *Dinophysis acuminata* (Dacum) (superior) y *Alexandrium catenella* (Ac) vs *Protoceratium reticulatum* (Pr) (inferior), al aplicar análisis de conglomerados, según las respectivas contribuciones en abundancias relativas mensuales por sitio de muestreo, entre octubre de 2007 y febrero de 2019, para taxones con correlaciones espaciales significativas ($r=0,753$; $r=0,610$; respectivamente; $n=146$).

Figura. 5.3.24. Dendrograma (superior) y gráfico MDS (inferior) del análisis de conglomerados entre *Alexandrium catenella*, *A. ostenfeldii*, *Dinophysis acuminata*, *D. acuta* y *Protoceratium reticulatum* según las abundancias relativas mensuales por sitio de muestreo entre octubre de 2007 y febrero de 2019.



Figura 5.3.25. Gráficos de dispersión de las sumatorias de las abundancias relativas entre los pares de combinaciones de *Alexandrium catenella* (Ac), *A. ostenfeldii* (Ao), *Dinophysis acuminata* (Dacum), *D. acuta* (Dacut) y *Protoceratium reticulatum* (Pr) para estaciones del año entre las primaveras de 2007 y 2018 (n=45).

Figura 5.3.26. Dendrograma (superior) y gráfico MDS (inferior) del análisis de conglomerados entre estaciones del año según las abundancias relativas estimadas para *Alexandrium catenella*, *A. ostenfeldii*, *Dinophysis acuminata*, *D. acuta* y *Protoceratium reticulatum* entre octubre de 2007 y febrero de 2019.

Figura 5.3.27. Gráfico MDS para *Alexandrium catenella*, *A. ostenfeldii*, *Dinophysis acuminata*, *D. acuta* y *Protoceratium reticulatum* al aplicar un análisis de conglomerados según las respectivas contribuciones en abundancias relativas por estaciones del año, entre octubre de 2007 y diciembre de 2018.

Figura 5.3.28. Gráfico MDS para *Dinophysis acuta* (Dacut) vs *D. acuminata* (Dacum) al aplicar un análisis de conglomerados según las respectivas contribuciones en abundancias relativas por estaciones del año entre octubre de 2007 y diciembre de 2018, con correlación temporal significativa ($r=0,792$; $n=45$).

Figura 5.3.29. Gráfico MDS para *Dinophysis acuta* (Dacut) vs *Protoceratium reticulatum* (Pr) (superior) y *Alexandrium catenella* (Ac) vs *D. acuta* (Dacut) (inferior), al aplicar un análisis de conglomerados según las respectivas contribuciones en abundancias relativas por estaciones del año entre octubre de 2007 y diciembre de 2018, para taxones con correlaciones temporales significativas ($r=0,744$; $r=0,700$; respectivamente; $n=45$).

Figura 5.3.30. Gráfico MDS para *Dinophysis acuminata* (Dacum) vs *Protoceratium reticulatum* (Pr) (superior) y *Alexandrium ostenfeldii* (Ao) vs *D. acuminata* (Dacum) (inferior), al aplicar un análisis de conglomerados según las respectivas contribuciones en abundancias relativas por estaciones del año entre octubre de 2007 y diciembre de 2018, para taxones con correlaciones temporales significativas ($r=0,694$; $r=0,691$; respectivamente; $n=45$).

Figura 5.3.31. Gráfico MDS para *Alexandrium catenella* (Ac) vs *Protoceratium reticulatum* (Pr) y *A. catenella* (Ac) vs *Dinophysis acuminata* (Dacum) al aplicar un análisis de conglomerados según las respectivas contribuciones en abundancias relativas por estaciones del año entre octubre de 2007 y diciembre de 2018, para taxones con correlaciones espaciales significativas ($r=0,690$; $r=0,679$; respectivamente; $n=45$).

Figura 5.3.32. Abundancia media observada para los principales taxones nocivos entre los años 2013 y 2018 por mes y quincena. Meses representados desde el 1 al 12; además los decimales de los



meses representan las quincenas e.g. 1.1. y 1.2 indican la primera y segunda quincena del mes de enero.

Figura 5.3.33. Abundancia media observada para *A. catenella* entre los años 2013 y 2018 por zona, y por mes y quincena. Meses representados desde el 1 al 12; además los decimales de los meses representan las quincenas e.g. 1.1. y 1.2 indican la primera y segunda quincena del mes de enero.

Figura 5.3.34. Abundancia media observada para *D. acuminata* entre los años 2013 y 2018 por zona, y por mes y quincena. Meses representados desde el 1 al 12; además los decimales de los meses representan las quincenas e.g. 1.1. y 1.2 indican la primera y segunda quincena del mes de enero.

Figura 5.3.35. Probabilidad media para los distintos niveles de abundancia relativa (AR) observada entre el 2013 y 2018 por mes y quincena. Meses representados desde el 1 al 12; además los decimales de los meses representan las quincenas e.g. 1.1. y 1.2 indican la primera y segunda quincena del mes de enero.

Figura 5.3.36. Probabilidad media para los distintos niveles de abundancia relativa (AR) observada entre el 2013 y 2018 para cada estación.

Figura 5.3.37. Promedio anual (etapa XII) de la abundancia fitoplanctónica total (cell-L-1) para el estrato 0-10 metros (rojo) y estrato 10-20 metros (amarillo) de las tres regiones administrativas: a) abundancia promedio anual diatomeas, b) abundancia promedio anual dinoflagelados. Los gráficos de dispersión representan las correlaciones entre los dos estratos para cada una de las regiones.

Figura 5.3.38. Contribución porcentual de las abundancias de las diferentes especies de diatomeas de la región de Los Lagos para la etapa XII a) estrato 0-10 mts, b) estrato 10-20 mts y etapa XI c) estrato 0-10 mts, y d) estrato 10-20 mts.

Figura 5.3.39. Contribución porcentual de las abundancias de las diferentes especies de dinoflagelados de la región de Los Lagos para la etapa XII a) estrato 0-10 mts, b) estrato 10-20 mts y etapa XI c) estrato 0-10 mts, y d) estrato 10-20 mts.

Figura 5.3.40. Contribución porcentual de las abundancias de las diferentes especies de diatomeas de la región Aysén para la etapa XII a) estrato 0-10 mts, b) estrato 10-20 mts y etapa XI c) estrato 0-10 mts, y d) estrato 10-20 mts.

Figura 5.3.41. Contribución porcentual de las abundancias de las diferentes especies de dinoflagelados de la región de Aysén para la etapa XII a) estrato 0-10 mts, b) estrato 10-20 mts y etapa XI c) estrato 0-10 mts, y d) estrato 10-20 mts.



Figura 5.3.42. Contribución porcentual de las abundancias de las diferentes especies de diatomeas de la región de Magallanes para la etapa XII a) estrato 0-10 mts, b) estrato 10-20 mts y etapa XI c) estrato 0-10 mts, y d) estrato 10-20 mts.

Figura 5.3.43. Contribución porcentual de las abundancias de las diferentes especies de dinoflagelados de la región de Magallanes para la etapa XII a) estrato 0-10 mts, b) estrato 10-20 mts y etapa XI c) estrato 0-10 mts, y d) estrato 10-20 mts.

Figura 5.3.44. Serie de datos de temperatura obtenida desde octubre 2007 y febrero 2019 en las áreas de Los Lagos Norte, Los Lagos Centro, Los Lagos Sur, Aysén Norte, Aysén Sur, Tortel, Magallanes Norte, Magallanes Centro, y Magallanes Sur.

Figura 5.3.45. Serie de datos de salinidad obtenida desde octubre 2007 y febrero 2019 en las áreas de Los Lagos Norte, Los Lagos Centro, Los Lagos Sur, Aysén Norte, Aysén Sur, Tortel, Magallanes Norte, Magallanes Centro, y Magallanes Sur.

Figura 5.3.46. Variabilidad espacio-temporal de las condiciones físicas-meteorológicas de la columna de agua, y de especies de dinoflagelados potencialmente tóxicos en el fiordo de Reloncaví en base a una serie temporal de 10 años. (A) temperatura subsuperficial del agua, (B) salinidad subsuperficial, (C) precipitación y caudal del río Puelo, (D) índice Niño 3.4, (E) índice Marshall Southern Annular Mode (SAM), (F) densidad celular de *Dinophysis acuminata* y *Protoceratium reticulatum*.

Figura 5.3.47. (A) Análisis del índice medio periférico (OMI) de las cinco especies de *Dinophysis* y *P. reticulatum* para todo el período de muestreo en la porción interior del fiordo (estaciones de muestreo 4 a 9). Los vectores azules muestran una relación con las variables físicas y meteorológicas. Las muestras de los períodos primavera-verano y otoño-invierno se representan en naranja y gris, respectivamente. La línea punteada delimita el espacio medioambiental realizado (ej., dominio de muestreo) donde los polígonos amarillo y gris representan los nichos realizados de *D. Acuminata* y *P. reticulatum*, respectivamente. Los puntos negros representan la media de las condiciones de hábitat utilizadas por las diferentes especies (ej., posición de nicho de las especies). Dacum = *D. acuminata*, Dacut = *D. acuta*, Dcau = *D. caudata*, Dpun = *D. punctata*, Dtrip = *D. tripos*, Pret = *P. reticulatum*; Flow = caudal del río Puelo, Niño 3.4 = índice Niño 3.4, N_{BV} = frecuencia de flotabilidad de Brunt-Väisälä, Pyc = pycnoclina, Prec = precipitaciones, Sal = salinidad subsuperficial, SAM = Índice Marshall Southern Annular Mode. (B) distribución de la densidad celular de *D. acuminata* y *P. reticulatum* en el espacio multivariado OMI. (C-H) Estimación de la densidad de Kendel (KDE) mostrando la frecuencia de ocurrencia (presencia/ausencia) de *D. acuminata* y *P. reticulatum* relacionado a las diferentes condiciones ambientales. (I, J) Árbol condicional de inferencia mostrando las principales variables asociadas a las floraciones de (I) *D. acuminata* y (J) *P. reticulatum*.



Figura 5.4.1. Imagen de entrada a la aplicación i-FAN. En la parte inferior (resaltada en un cuadro de color), están disponibles los banners con los cuales trabaja esta app.

Figura 5.4.2. En la sección del menú “Semáforos”, se encuentra el significado de cada uno de ellos. Cada color (blanco, verde, amarillo, naranja y rojo), está relacionado con un estado de alerta (situación de ausencia, situación normal, precaución moderada, alerta temprana y situación de riesgo), las que dependen de la escala de abundancia relativa de cada especie presentada (entre 0 a 10).

Figura 5.4.3. En la sección del menú “Alertas”, se encuentran los dos principales monitoreos de marea roja. Al ingresar al banner de Marea Roja Fiordos, se despliegan las áreas asociadas a este Monitoreo, además de la zona de Alta Frecuencia.

Figura 5.4.4. En la sección del menú “Más”, se despliega la información general del Monitoreo, además de noticias, preguntas frecuentes y fotografías.

Figura 5.4.5. Stand del Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN) presentado en la Fiesta de la Ciencia, Puerto Montt.

Figura 5.4.6. Stand del Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN) presentado en el Campamento EXPLORA VA, Antillanca, región de Los Lagos.

Figura 5.5.1. Filogenia de las secuencias de ADNr de LSU de cepas de *Karenia selliformis* y especies relacionadas. Los valores de probabilidad bayesianos posteriores se muestran con valores de arranque del análisis de máxima verosimilitud (ML) en cada posición de ramificación. En rojo están las cepas chilenas CREAN obtenidas en este estudio. La barra de escala indica el número de cambios por sitio.

Figura 5.5.2. Micrografías de luz (A-C) y electrónicas de barrido (D-G) de *Karenia selliformis* cepa chilena (CREAN_KS02). (A) Vista dorsal que revela el núcleo alargado horizontal (nu) en el hiposoma (barra de escala: 10um), (B) vista lateral que muestra una compresión dorsoventral insignificante, (D) vista dorsal que muestra el extremo dorsal del surco apical (ag), (E) vista lateral que muestra la ausencia de poros laterales (círculo abierto), (F) vista ventral que muestra la extensión del surco (se) y vistas dorsal / ventral que muestran un hiposoma redondeado con concavidad insignificante (flechas), (G) vista apical que muestra el surco apical recto (ag).

Figura 5.5.3. Perfil de HPLC de pigmentos fotosintéticos de *K. selliformis* cepa chilena que muestra picos de Chl c2, c3 (clorofila c2, c3), But (19'-butanoil-oxifucoxantina), Fuc (fucoxantina), Hex (19'-hexanoil-oxifucoxanthin), Pra (prasinoxanthin), Dia (diadinoxanthin), Diat (diatoxanthin), Gyr (gyroxanthin-diester), Chl a (chlorophyll a) y Car-B (b caroteno). Tiempo de retención en min en el eje



x y unidad de absorbancia (AU) a 446nm en el eje y. El grafico inserto (curva naranja) muestra el espectro de absorbancia del diéster de giroxantina.

Figura 5.5.4. Espectro de disociación inducida por colisión (CID) del compuesto a 3,39 min isobárico con brevenal (m / z 657,4)

Figura 5.5.5. A) Toxicidad en las células branquiales producida por sobrenadante (rojo) y suspensiones de células lisadas (gris) de *K. selliformis* a 3 temperaturas y 3 niveles de salinidad (escala de colores de intensidad). Las barras representan la media y las barras de error de la desviación estándar de la viabilidad celular de las mediciones cuadruplicadas; B) Efecto de concentraciones variables de gimnodimina A (0.22 - 220,000 pg / ml) sobre la viabilidad de las células branquiales equivalente a 0.01 a 10,000 células mL⁻¹ de *K. selliformis* (eje X superior) según Medhioub et al. (2009). Las barras representan el promedio y las barras de error la desviación estándar de la viabilidad celular de las mediciones por cuadruplicado.

Figura 5.5.6. Efecto combinado de la temperatura y la salinidad sobre las tasas de crecimiento de *K. selliformis*. A) Tasa media de crecimiento específico máximo (μ ; día⁻¹) y B) abundancia celular máxima media (células mL⁻¹). Los experimentos de temperatura y salinidad se establecieron de acuerdo con las masas de agua en el área costera costera adyacente (ESSW = Agua Subsuperficial Ecuatorial; SAAW = Agua Subantártica) y en los fiordos internos (MSAAW = Agua Subantártica Modificada; ESW = Agua Estuarina-Salina; EBW = Agua estuarina-salobre), y según sus fluctuaciones esperadas por temporada, veranos más cálidos excepcionales y posible cambio climático.

Figura 5.5.7. Número de Unidades Taxonómicas Operacionales (OTUs) detectadas a nivel taxonómico de especies por división.

Figura 5.5.8. Porcentaje de abundancia basado en el número de secuencias obtenidas por OTU para cada nivel de división taxonómica, normalizada por la media de las secuencias totales de cada muestra.

Figura. 5.5.9. Porcentaje de abundancia basado en el número de secuencias obtenidas por OTU para cada phylum, normalizada por la media de las secuencias totales de cada muestra.

Figura 5.5.10. Porcentaje de abundancia basado en el número de secuencias obtenidas por OTU para cada orden, normalizada por la media de las secuencias totales de cada muestra.

Figura 5.5.11. Géneros más abundantes, considerando OTUs que representen al menos el 20% de las secuencias presentes en una muestra.



Figura 6.2.1. Tasas estimadas y medidas a lo largo del proyecto, incorporadas al modelo conceptual de la dinámica del crecimiento y distribución de *A. catenella*.



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. 1.1. Diversidad y abundancia de quistes (quistes mL⁻¹ de sedimento húmedo) en sedimentos de Los Lagos recolectados en diciembre 2019 y febrero 2020.

Tabla. 1.2. Diversidad y abundancia de quistes (quistes mL⁻¹ de sedimento húmedo) en sedimentos de Aysén recolectados en diciembre 2019.

Tabla. 1.3. Diversidad y abundancia de quistes (quistes mL⁻¹ de sedimento húmedo) en sedimentos de Magallanes recolectados en diciembre 2019.

Tabla 3.1. Tabla ANOVA con significancia de factores (Test tipo I) y la residual devianza explicada (R.D.) por cada factor (Test tipo II).

Tabla 3.2. Probabilidad (pb) de presencia de especies nocivas a distintos niveles de: Profundidad, Zona geográfica, Año y Meses. En gris se destaca la mayor probabilidad por factor. Además, se muestra el resultado del test a posteriori Tukey HSD (Tuk.). En esta columna iguales letras indican que no existen diferencias significativas y letras diferentes que si hay diferencias.

Tabla 5.1. Transiciones de masa (m/z Q1 > Q3) utilizadas para la detección de brevetoxinas, brevenal y gimnodiminas.

Tabla 5.2. Distancia genética por pares de las regiones LS1 rDNA D1-D2 sobre la base de datos de distancia genética no corregidos entre grupos / secuencia y dentro de grupos de *K. selliformis*.

Tabla 5.3. Composición de pigmentos fotosintéticos de *Karenia selliformis* de Chile (CL), Nueva Zelanda (NZ) y Túnez (TN) como se informa en la literatura y en este estudio.

Tabla 5.4. Composición de ácidos grasos de *K. selliformis* cepa chilena (como% del total de ácidos grasos).



ANEXOS

ANEXO 1. SUB-PROGRAMA DE MONITOREO REGULAR: estaciones de monitoreo entre marzo 2019 y febrero de 2020 en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes, incluyendo código, topónimo, sectorización, transvector, institución requirente y coordenadas geográficas.

ANEXO 2. SUB-PROGRAMA DE VIGILANCIA Y FISCALIZACIÓN: estaciones de monitoreo entre marzo 2019 y febrero de 2020 en las regiones de Los Lagos y Aysén, incluyendo código, topónimo, sectorización, transvector, institución requirente y coordenadas geográficas.

ANEXO 3. SUB-PROGRAMA DE RAÚL MARÍN BALMACEDA: estaciones de monitoreo entre marzo 2019 y febrero 2020 en un sector de la región de Aysén, incluyendo código, topónimo, sectorización, transvector, institución requirente y coordenadas geográficas.

ANEXO 4. Índice de datos Programa de Manejo y Monitoreo de las Mareas Rojas en el Sistema de Fiordos y Canales de Chile. XIII Etapa año 2019-2020.

ANEXO 5. Resúmenes asistencia congresos.

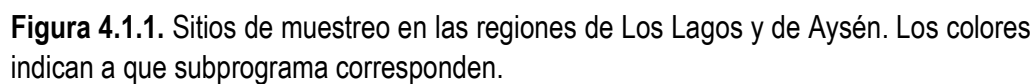
ANEXO 6. Conferencias.

ANEXO 7. Coloquios y Talleres científicos.

ANEXO 8. Taller finalización.



FIGURAS



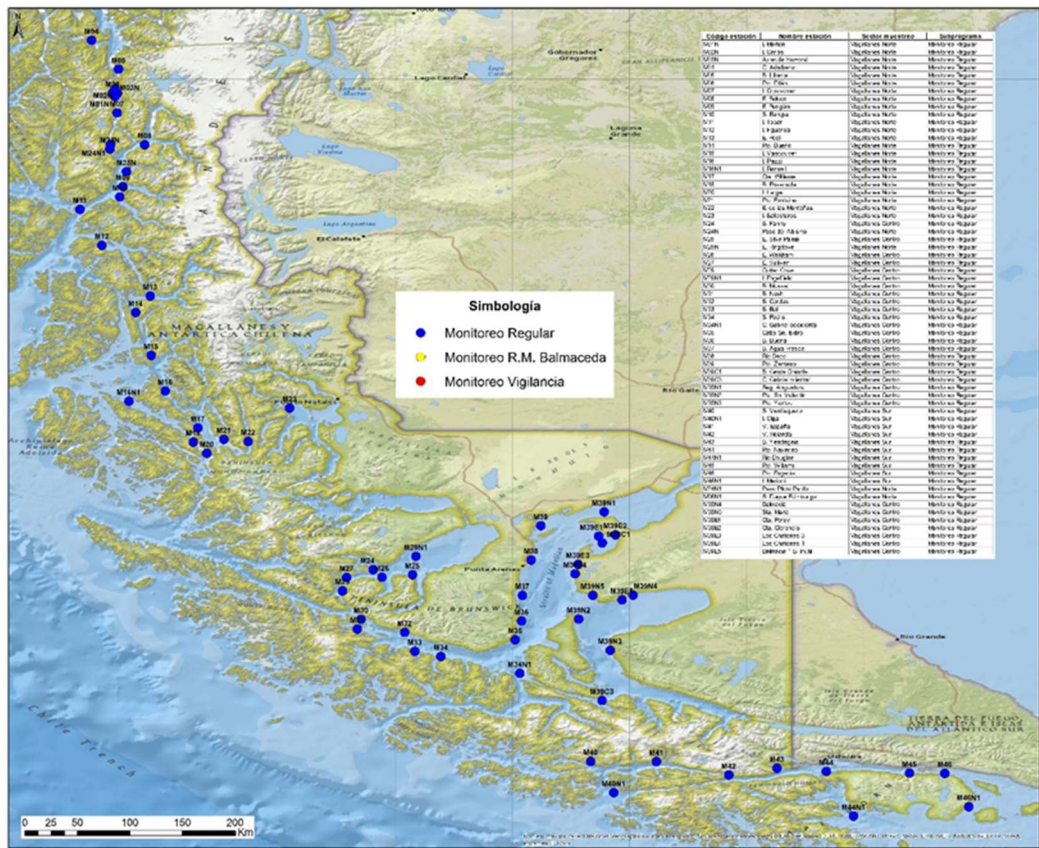


Figura 4.1.2. Sitios de muestreo en la región de Magallanes. Todos los sitios corresponden al subprograma regular.

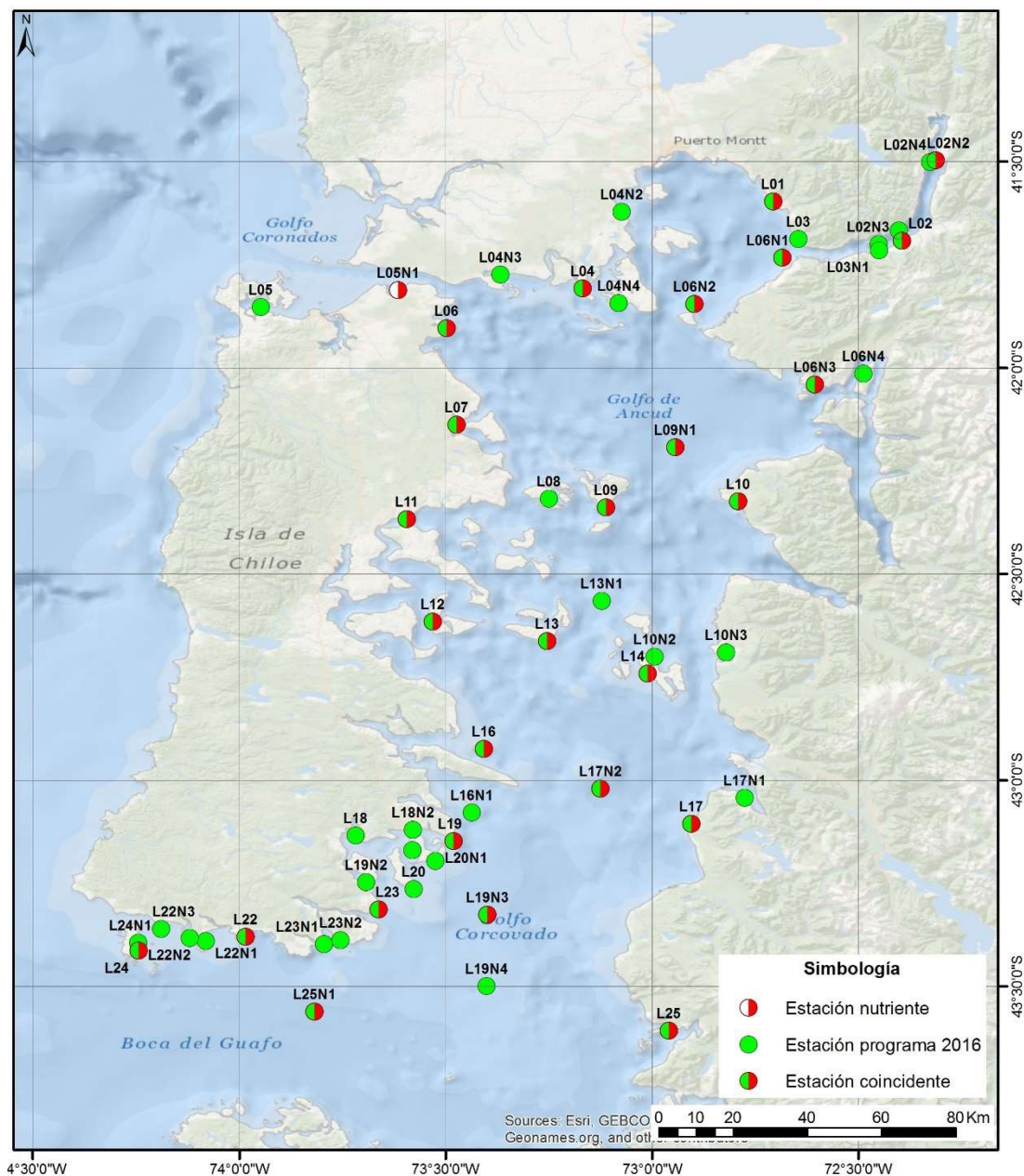


Figura 4.1.3. Sitios de muestreo en la región de Los Lagos. Los puntos verdes representan aquellos que tienen el muestreo habitual. Los puntos con verde y rojo representan sitios que se agrega además la toma de muestras para nutrientes. El sitio L05N1 pasará a verde y rojo.

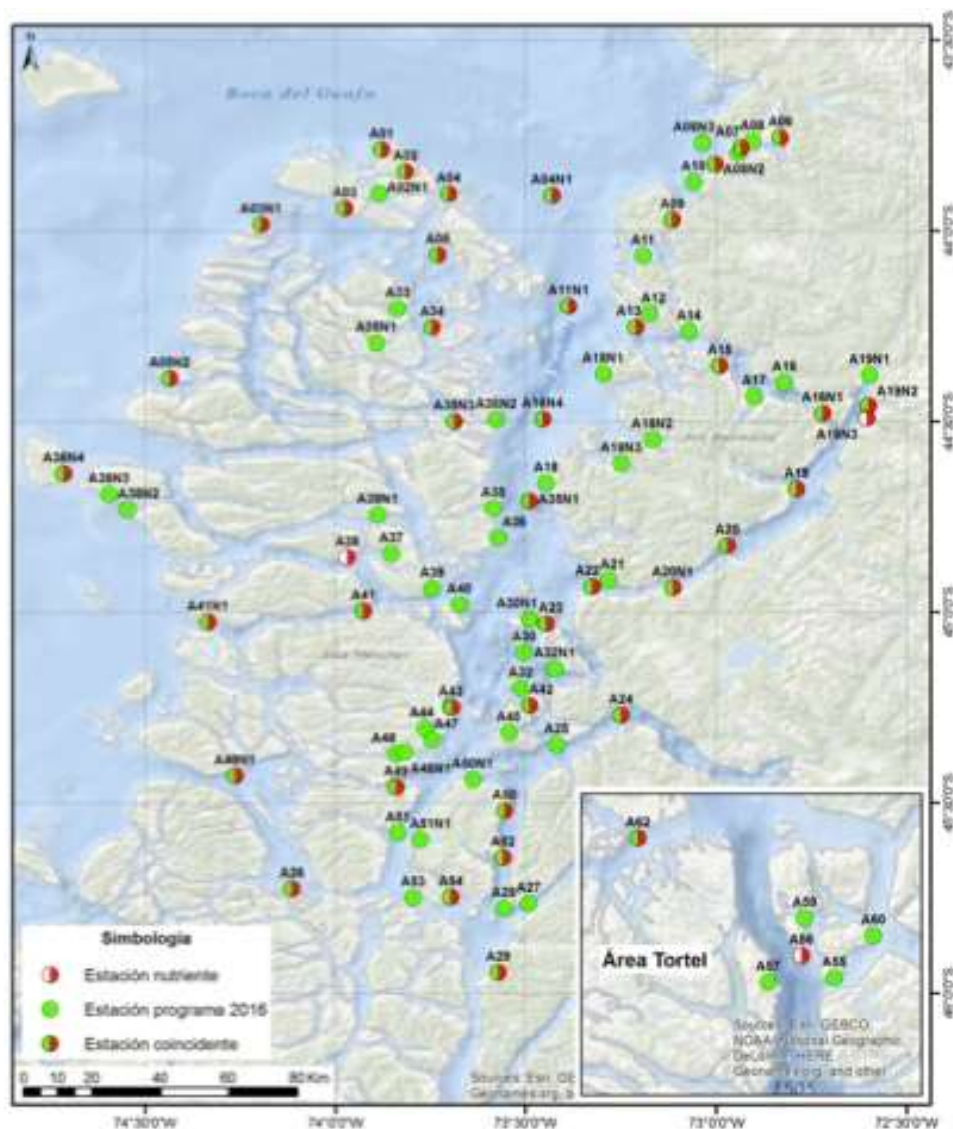


Figura 4.1.4. Sitios de muestreo en la región de Aysén. Los puntos verdes representan aquellos que tienen el muestreo habitual. Los puntos con verde y rojo representan sitios que se agregan además para estimaciones de nutrientes.

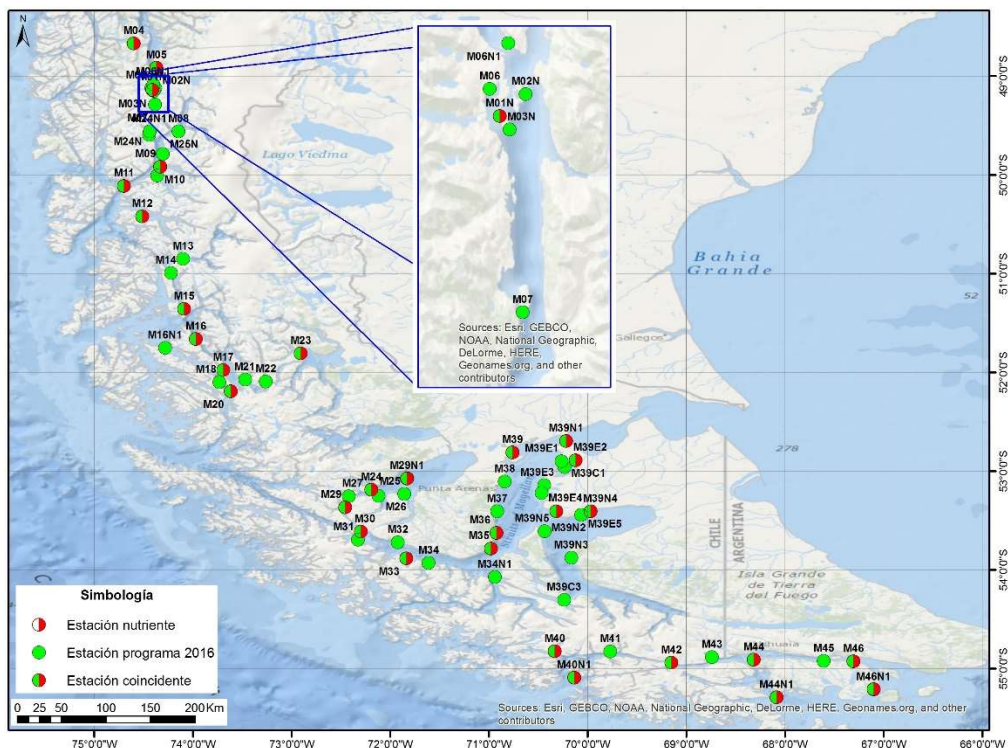


Figura 4.1.5. Sitios de muestreo en la región de Magallanes. Los puntos verdes representan aquellos que tienen el muestreo habitual. Los puntos con verde y rojo representan sitios que se agregan además para estimaciones de nutrientes.

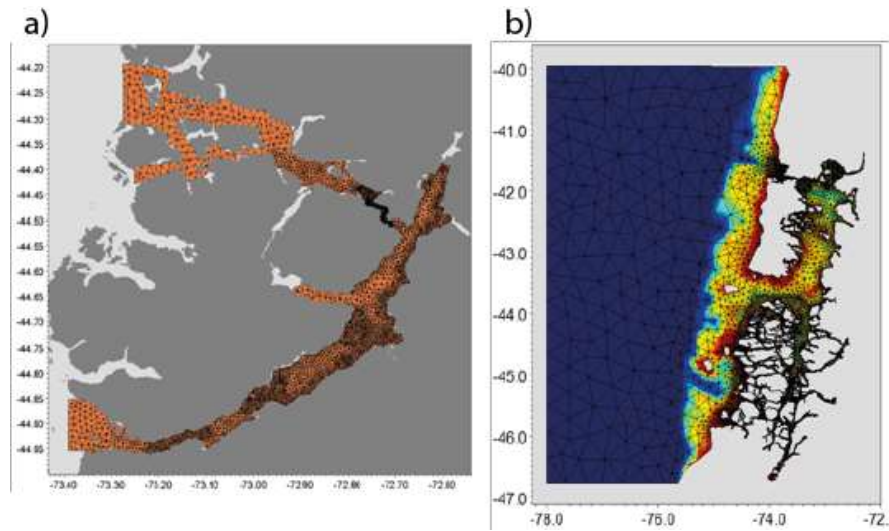


Figura 4.2.1 Grilla y discretización horizontal para el modelo de a) Puyuhuapi-Jacaf y b) regional.

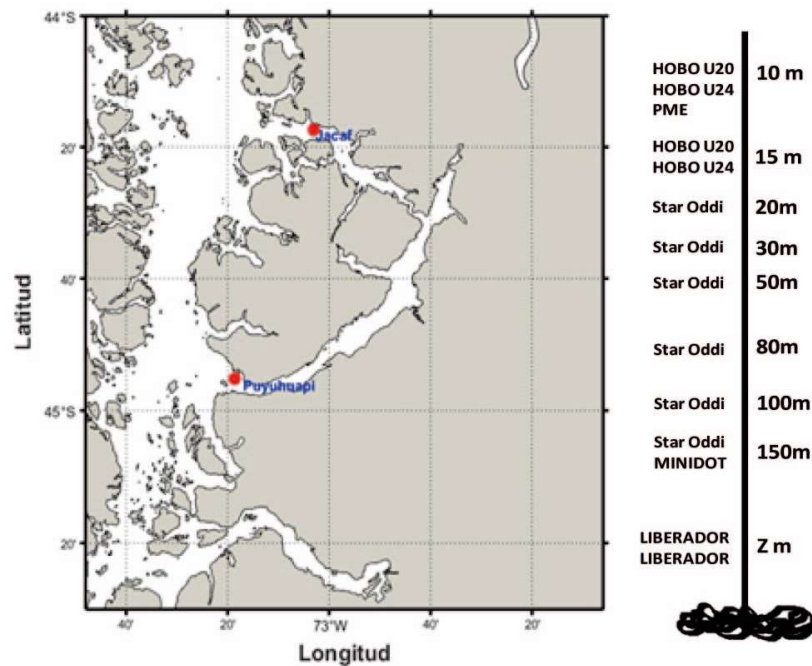


Figura 4.2.2. Ubicación y diseño de los anclajes.

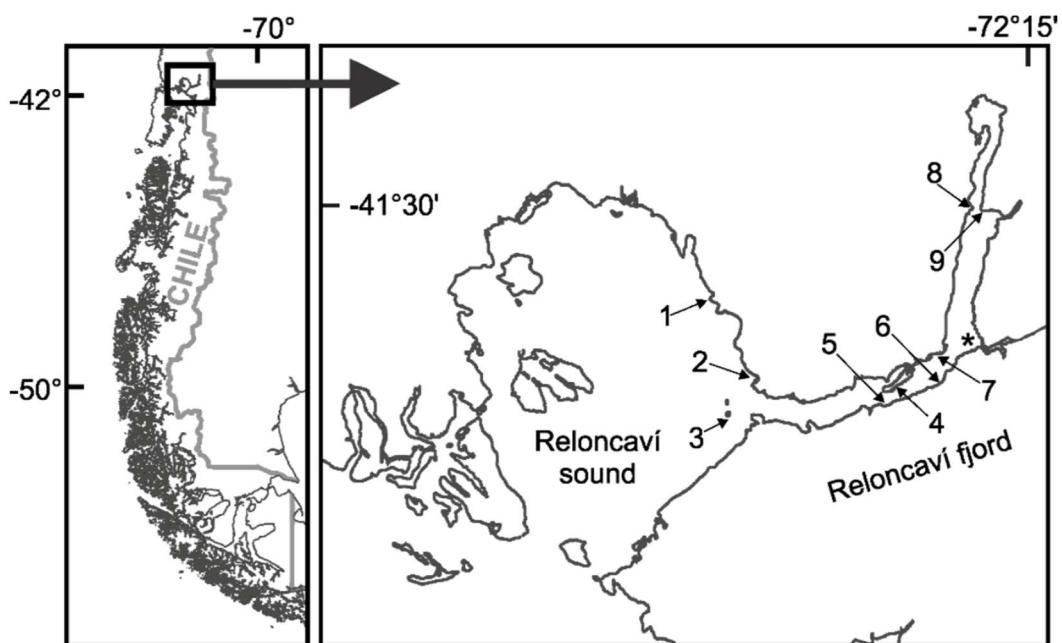


Figura 4.3.1. Ubicaci3n de las nueve estaciones estudiadas en el fiordo Reloncaví.

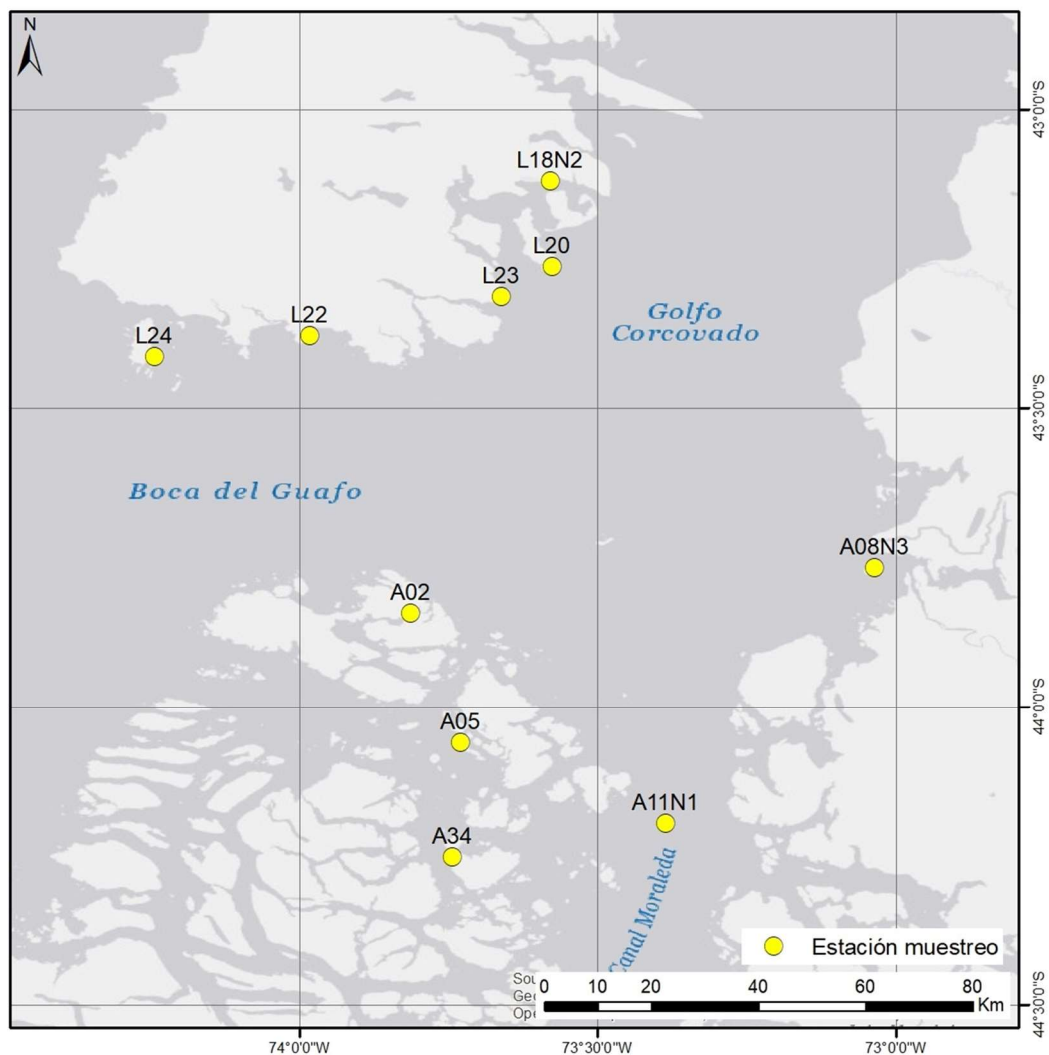


Figura 4.5.1. Estaciones de muestreo analizadas en este estudio.

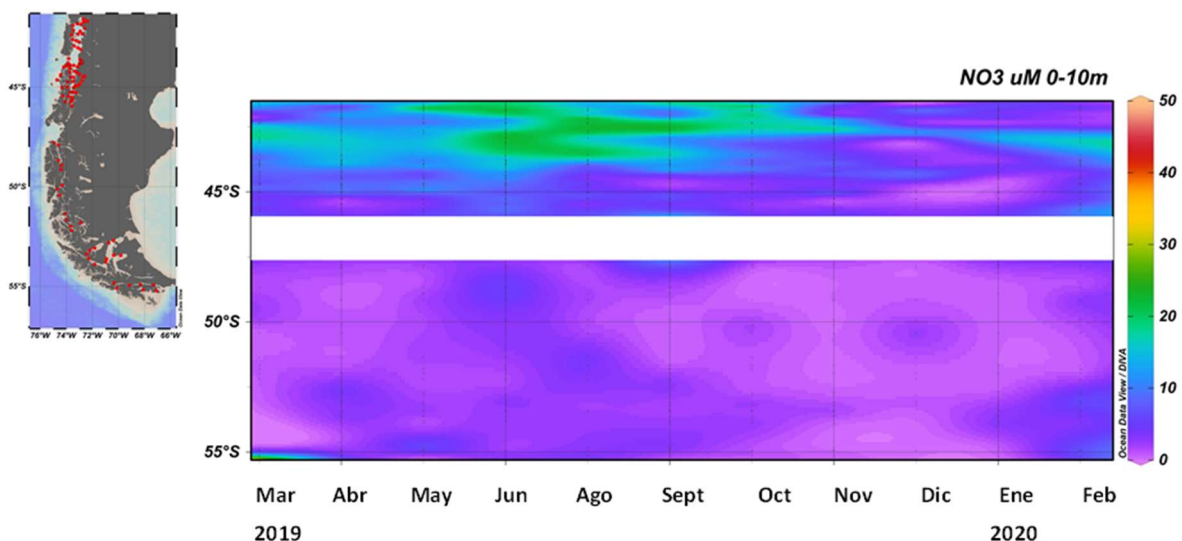


Figura 5.1.1. Distribución espacial y temporal de la concentración de Nitrato NO_3 uM para el estrato 0-10m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

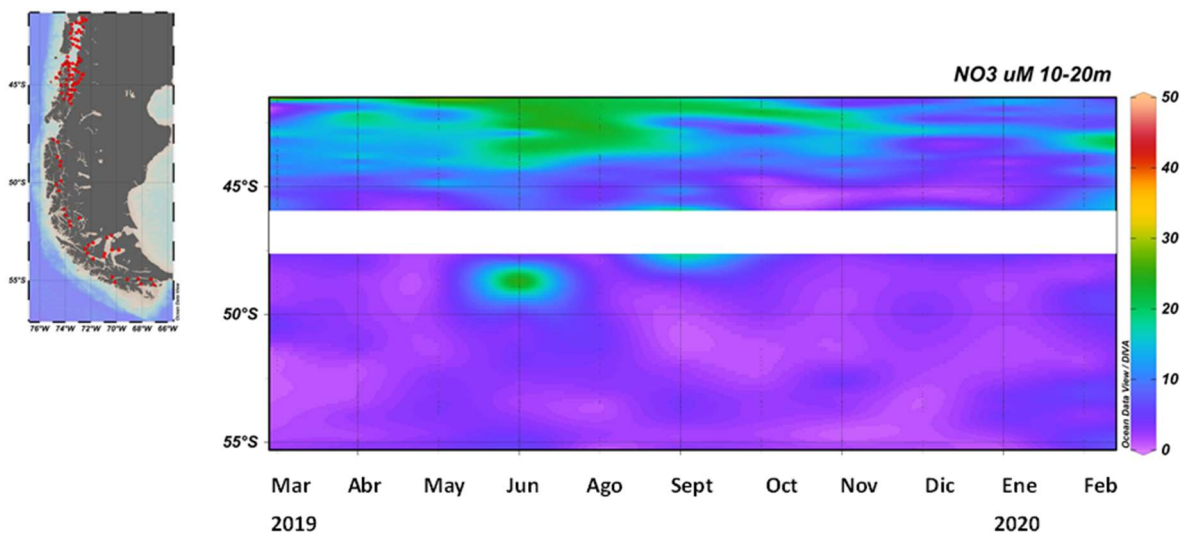


Figura 5.1.2. Distribución espacial y temporal de la concentración de Nitrato NO_3 uM para el estrato 10-20m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

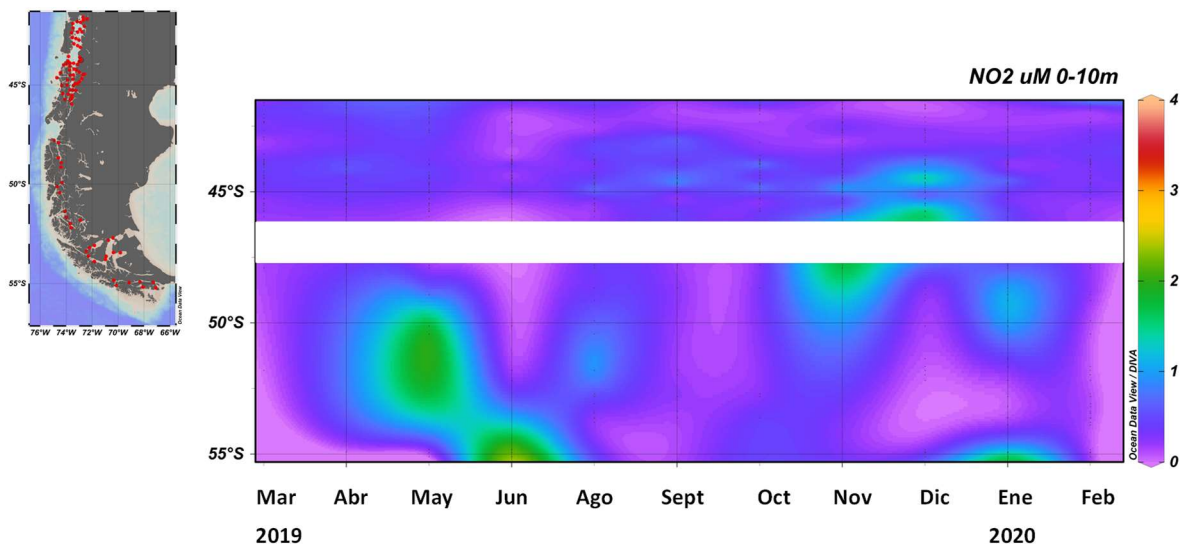


Figura 5.1.3. Distribución espacial y temporal de la concentración de nitrito (NO_2 uM) para el estrato 0-10m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

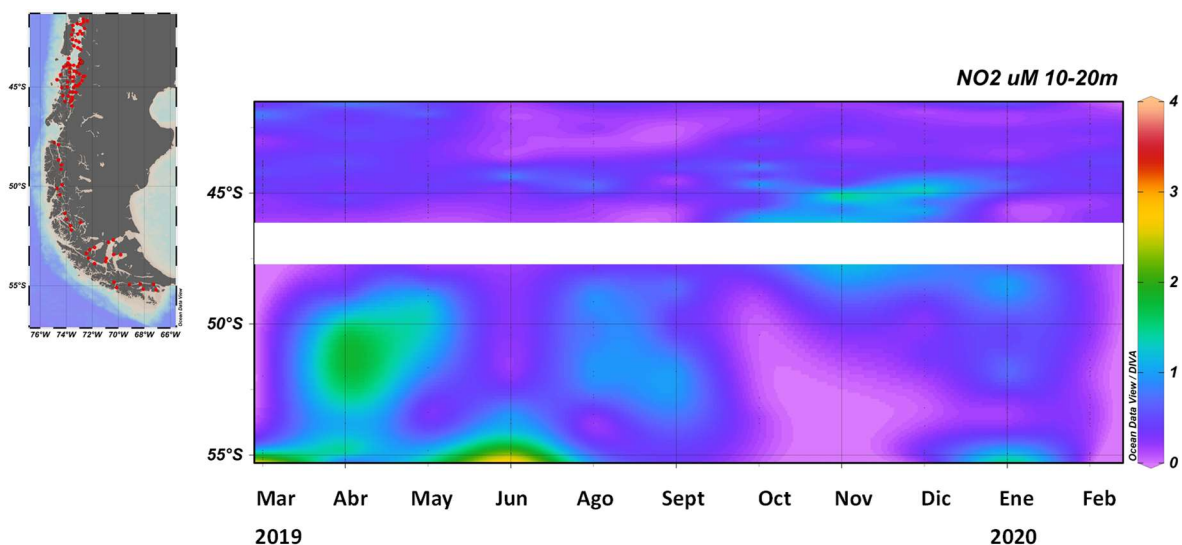


Figura 5.1.4. Distribución espacial y temporal de la concentración de nitrito (NO_2 uM) para el estrato 10-20m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

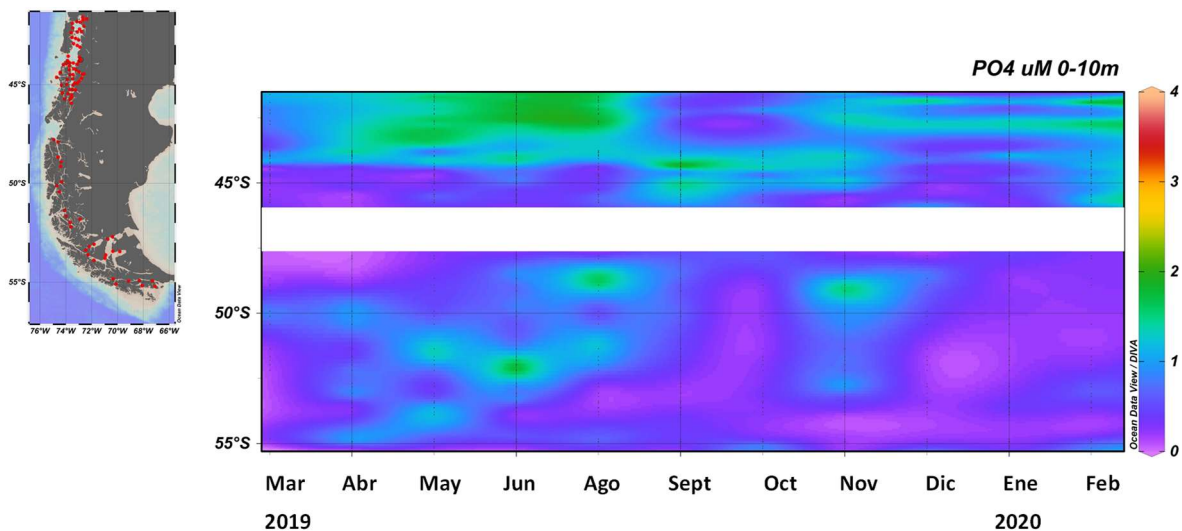


Figura 5.1.5. Distribución espacial y temporal de la concentración de Fosfato PO_4 uM para el estrato 0-10m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

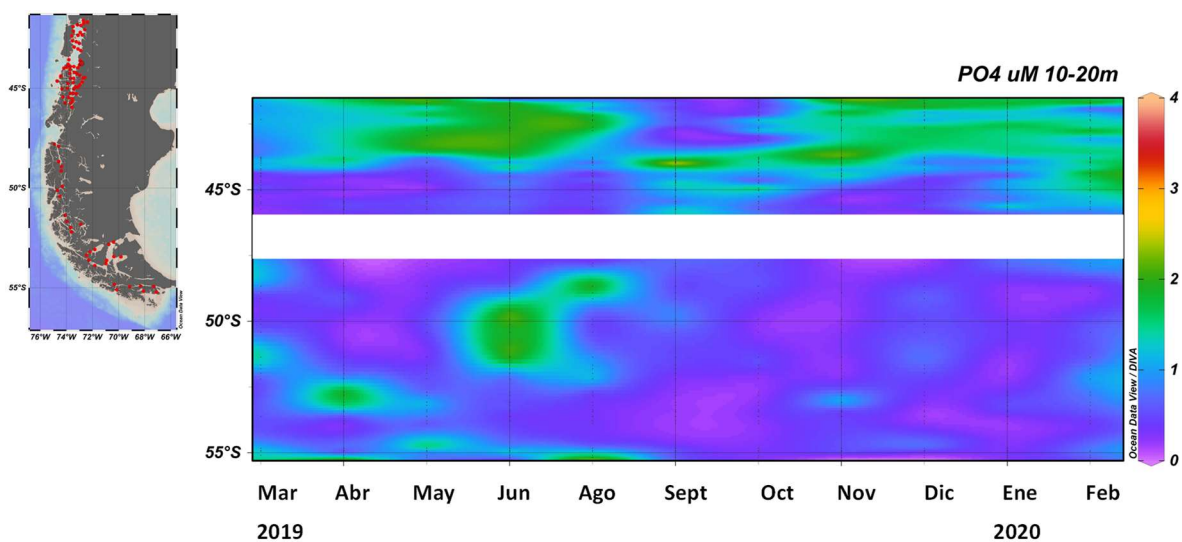


Figura 5.1.6. Distribución espacial y temporal de la concentración de Fosfato PO_4 uM para el estrato 10-20m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

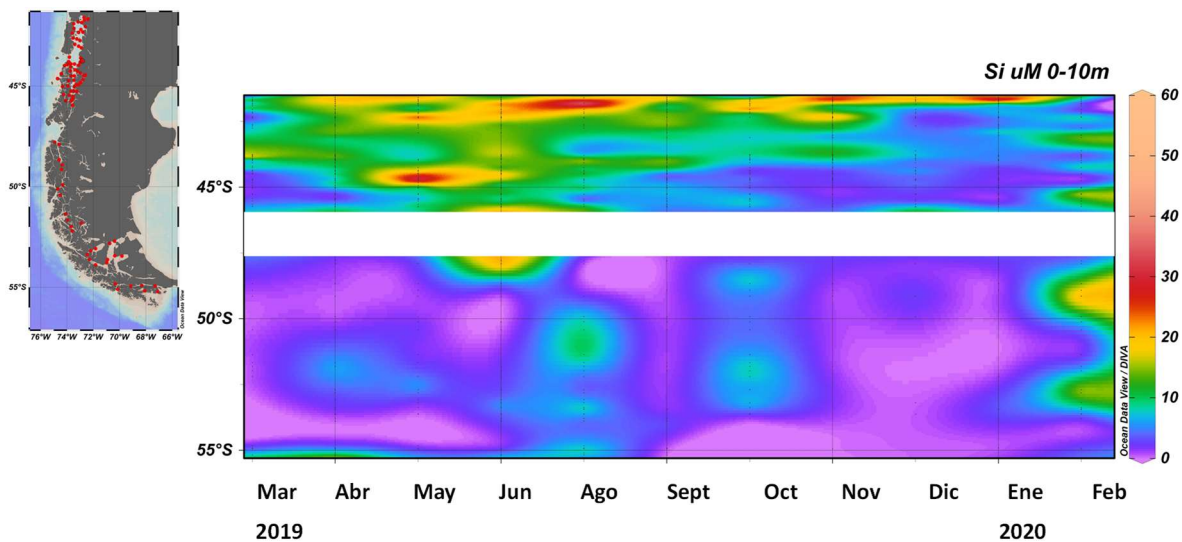


Figura 5.1.7. Distribución espacial y temporal de la concentración de Silicato Si(OH)_4 uM para el estrato 0-10m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

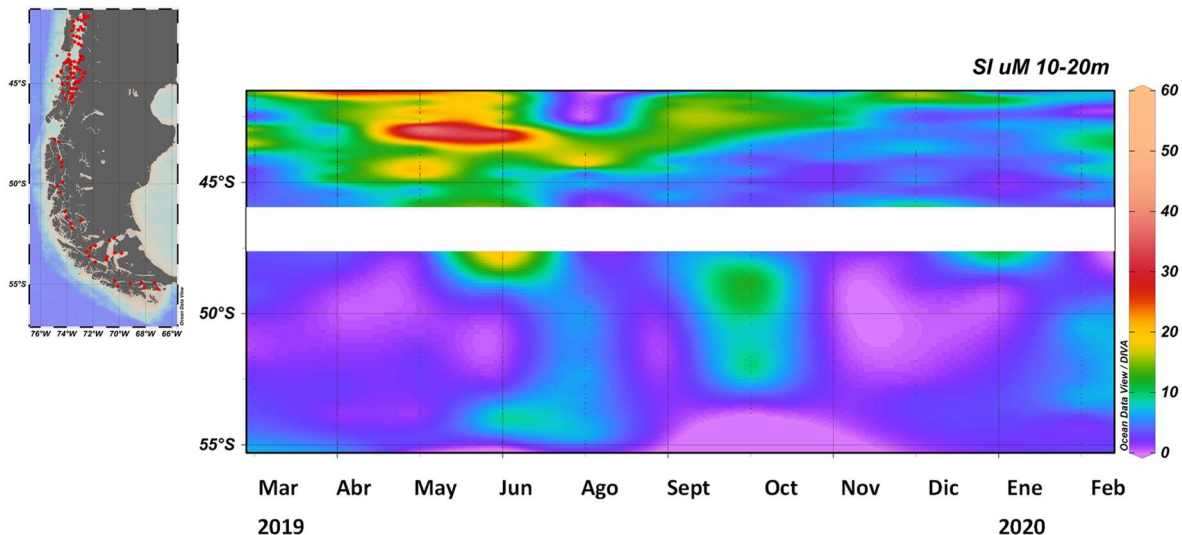


Figura 5.1.8. Distribución espacial y temporal de la concentración de Silicato Si(OH)_4 uM para el estrato 10-20m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

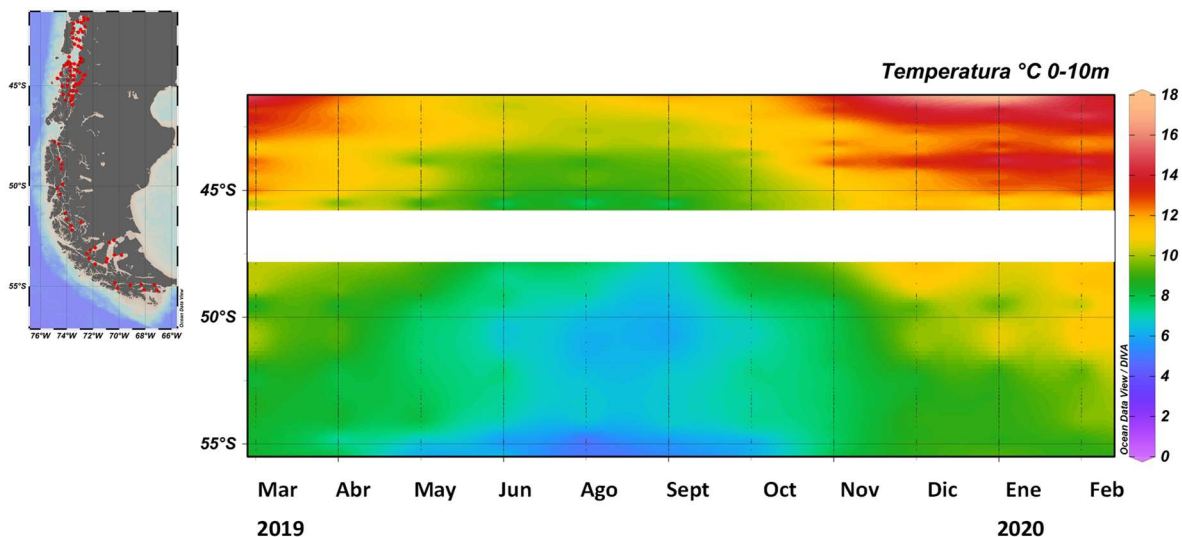


Figura 5.1.9. Distribución espacial y temporal de temperatura °C promedio del estrato 0-10m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

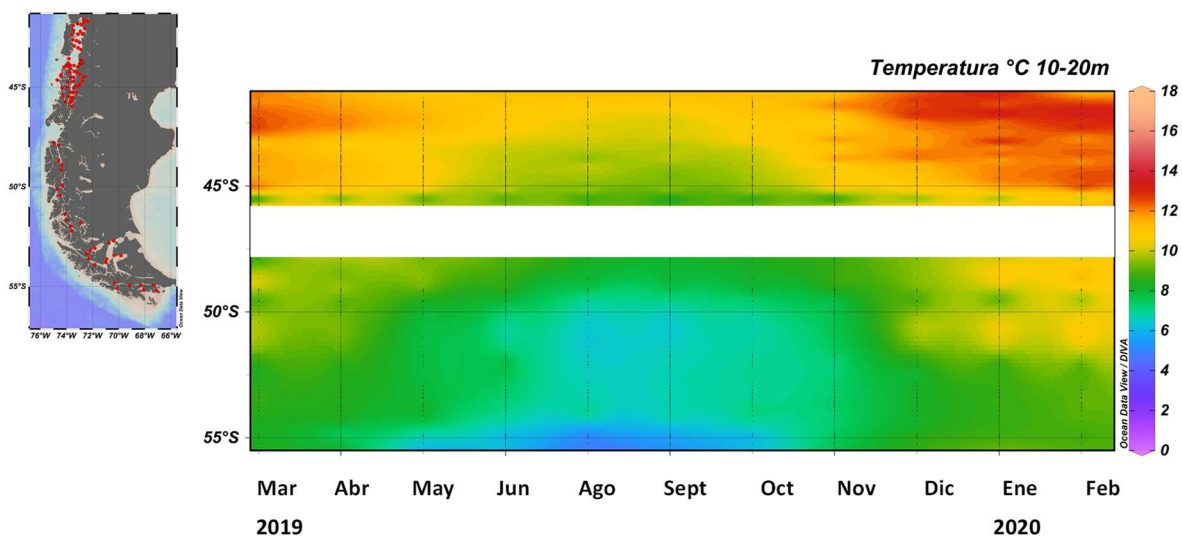


Figura 5.1.10. Distribución espacial y temporal de temperatura °C promedio del estrato 10-20m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

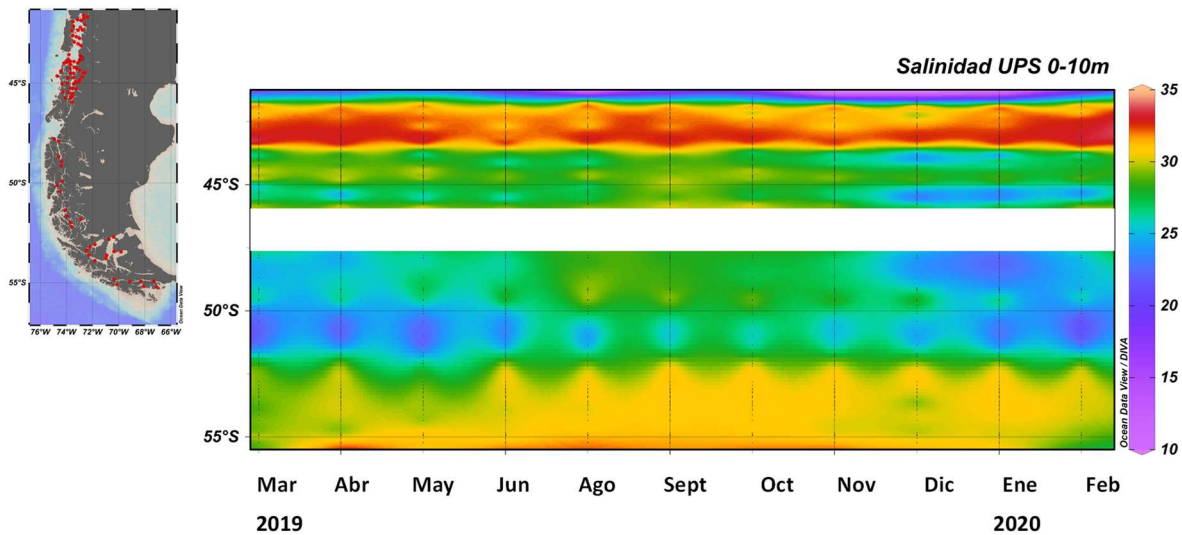


Figura 5.1.11. Distribución espacial y temporal de salinidad PSU promedio del estrato 0-10m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

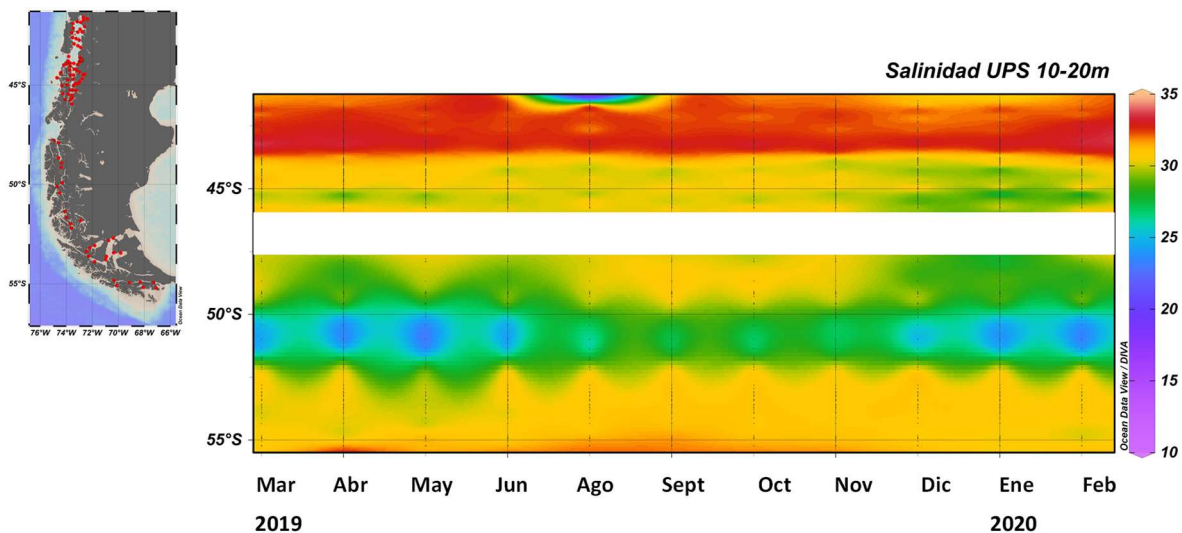


Figura 5.1.12. Distribución espacial y temporal de salinidad PSU promedio del estrato 10-20m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

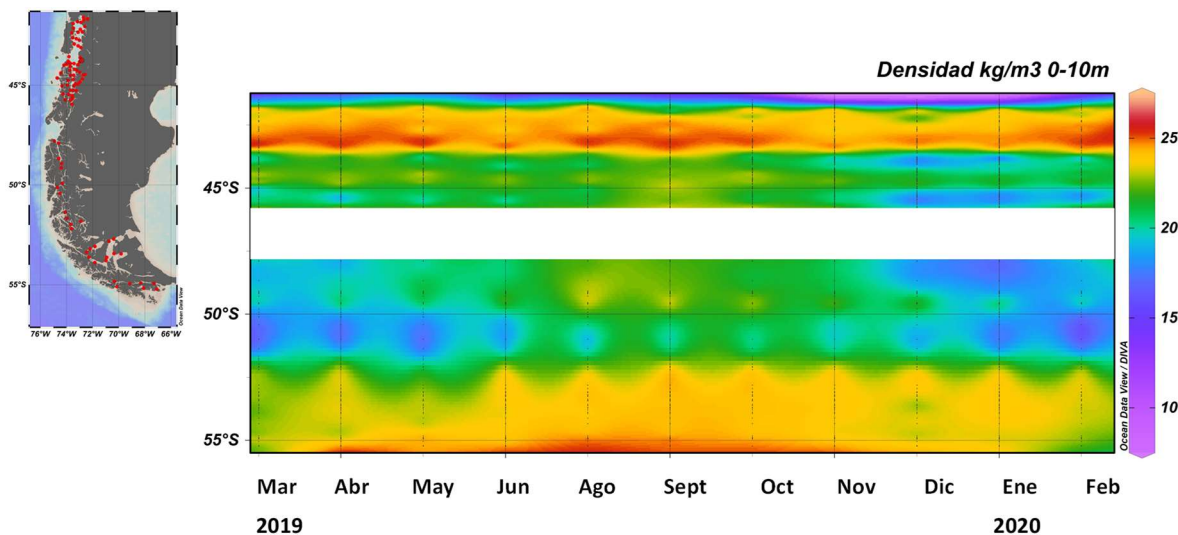


Figura 5.1.13. Distribución espacial y temporal de densidad Kg/m³ promedio del estrato 0-10m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

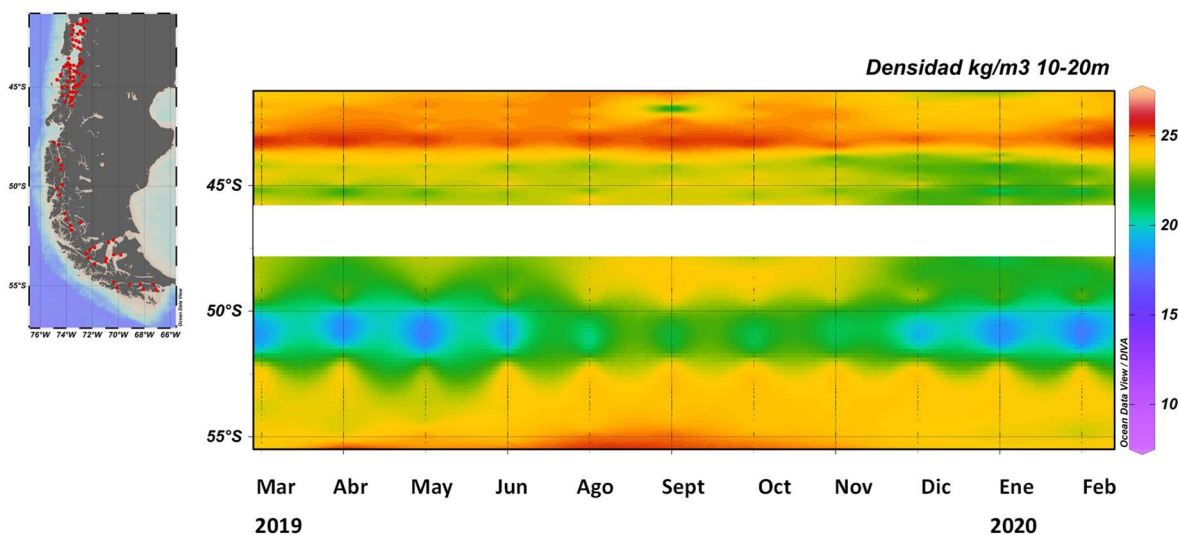


Figura 5.1.14. Distribución espacial y temporal de densidad Kg/m³ promedio del estrato 10-20m, entre marzo 2019 y febrero 2020 desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes.

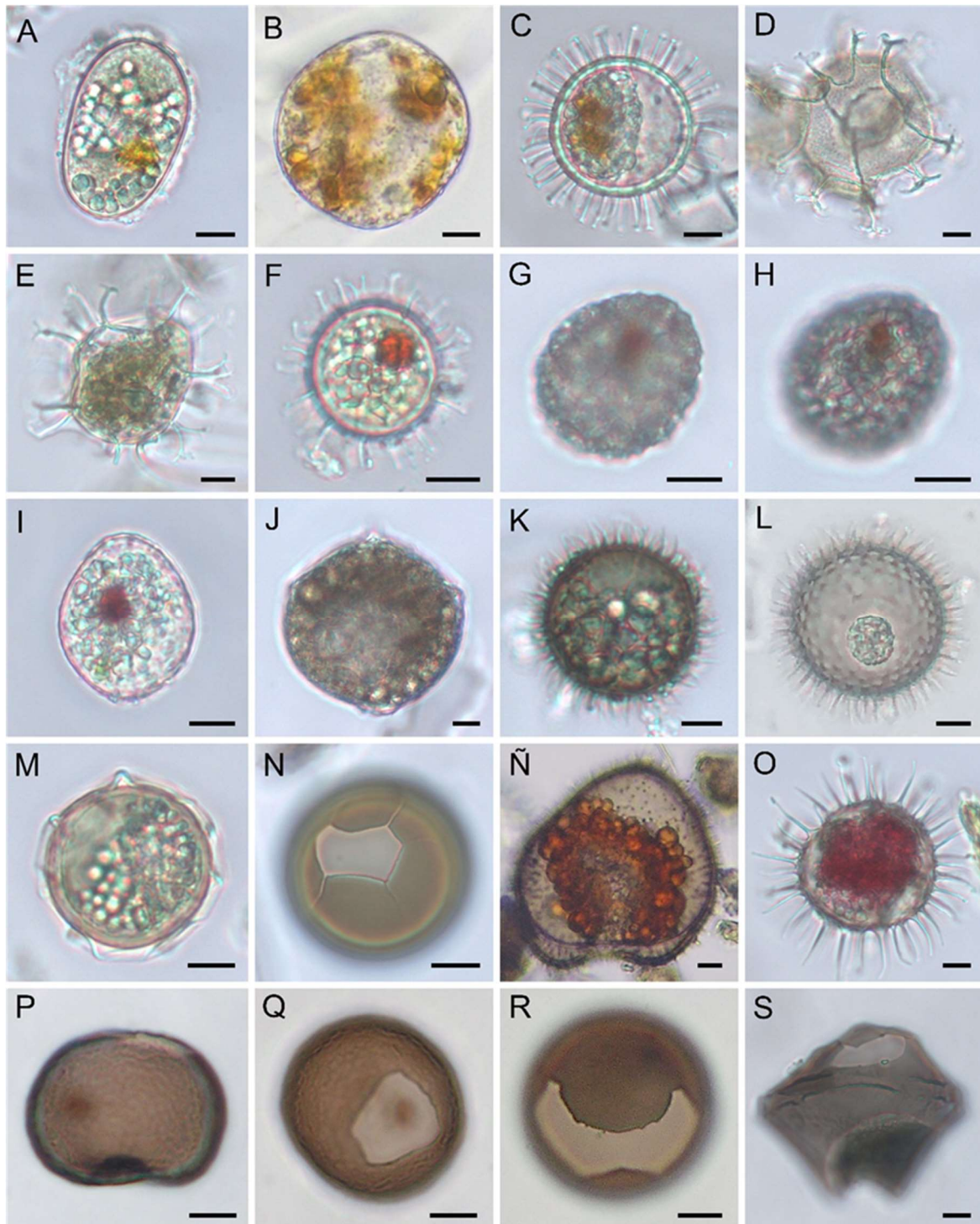


Figura 5.1.15. Quistes de resistencia registrados en sedimentos de las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes durante diciembre 2019 y febrero 2020. **A.** *Alexandrium catenella*. **B.** *Alexandrium*



ostenfeldii. **C.** *Protoceratium reticulatum*. **D.** *Spiniferites pachydermus*. **E.** *Spiniferites ramosus*. **F.** *Pentapharsodinium dalei*. **G y H.** *Scrippsiella patagonica*. **I.** *Scrippsiella* sp. **J.** *Gyrodinium undulans*. **K.** *Archaeoperidinium minutum*. **L.** *Archaeoperidinium constrictum*. **M.** *Protoperidinium americanum*. **N.** *Protoperidinium americanum*. **Ñ.** *Protoperidinium claudicans*. **O.** *Protoperidinium conicum*. **P y Q.** *Protoperidinium conicoide*. **R.** *Protoperidinium denticulatum*. **S.** *Protoperidinium leonis*. Barras de escala: 10 μ m.

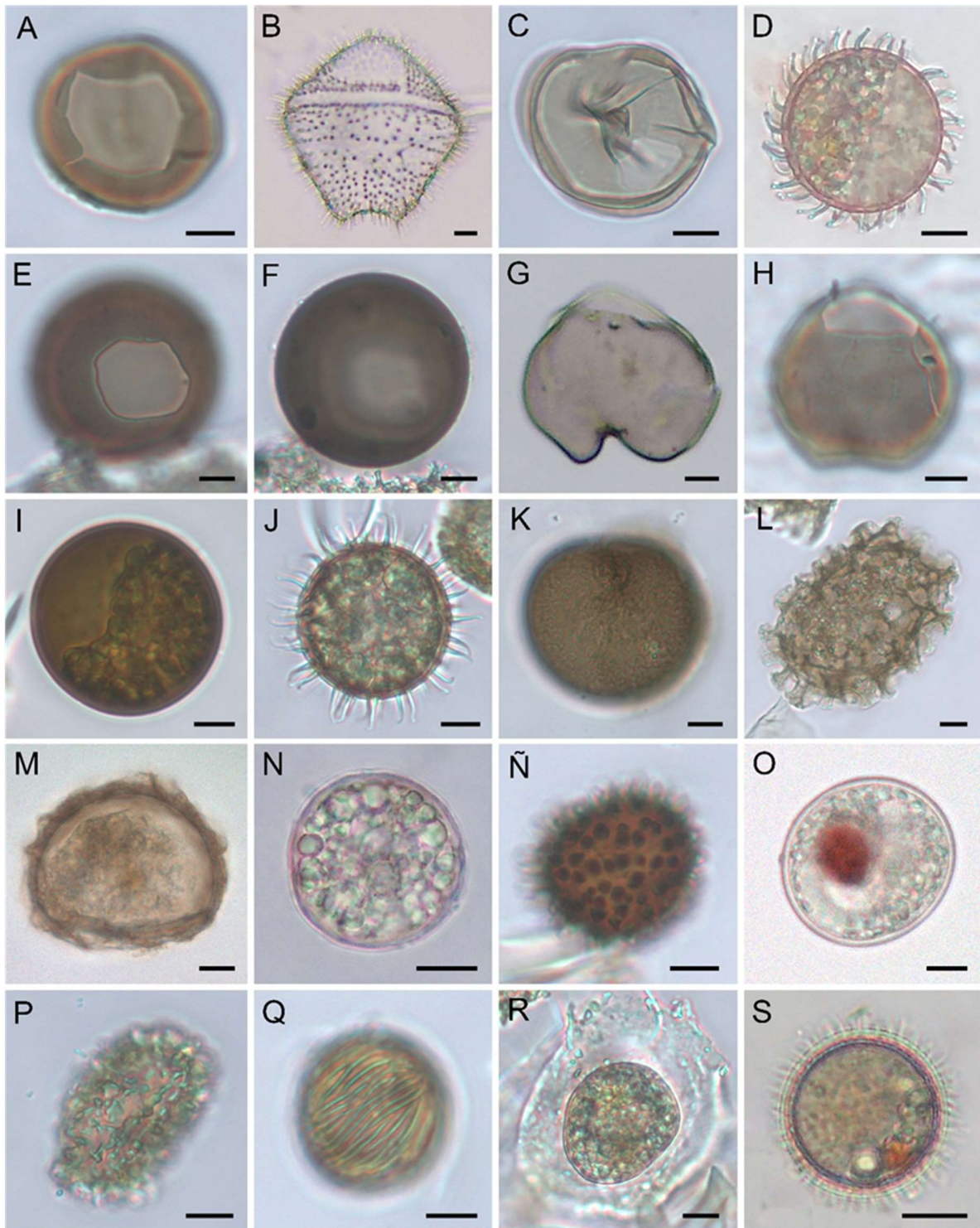


Figura 5.1.16. Quistes de resistencia registrados en sedimentos de las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes durante 2019 y febrero 2020. **A.** *Protoperdinium excentricum*. **B.** *Protoperdinium*



pentagonum. **C.** *Protooperidinium subinermis*. **D.** *Protooperidinium tricingulatum*. **E y F.** *Protooperidinium thorianum*. **G.** *Protooperidinium* sp. 3. **H.** *Protooperidinium* sp. 4. **I.** *Protooperidinium* spp. **J.** *Niea acanthocysta*. **K.** *Preperidinium meunieri*. **L.** *Polykrikos schwartzii*. **M.** No identificado 1. **N.** No identificado 2. **Ñ.** No identificado 9. **O.** No identificado 10. **P.** No identificado 13. **Q.** No identificado 14. **R.** No identificado 33. **S.** No identificado 34. Barras de escala: 10 μ m.

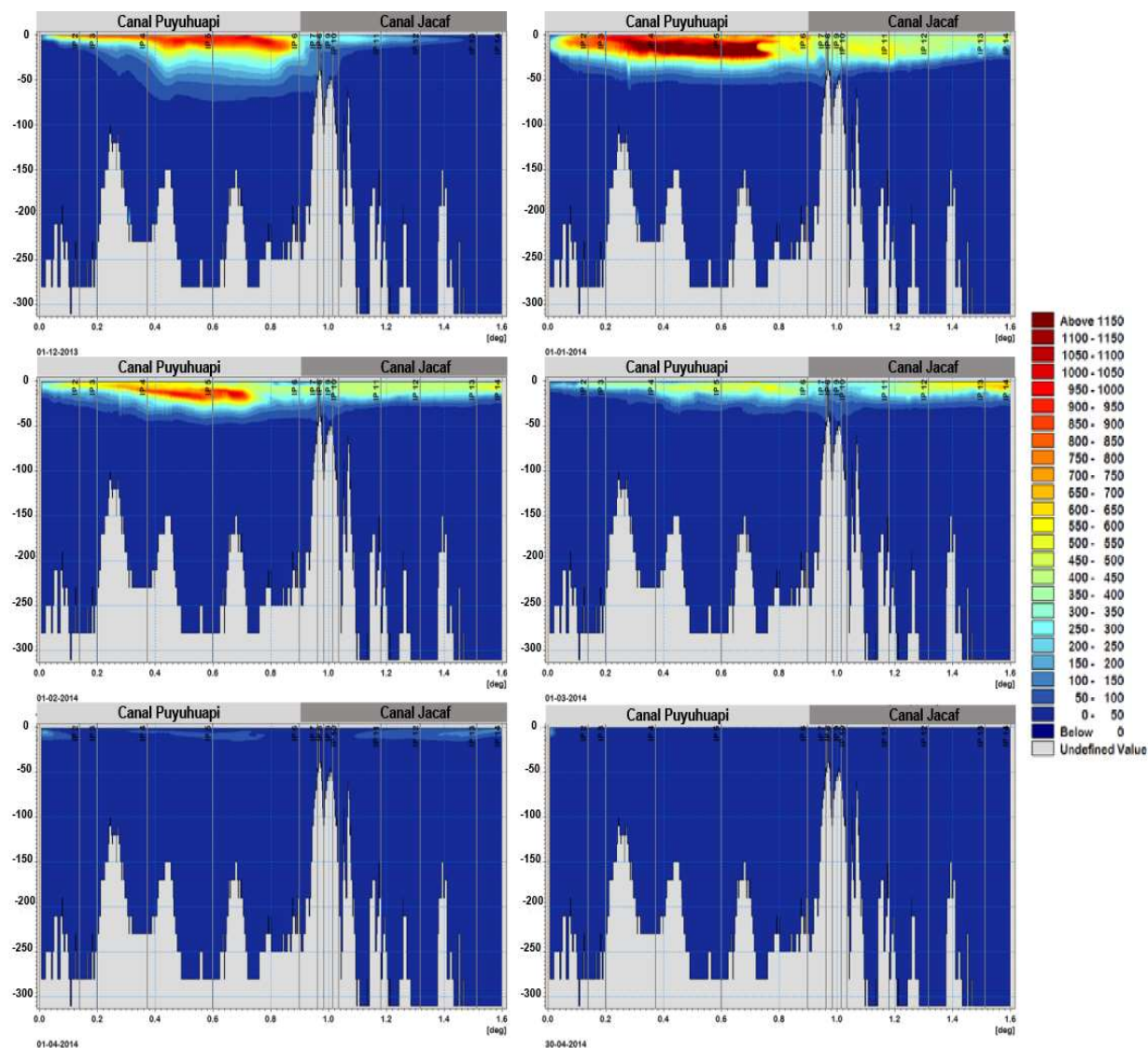


Figura 5.2.1. Evolución temporal de concentración de *A. catenella* modelada a lo largo del canal Puyuhuapi y Jacaf.

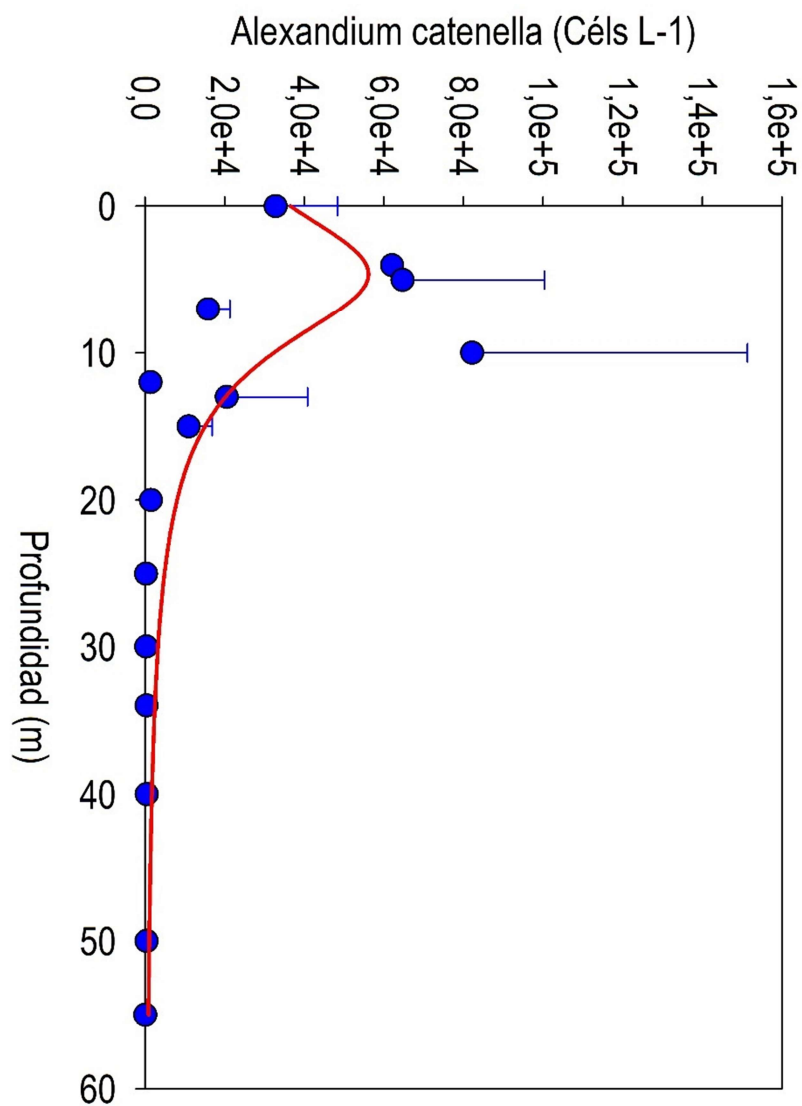


Figura 5.2.2. Distribución vertical promedio de *A. catenella*.

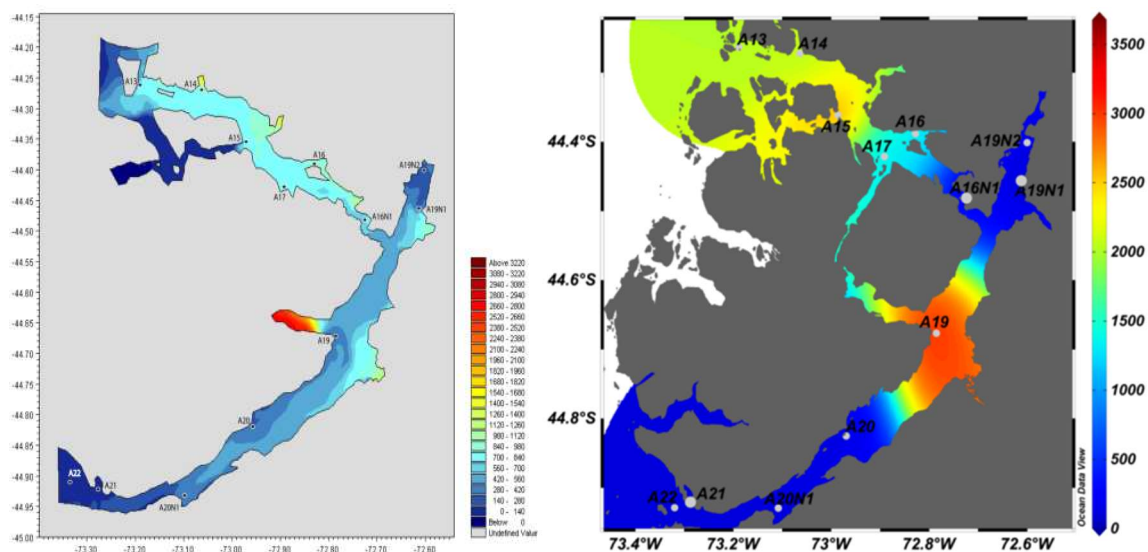


Figura 5.2.3. Distribución horizontal de concentración modelada (derecha) y muestreada (izquierda) de *A. catenella* a lo largo del canal Puyuhuapi y Jacaf.

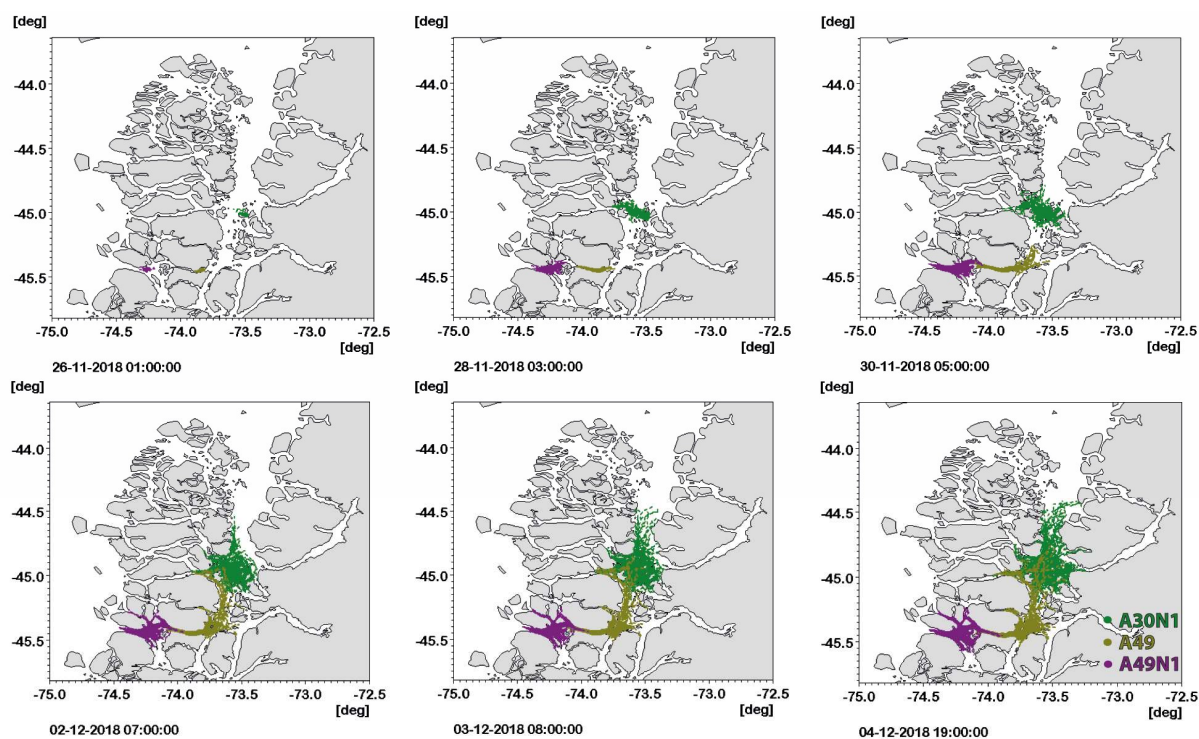


Figura 5.2.4. Dispersión de partículas de diciembre para las estaciones de muestreo con abundancia relativa 4 para el mes de noviembre.

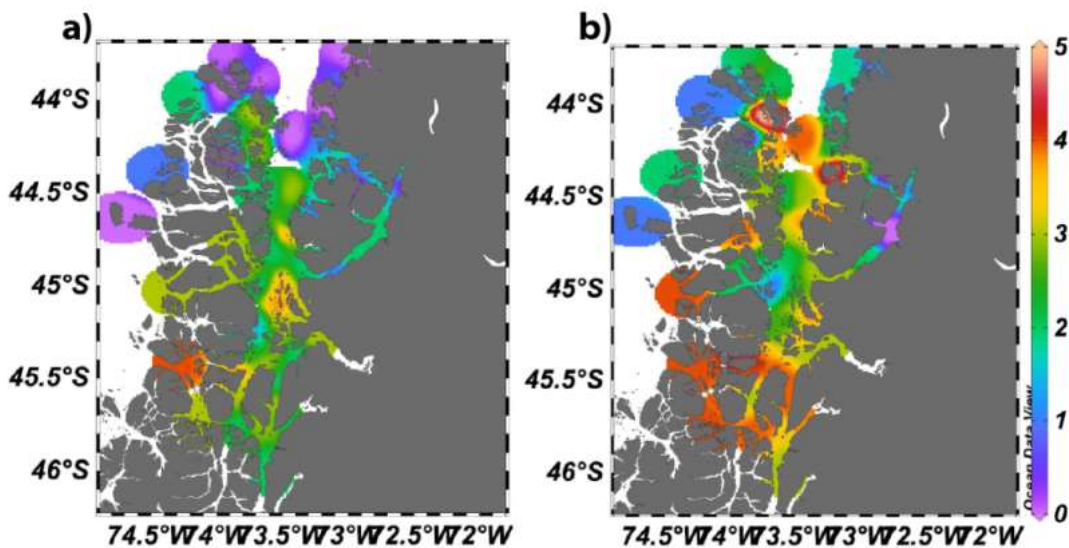


Figura 5.2.5. Abundancia relativa de *A. catenella* para los meses de noviembre (a) y diciembre (b) de las estaciones de muestreo del proyecto de marea.

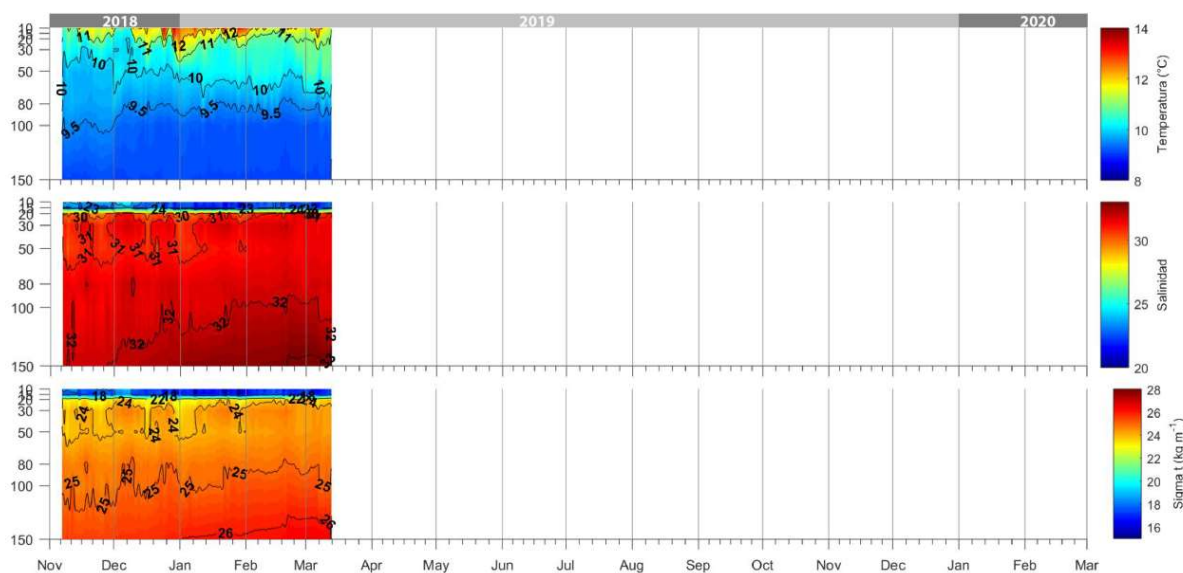


Figura 5.2.6. Distribución de temperatura (°C), salinidad y sigma-t en el anclaje de Jacaf, entre los meses de noviembre de 2018 y marzo de 2019.

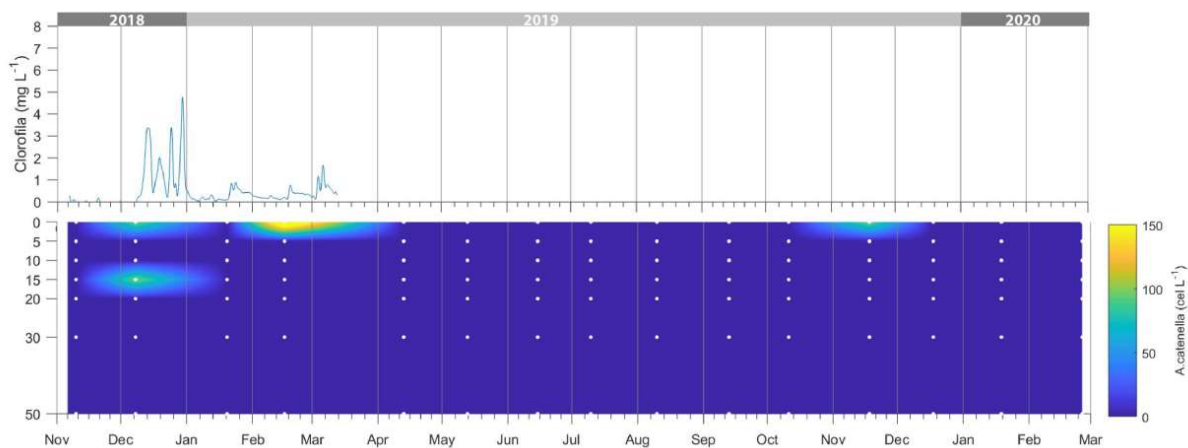


Figura 5.2.7. Distribución de clorofila (mg L^{-1}) a 10m y *A. catenella* (cel L^{-1}).

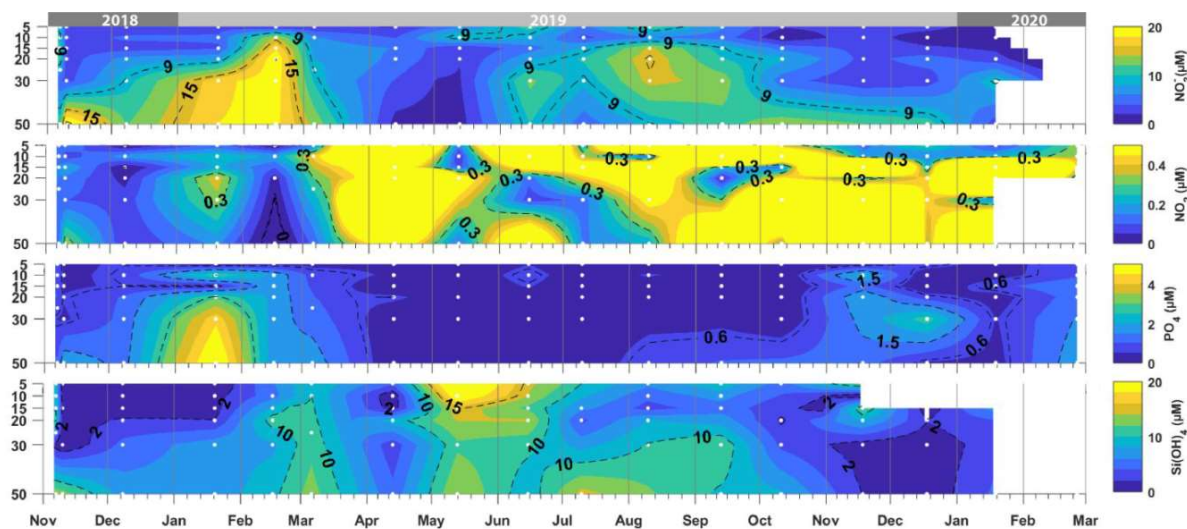


Figura 5.2.8. Distribución de nitrato (μM), nitrito, fosfato (μM) y silicato (μM) en el anclaje de Puyuhuapi.

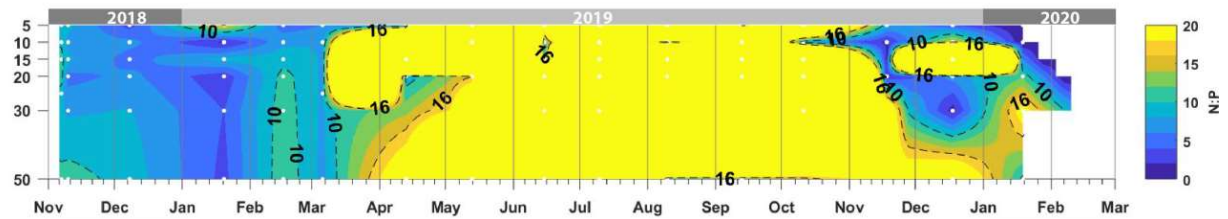


Figura 5.2.9. Distribución de razón N: P en el anclaje de Puyuhuapi.

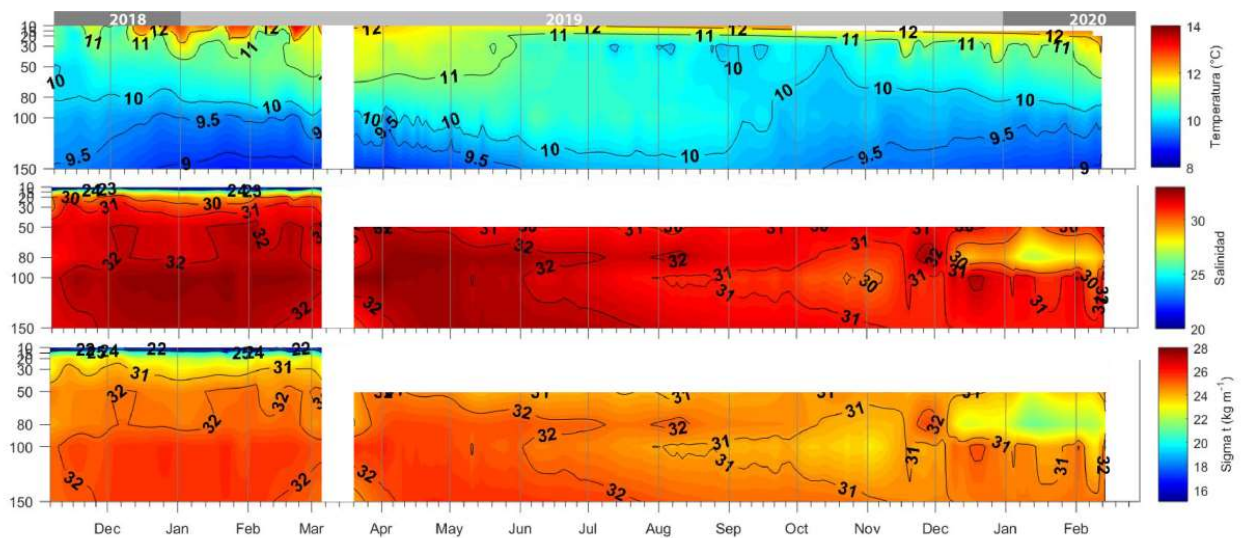


Figura 5.2.10. Distribución de temperatura (°C), salinidad y sigma-t (kg m^{-3}) en Jacaf.

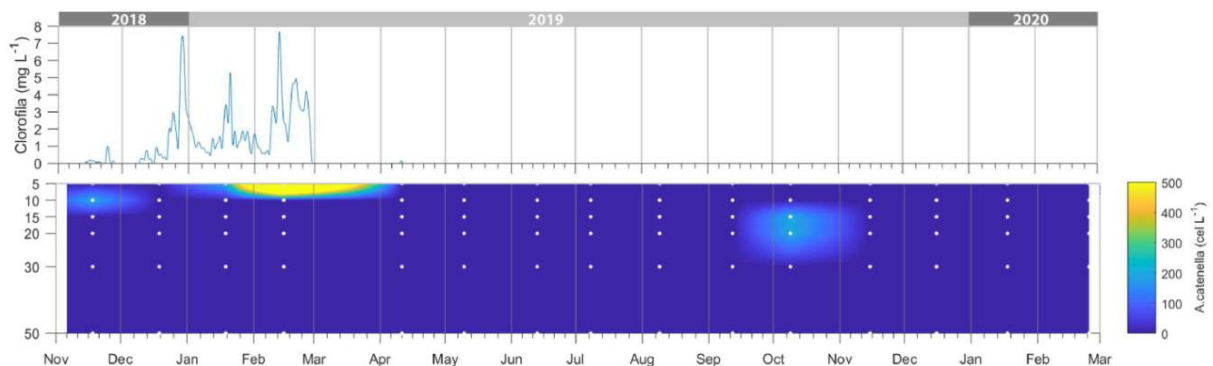


Figura 5.2.11. Distribución de clorofila (mg L^{-1}) a 10m y *A. catenella* (cel L^{-1}).

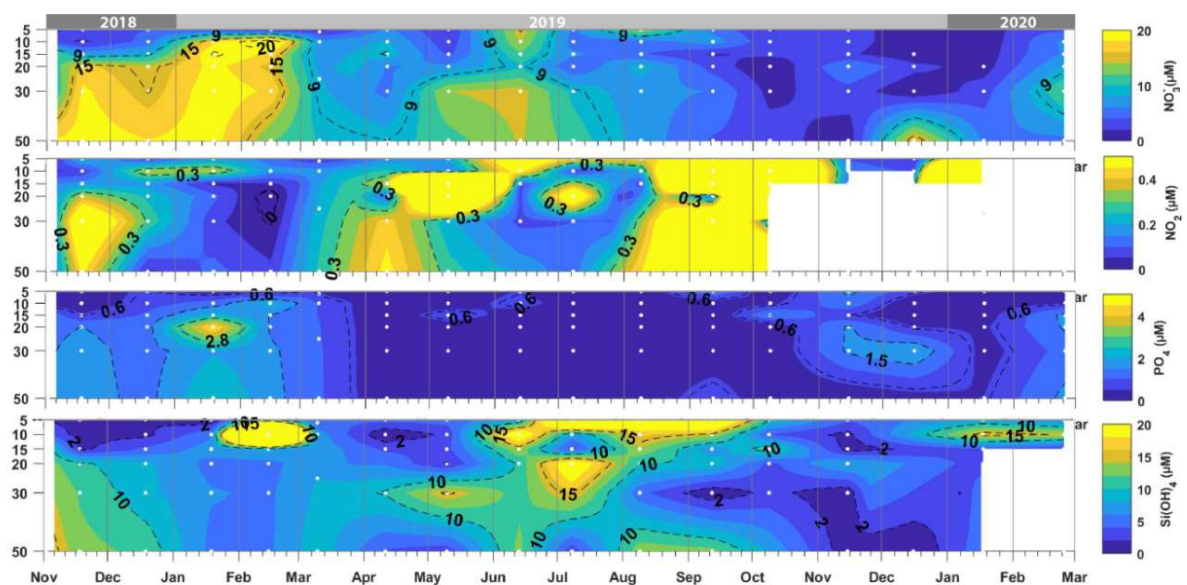


Figura 5.2.12. Distribución de nitrato, nitrito (μM), fosfato (μM) y silicato (μM) en el anclaje de Jacaf.

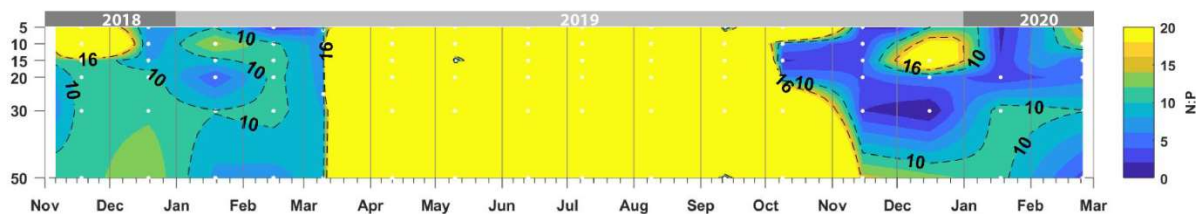


Figura 5.2.13. Distribución de razón N: P en el anclaje de Jacaf.

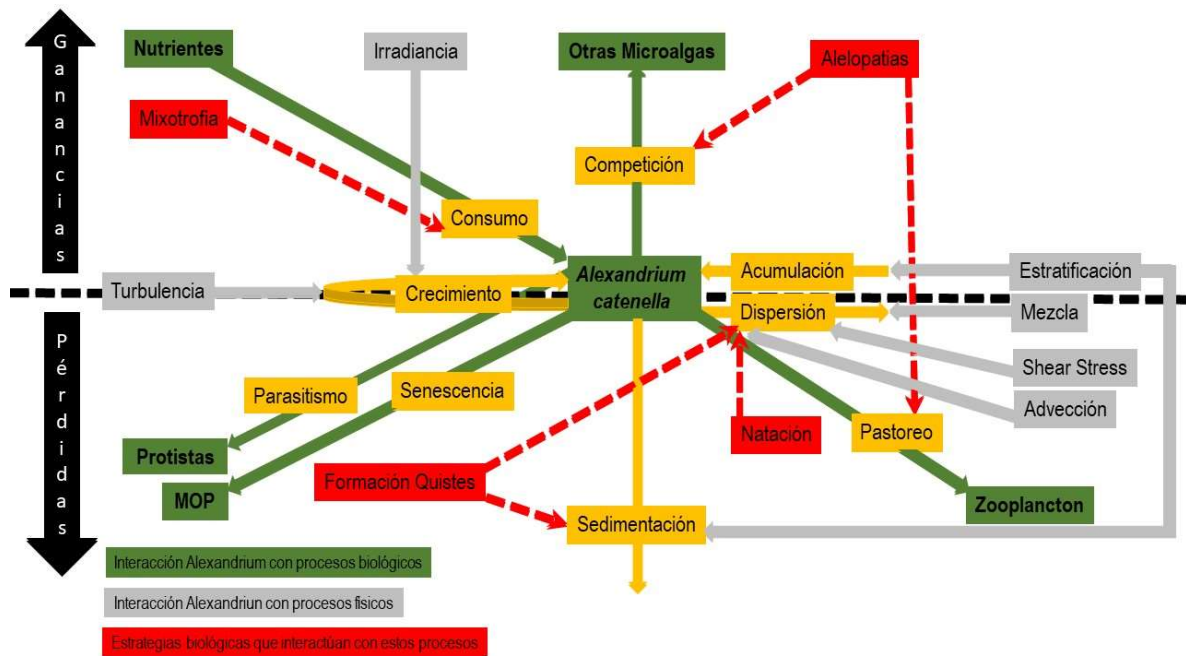


Figura 5.2.14. Modelo conceptual de la dinámica del crecimiento y distribución de *A. catenella*.

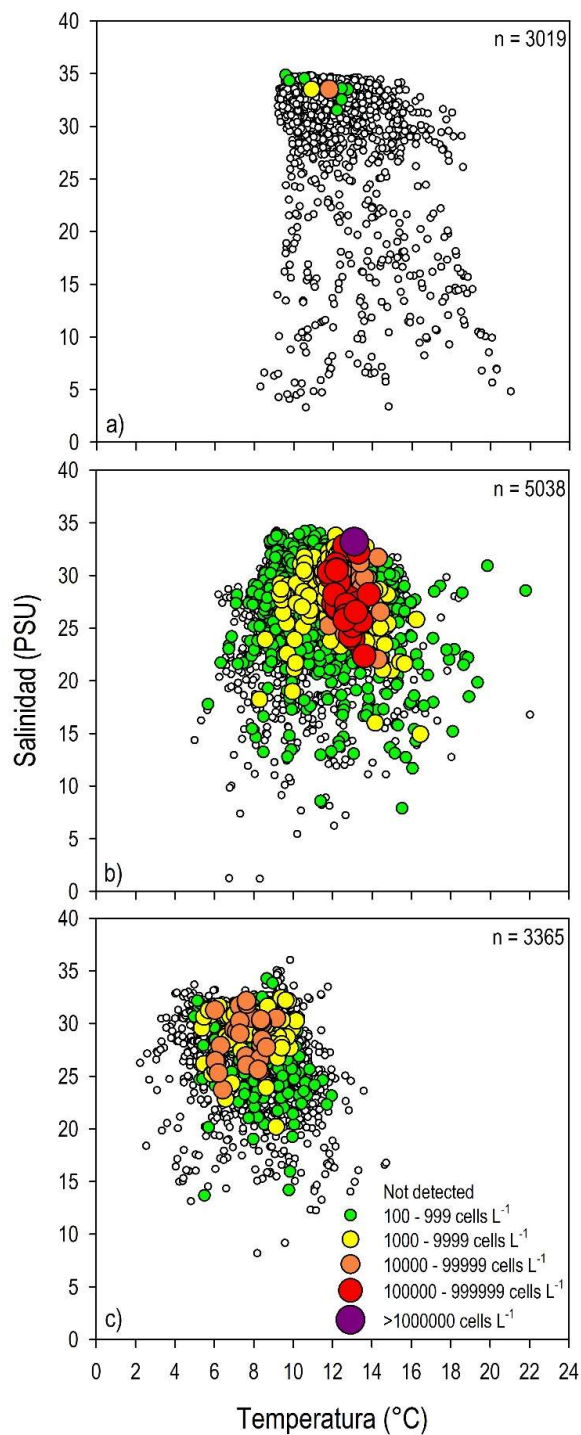


Figura 5.2.15. Concentraciones celulares de *A. catenella* a distintos rangos de temperatura y salinidad. a) Región de los Lagos, b) Región de Aysén y c) Región de Magallanes. La leyenda de círculos de colores y tamaños representa la escala progresiva de la densidad celular de *A. catenella* (células L⁻¹).

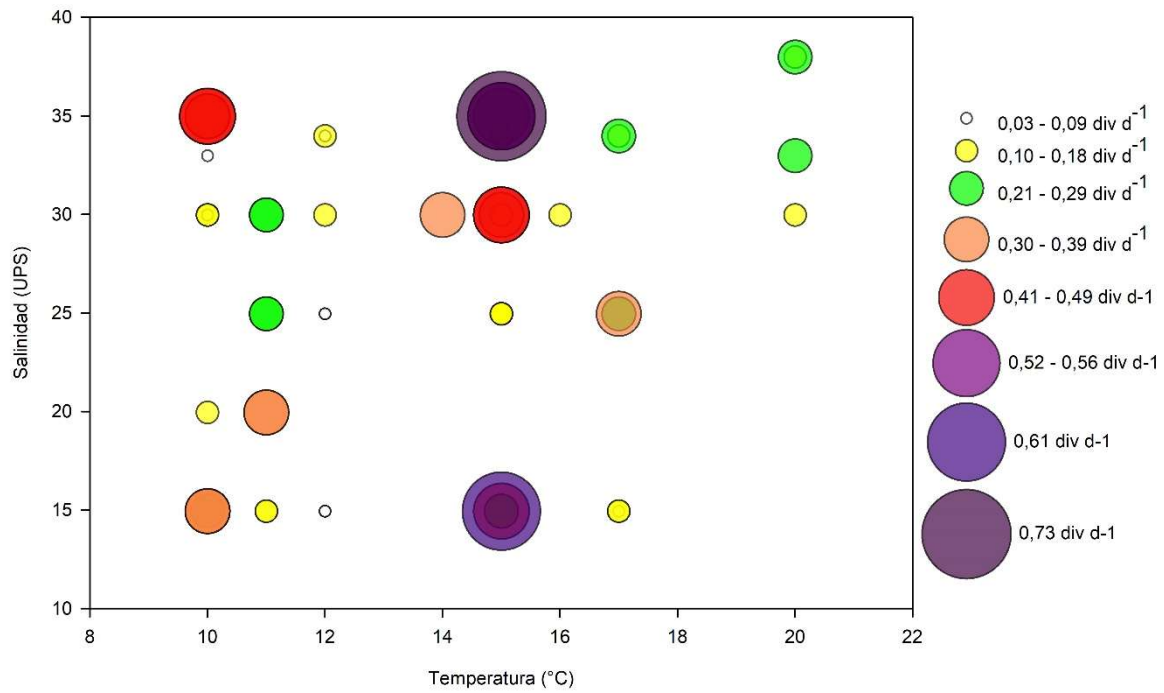


Figura 5.2.16. Tasas de máximo crecimiento de *A. catenella* a distintos rangos de temperatura y salinidad.

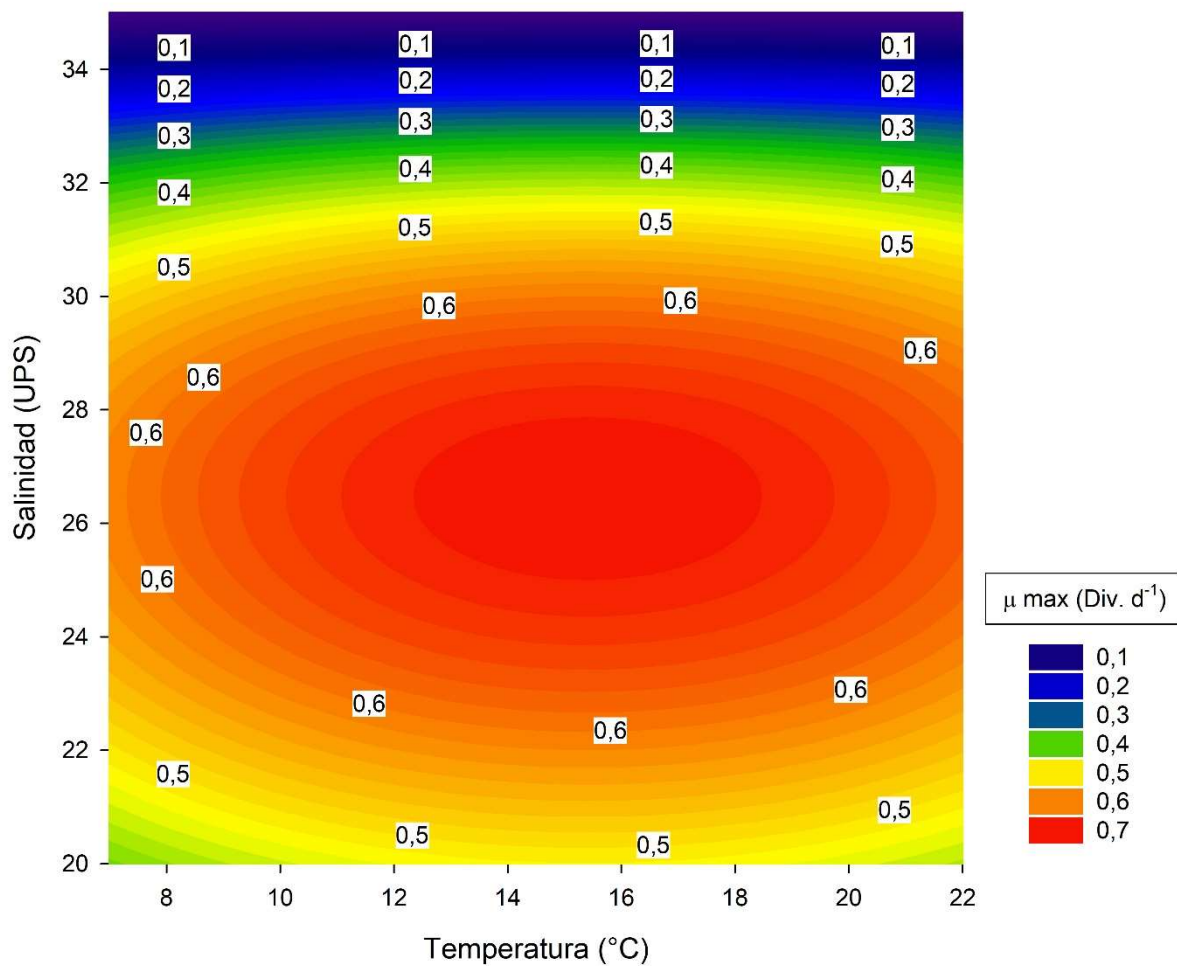


Figura 5.2.17. Representaci3n gr3fica del c3lculo de la tasa de crecimiento a distintas combinaciones de temperatura y salinidad.

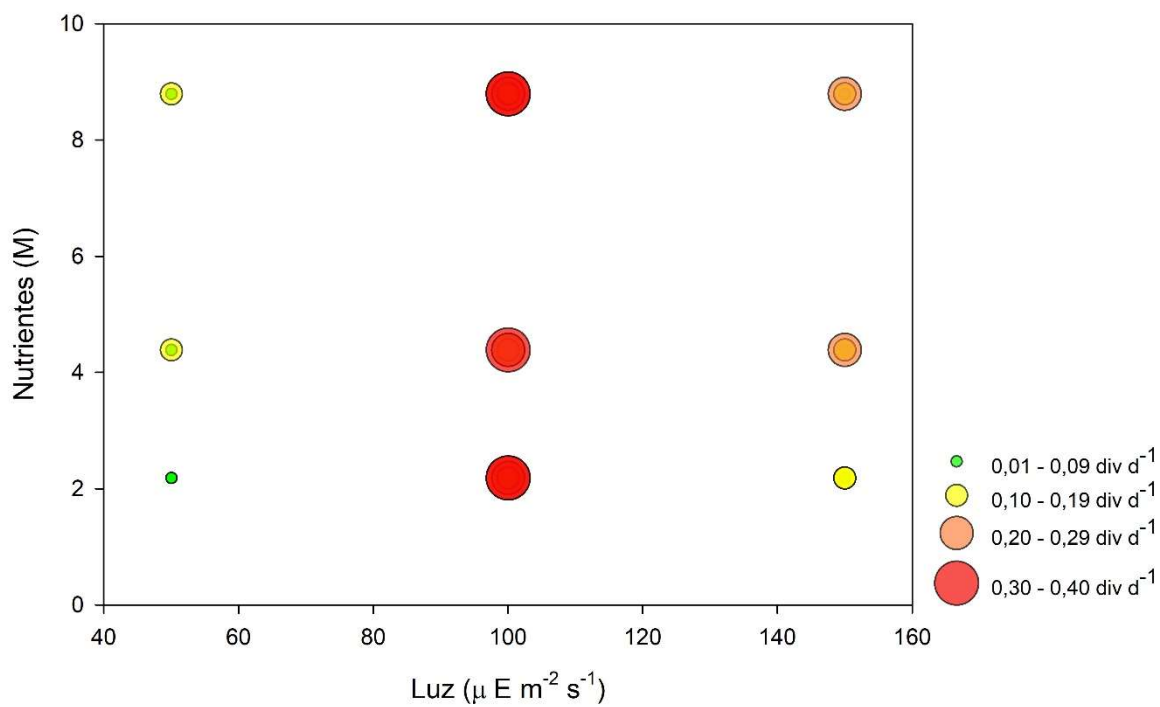


Figura 5.2.18. Tasas de máximo crecimiento de *A. catenella* a distintos rangos de luz y nutrientes.

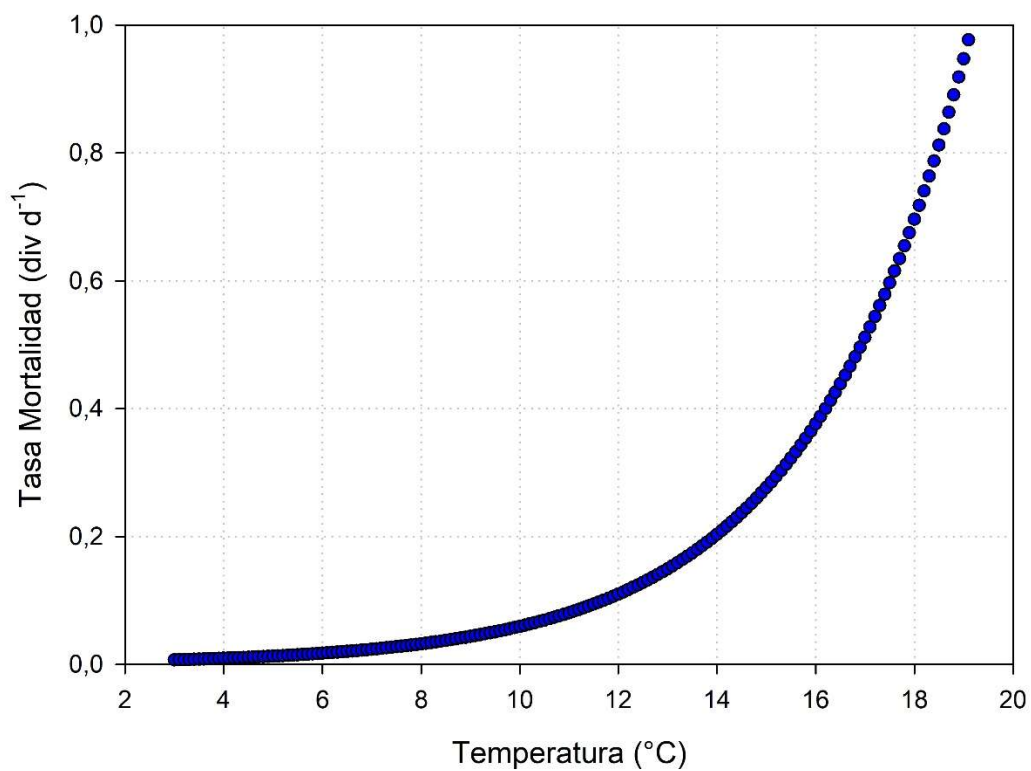


Figura 5.2.19. Función de mortalidad por efecto de la temperatura.

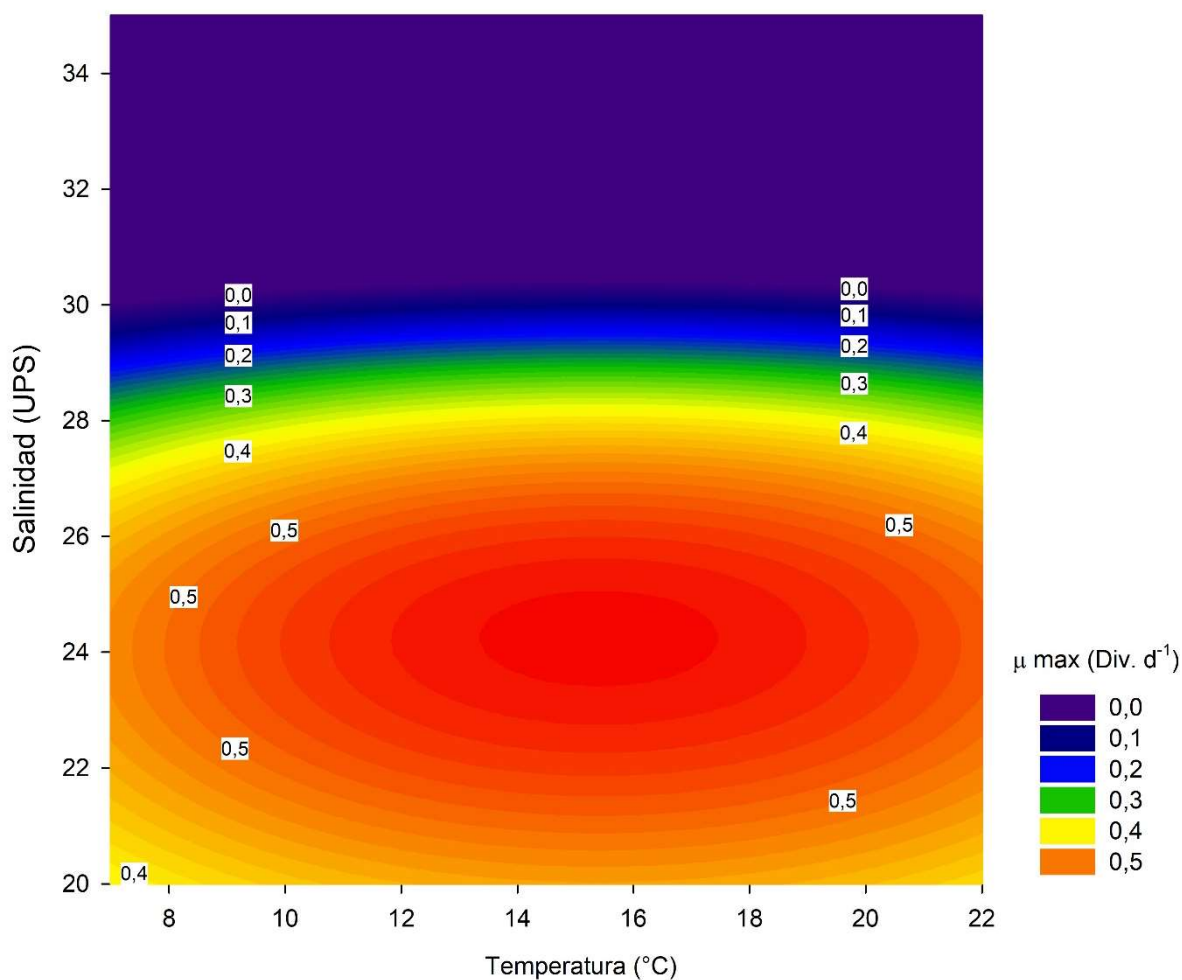


Figura 5.2.20. Representación gráfica del cálculo de la tasa de crecimiento a distintas combinaciones de temperatura y salinidad, considerando las pérdidas totales (mortalidad).

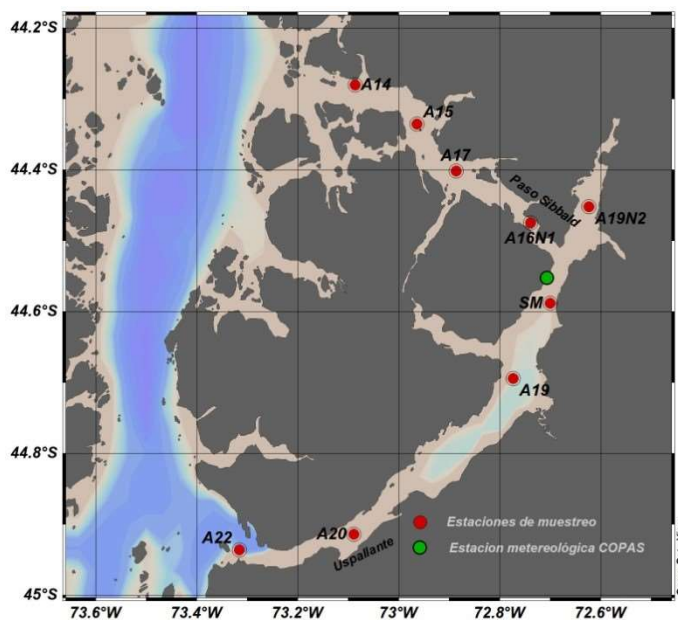


Figura 5.2.21. Estaciones de muestreo campaña oceanográfica realizada en los canales Yacaf y Moraleda y fiordo Puyuhuapi, febrero de 2018.

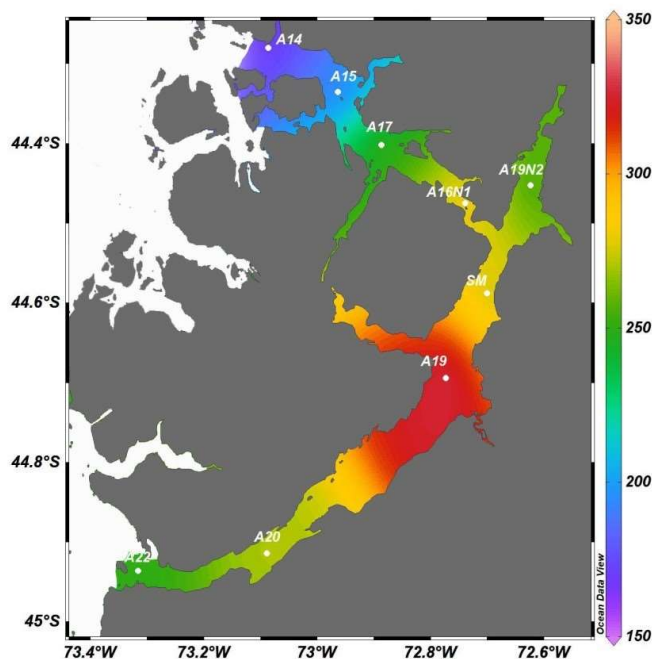


Figura 5.2.22. Registro de las anomalías de energía potencial en las estaciones de muestreo campaña oceanográfica realizada en los canales Yacaf y Moraleda y fiordo Puyuhuapi, febrero de 2018.

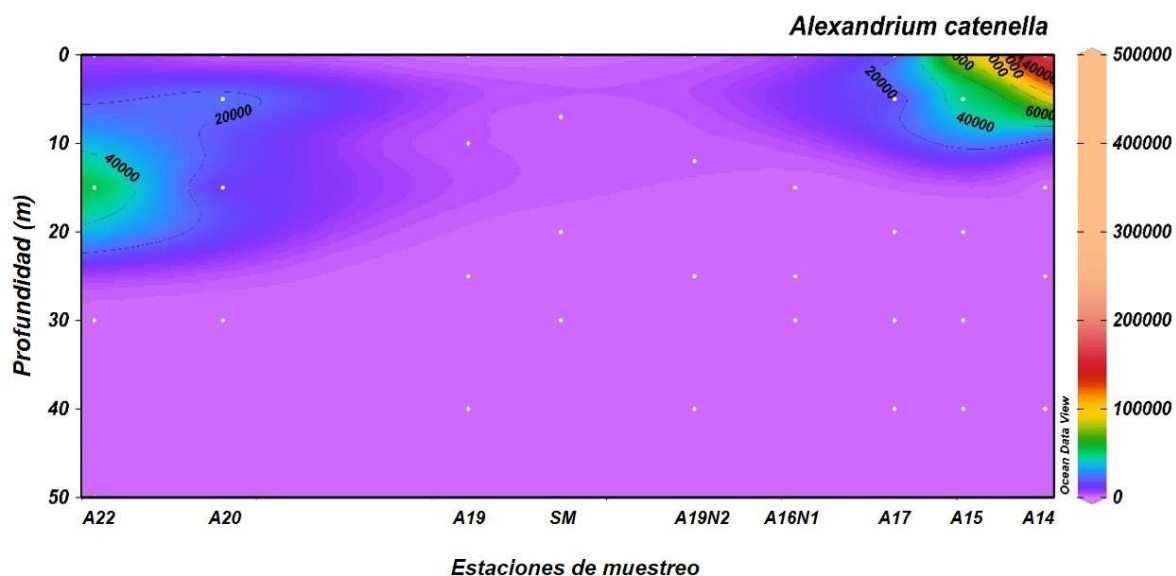


Figura 5.2.23. Densidad celular de *A. catenella* (cel L-1) en las estaciones de muestreo campaña oceanográfica realizada en los canales Jacaf y Moraleda y fiordo Puyuhuapi, febrero de 2018. Las estaciones de muestreo se detallan en la Figura 5.2.21.

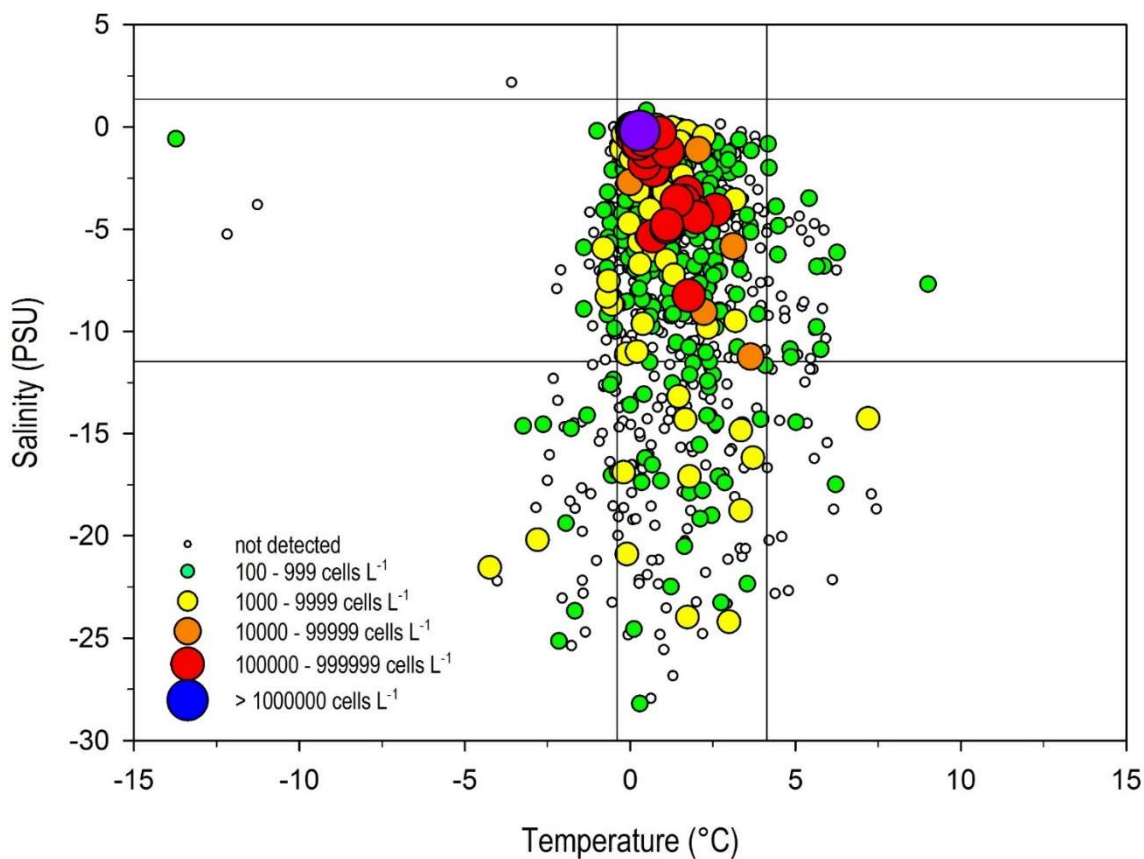


Figura 5.2.24. Concentraciones celulares de *A. catenella* a distintos rangos de temperatura y salinidad en la Región de Aysén. Los valores representan las diferencias entre la temperatura y la salinidad en los estratos de 0 a 10 y 10 a 20 metros de profundidad.

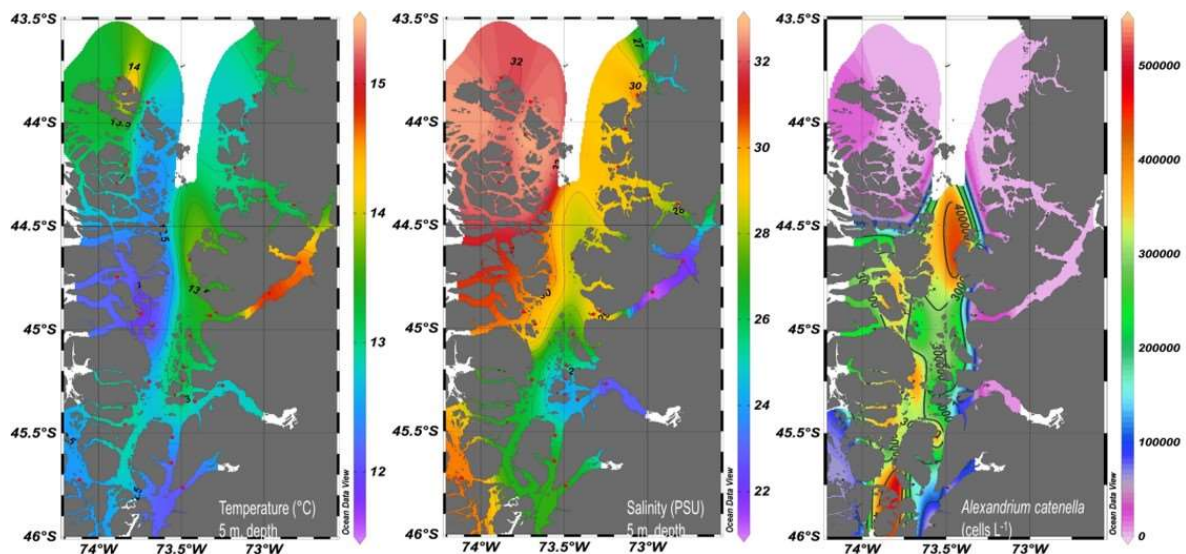


Figura 5.2.25. Distribución de la Temperatura (A), Salinidad (B) y Concentraciones celulares de *A. catenella* (C) durante la floración de 2009 en la región de Aysén.

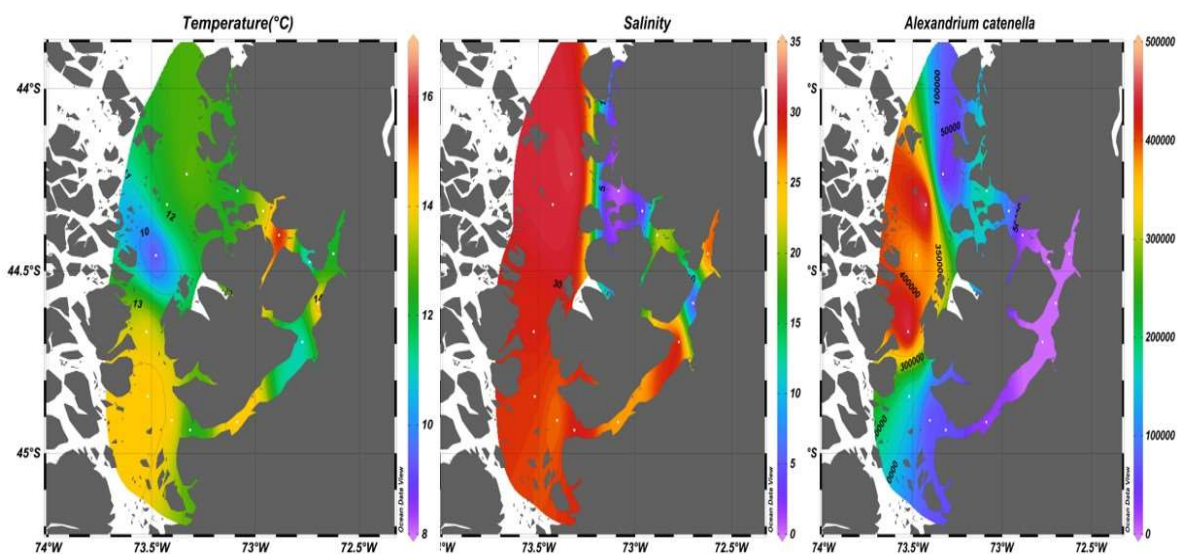


Figura 5.2.26. Distribución de la Temperatura (A), Salinidad (B) y Concentraciones celulares de *A. catenella* (C) durante la floración de 2018 en la región de Aysén.

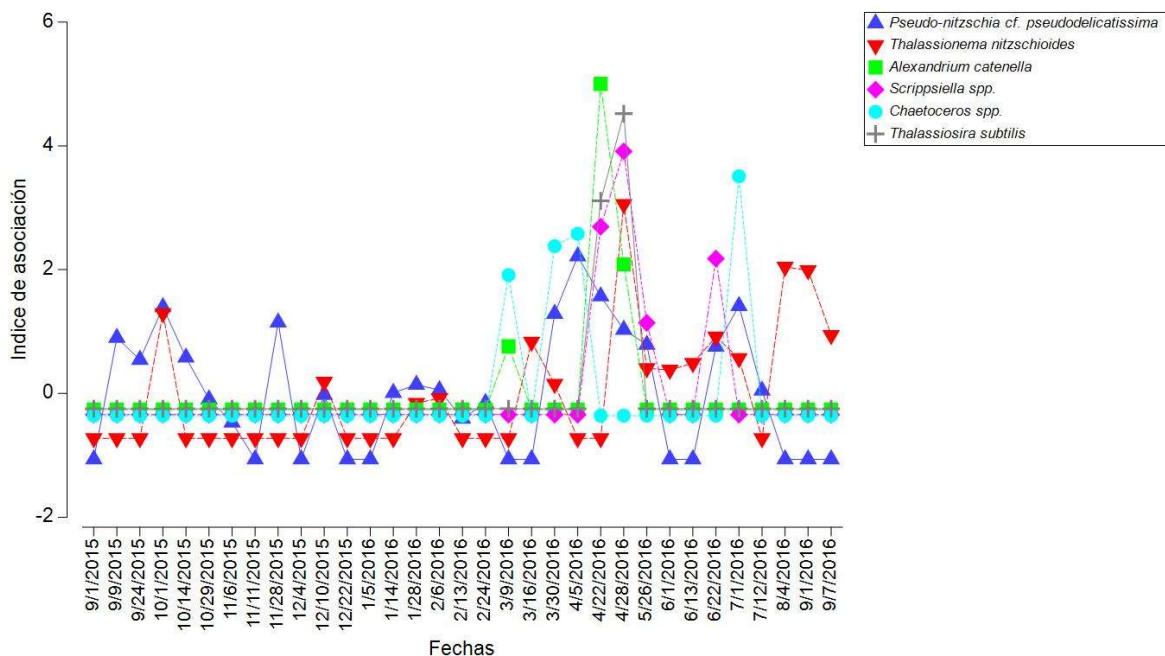


Figura 5.2.27. Evolución temporal, entre septiembre de 2015 a septiembre de 2016, del patrón de distribución de *A. catenella* común con las especies *Pseudo-nitzschia cf. pseudodelicatissima*, *Thalassionema nitzschoides*, *Scrippsiella spp.*, *Chaetoceros spp.* y *Thalassiosira subtilis*.

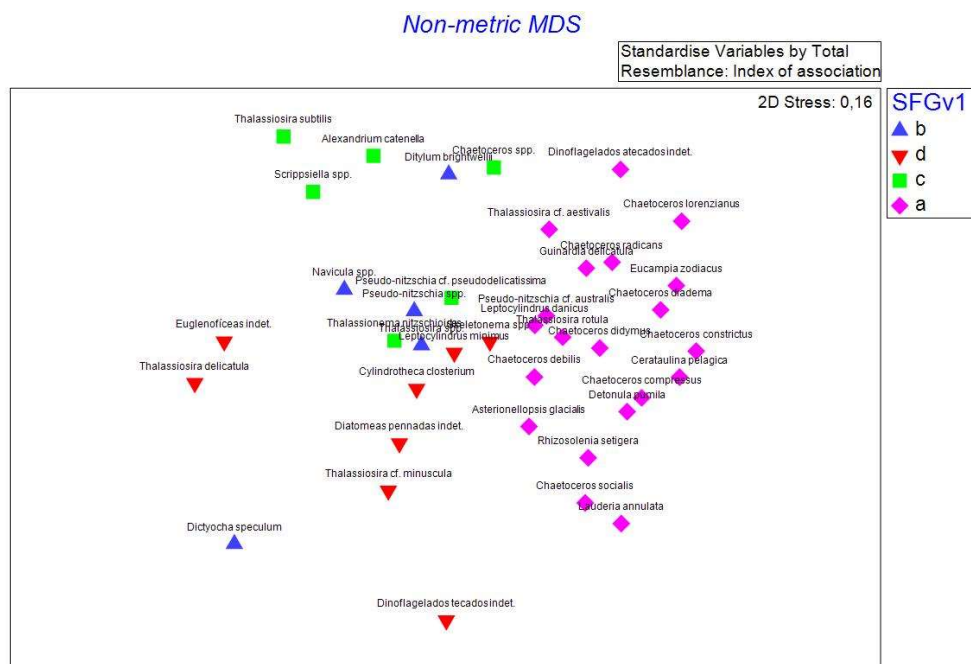


Figura 5.2.28. Análisis de esta composición fitoplanctónica a través de un escalamiento multidimensional (MDS) para la floración del 2016.

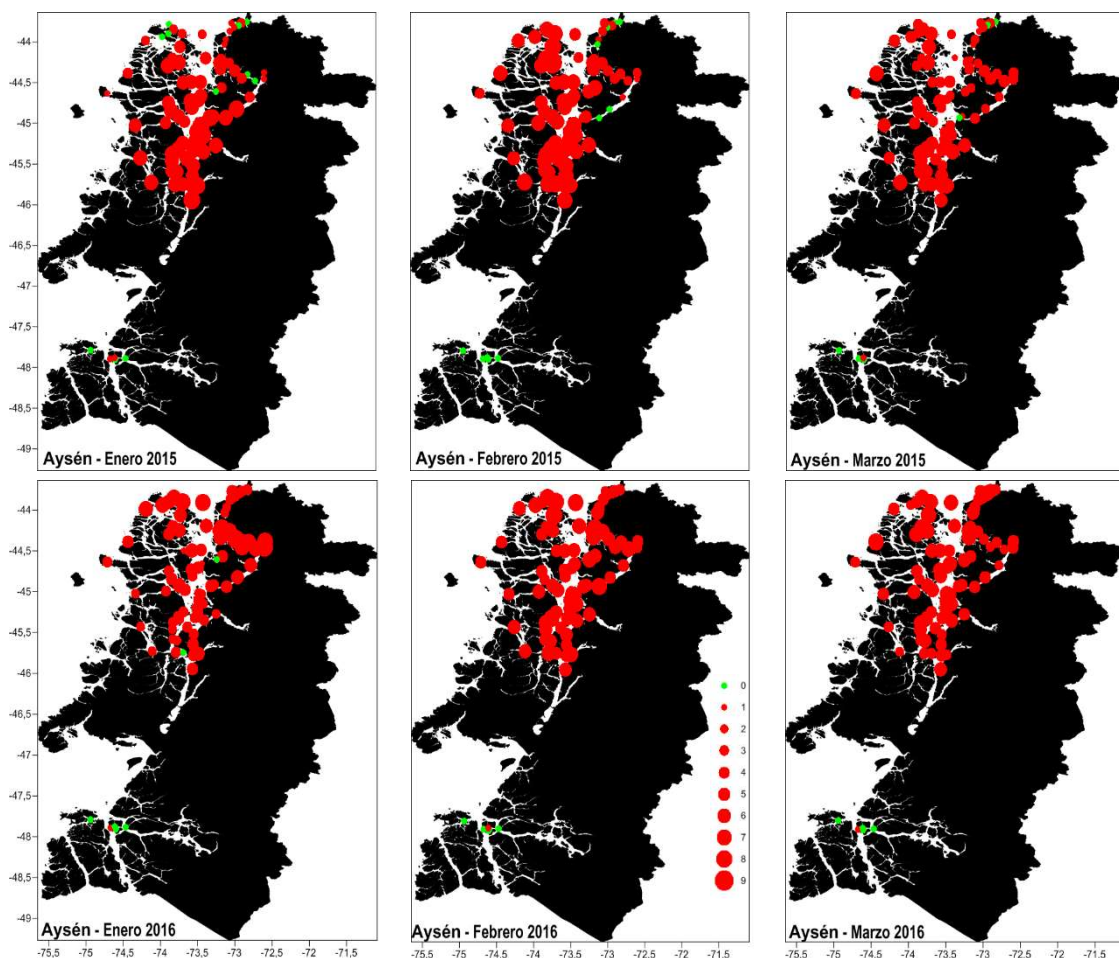


Figura 5.2.29. Análisis de la abundancia relativa de *Alexandrium catenella* durante los veranos de los años 2015 y 2016.

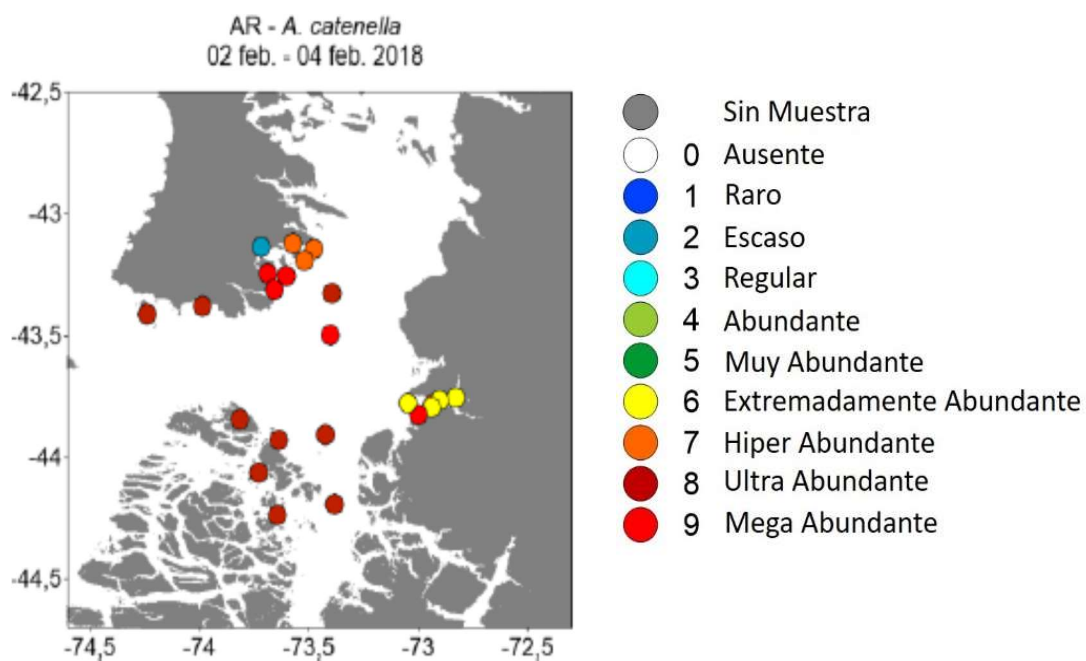
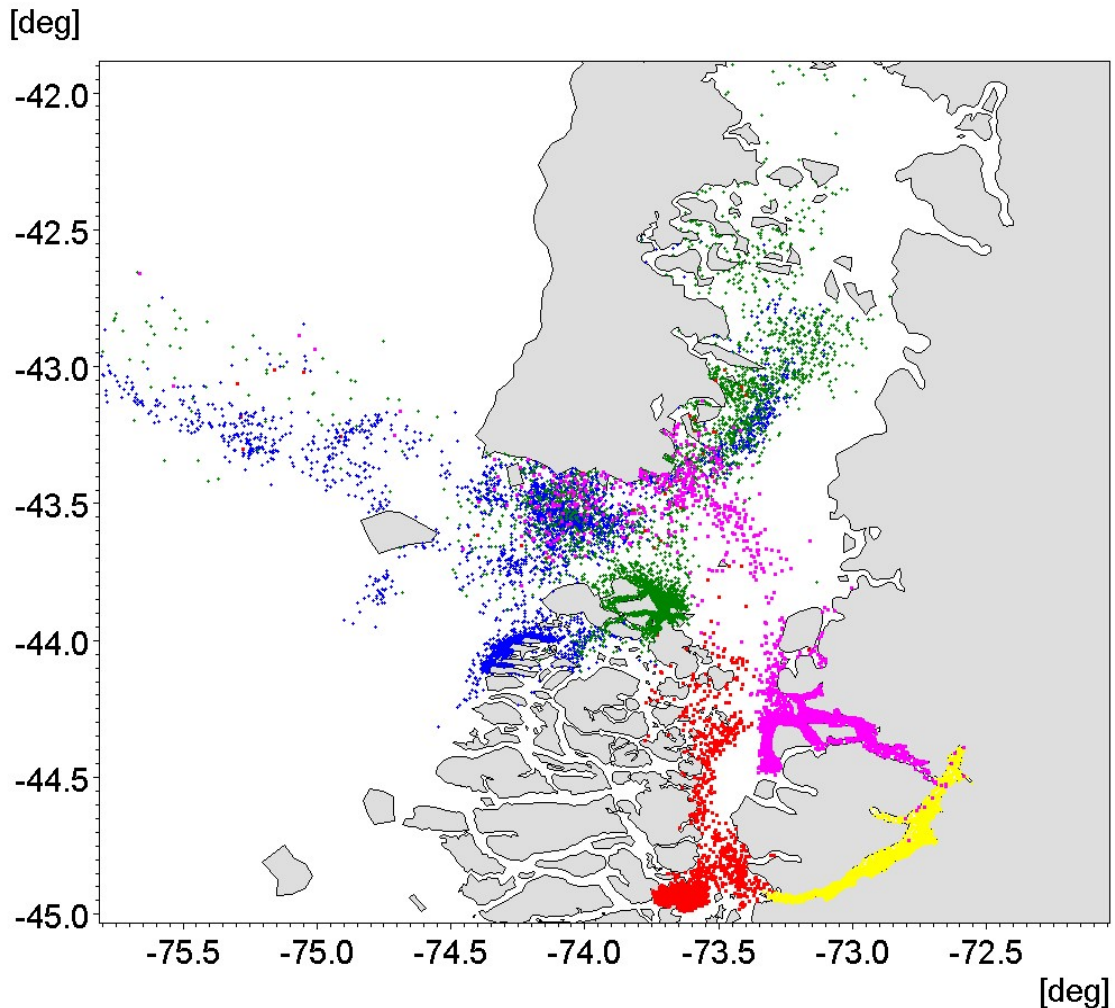
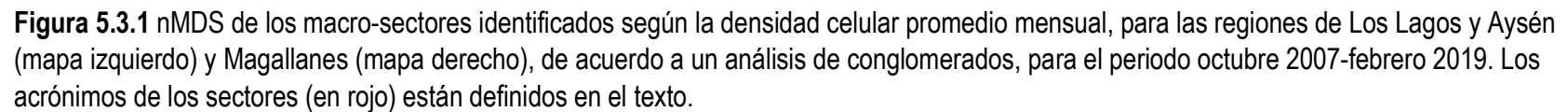


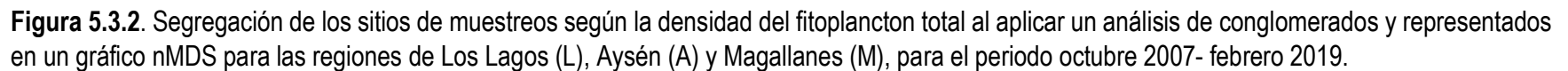
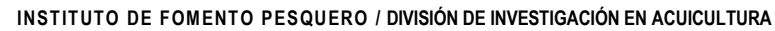
Figura 5.2.30. Análisis de la abundancia relativa de *Alexandrium catenella* durante el verano del año 2018.



20-01-2018 22:00:00 Time Step 142 of 144. Z Level -10.

Figura 5.2.31. Ejercicio de modelación de partículas con cinco focos de dispersión para evaluar la distribución de *A. catenella* durante el verano de 2018. (amarillo: canal Puyuhuapi; rojo: canal Moraleda; rosado: canal Jacaf; verde: Melinka y azul: puerto Barrientos).





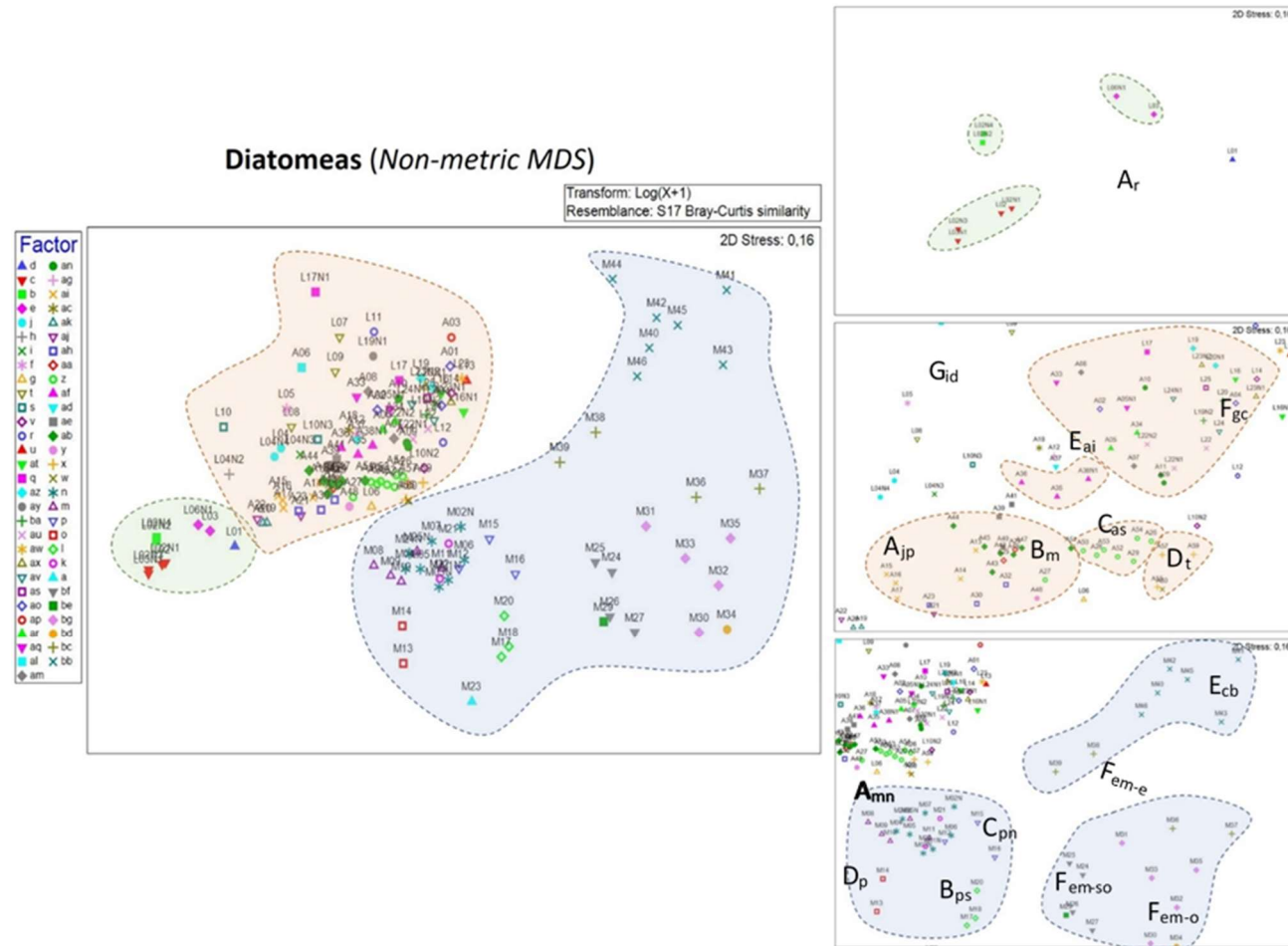


Figura 5.3.3. Segregación de los sitios de muestreos según la densidad total de las diatomeas al aplicar un análisis de conglomerados y representados en un gráfico nMDS para las regiones de Los Lagos (L), Aysén (A) y Magallanes (M), para el periodo octubre 2007- febrero 2019.

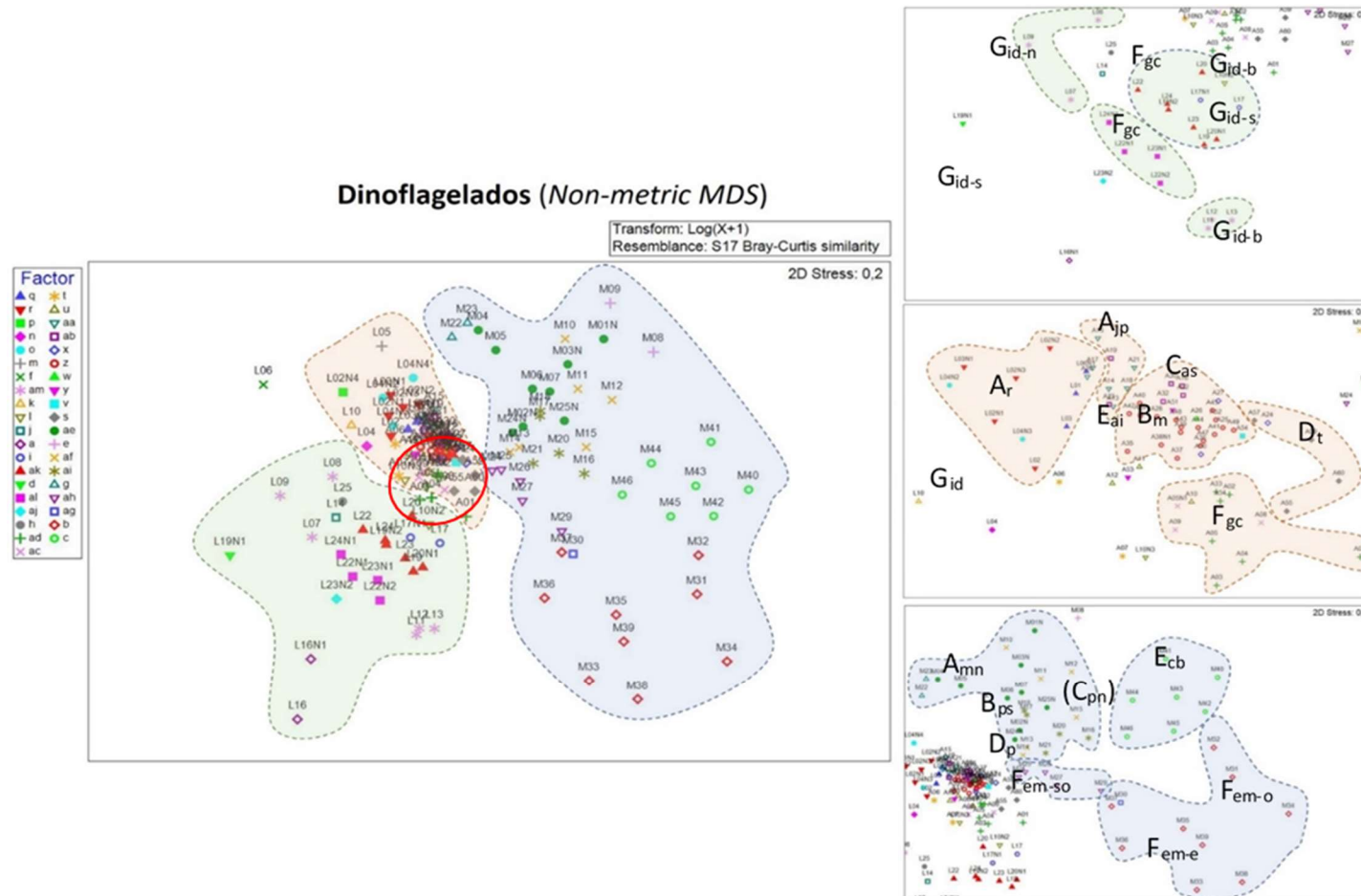


Figura 5.3.4. Segregación de los sitios de muestreos según la densidad total de los dinoflagelados al aplicar un análisis de conglomerados y representados en un gráfico nMDS para las regiones de Los Lagos (L), Aysén (A) y Magallanes (M), para el periodo octubre 2007- febrero 2019.

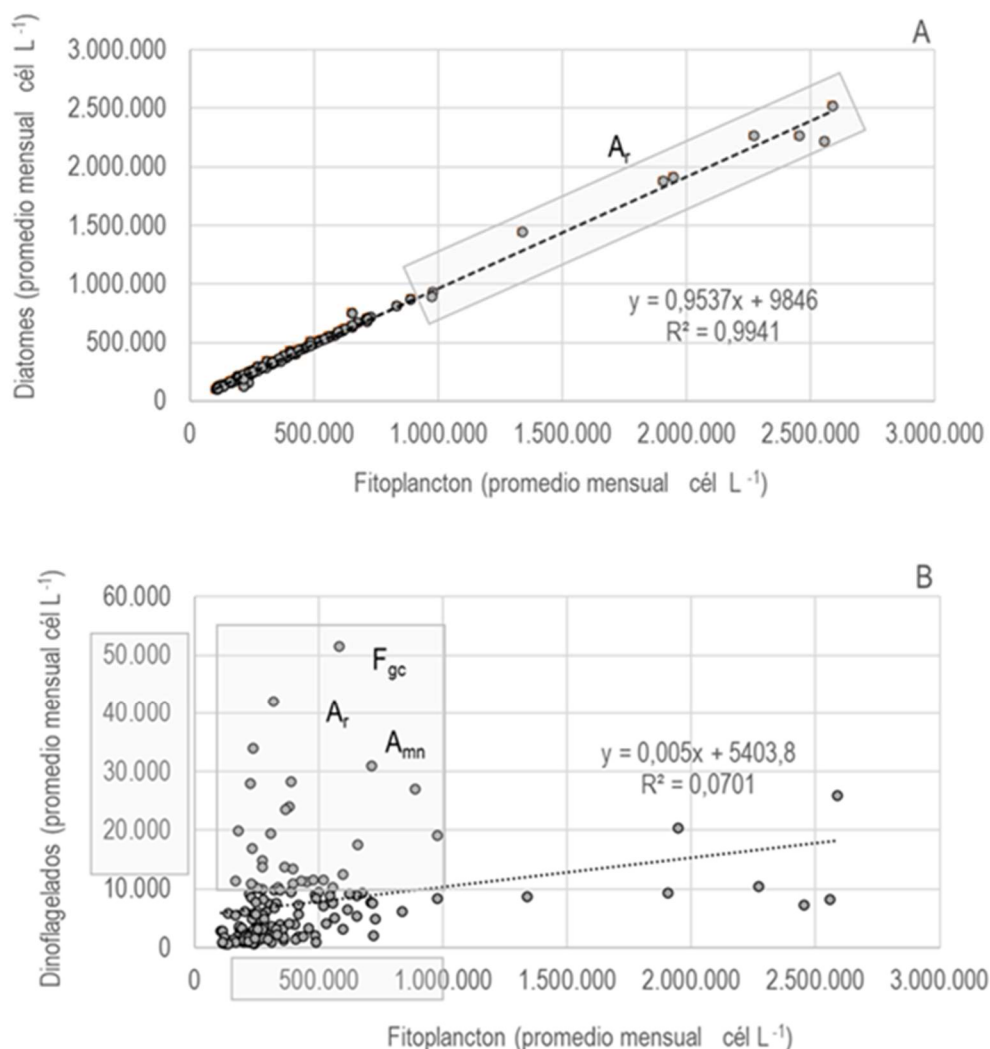


Figura 5.3.5. Correlación de la densidad celular promedio mensual para el periodo octubre 2007-febrero 2019, entre los grupos totales de: A. Fitoplancton vs Diatomeas. El rectángulo gris, indica el sector seno-fiordo Reloncaví, A_r ; B. Fitoplancton vs Dinoflagelados. El rectángulo gris indica los valores mayores de densidad celular que alcanza el grupo de dinoflagelados en los sectores: golfo Corcovado, F_{gc} ; seno-fiordo Reloncaví, A_r y Magallanes norte, A_{mn} .

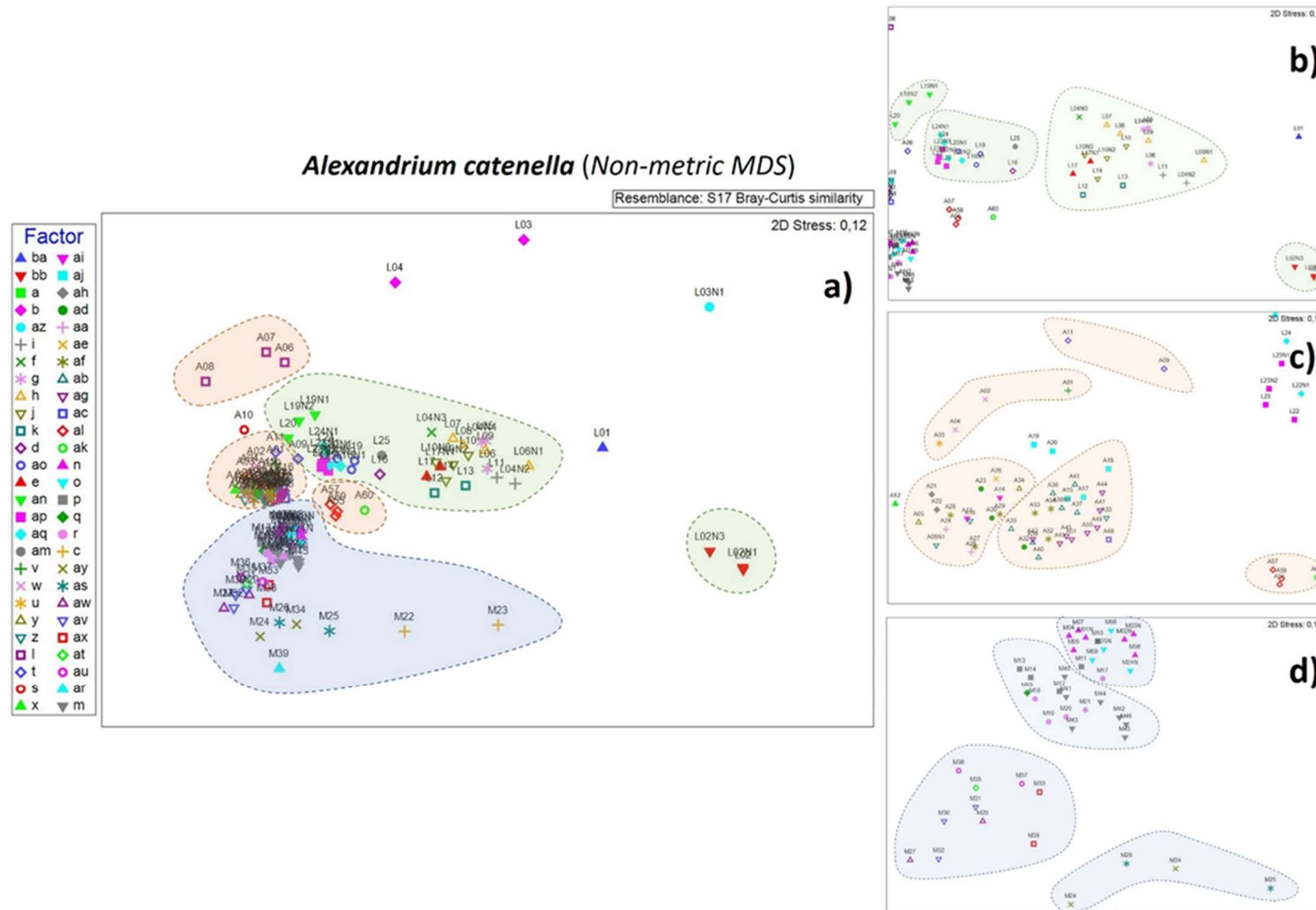


Figura 5.3.6. Ordenación nMDS de las estaciones de muestreo de acuerdo a la abundancia relativa mensual de *Alexandrium catenella* según un análisis de conglomerados. Las figuras **b**, **c** y **d** muestran un acercamiento (zoom) de los conglomerados que se presentan en la figura **a**. Los símbolos representan a los 54 grupos segregados.

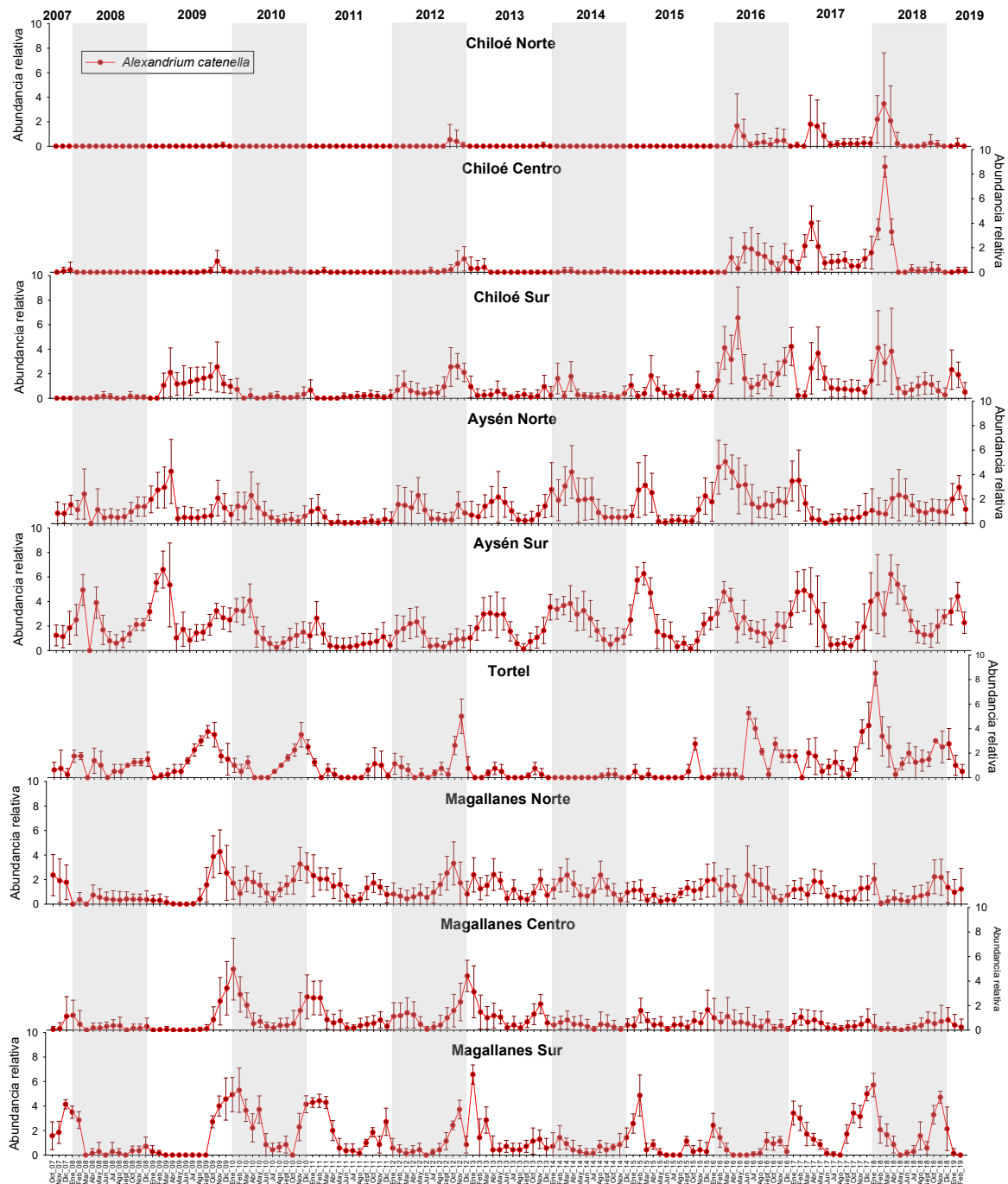


Figura 5.3.7. Series de tiempo para el periodo comprendido entre octubre de 2007 y febrero de 2019 de la abundancia relativa de *Alexandrium catenella* para 146 estaciones ubicadas en las 9 zonas administrativas desde el estuario Reloncaví (zona Chiloé Norte) hasta el Canal Beagle (Magallanes Sur).

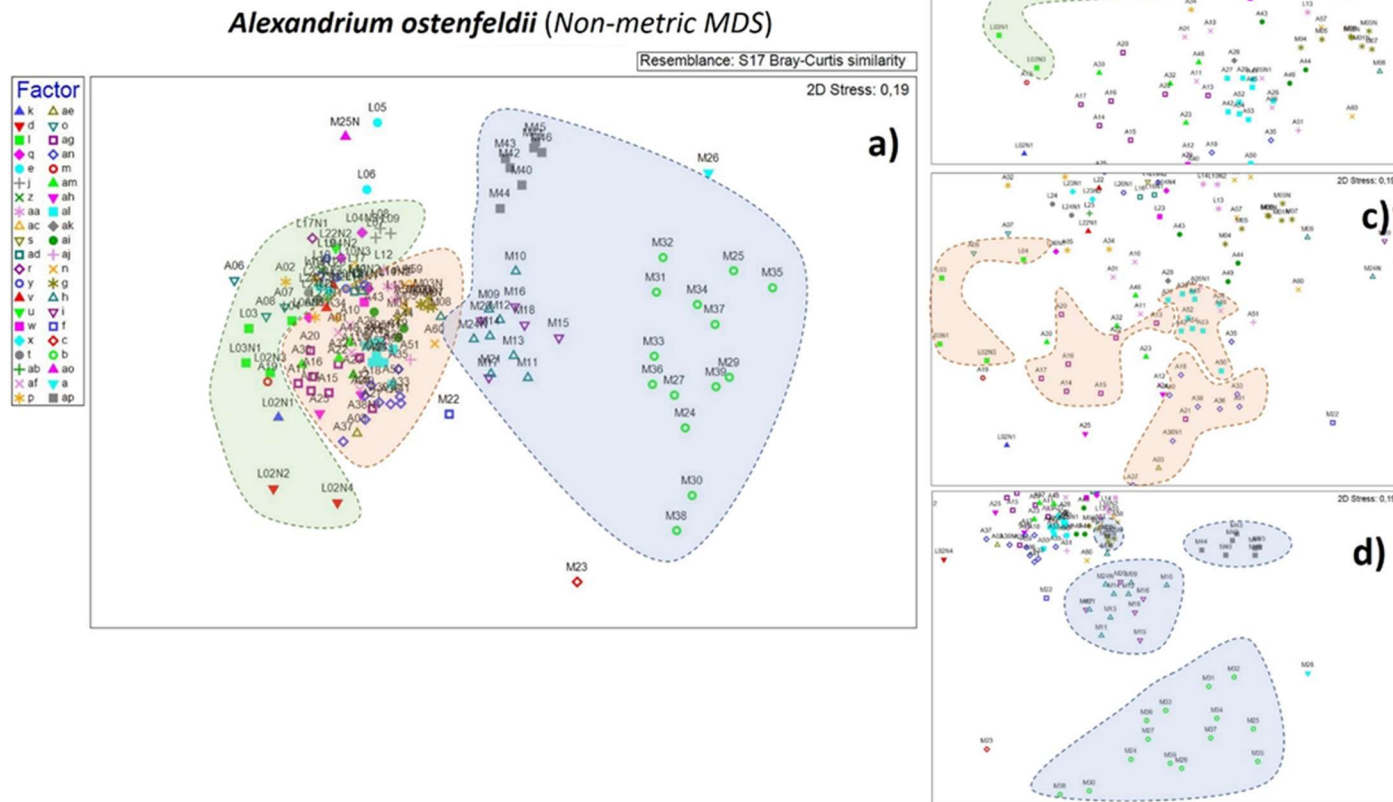


Figura 5.3.8. Ordenación nMDS de las estaciones de muestreo de acuerdo a la abundancia relativa mensual de *Alexandrium ostenfeldii* según un análisis de conglomerados. Las figuras B, C y D muestran un acercamiento (zoom) de los conglomerados que se presentan en la figura A. Los símbolos representan a los 54 grupos segregados.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

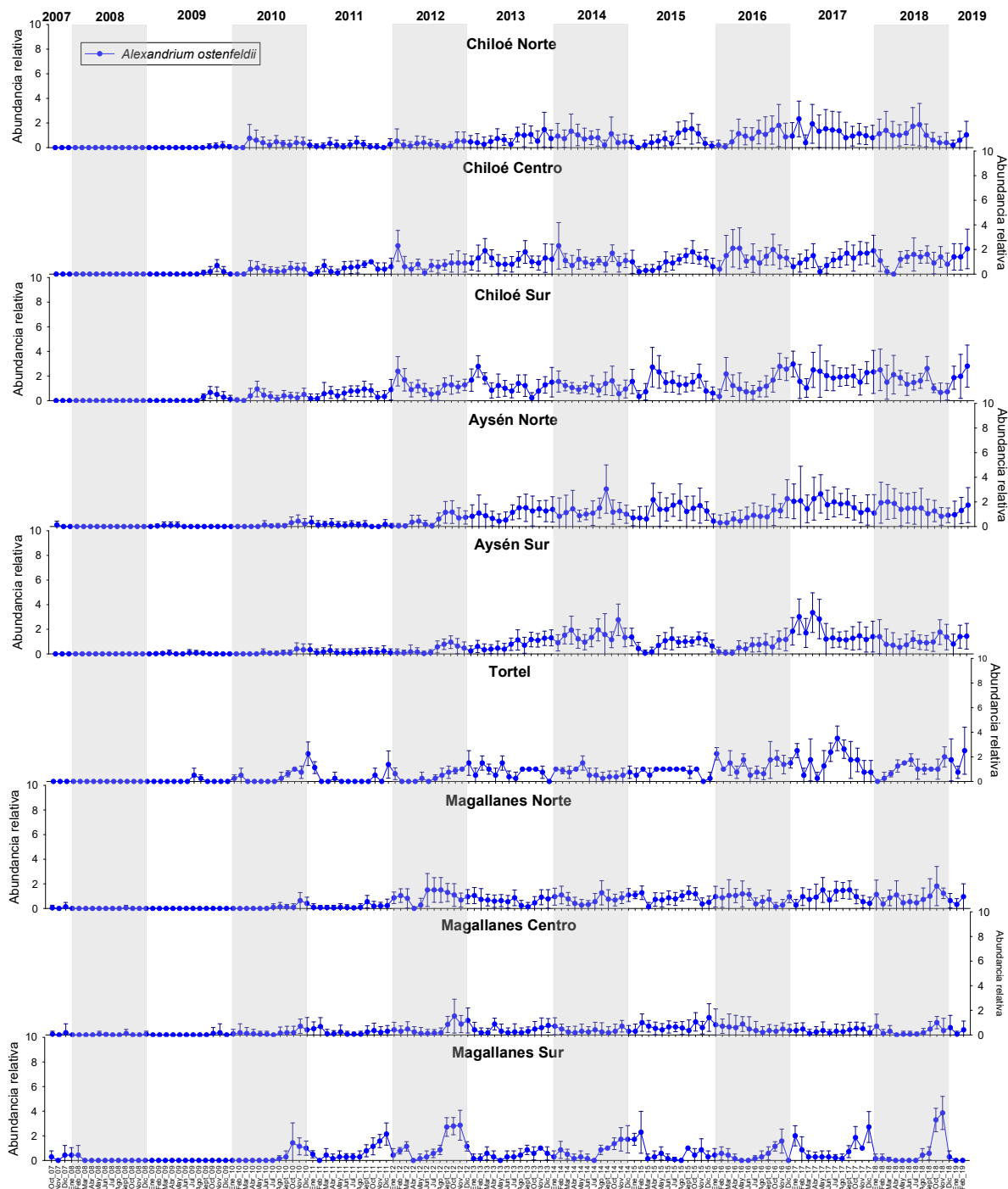


Figura 5.3.9. Series de tiempo para el período comprendido entre octubre de 2007 y febrero de 2019 de la abundancia relativa de *Alexandrium ostenfeldii* para 146 estaciones ubicadas en las 9 zonas administrativas desde el estuario Reloncaví (zona Chiloé Norte) hasta el Canal Beagle (Magallanes Sur).

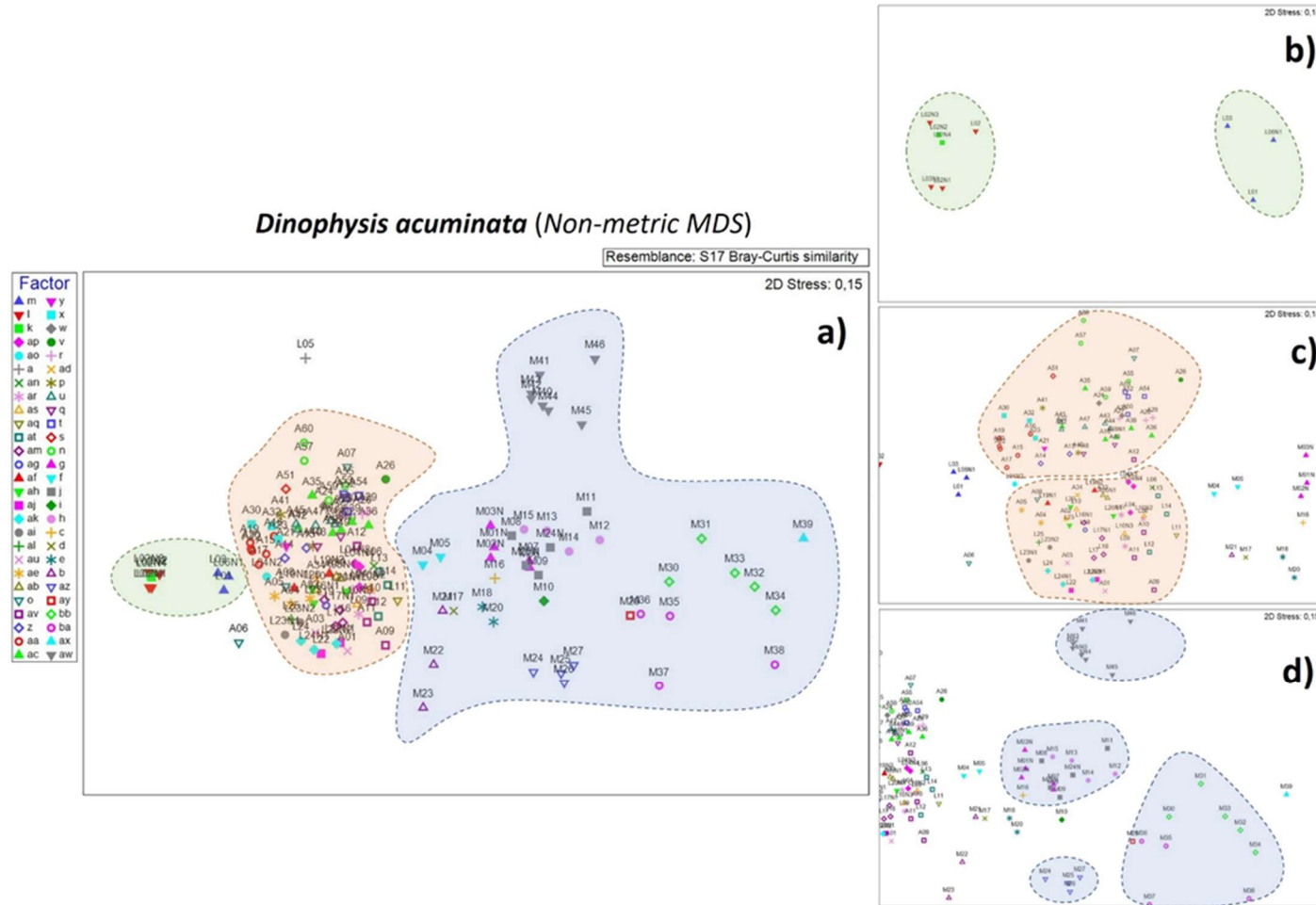


Figura 5.3.10. Ordenación nMDS de las estaciones de muestreo de acuerdo a la abundancia relativa mensual de *Dinophysis acuminata* según un análisis de conglomerados. Las figuras B, C y D muestran un acercamiento (zoom) de los conglomerados que se presentan en la figura A. Los símbolos representan a los 54 grupos segregados.

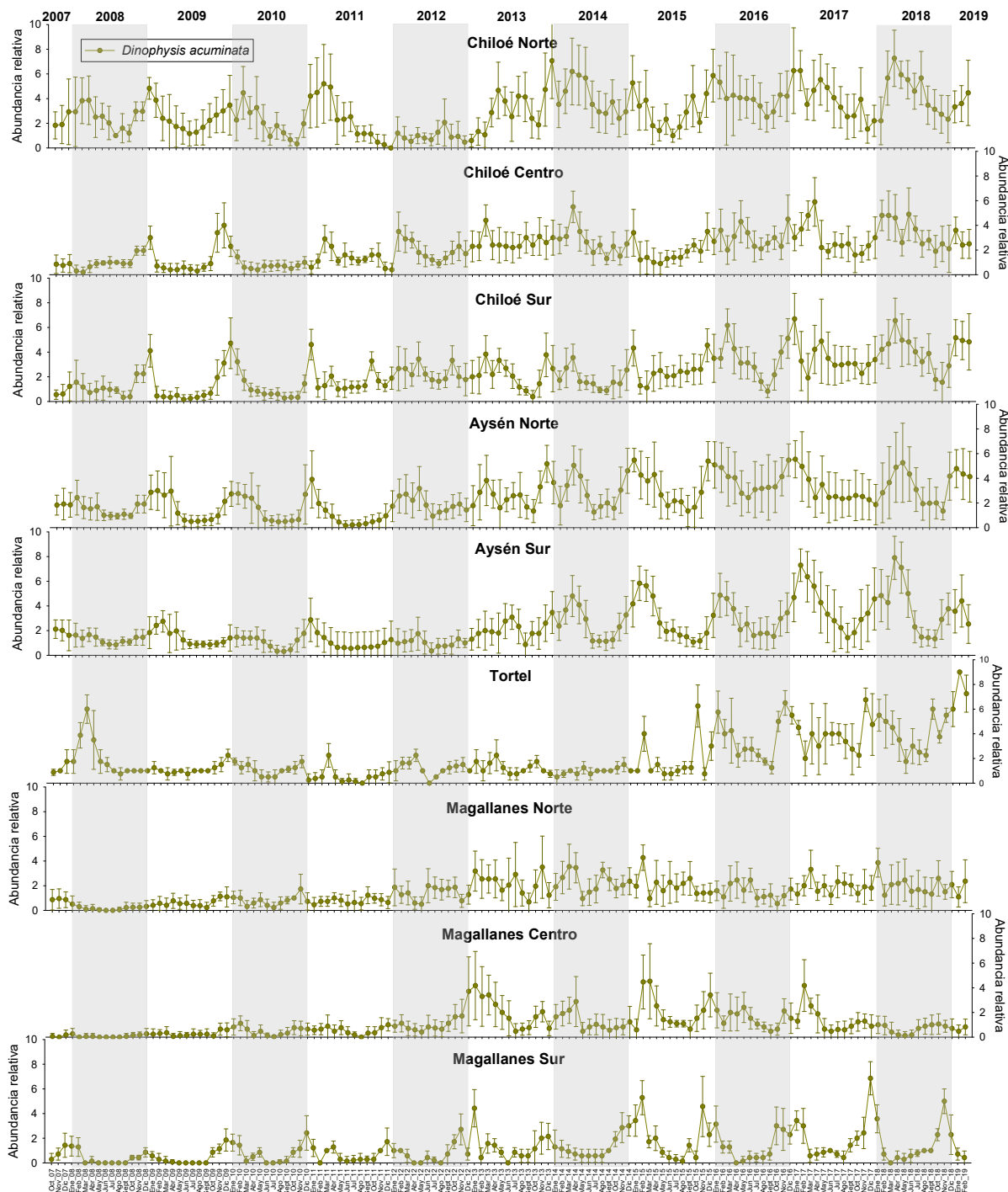


Figura 5.3.11. Series de tiempo para el período comprendido entre octubre de 2007 y febrero de 2019 de la abundancia relativa de *Dinophysis acuminata* para 146 estaciones ubicadas en las 9 zonas administrativas desde el estuario Reloncaví (zona Chiloé Norte) hasta el Canal Beagle (Magallanes Sur).

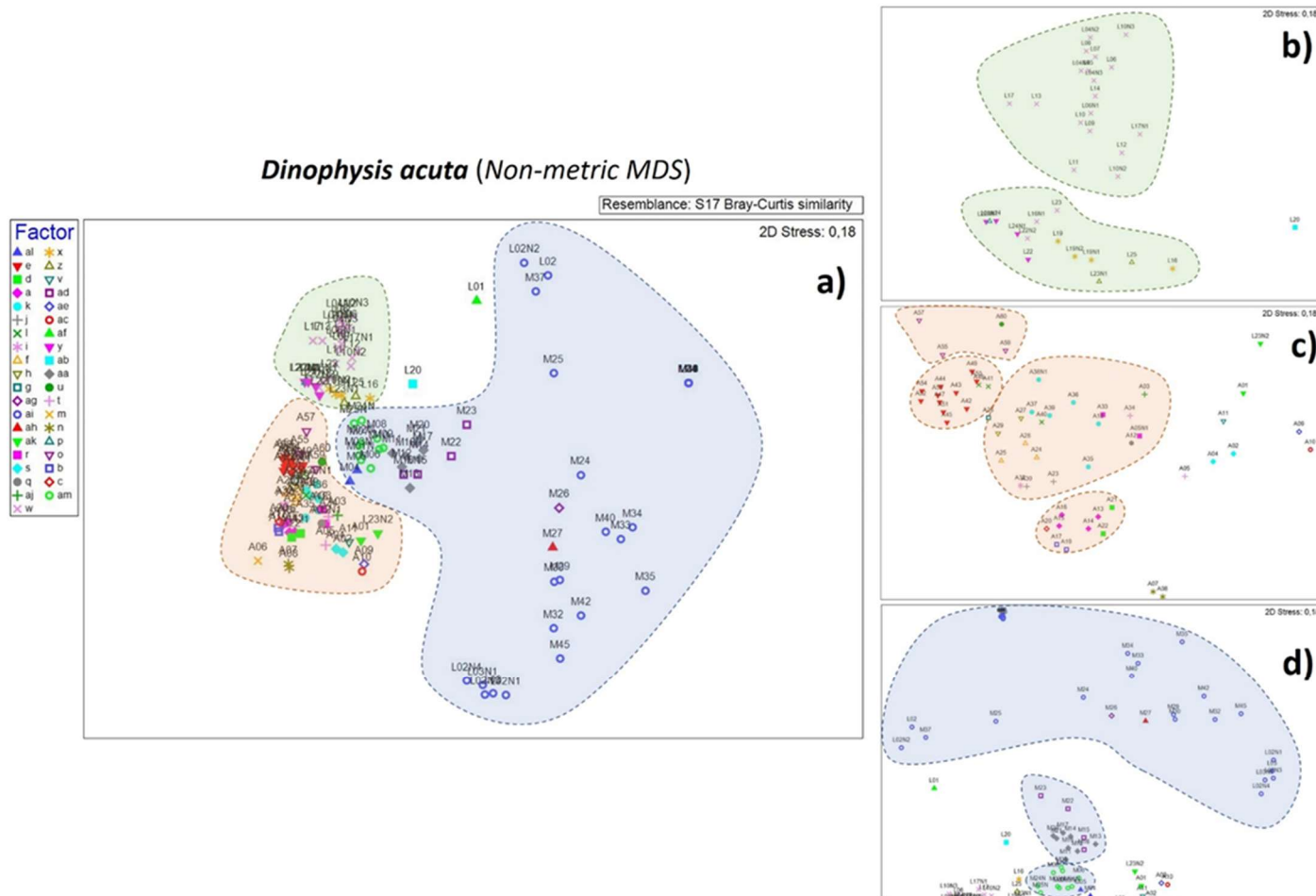


Figura 5.3.12. Ordenación nMDS de las estaciones de muestreo de acuerdo a la abundancia relativa mensual de *Dinophysis acuta* según un análisis de conglomerados. Las figuras b, c y d muestran un acercamiento (zoom) de los conglomerados que se presentan en la figura a. Los símbolos representan a los 54 grupos segregados.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

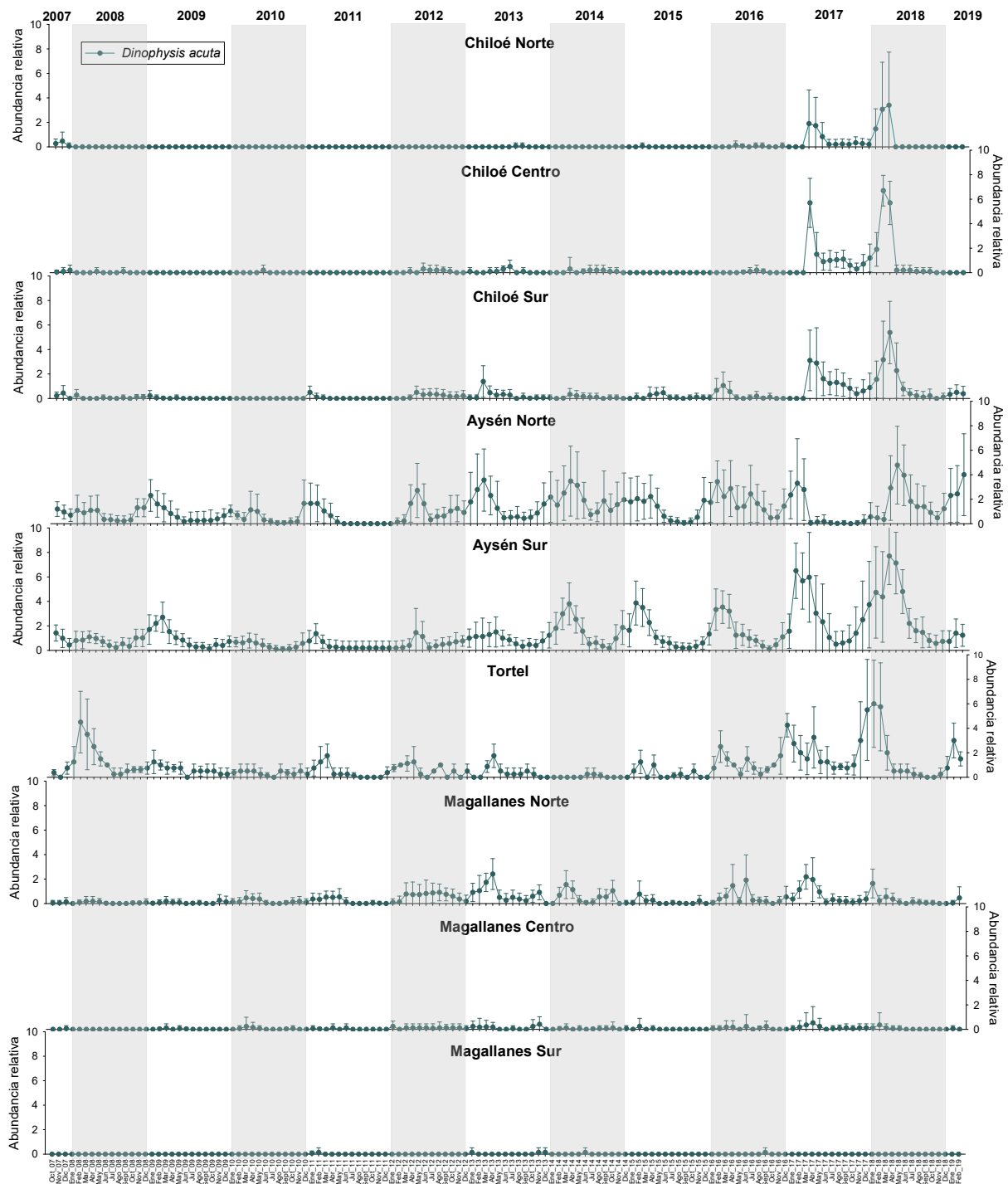


Figura 5.3.13. Series de tiempo para el período comprendido entre octubre de 2007 y febrero de 2019 de la abundancia relativa de *Dinophysis acuta* para 146 estaciones ubicadas en las 9 zonas administrativas desde el estuario Reloncaví (zona Chiloé Norte) hasta el Canal Beagle (Magallanes Sur).

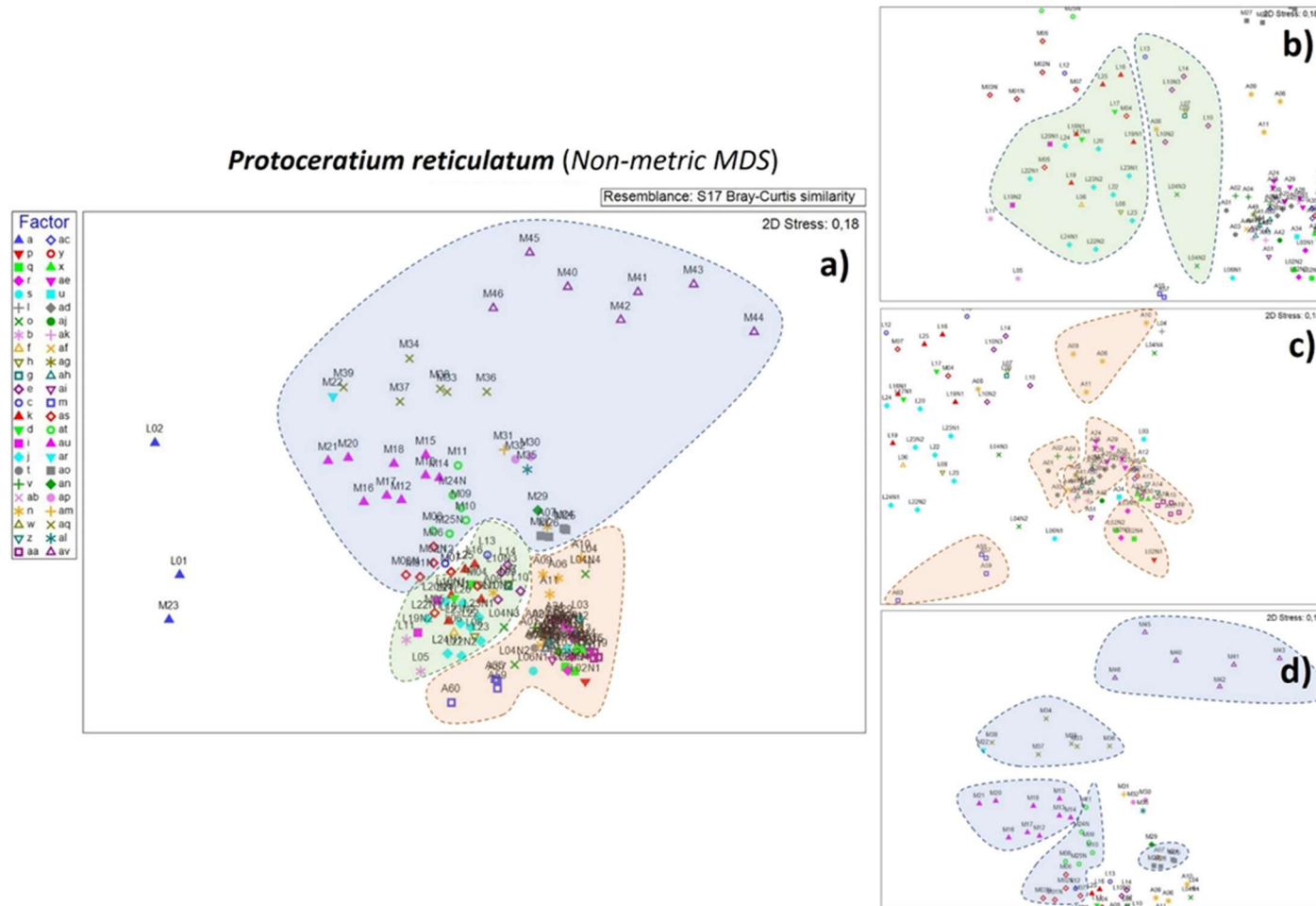


Figura 5.3.14. Ordenación nMDS de las estaciones de muestreo de acuerdo a la abundancia relativa mensual de *Protoceratium reticulatum* según un análisis de conglomerados. Las figuras b, c y d muestran un acercamiento (zoom) de los conglomerados que se presentan en la figura a. Los símbolos representan a los 54 grupos segregados.

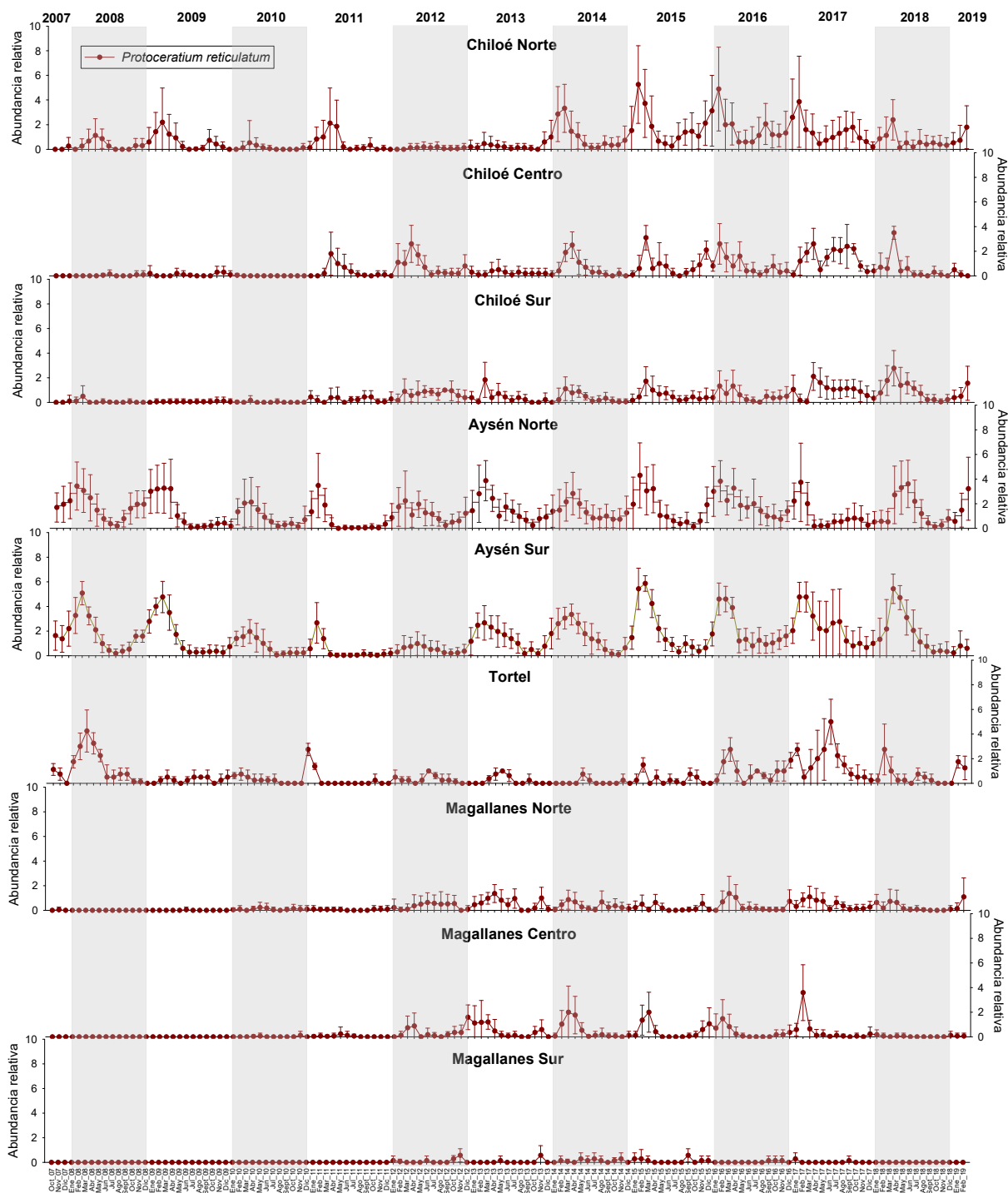


Figura 5.3.15. Series de tiempo para el período comprendido entre octubre de 2007 y febrero de 2019 de la abundancia relativa de *Protoceratium reticulatum* para 146 estaciones ubicadas en las 9 zonas administrativas desde el estuario Reloncaví (zona Chiloé Norte) hasta el Canal Beagle (Magallanes Sur).

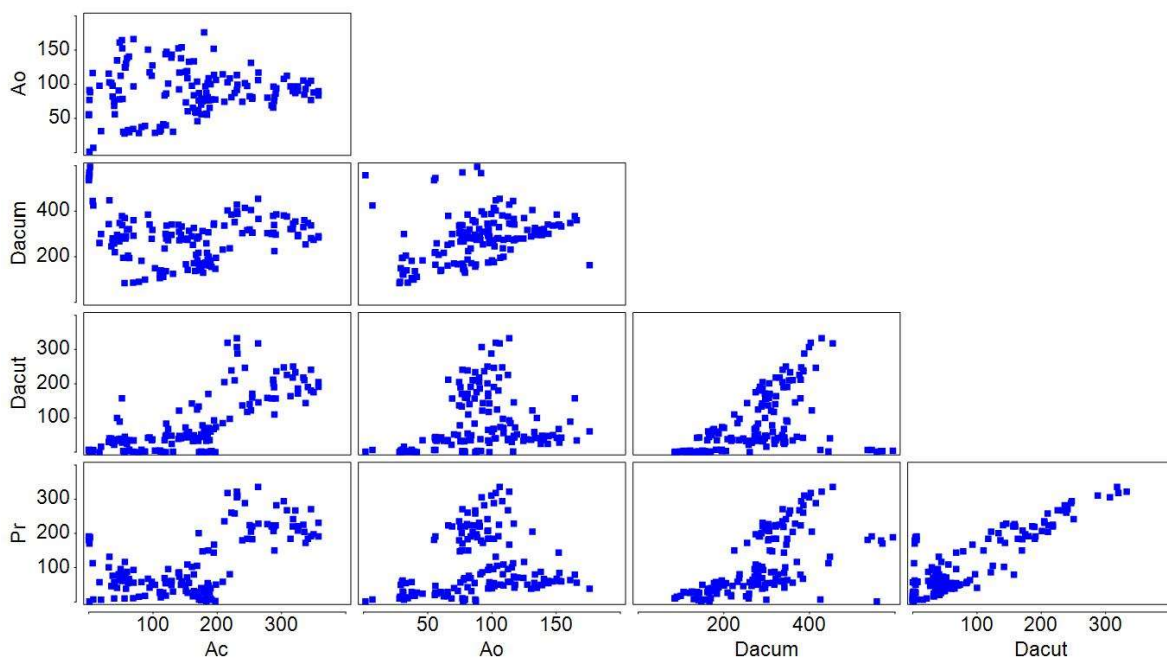


Figura 5.3.16. Gráficos de dispersión de las sumatorias de las abundancias relativas entre los pares de combinaciones de *Alexandrium catenella* (Ac), *A. ostenfeldii* (Ao), *Dinophysis acuminata* (Dacum), *D. acuta* (Dacut) y *Protoceratium reticulatum* (Pr) ordenados por sitio de muestreo (n=146).

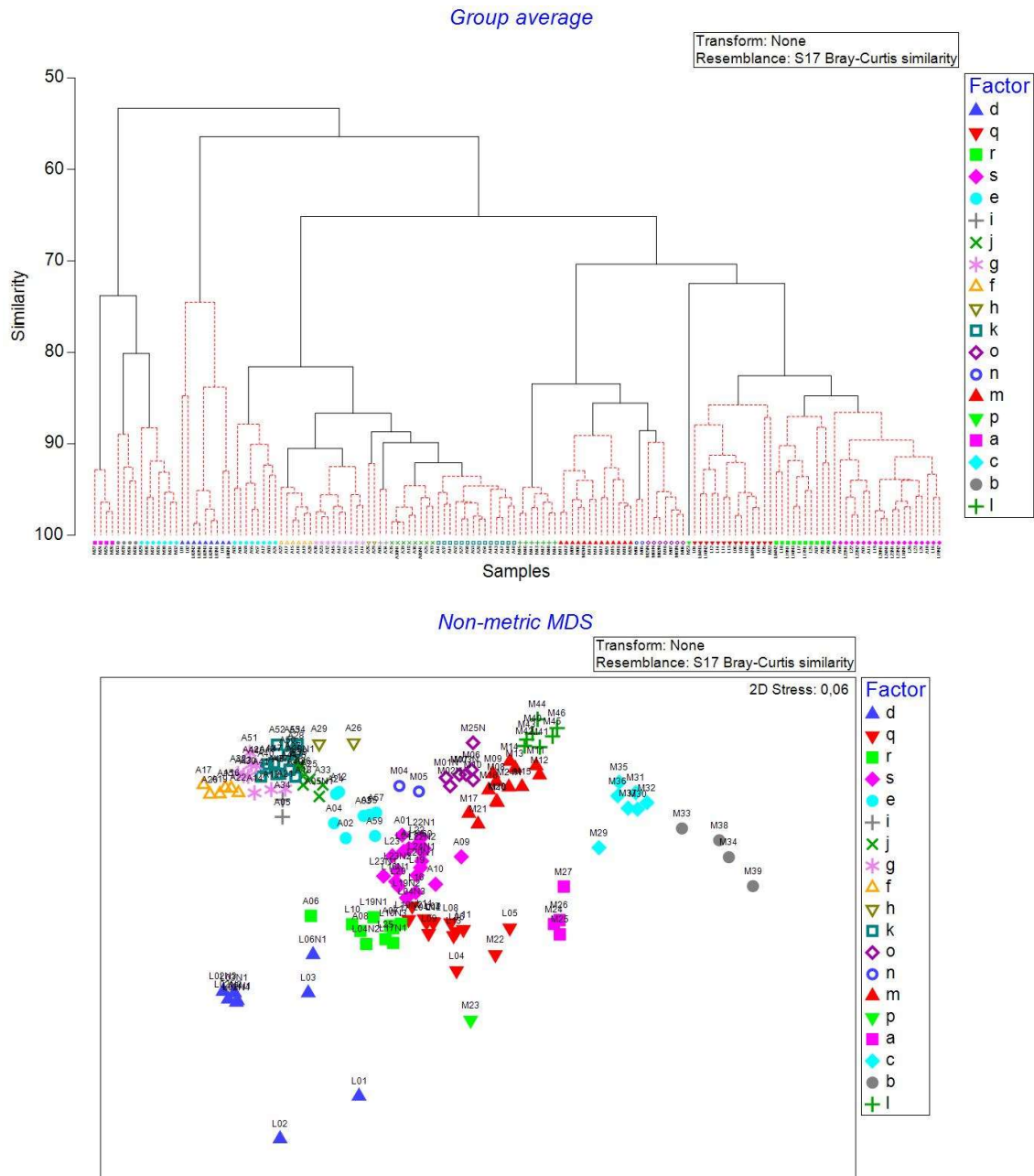


Figura 5.3.17. Dendrograma (superior) y gráfico MDS (inferior) del análisis de conglomerados entre sitios de muestreo según las abundancias relativas mensuales entre octubre de 2007 y febrero de 2019, para *Alexandrium catenella*, *A. ostenfeldii*, *Dinophysis acuminata*, *D. acuta* y *Protoceratium reticulatum*.



Figura 5.3.19. Gráfico MDS para *Alexandrium catenella* al aplicar un análisis de conglomerados, según las abundancias relativas mensuales por sitio de muestreo entre octubre de 2007 y febrero de 2019.

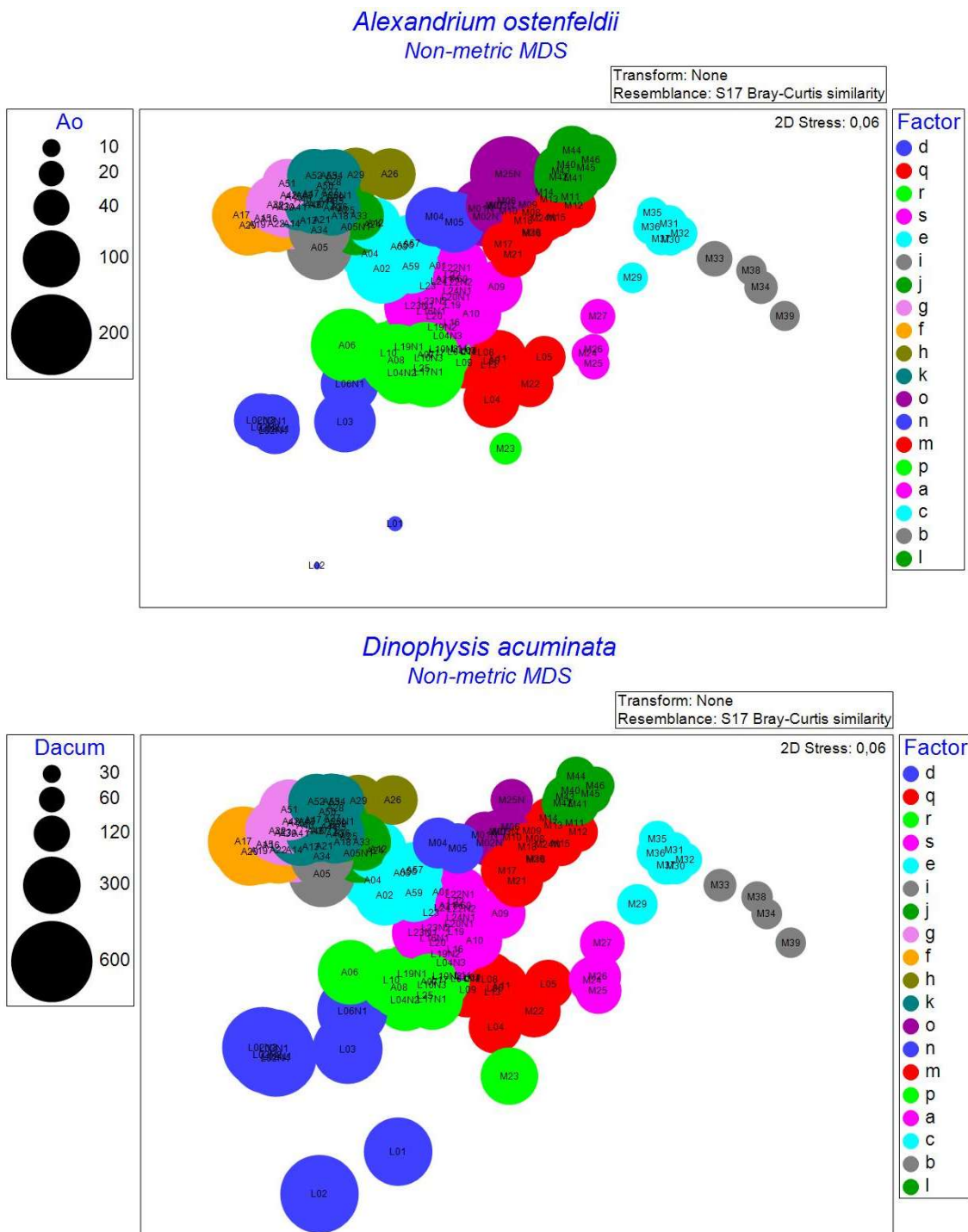


Figura 5.3.20. Gráficos MDS para *Alexandrium ostenfeldii* (superior) y *Dinophysis acuminata* (inferior) al aplicar un análisis de conglomerados, según las respectivas contribuciones en abundancias relativas mensuales por sitio de muestreo entre octubre de 2007 y febrero de 2019.

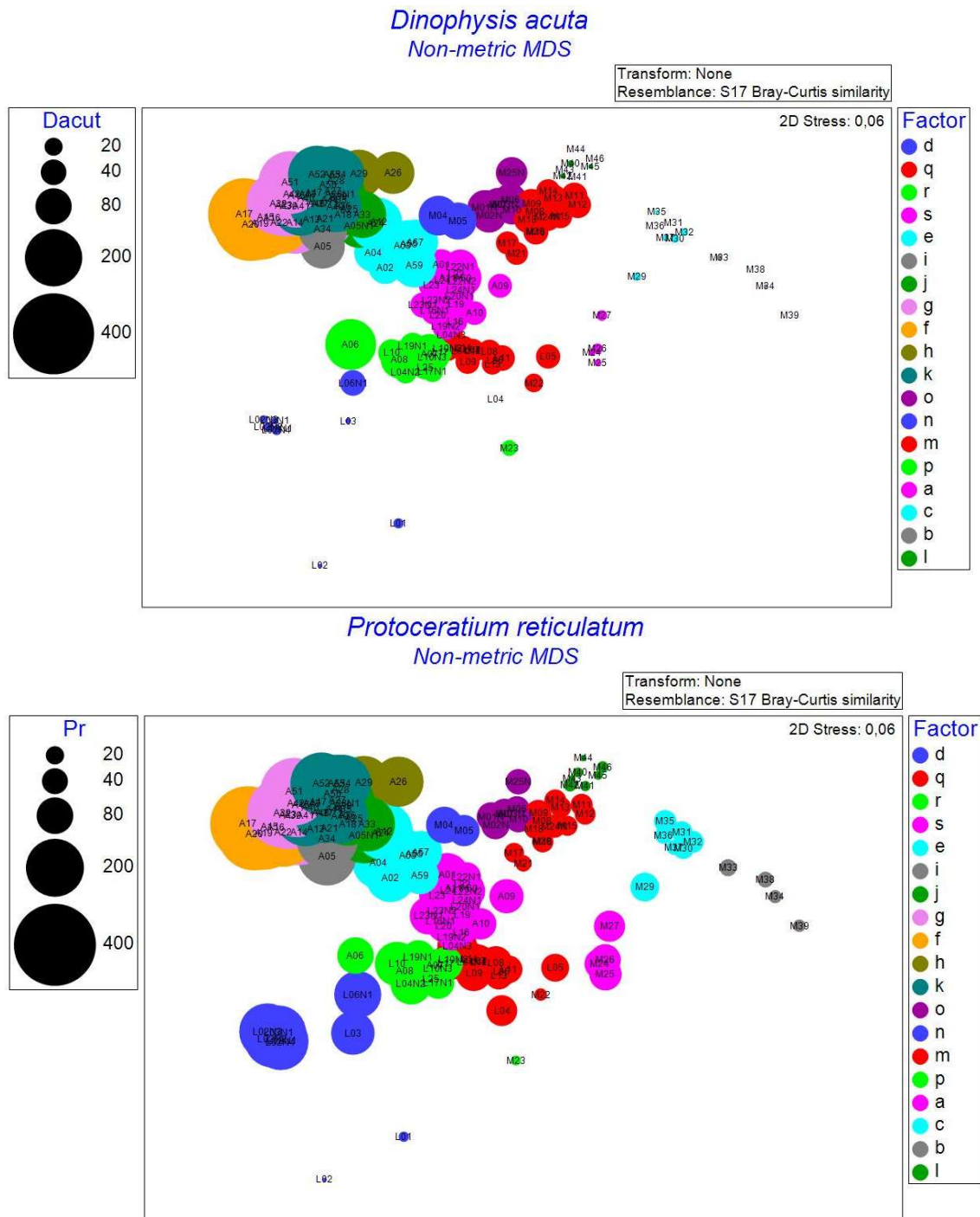
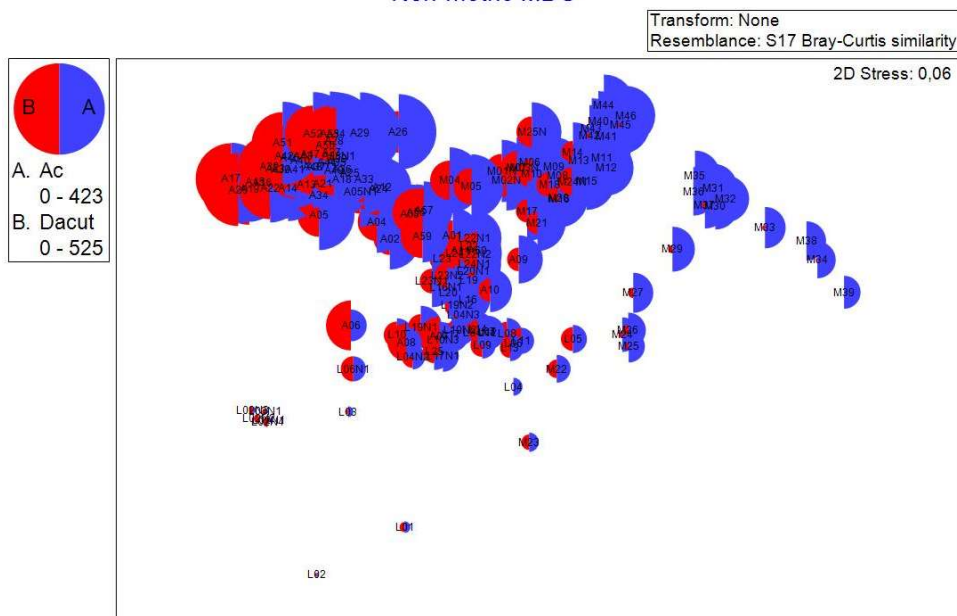


Figura 5.3.21. Gráficos MDS para *Dinophysis acuta* (superior) y *Protoceratium reticulatum* (inferior) al aplicar un análisis de conglomerados, según las respectivas contribuciones en abundancias relativas mensuales por sitios de muestreo entre octubre de 2007 y febrero de 2019.



A. catenella vs. *D. acuta*
Non-metric MDS



P. reticulatum vs. *D. acuta*
Non-metric MDS

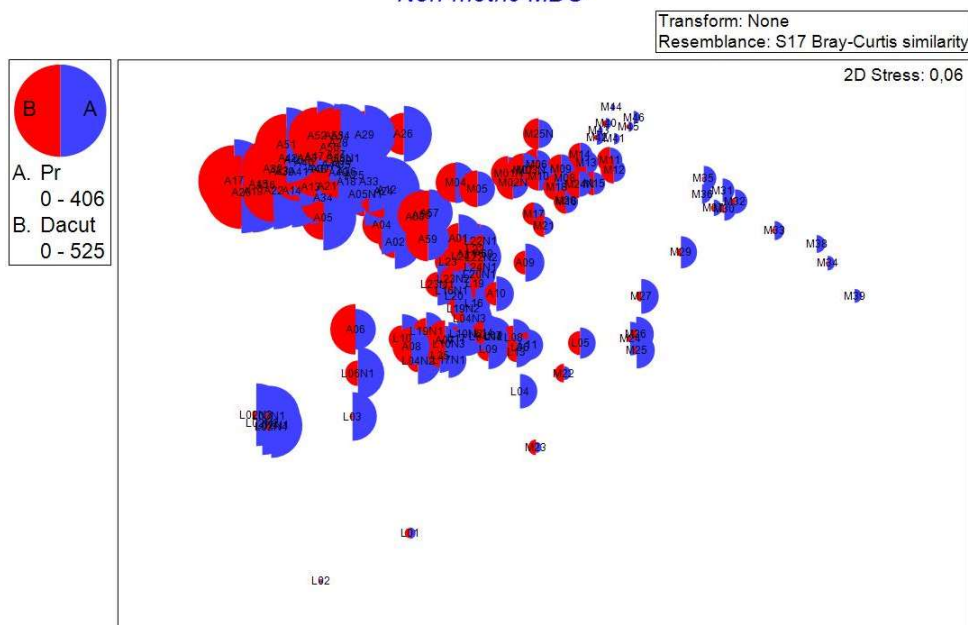


Figura 5.3.22. Gráficos MDS para *Protoceratium reticulatum* (Pr) vs *Dinophysis acuta* (Dacut) (superior) y *Alexandrium catenella* (Ac) vs *D. acuta* (Dacut) (inferior) al aplicar análisis de conglomerados, según las respectivas contribuciones en abundancias relativas mensuales por sitio de muestreo, entre octubre de 2007 y febrero de 2019, para taxones con correlaciones espaciales significativas ($r=0,881$; $r=0,753$; respectivamente $n=146$).

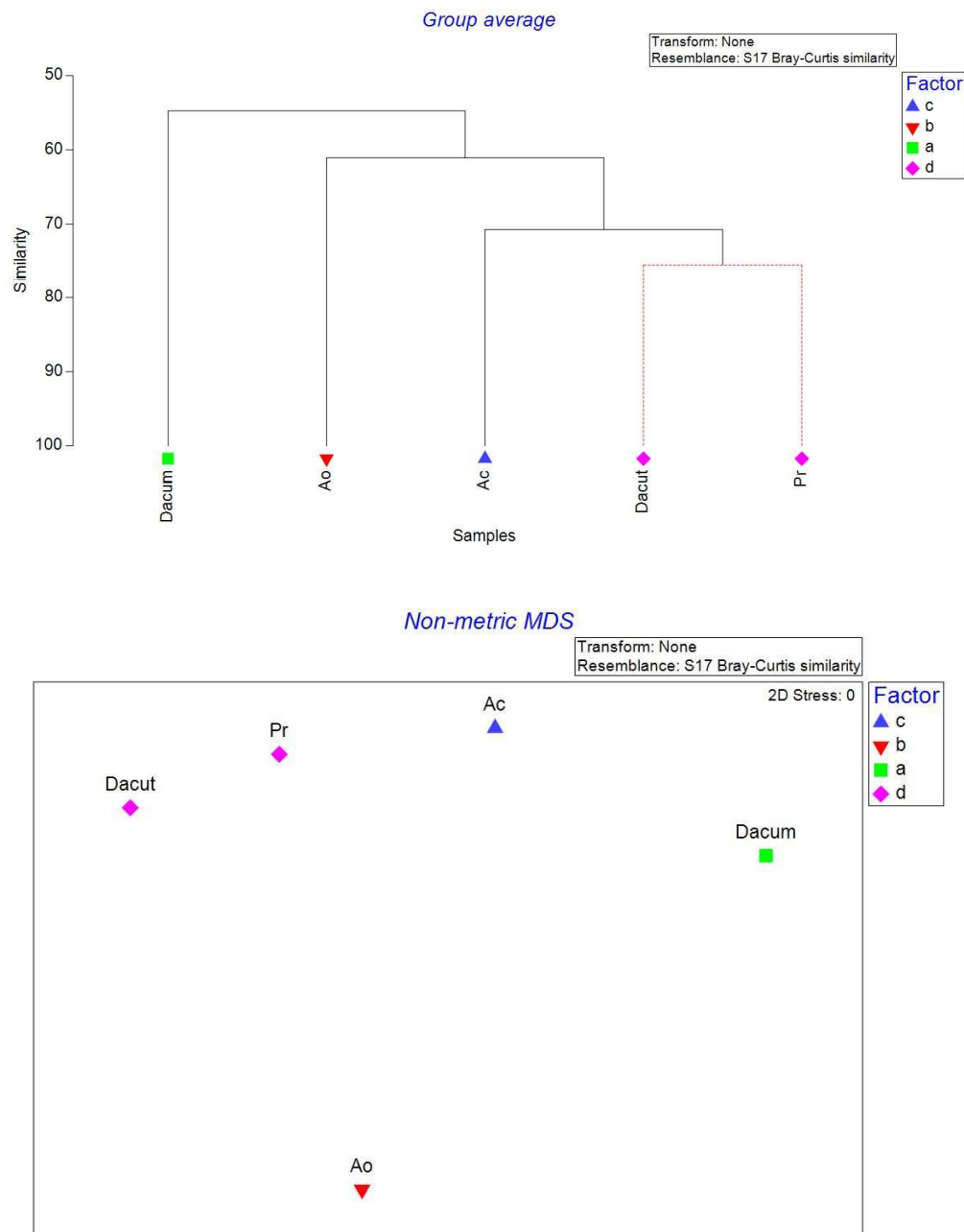


Figura 5.3.24. Dendrograma (superior) y gr1fico MDS (inferior) del an1lisis de conglomerados entre *Alexandrium catenella*, *A. ostenfeldii*, *Dinophysis acuminata*, *D. acuta* y *Protoceratium reticulatum* seg1n las abundancias relativas mensuales por sitio de muestreo entre octubre de 2007 y febrero de 2019.

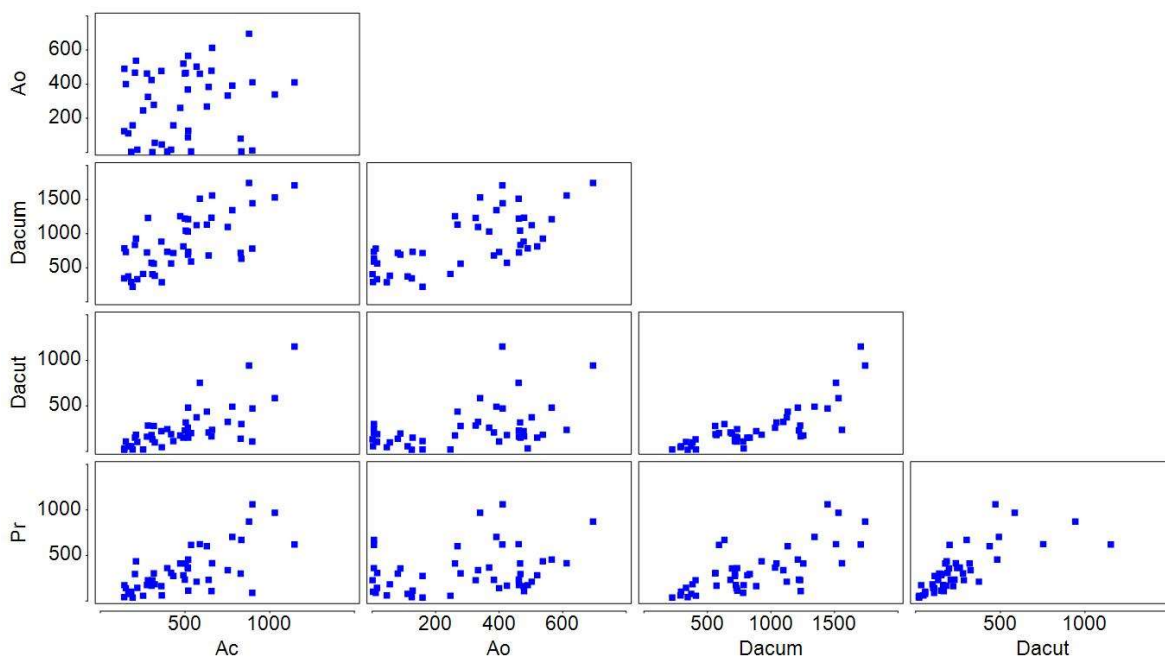


Figura 5.3.25. Gráficos de dispersión de las sumatorias de las abundancias relativas entre los pares de combinaciones de *Alexandrium catenella* (Ac), *A. ostenfeldii* (Ao), *Dinophysis acuminata* (Dacum), *D. acuta* (Dacut) y *Protoceratium reticulatum* (Pr) para estaciones del año entre las primaveras de 2007 y 2018 (n=45).

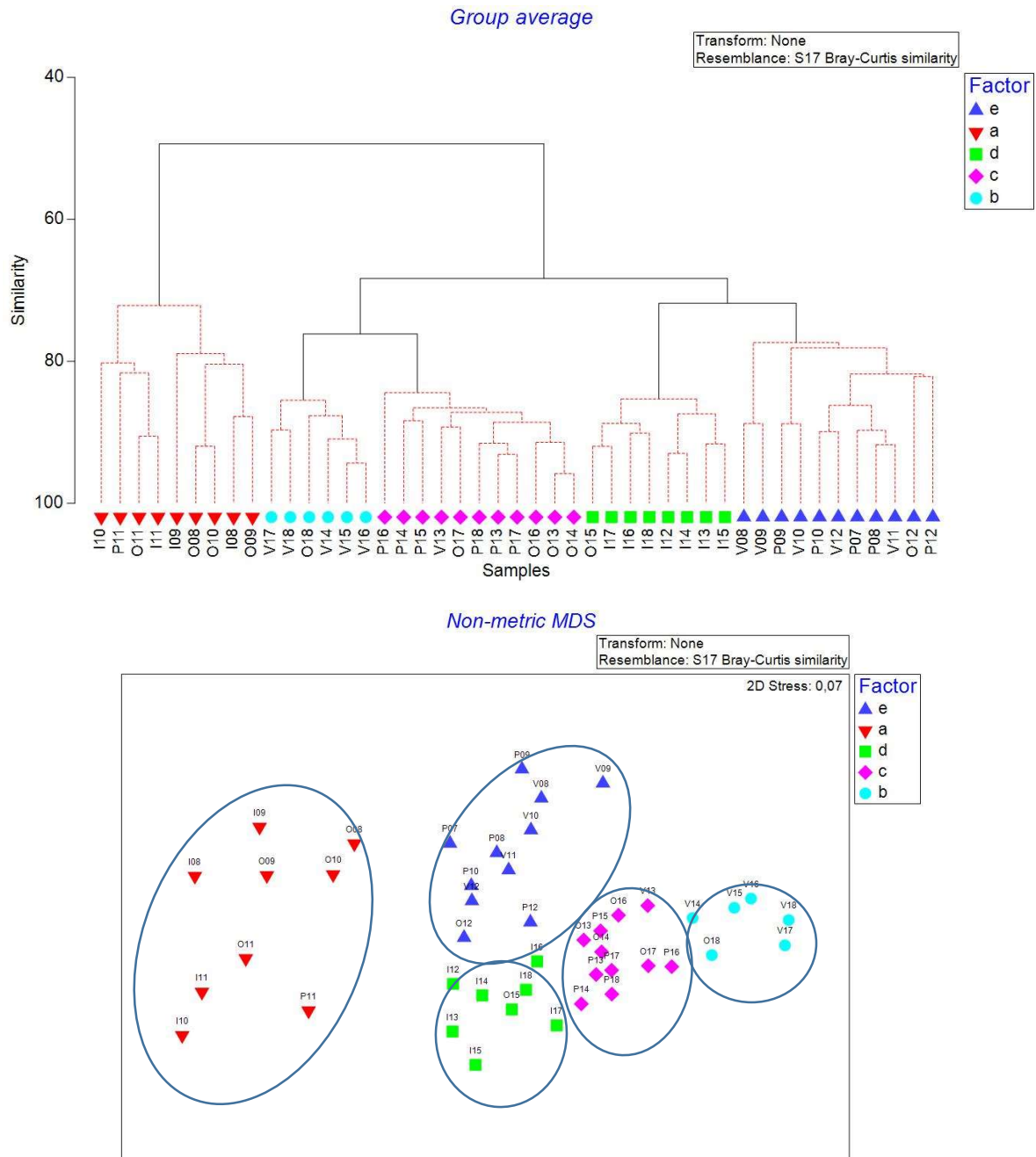


Figura 5.3.26. Dendrograma (superior) y gráfico MDS (inferior) del análisis de conglomerados entre estaciones del año según las abundancias relativas estimadas para *Alexandrium catenella*, *A. ostenfeldii*, *Dinophysis acuminata*, *D. acuta* y *Protoceratium reticulatum* entre octubre de 2007 y febrero de 2019.

Non-metric MDS

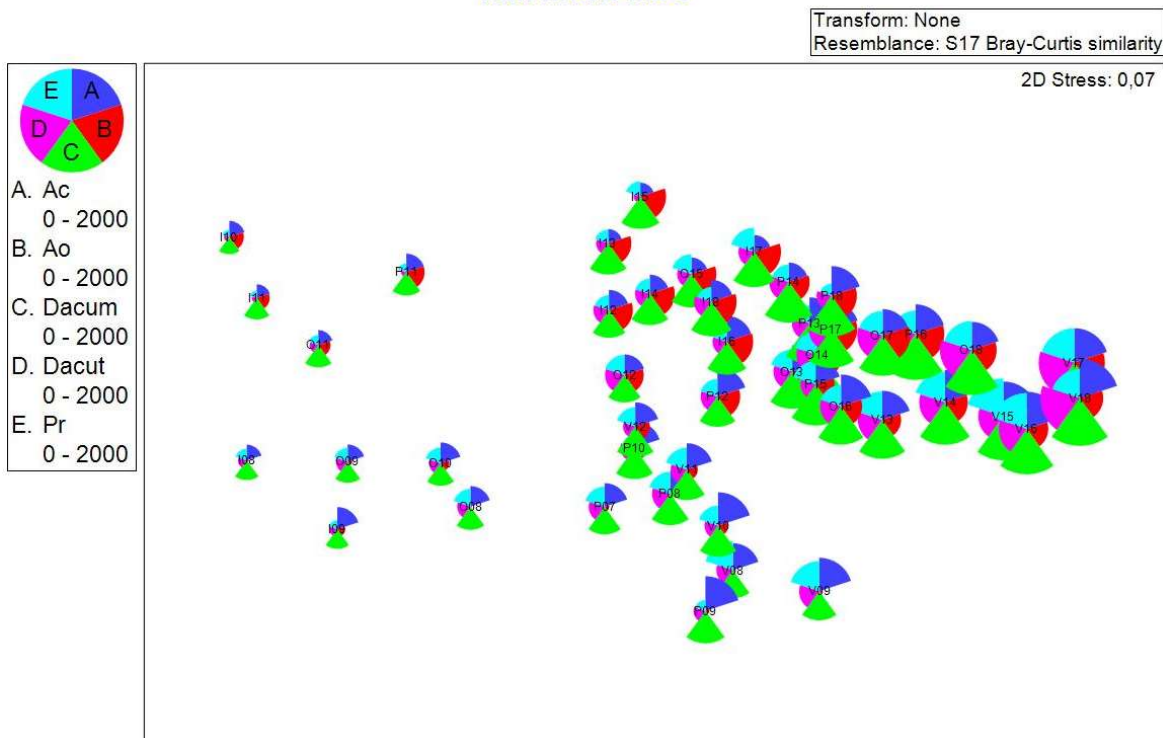


Figura 5.3.27. Gráfico MDS para *Alexandrium catenella*, *A. ostenfeldii*, *Dinophysis acuminata*, *D. acuta* y *Protoceratium reticulatum* al aplicar un análisis de conglomerados según las respectivas contribuciones en abundancias relativas por estaciones del año, entre octubre de 2007 y diciembre de 2018.



Transform: None
Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

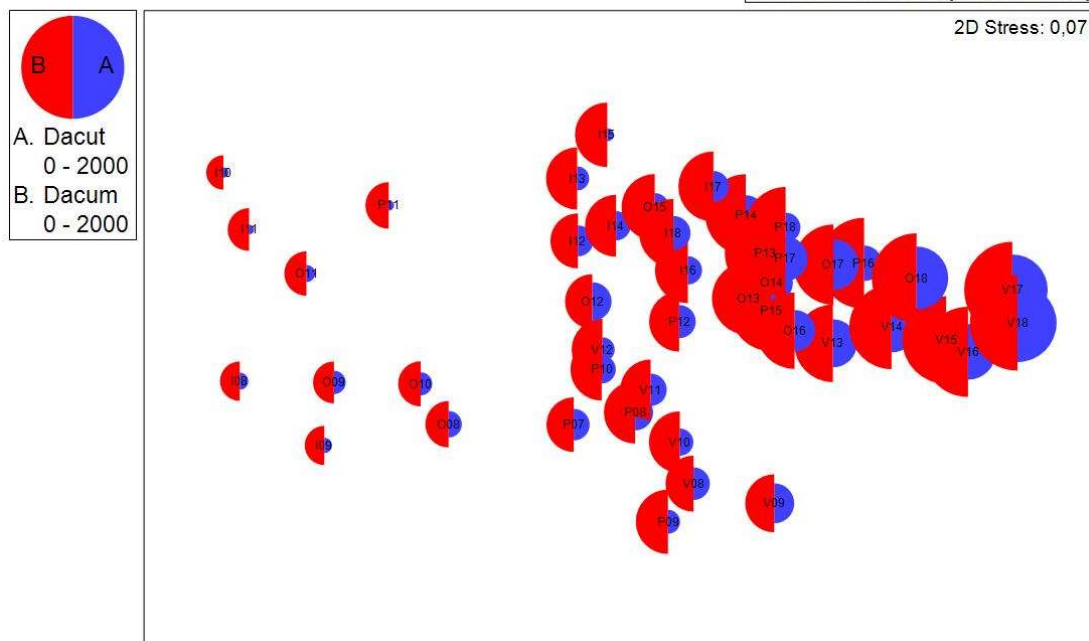


Figura 5.3.28. Gráfico MDS para *Dinophysis acuta* (Dacut) vs *D. acuminata* (Dacum) al aplicar un análisis de conglomerados según las respectivas contribuciones en abundancias relativas por estaciones del año entre octubre de 2007 y diciembre de 2018, con correlación temporal significativa ($r=0,792$; $n=45$).

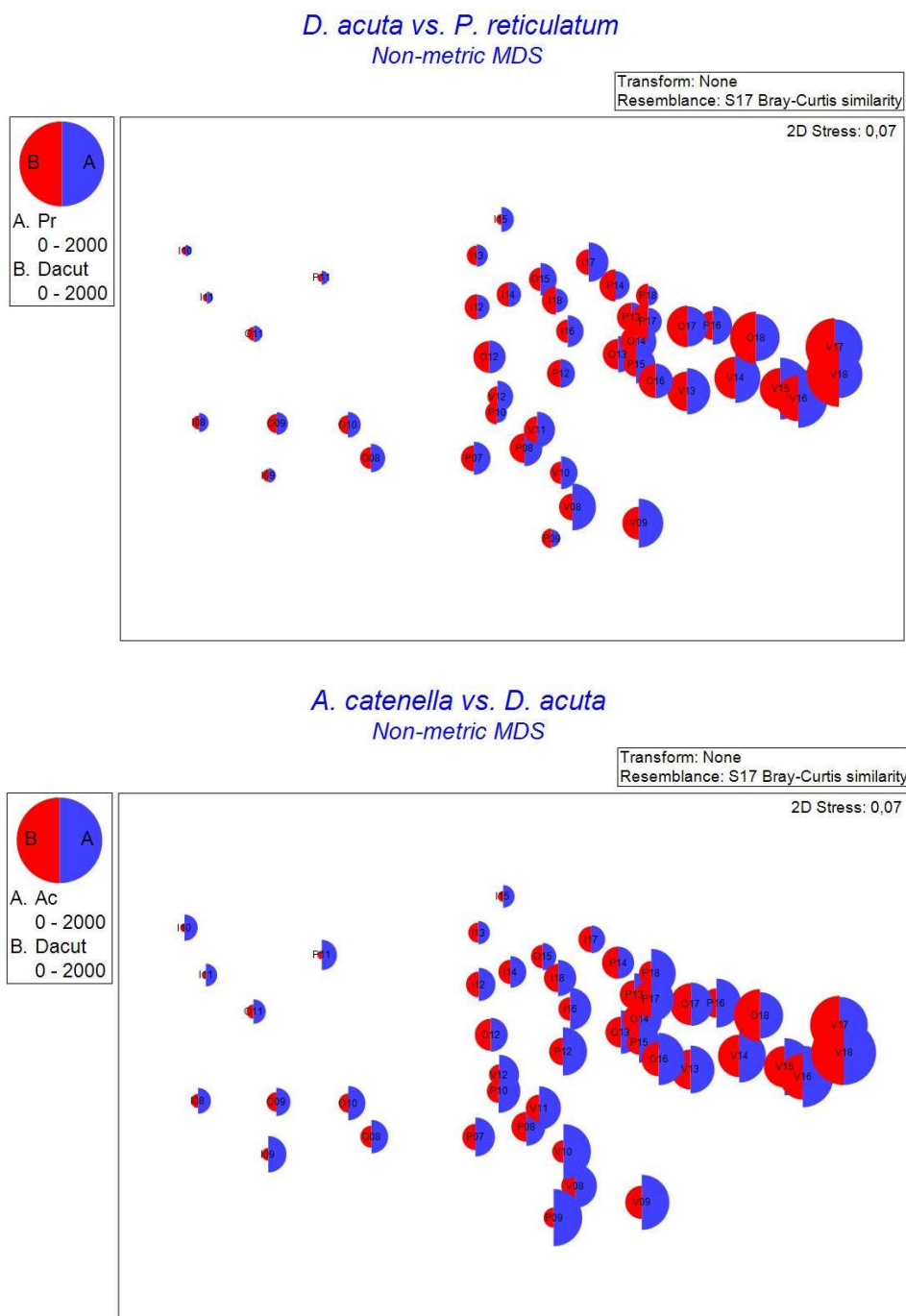
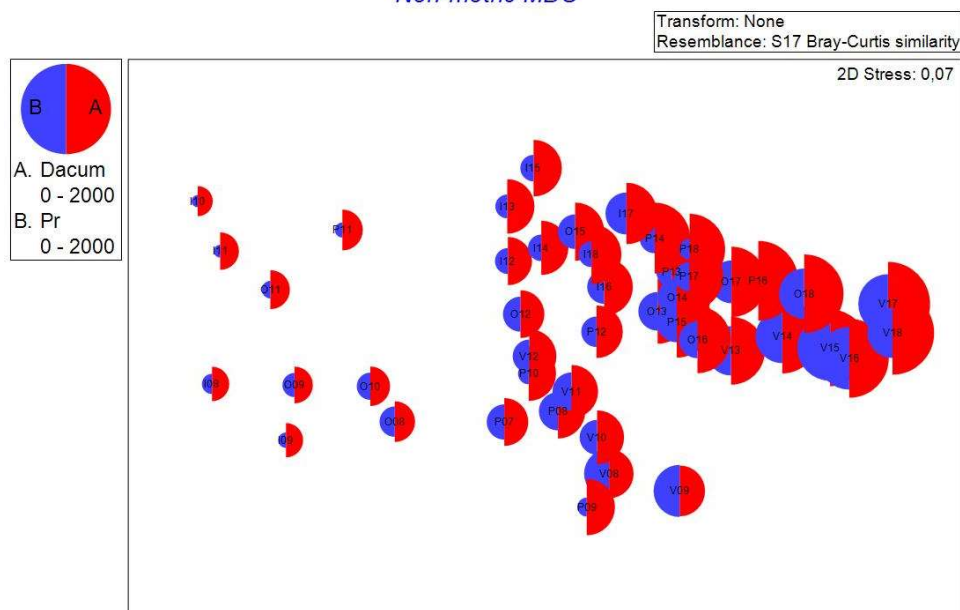


Figura 5.3.29. Gráfico MDS para *Dinophysis acuta* (Dacut) vs *Protoceratium reticulatum* (Pr) (superior) y *Alexandrium catenella* (Ac) vs *D. acuta* (Dacut) (inferior), al aplicar un análisis de conglomerados según las respectivas contribuciones en abundancias relativas por estaciones del año entre octubre de 2007 y diciembre de 2018, para taxones con correlaciones temporales significativas ($r=0,744$; $r=0,700$; respectivamente; $n=45$).

D. acuminata vs. *P. reticulatum*
Non-metric MDS



A. ostensfeldii vs. *D. acuminata*
Non-metric MDS

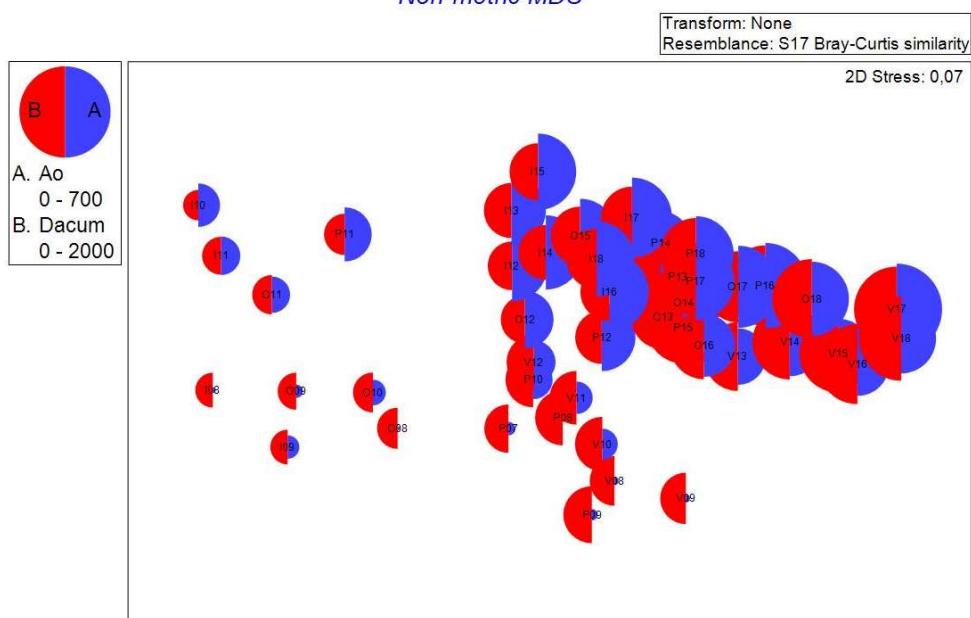
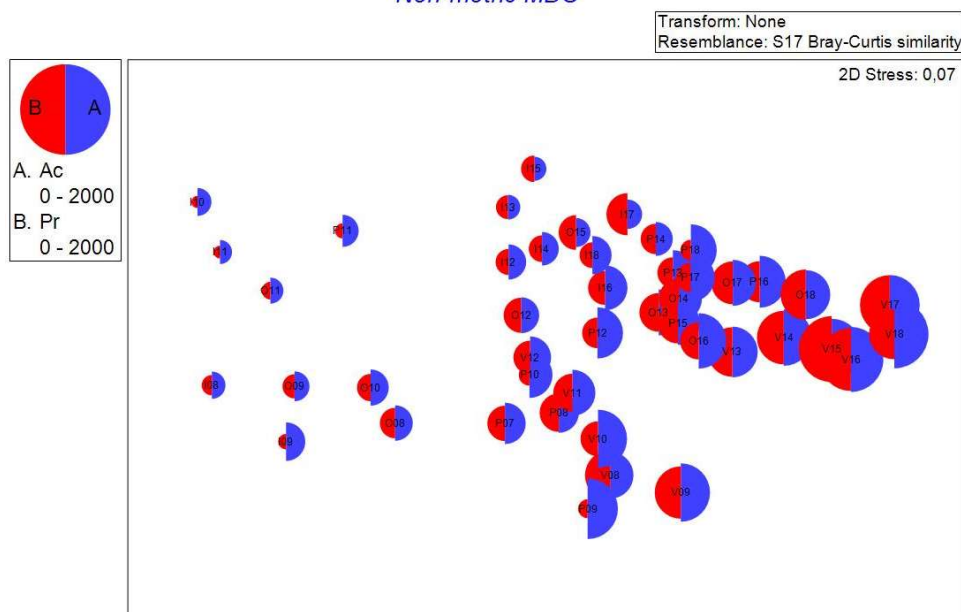


Figura 5.3.30. Gráfico MDS para *Dinophysis acuminata* (Dacum) vs *Protoceratium reticulatum* (Pr) (superior) y *Alexandrium ostensfeldii* (Ao) vs *D. acuminata* (Dacum) (inferior), al aplicar un análisis de conglomerados según las respectivas contribuciones en abundancias relativas por estaciones del año entre octubre de 2007 y diciembre de 2018, para taxones con correlaciones temporales significativas ($r=0,694$; $r=0,691$; respectivamente; $n=45$).

A. catenella vs. *P. reticulatum*
Non-metric MDS



A. catenella vs. *D. acuminata*
Non-metric MDS

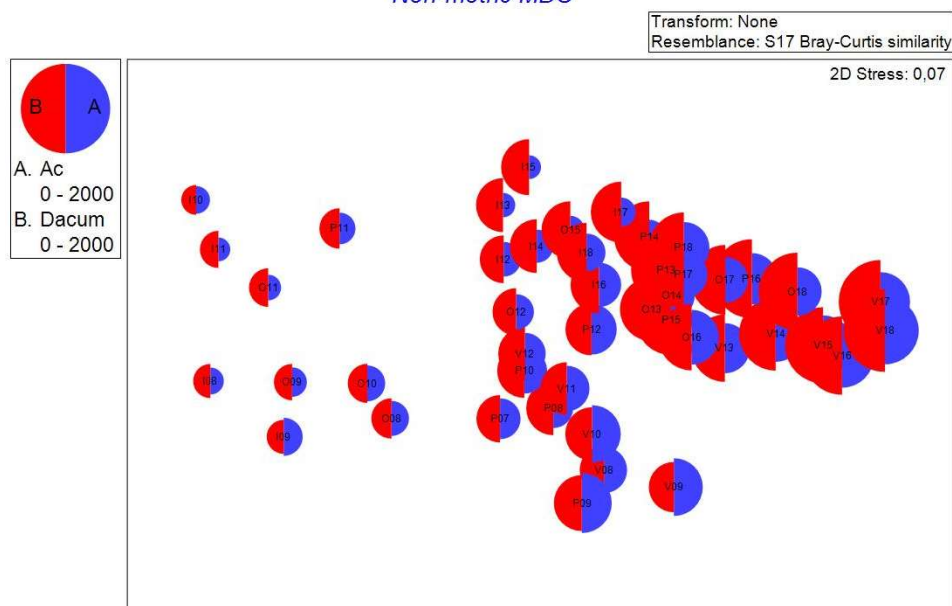


Figura 5.3.31. Gráfico MDS para *Alexandrium catenella* (Ac) vs *Protoceratium reticulatum* (Pr) y *A. catenella* (Ac) vs *Dinophysis acuminata* (Dacum) al aplicar un análisis de conglomerados según las respectivas contribuciones en abundancias relativas por estaciones del año entre octubre de 2007 y diciembre de 2018, para taxones con correlaciones espaciales significativas ($r=0,690$; $r=0,679$; respectivamente; $n=45$).

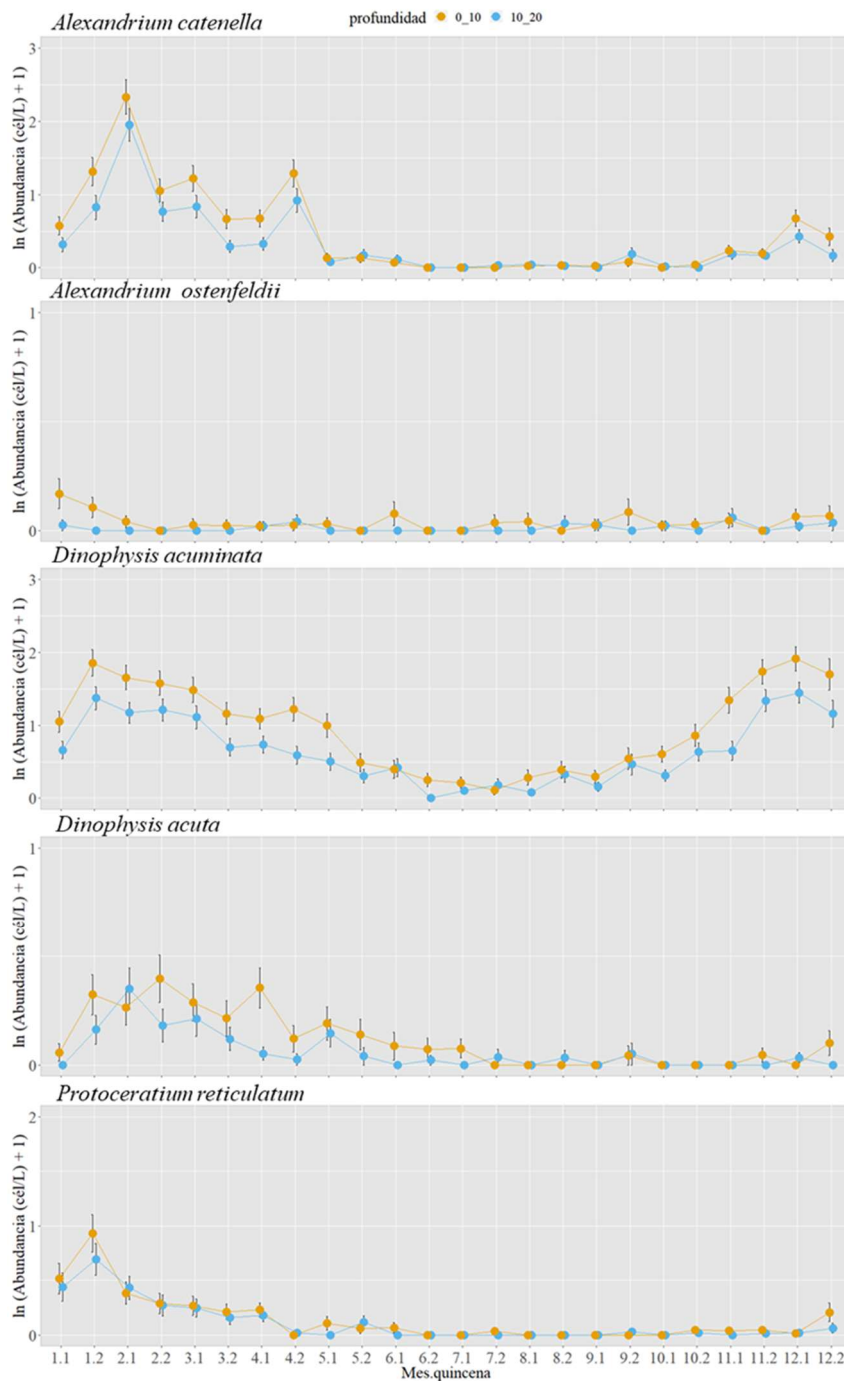


Figura 5.3.32. Abundancia media observada para los principales taxones nocivos entre los años 2013 y 2018 por mes y quincena. Meses representados desde el 1 al 12; además los decimales de los meses representan las quincenas e.g. 1.1. y 1.2 indican la primera y segunda quincena del mes de enero.

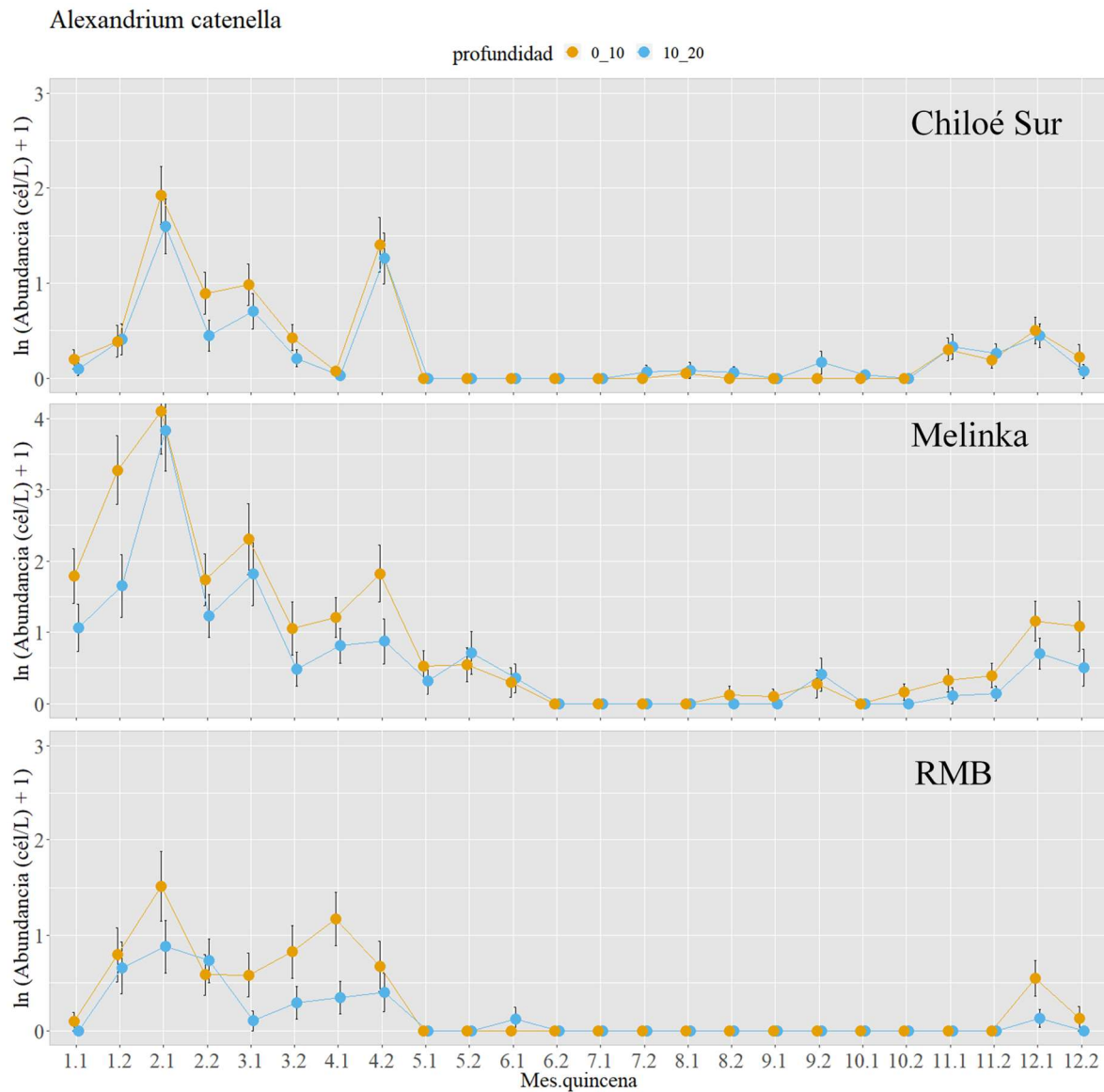


Figura 5.3.33. Abundancia media observada para *A. catenella* entre los años 2013 y 2018 por zona, y por mes y quincena. Meses representados desde el 1 al 12; además los decimales de los meses representan las quincenas e.g. 1.1. y 1.2 indican la primera y segunda quincena del mes de enero.

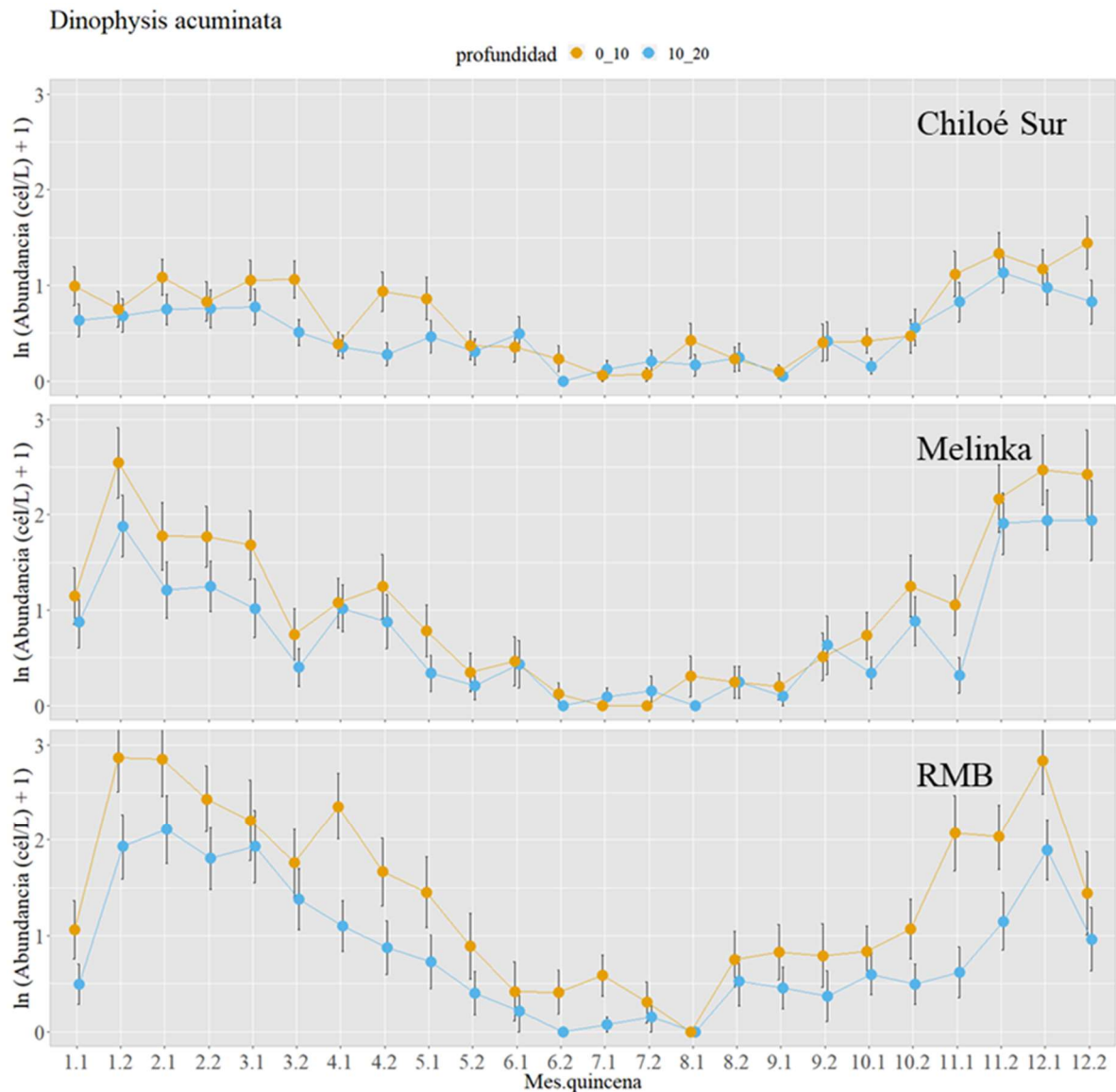


Figura 5.3.34. Abundancia media observada para *D. acuminata* entre los años 2013 y 2018 por zona, y por mes y quincena. Meses representados desde el 1 al 12; además los decimales de los meses representan las quincenas e.g. 1.1. y 1.2 indican la primera y segunda quincena del mes de enero.

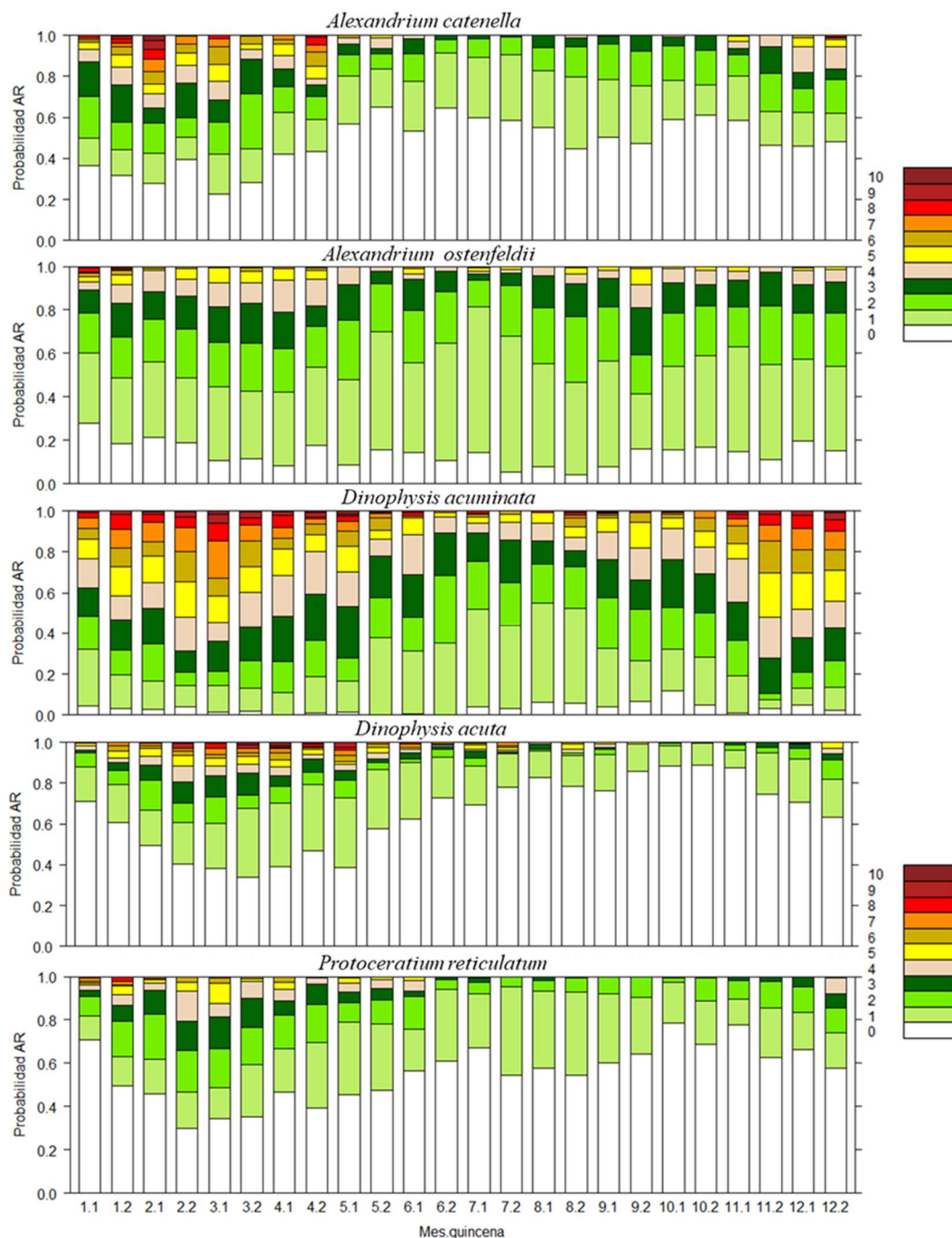


Figura 5.3.35. Probabilidad media para los distintos niveles de abundancia relativa (AR) observada entre el 2013 y 2018 por mes y quincena. Meses representados desde el 1 al 12; además los decimales de los meses representan las quincenas e.g. 1.1. y 1.2 indican la primera y segunda quincena del mes de enero.

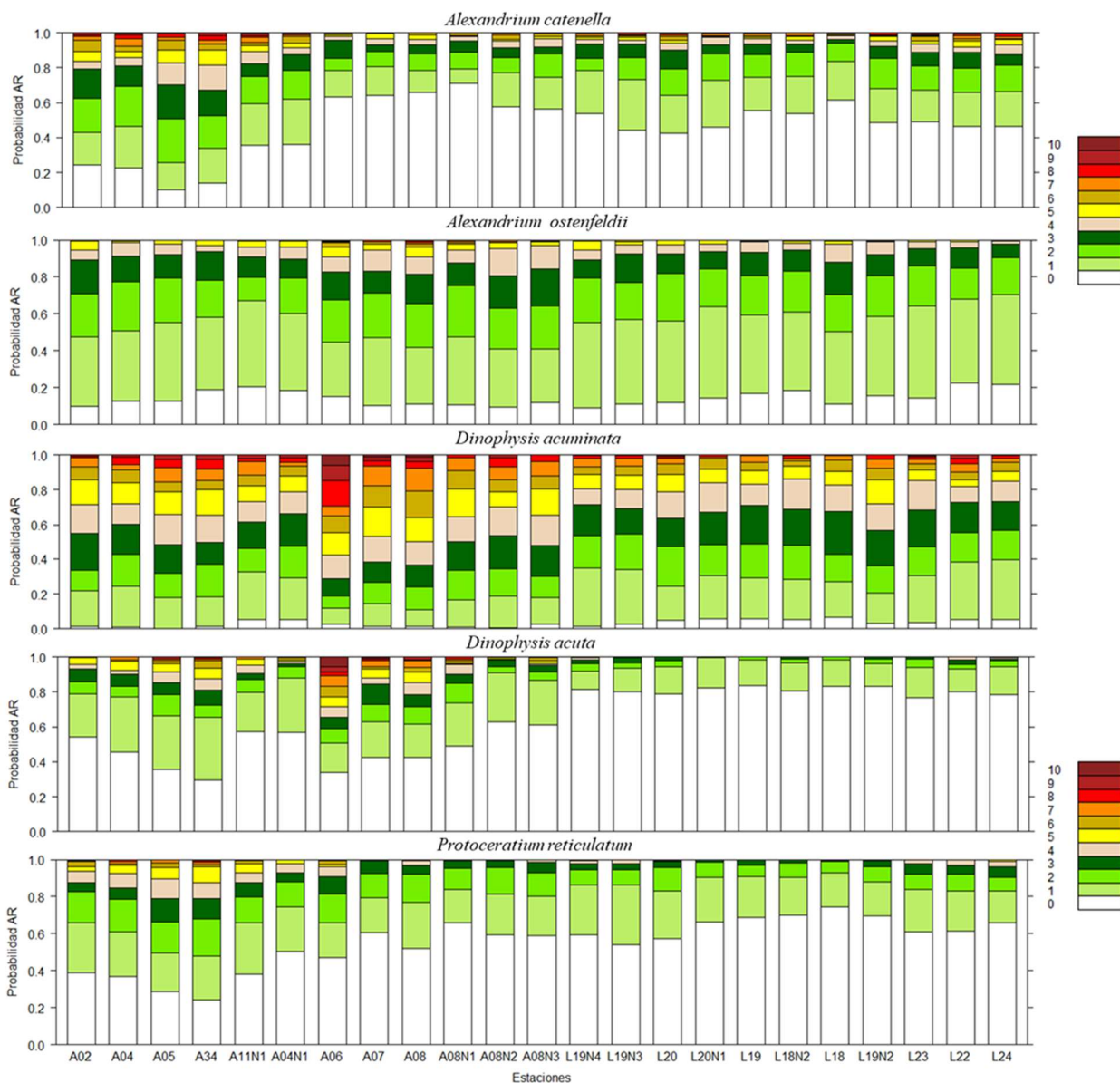


Figura 5.3.36. Probabilidad media para los distintos niveles de abundancia relativa (AR) observada entre el 2013 y 2018 para cada estación.

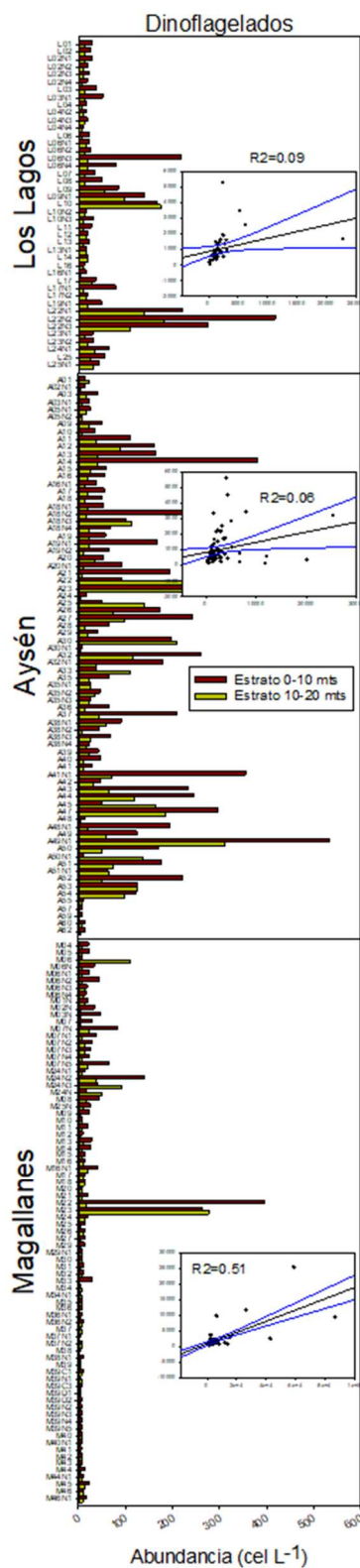
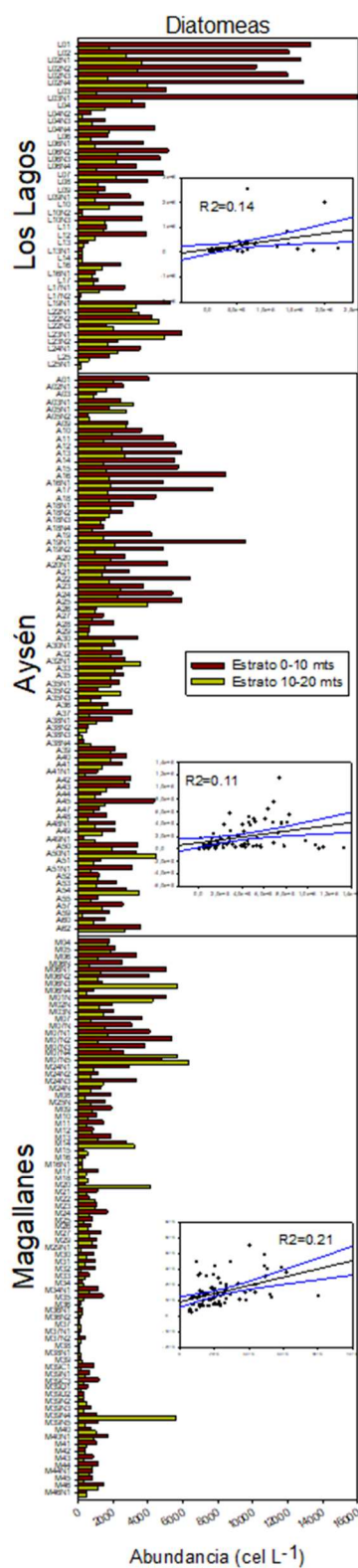




Figura 5.3.37. Promedio anual (etapa XII) de la abundancia fitoplanctónica total (celL-1) para el estrato 0-10 metros (rojo) y estrato 10-20 metros (amarillo) de las tres regiones administrativas: a) abundancia promedio anual diatomeas, b) abundancia promedio anual dinoflagelados. Los gráficos de dispersión representan las correlaciones entre los dos estratos para cada una de las regiones.

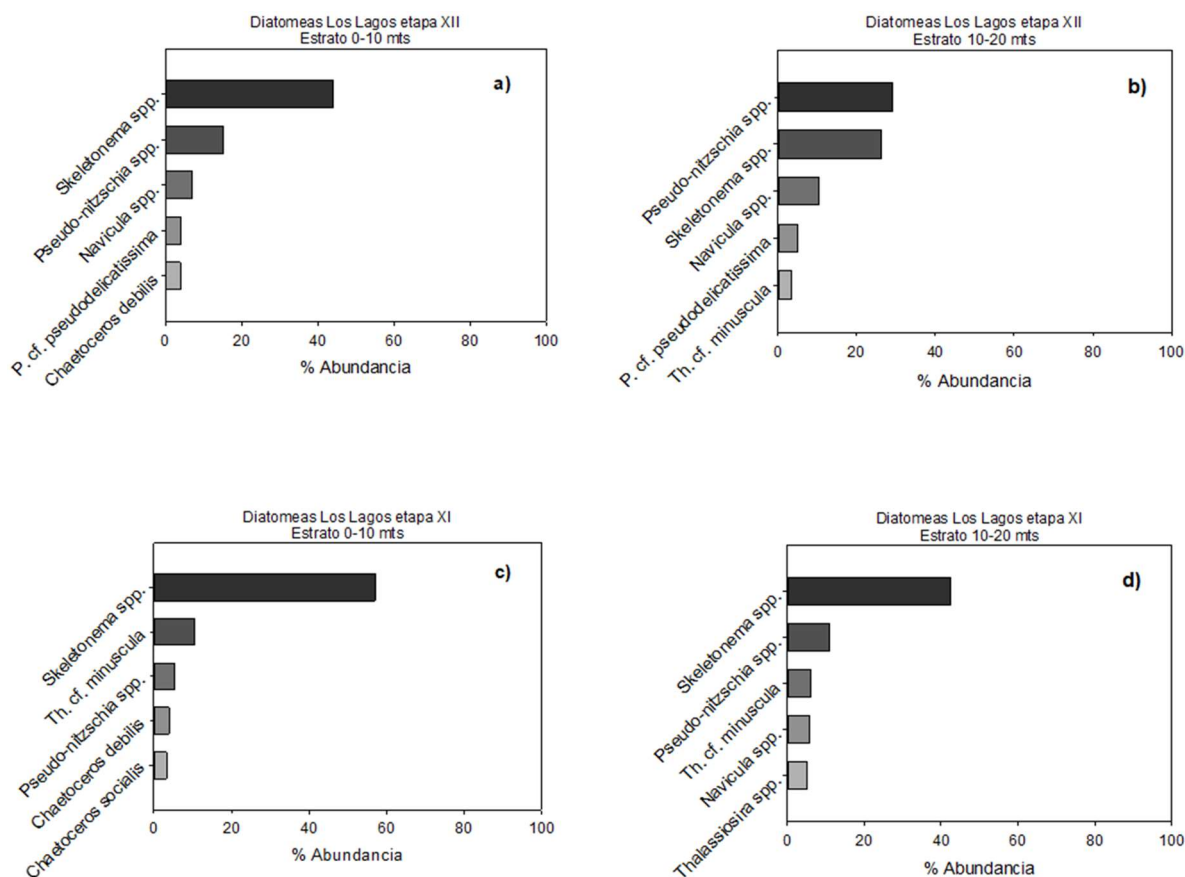


Figura 5.3.38. Contribución porcentual de las abundancias de las diferentes especies de diatomeas de la región de Los Lagos para la etapa XII a) estrato 0-10 mts, b) estrato 10-20 mts y etapa XI c) estrato 0-10 mts, y d) estrato 10-20 mts.

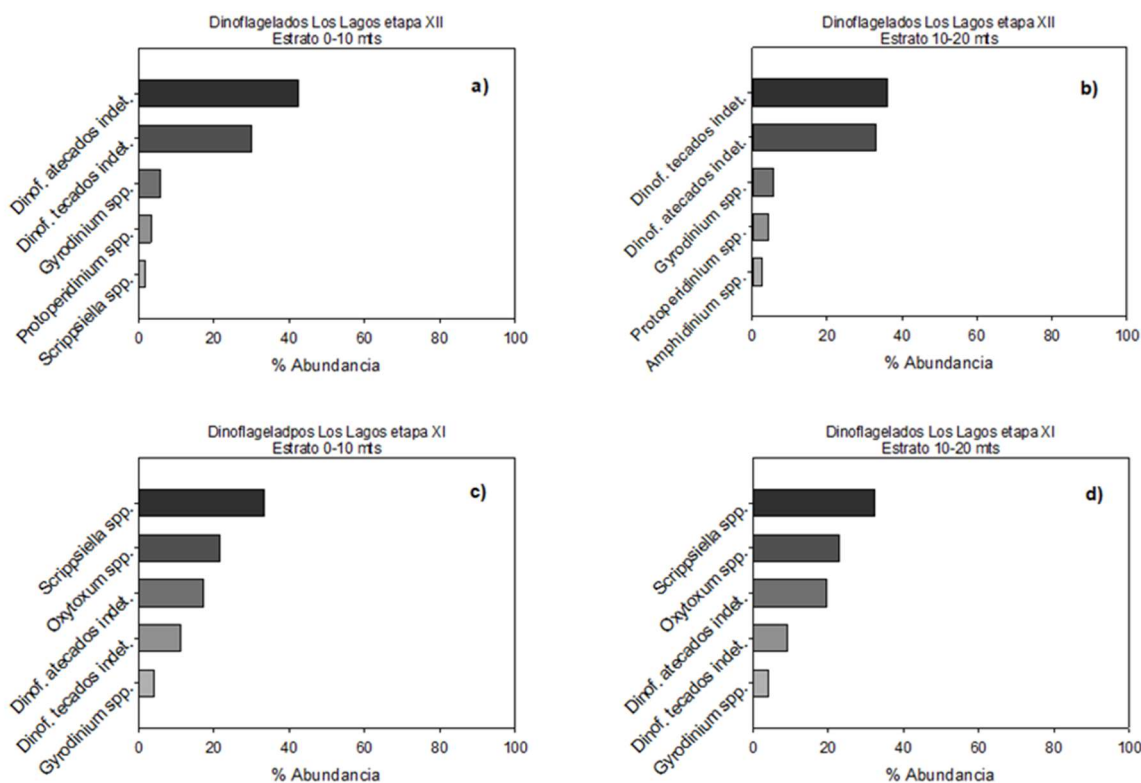


Figura 5.3.39. Contribución porcentual de las abundancias de las diferentes especies de dinoflagelados de la región de Los Lagos para la etapa XII a) estrato 0-10 mts, b) estrato 10-20 mts y etapa XI c) estrato 0-10 mts, y d) estrato 10-20 mts.

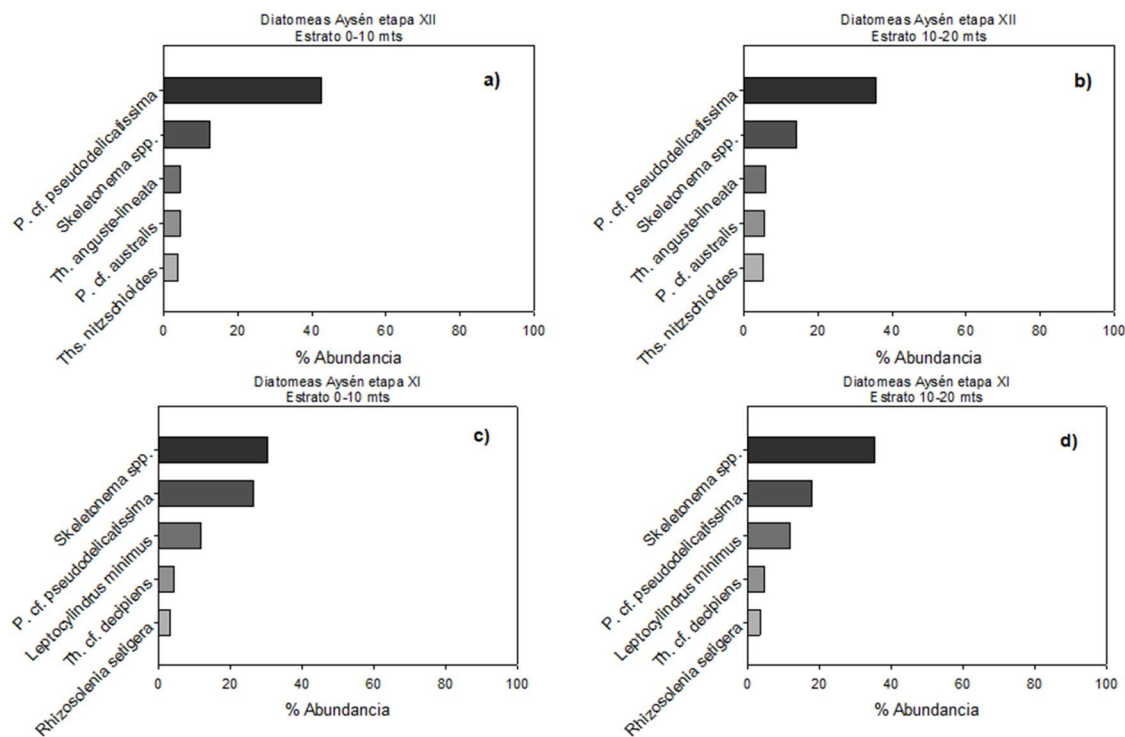


Figura 5.3.40. Contribución porcentual de las abundancias de las diferentes especies de diatomeas de la región Aysén para la etapa XII a) estrato 0-10 mts, b) estrato 10-20 mts y etapa XI c) estrato 0-10 mts, y d) estrato 10-20 mts.

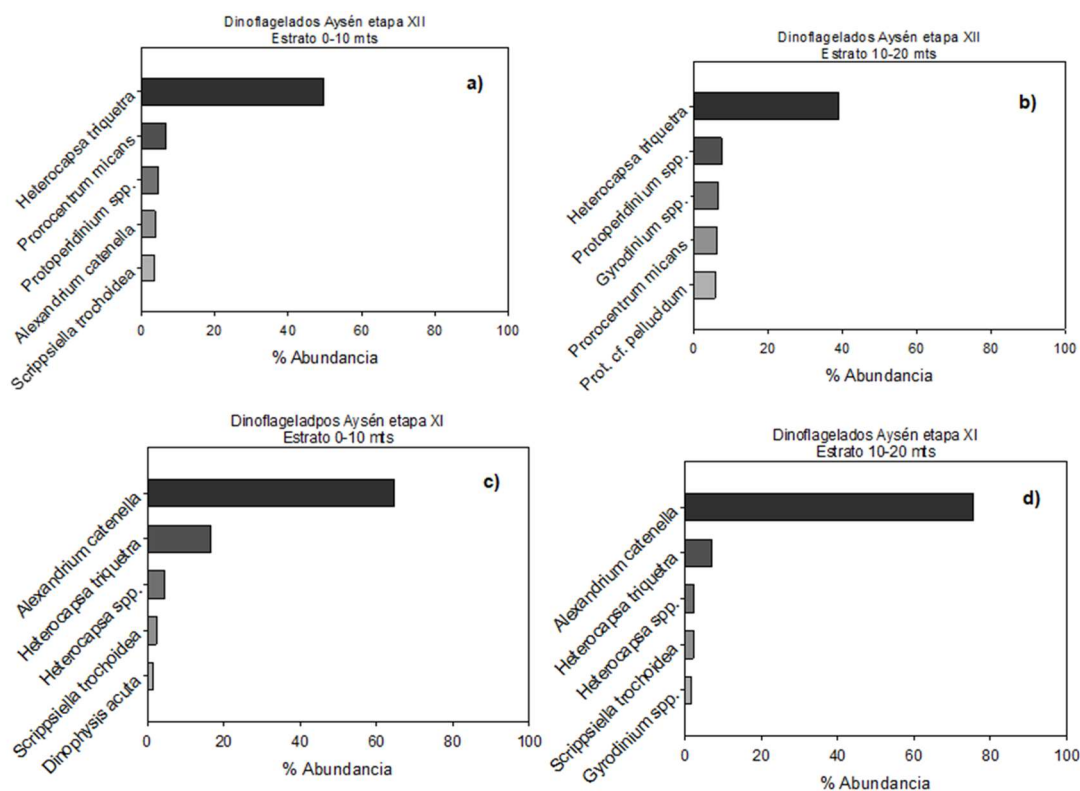


Figura 5.3.41. Contribución porcentual de las abundancias de las diferentes especies de dinoflagelados de la región de Aysén para la etapa XII a) estrato 0-10 mts, b) estrato 10-20 mts y etapa XI c) estrato 0-10 mts, y d) estrato 10-20 mts.

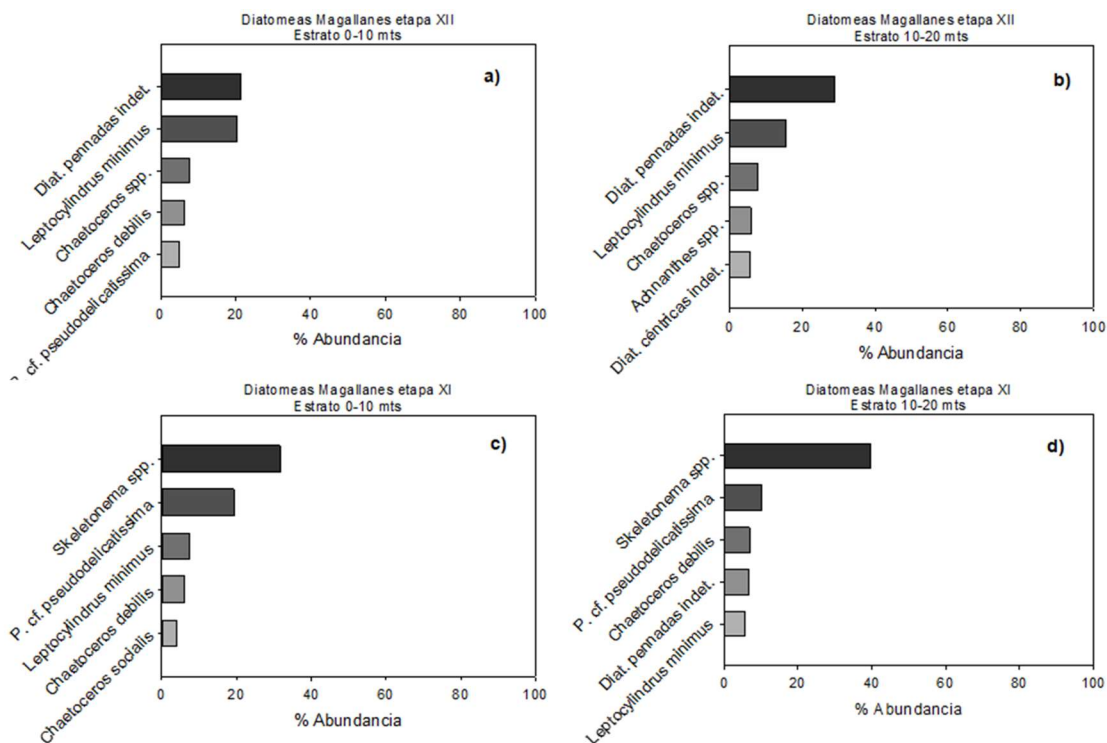


Figura 5.3.42. Contribución porcentual de las abundancias de las diferentes especies de diatomeas de la región de Magallanes para la etapa XII a) estrato 0-10 mts, b) estrato 10-20 mts y etapa XI c) estrato 0-10 mts, y d) estrato 10-20 mts.

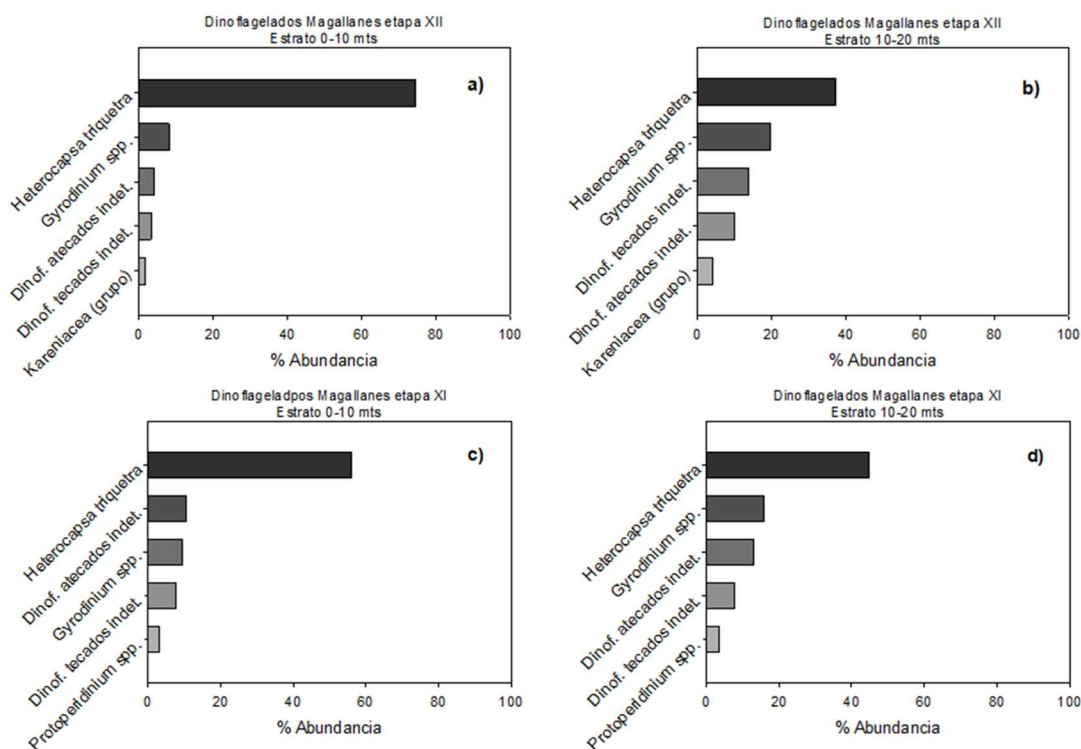


Figura 5.3.43. Contribución porcentual de las abundancias de las diferentes especies de dinoflagelados de la región de Magallanes para la etapa XII a) estrato 0-10 mts, b) estrato 10-20 mts y etapa XI c) estrato 0-10 mts, y d) estrato 10-20 mts.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

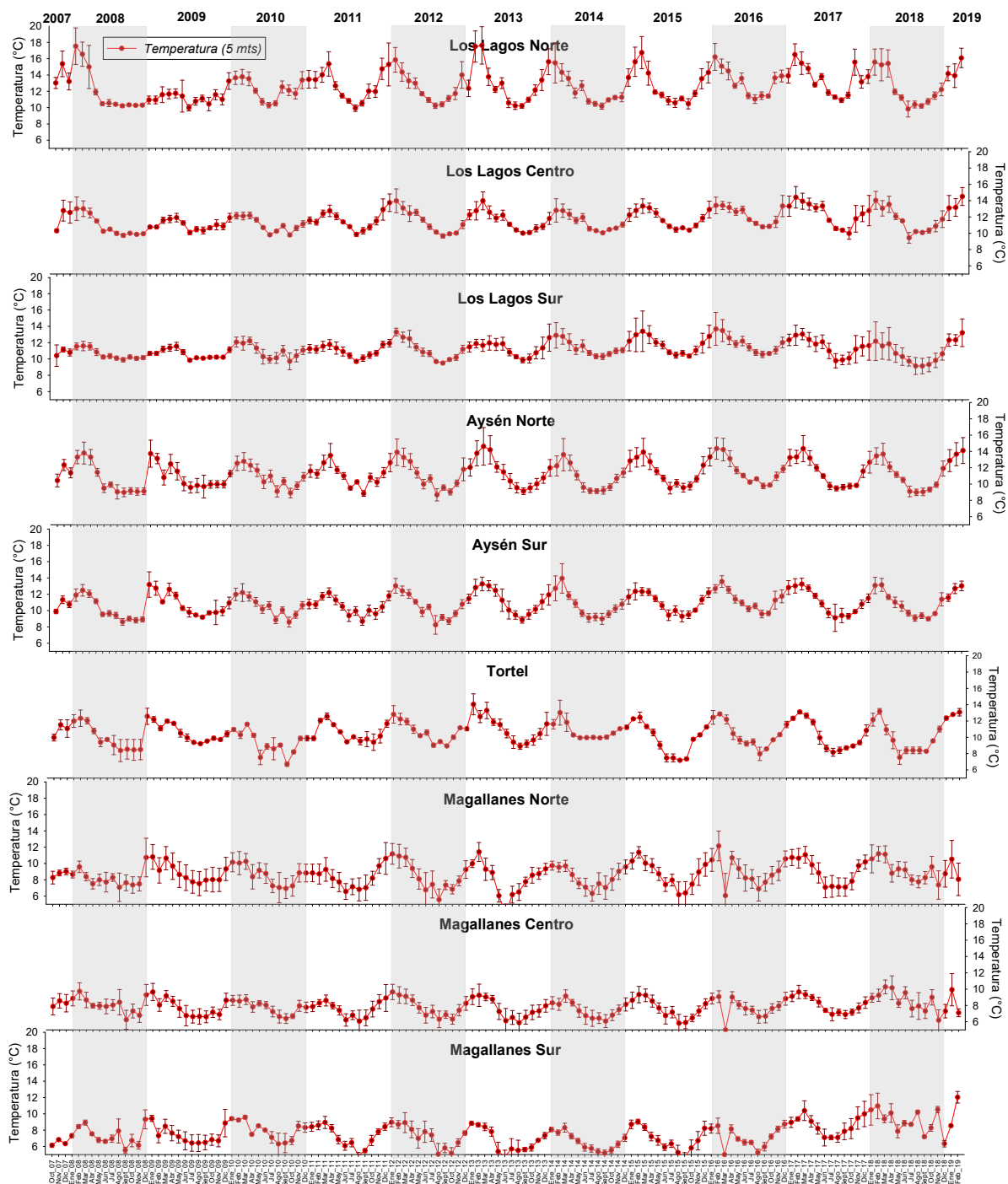


Figura 5.3.44. Serie de datos de temperatura obtenida desde octubre 2007 y febrero 2019 en las áreas de Los Lagos Norte, Los Lagos Centro, Los Lagos Sur, Aysén Norte, Aysén Sur, Tortel, Magallanes Norte, Magallanes Centro, y Magallanes Sur.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

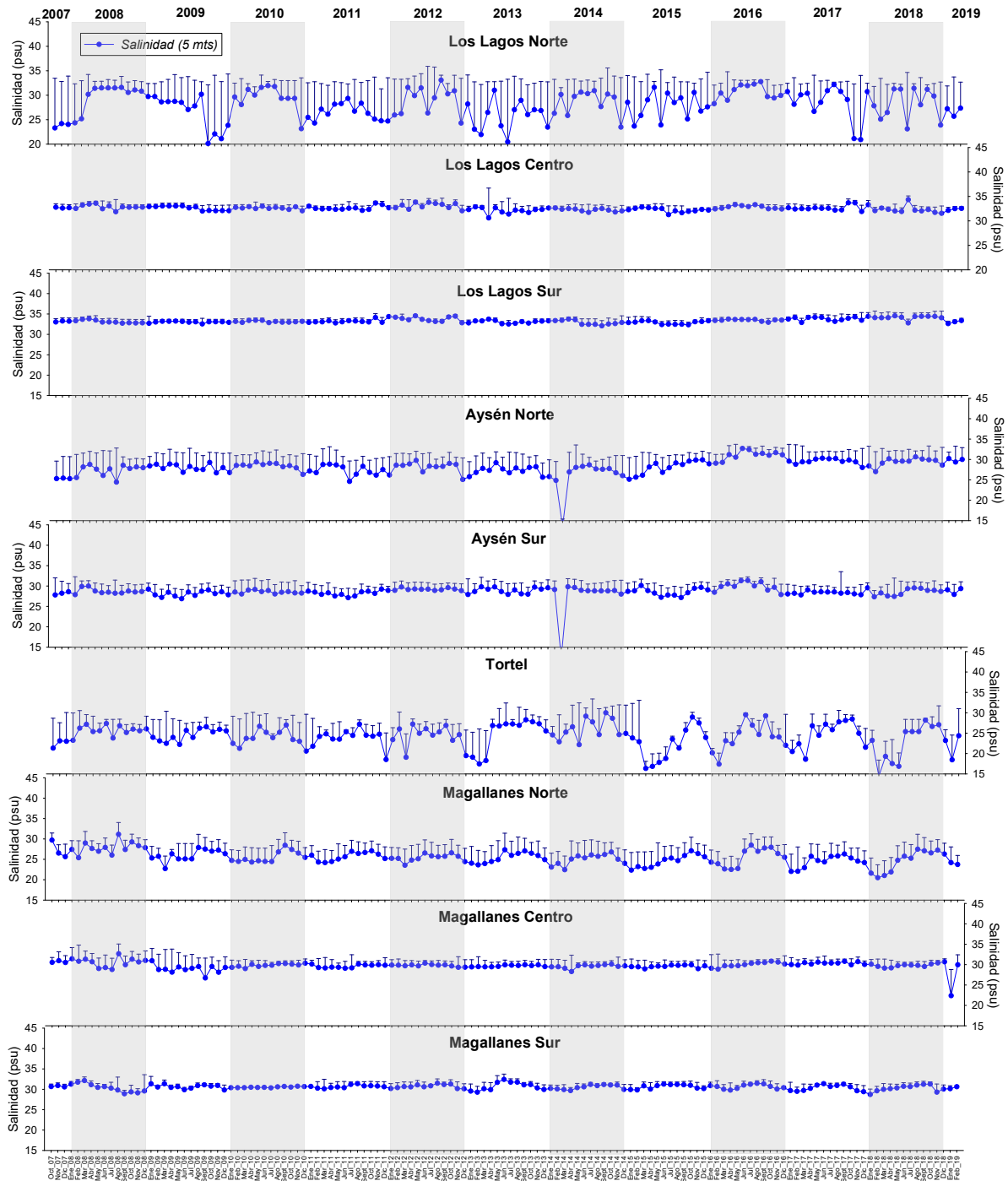


Figura 5.3.45. Serie de datos de salinidad obtenida desde octubre 2007 y febrero 2019 en las áreas de Los Lagos Norte, Los Lagos Centro, Los Lagos Sur, Aysén Norte, Aysén Sur, Tortel, Magallanes Norte, Magallanes Centro, y Magallanes Sur.

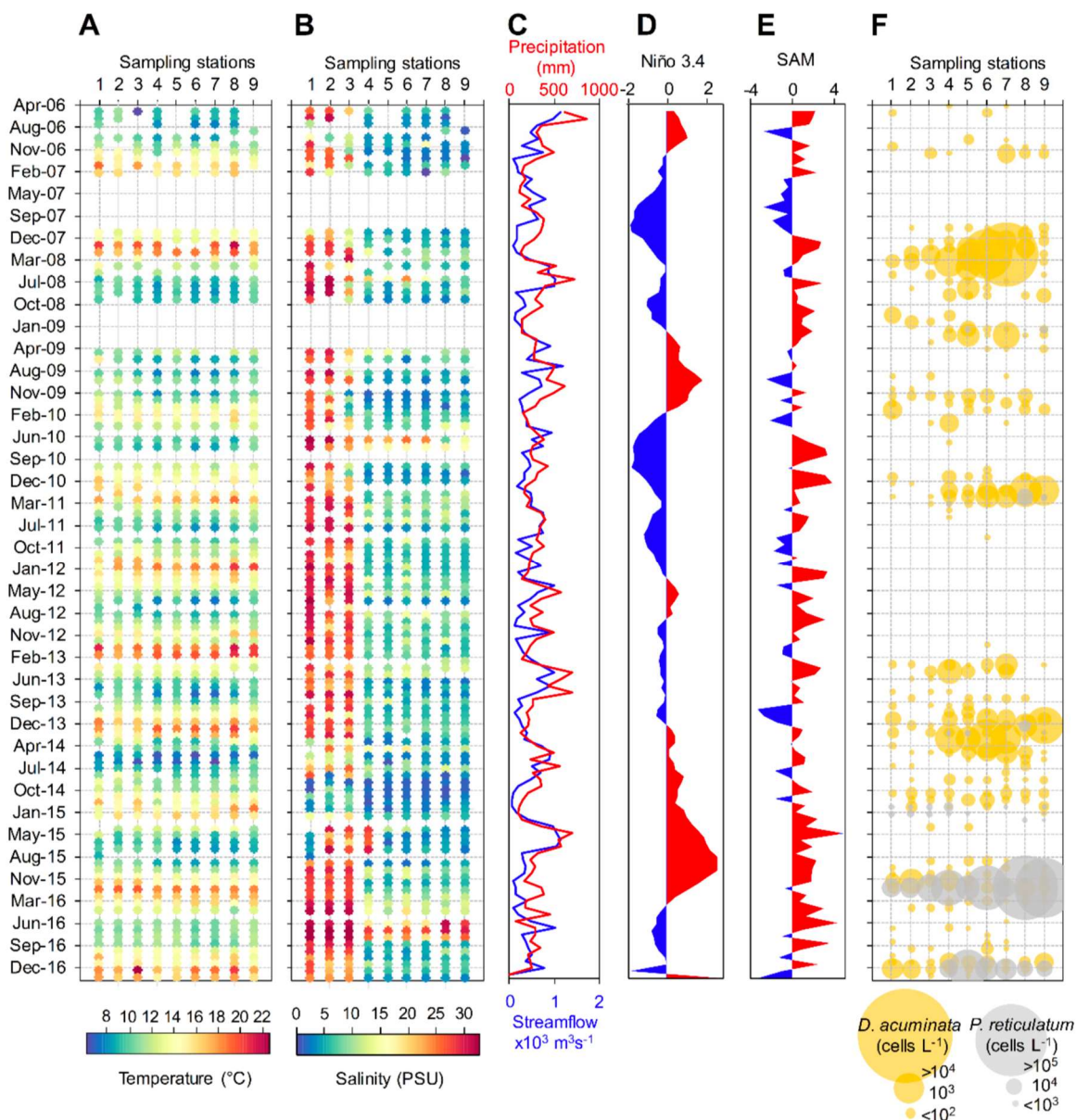


Figura 5.3.46. Variabilidad espacio-temporal de las condiciones físicas-meteorológicas de la columna de agua, y de especies de dinoflagelados potencialmente tóxicos en el fiordo de Reloncaví en base a una serie temporal de 10 años. (A) temperatura subsuperficial del agua, (B) salinidad subsuperficial, (C) precipitación y caudal del río Puelo, (D) índice Niño 3.4, (E) índice Marshall Southern Annular Mode (SAM), (F) densidad celular de *Dinophysis acuminata* y *Protoceratium reticulatum*.

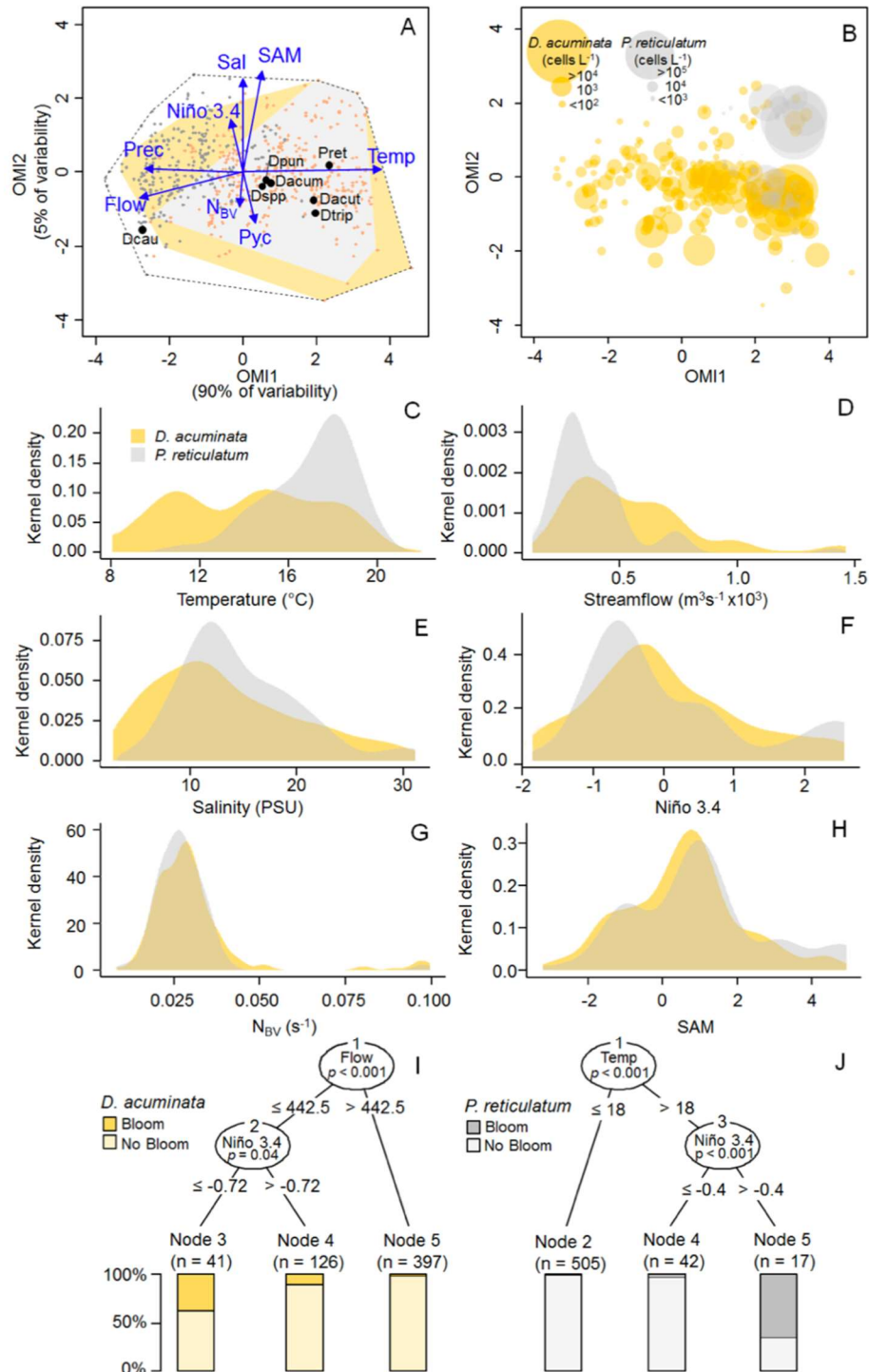


Figura 5.3.47. (A) Análisis del índice medio periférico (OMI) de las cinco especies de *Dinophysis* y *P. reticulatum* para todo el periodo de muestreo en la porción interior del fiordo (estaciones de muestreo 4 a 9). Los vectores



azules muestran una relación con las variables físicas y meteorológicas. Las muestras de los períodos primavera-verano y otoño-invierno se representan en naranja y gris, respectivamente. La línea punteada delimita el espacio medioambiental realizado (ej., dominio de muestreo) donde los polígonos amarillo y gris representan los nichos realizados de *D. Acuminata* y *P. reticulatum*, respectivamente. Los puntos negros representan la media de las condiciones de hábitat utilizadas por las diferentes especies (ej., posición de nicho de las especies). Dacum = *D. acuminata*, Dacut = *D. acuta*, Dcau = *D. caudata*, Dpun = *D. punctata*, Dtrip = *D. triplos*, Pret = *P. reticulatum*; Flow = caudal del río Puelo, Niño 3.4 = índice Niño 3.4, N_{BV} = frecuencia de flotabilidad de Brunt-Väisälä, Pyc = picnoclina, Prec = precipitaciones, Sal = salinidad subsuperficial, SAM = Índice Marshal Southern Annular Mode. (B) distribución de la densidad celular de *D. acuminata* y *P. reticulatum* en el espacio multivariado OMI. (C-H) Estimación de la densidad de Kendel (KDE) mostrando la frecuencia de ocurrencia (presencia/ausencia) de *D. acuminata* y *P. reticulatum* relacionado a las diferentes condiciones ambientales. (I, J) Árbol condicional de inferencia mostrando las principales variables asociadas a las floraciones de (I) *D. acuminata* y (J) *P. reticulatum*.



Figura 5.4.1. Imagen de entrada a la aplicación i-FAN. En la parte inferior (resaltada en un cuadro de color), están disponibles los banners con los cuales trabaja esta app.



Figura 5.4.2. En la sección del menú “Semáforos”, se encuentra el significado de cada uno de ellos. Cada color (blanco, verde, amarillo, naranja y rojo), está relacionado con un estado de alerta (situación de ausencia, situación normal, precaución moderada, alerta temprana y situación de riesgo), las que dependen de la escala de abundancia relativa de cada especie presentada (entre 0 a 10).

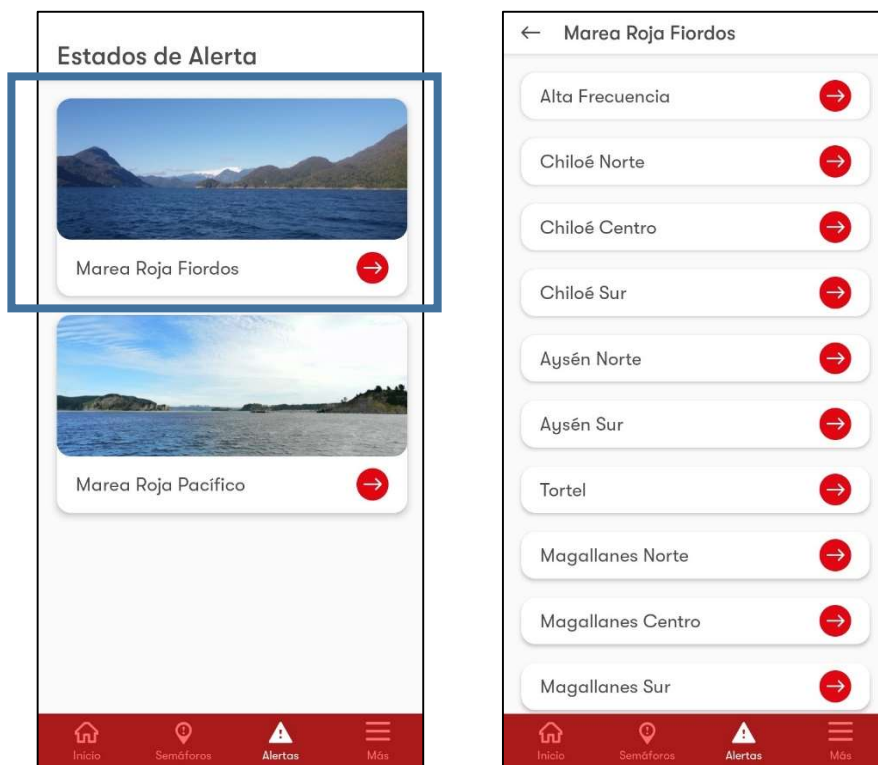


Figura 5.4.3. En la sección del menú “Alertas”, se encuentran los dos principales monitoreos de marea roja. Al ingresar al banner de Marea Roja Fiordos, se despliegan las áreas asociadas a este Monitoreo, además de la zona de Alta Frecuencia.



Figura 5.4.4. En la sección del menú “Más”, se despliega la información general del Monitoreo, además de noticias, preguntas frecuentes y fotografías.



Figura 5.4.5. Stand del Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN) presentado en la Fiesta de la Ciencia, Puerto Montt.



Figura 5.4.6. Stand del Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN) presentado en el Campamento EXPLORA VA, Antillanca, región de Los Lagos.

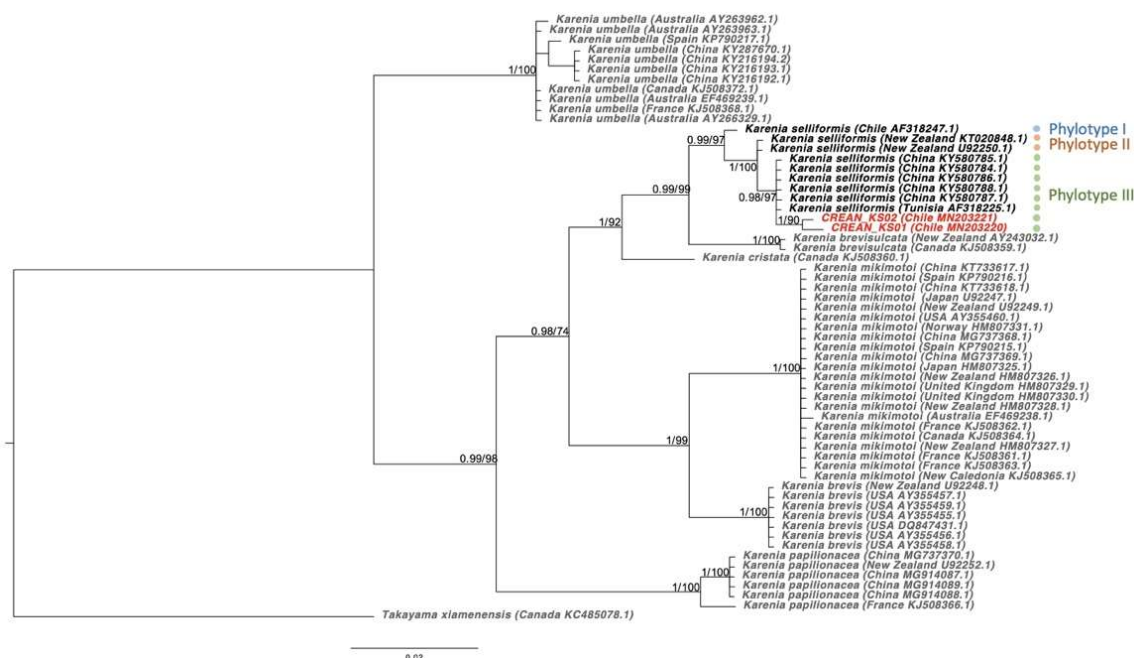


Figura 5.5.1. Filogenia de las secuencias de ADN_r de LSU de cepas de *Karenia selliformis* y especies relacionadas. Los valores de probabilidad bayesianos posteriores se muestran con valores de arranque del análisis de máxima verosimilitud (ML) en cada posición de ramificación. En rojo están las cepas chilenas CREAN obtenidas en este estudio. La barra de escala indica el número de cambios por sitio.

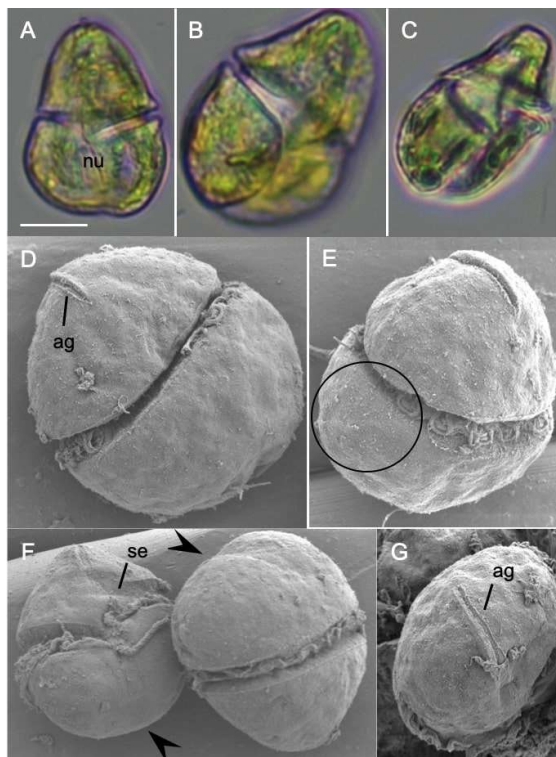


Figura 5.5.2. Micrografías de luz (A-C) y electrónicas de barrido (D-G) de *Karenia selliformis* cepa chilena (CREAN_KS02). (A) Vista dorsal que revela el núcleo alargado horizontal (nu) en el hiposoma (barra de escala: 10um), (B) vista lateral que muestra una compresión dorsoventral insignificante, (D) vista dorsal que muestra el extremo dorsal del surco apical (ag), (E) vista lateral que muestra la ausencia de poros laterales (círculo abierto), (F) vista ventral que muestra la extensión del surco (se) y vistas dorsal / ventral que muestran un hiposoma redondeado con concavidad insignificante (flechas), (G) vista apical que muestra el surco apical recto (ag).

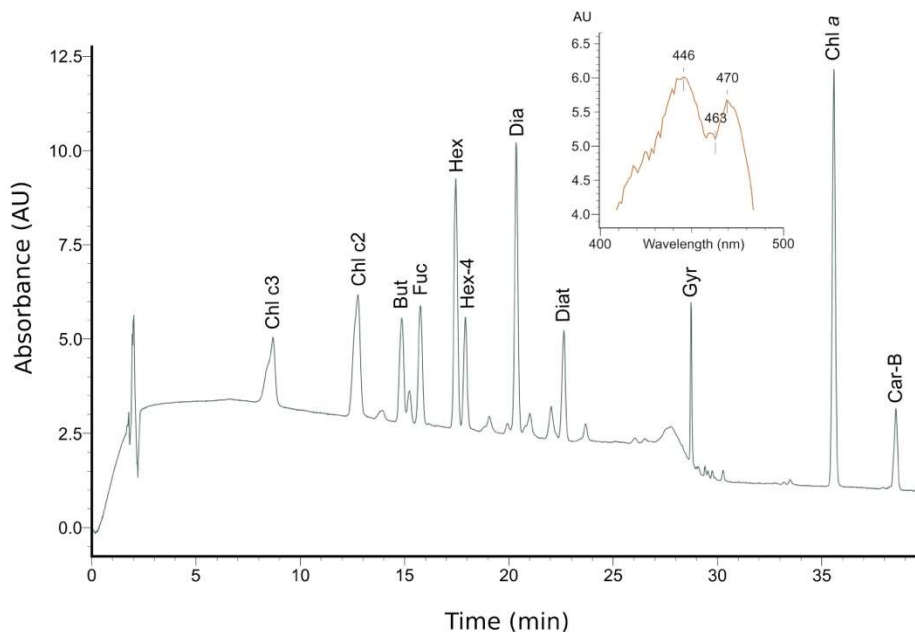


Figura 5.5.3. Perfil de HPLC de pigmentos fotosintéticos de *K. selliformis* cepa chilena que muestra picos de Chl c2, c3 (clorofila c2, c3), But (19'-butanoil-oxifucoxantina), Fuc (fucoxantina), Hex (19'-hexanoil- oxyfucoxanthin), Pra (prasinoxanthin), Dia (diadinoxanthin), Diat (diatoxanthin), Gyr (gyroxanthin-diester), Chl a (chlorophyll a) y Car-B (b caroteno). Tiempo de retención en min en el eje x y unidad de absorbancia (AU) a 446nm en el eje y. El grafico inserto (curva naranja) muestra el espectro de absorbancia del diéster de giroxantina.

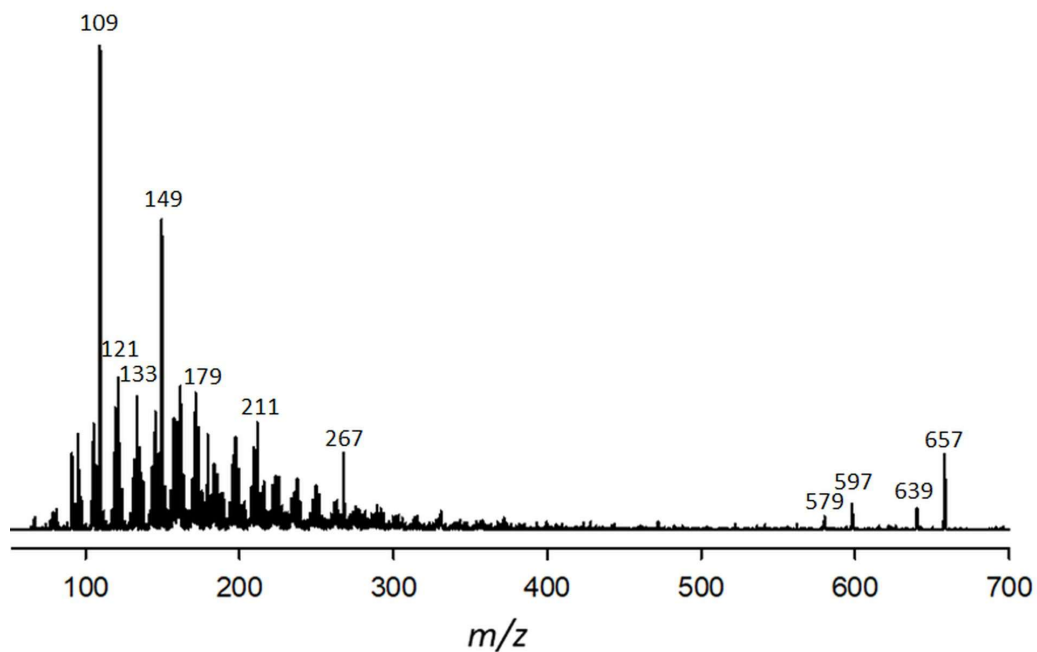


Figura 5.5.4. Espectro de disociaci3n inducida por colisi3n (CID) del compuesto a 3,39 min isobárico con brevenal (m/z 657,4)

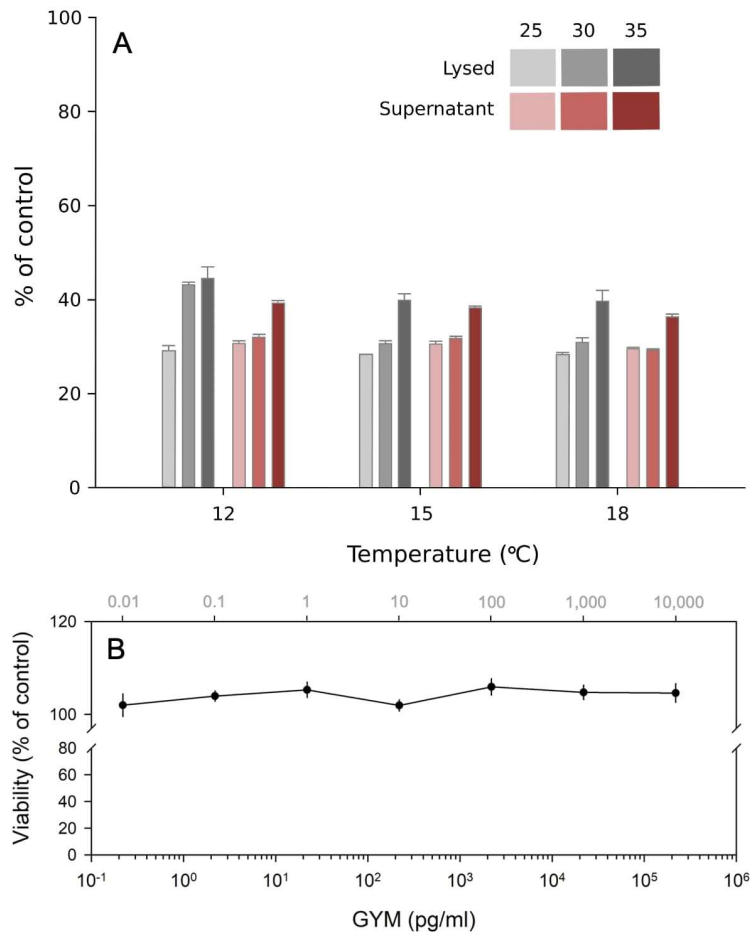


Figura 5.5.5. A) Toxicidad en las células branquiales producida por sobrenadante (rojo) y suspensiones de células lisadas (gris) de *K. selliformis* a 3 temperaturas y 3 niveles de salinidad (escala de colores de intensidad). Las barras representan la media y las barras de error de la desviación estándar de la viabilidad celular de las mediciones cuadruplicadas; B) Efecto de concentraciones variables de gimnodimina A (0.22 - 220,000 pg / ml) sobre la viabilidad de las células branquiales equivalente a 0.01 a 10,000 células mL⁻¹ de *K. selliformis* (eje X superior) según Medhioub et al. (2009). Las barras representan el promedio y las barras de error la desviación estándar de la viabilidad celular de las mediciones por cuadruplicado.

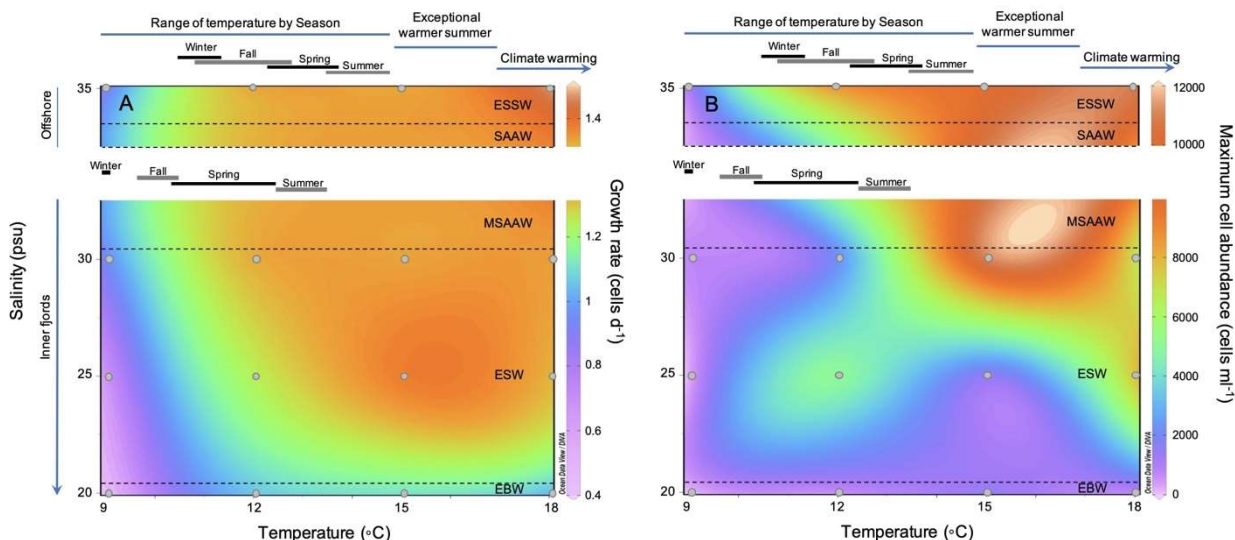


Figura 5.5.6. Efecto combinado de la temperatura y la salinidad sobre las tasas de crecimiento de *K. selliformis*. A) Tasa media de crecimiento específico máximo (μ ; día⁻¹) y B) abundancia celular máxima media (células mL⁻¹). Los experimentos de temperatura y salinidad se establecieron de acuerdo con las masas de agua en el área costera costera adyacente (ESSW = Agua Subsuperficial Ecuatorial; SAAW = Agua Subantártica) y en los fiordos internos (MSAAW = Agua Subantártica Modificada; ESW = Agua Estuarina-Salina; EBW = Agua estuarina-salobre), y según sus fluctuaciones esperadas por temporada, veranos más cálidos excepcionales y posible cambio climático.

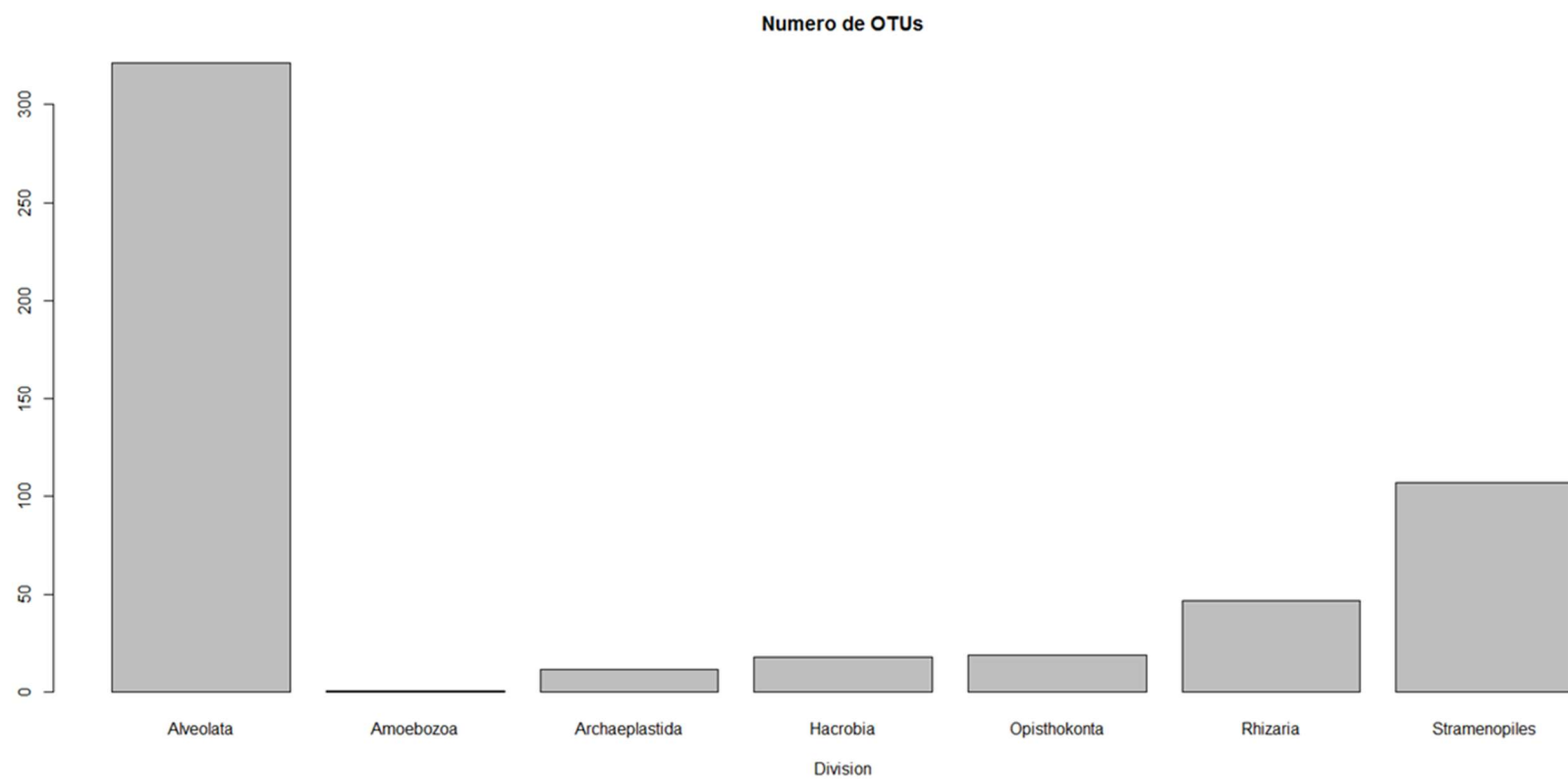


Figura. 5.5.7. Número de Unidades Taxonómicas Operacionales (OTUs) detectadas a nivel taxonómico de especies por división.

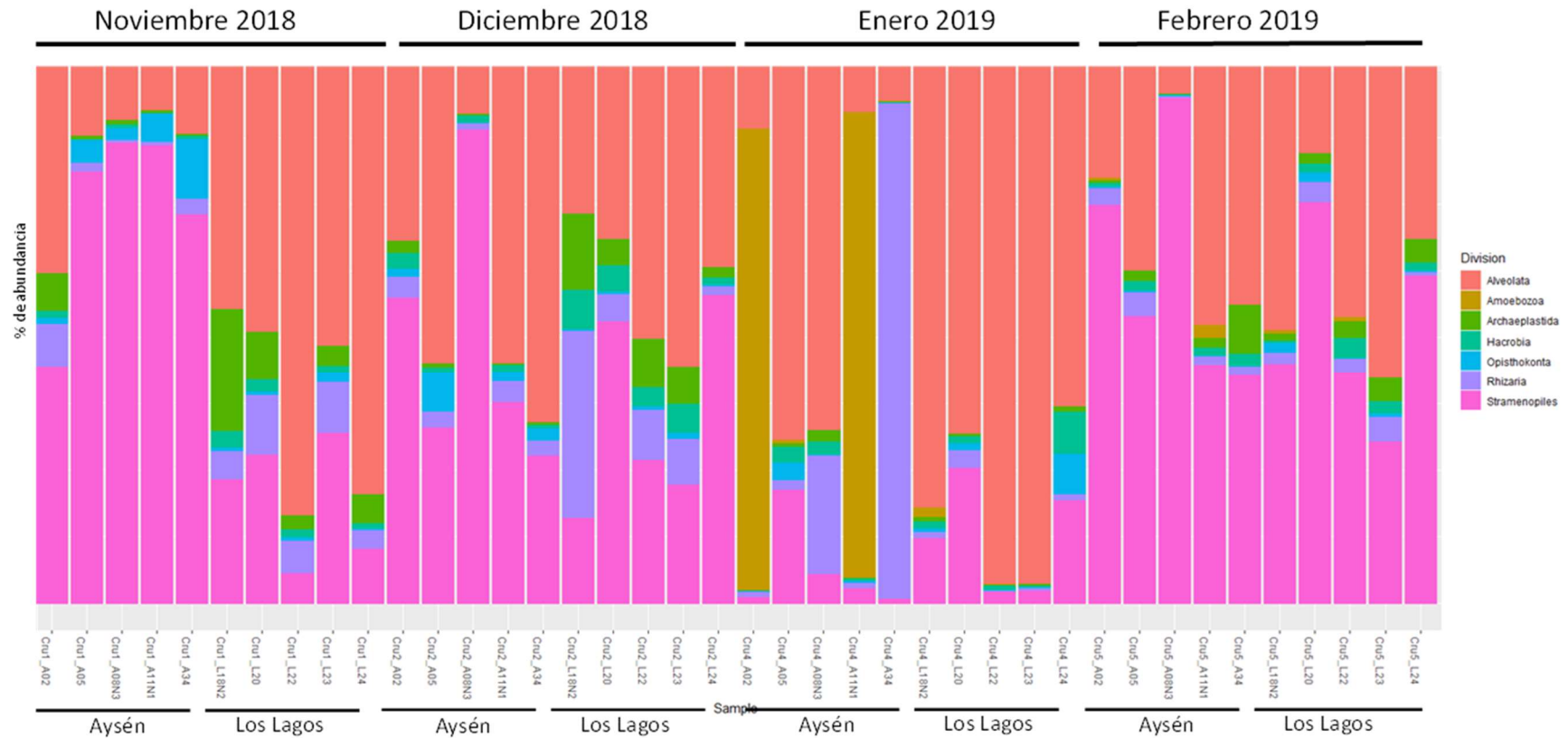


Figura. 5.5.8. Porcentaje de abundancia basado en el número de secuencias obtenidas por OTU para cada nivel de división taxonómica, normalizada por la media de las secuencias totales de cada muestra.

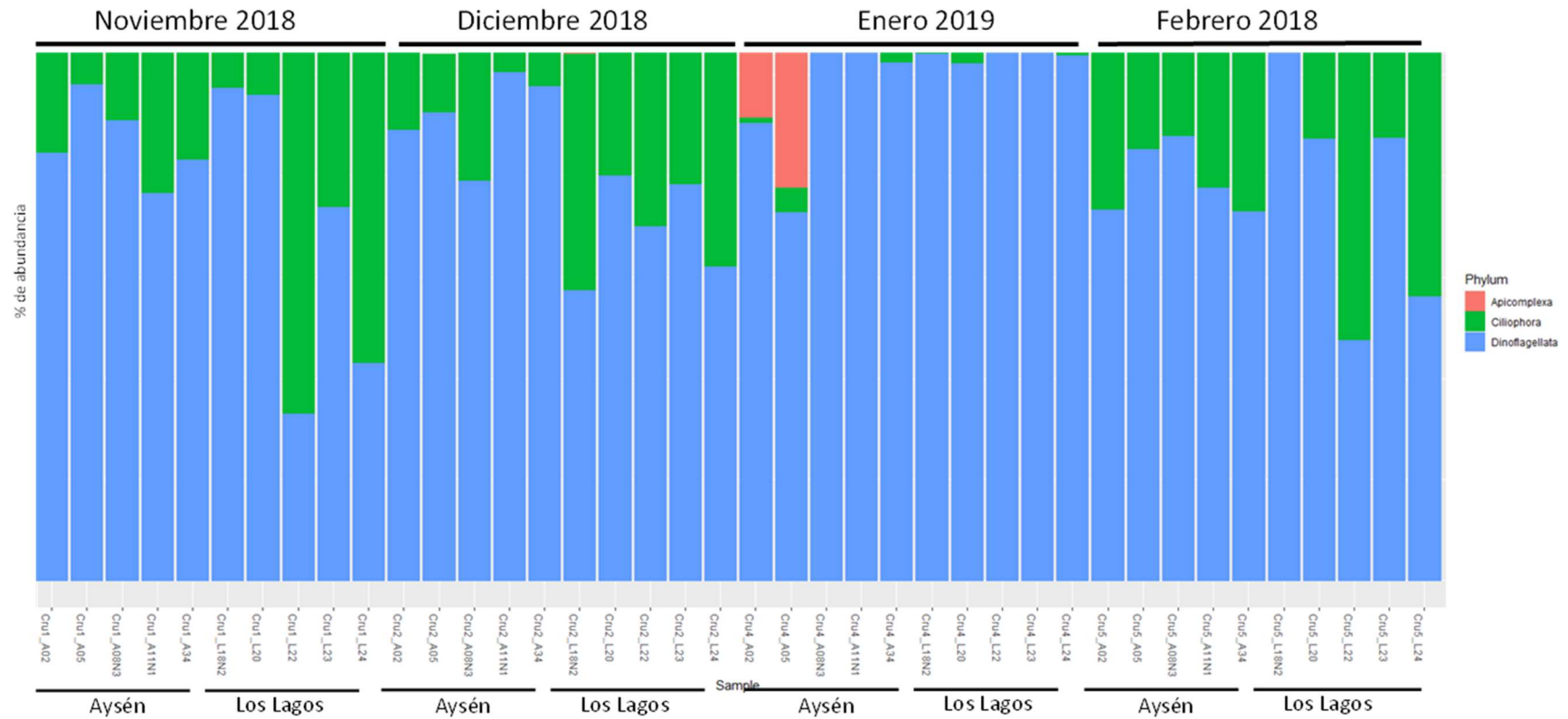


Figura. 5.5.9. Porcentaje de abundancia basado en el número de secuencias obtenidas por OTU para cada phylum, normalizada por la media de las secuencias totales de cada muestra.

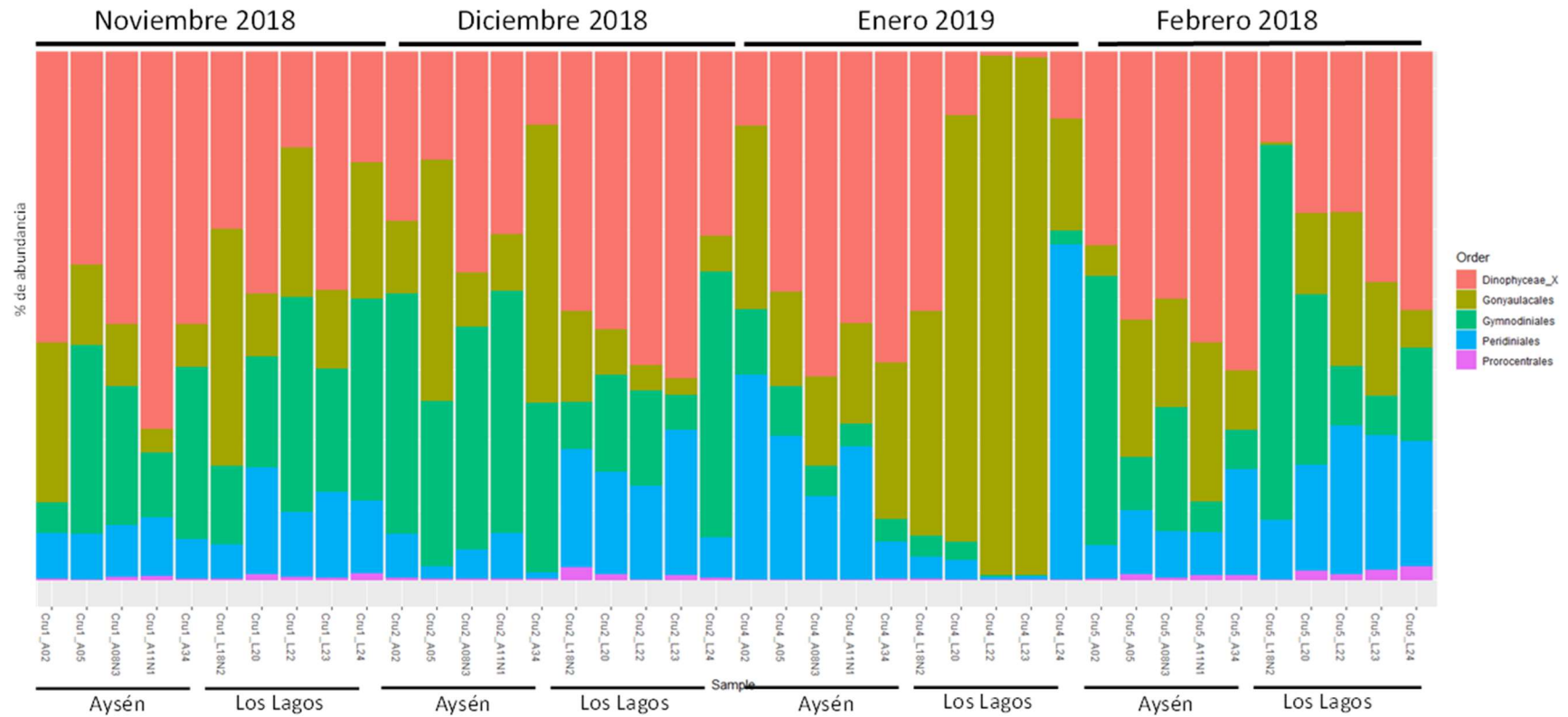


Figura. 5.5.10. Porcentaje de abundancia basado en el número de secuencias obtenidas por OTU para cada orden, normalizada por la media de las secuencias totales de cada muestra.

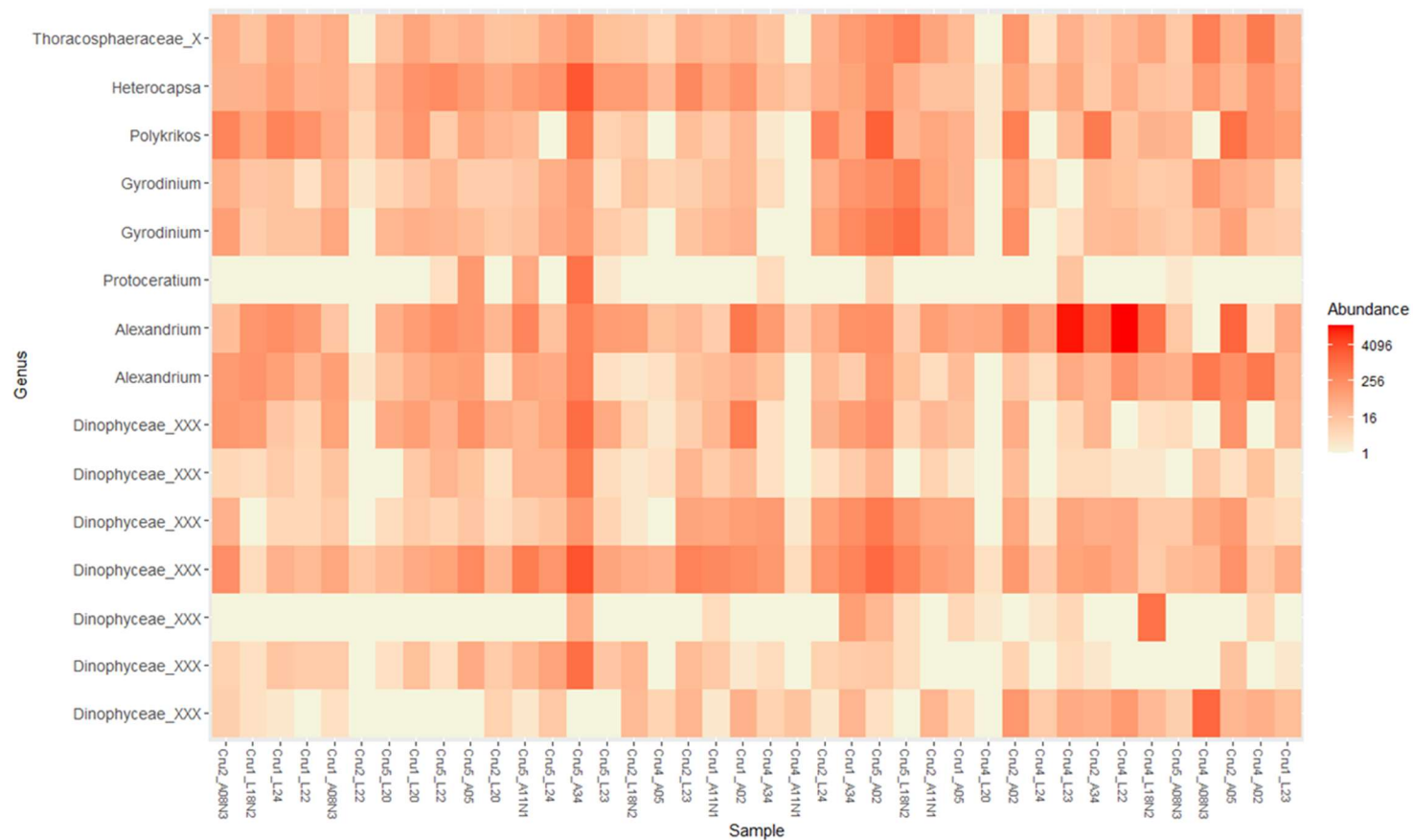


Figura. 5.5.11. Géneros más abundantes, considerando OTUs que representen al menos el 20% de las secuencias presentes en una muestra.

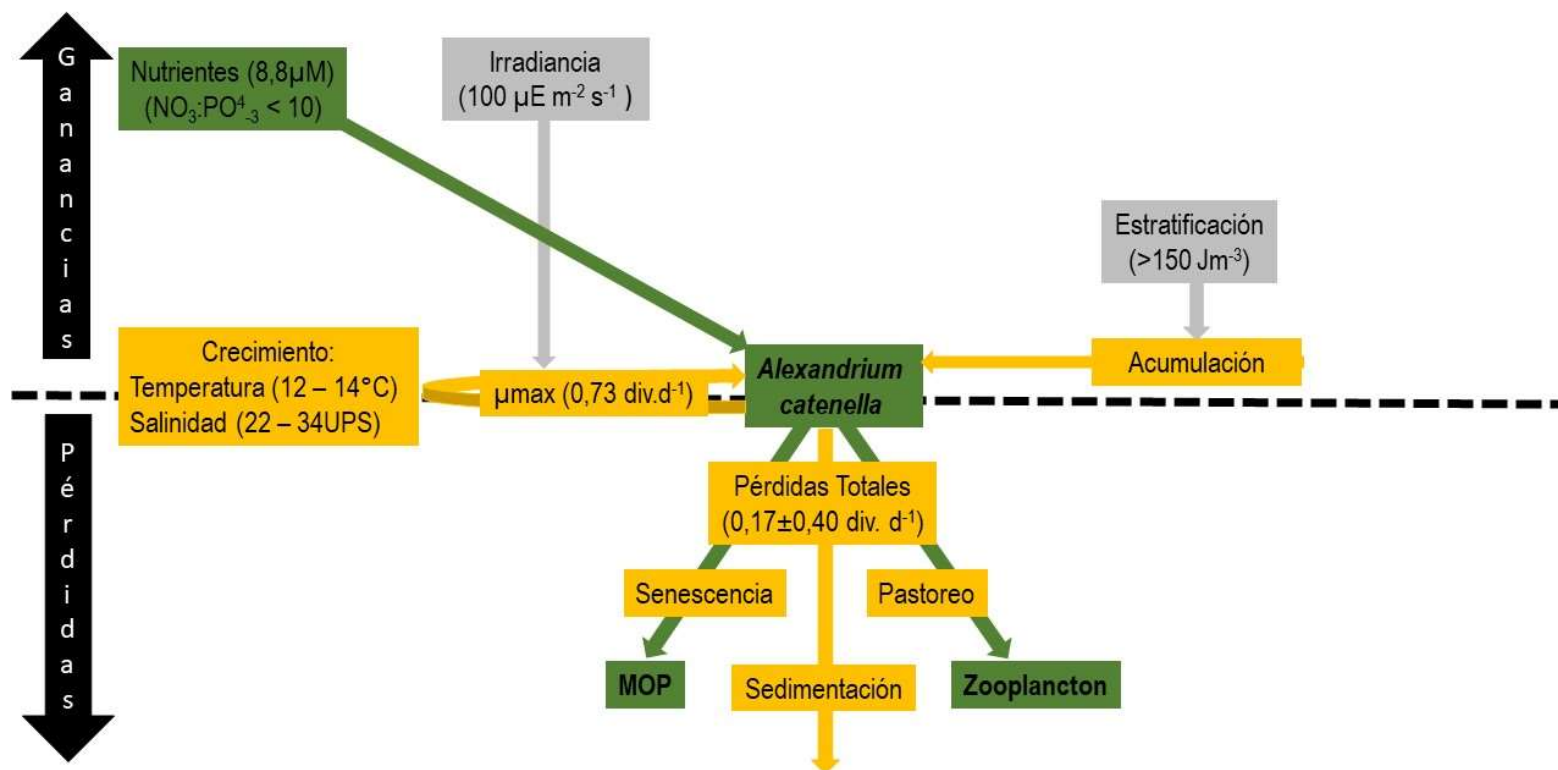


Figura 6.2.1. Tasas estimadas y medidas a lo largo del proyecto, incorporadas al modelo conceptual de la dinámica del crecimiento y distribución de *A. catenella*.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

T A B L A S



Tabla. 1.1. Diversidad y abundancia de quistes (quistes mL⁻¹ de sedimento húmedo) en sedimentos de Los Lagos recolectados en diciembre 2019 y febrero 2020.

Estación	B. Ilque	Pichicolo	E. Yaldad	I. Guaquipilán	B. Asasao	B. Tic Toc	Yelcho	
Código	L04N2	L06N3	L18	L24	L22	L25	L19N1	
Crucero	Cr11	Cr11	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	
Fecha	13-02-20	13-02-20	10-12-19	07-12-19	07-12-19	07-12-19	10-12-19	
Especie								Total
<i>Alexandrium catenella</i>	0	0	0	5	4	0	0	9
<i>Protoceratium reticulatum</i>	70	6	5	10	8	8	0	107
<i>Spiniferites pachydermus</i>	0	0	3	0	0	0	0	3
<i>Spiniferites ramosus</i>	4	0	0	10	5	0	0	19
<i>Pentaparsodinium dalei</i>	4	0	0	10	0	8	0	22
<i>Scrippsiella patagonica</i>	0	9	3	10	9	5	0	36
<i>Scrippsiella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	4	4
<i>Archaeoperidinium minutum</i>	28	3	0	17	4	15	0	67
<i>Archaeoperidinium constrictum</i>	8	0	0	0	0	0	0	8
<i>Protoperidinium americanum</i>	16	0	3	19	4	4	0	46
<i>Protoperidinium avellana</i>	4	15	3	15	4	4	28	73
<i>Protoperidinium claudicans</i>	0	0	3	0	0	0	0	3
<i>Protoperidinium conicoides</i>	4	0	0	5	0	4	8	21
<i>Protoperidinium conicum</i>	4	0	0	5	7	0	8	24
<i>Protoperidinium denticulatum</i>	8	0	0	5	0	8	0	21
<i>Protoperidinium excentricum</i>	8	6	0	5	4	4	8	35
<i>Protoperidinium leonis</i>	0	0	0	14	0	0	8	22
<i>Protoperidinium pentagonum</i>	0	0	0	8	4	0	0	12
<i>Protoperidinium subinermis</i>	0	0	0	0	2	0	0	2
<i>Protoperidinium</i> spp.	16	15	0	10	7	0	0	48
<i>Polykrikos schwartzii</i>	8	0	0	10	4	0	4	26
<i>Preperidinium meunieri</i>	12	3	0	36	6	16	24	97
No identificado 1	8	0	0	0	0	4	0	12
No identificado 2	0	0	3	5	6	0	0	14
No identificado 9	0	0	3	0	0	0	0	3
No identificado 13	4	0	0	0	0	0	0	4
No identificado 14	0	0	0	0	0	8	0	8
No identificado 33	0	0	0	5	0	20	0	25
Total	206	57	26	204	78	108	92	771



Tabla. 1.2. Diversidad y abundancia de quistes (quistes mL-1 de sedimento húmedo) en sedimentos de Aysén recolectados en diciembre 2019.

Estación	I.Virginia-B.Low	S. Canalad	S. Medio	S. Magdalena	I. Canquenes	I. Vergara	C. Darwin	C. Grande	
Código	A01	A18N2	A18N3	A19	A26	A32	A49	A52	
Crucero	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	
Fecha	14-12-19	11-12-19	11-12-19	17-12-19	03-12-19	01-12-19	02-12-19	04-12-19	
Especie									Total
<i>Alexandrium catenella</i>	0	219	107	0	21	0	19	21	387
<i>Alexandrium ostenfeldii</i>	0	0	0	0	7	0	0	0	7
<i>Protoceratium reticulatum</i>	3	456	315	35	35	28	23	35	930
<i>Spiniferites pachydermus</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	2
<i>Pentaparsodinium dalei</i>	0	8	15	0	0	3	0	0	26
<i>Gyrodinium undulans</i>	0	0	8	0	0	0	0	0	8
<i>Archaeoperidinium minutum</i>	0	14	0	0	21	19	30	56	140
<i>Archaeoperidinium constrictum</i>	0	0	0	0	0	0	0	7	7
<i>Protooperidinium americanum</i>	3	2	15	0	0	25	11	35	91
<i>Protooperidinium avellana</i>	0	4	0	0	0	3	16	28	51
<i>Protooperidinium claudicans</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	4
<i>Protooperidinium conicoides</i>	0	0	0	0	7	0	19	7	33
<i>Protooperidinium conicum</i>	0	12	0	0	21	13	26	42	114
<i>Protooperidinium denticulatum</i>	0	0	0	0	7	0	15	14	36
<i>Protooperidinium excentricum</i>	3	0	0	0	7	10	34	21	75
<i>Protooperidinium leonis</i>	0	0	0	0	0	0	11	0	11
<i>Protooperidinium pentagonum</i>	0	0	0	0	0	0	4	7	11
<i>Protooperidinium thorianum</i>	0	0	0	0	0	0	4	7	11
<i>Protooperidinium subinermis</i>	0	0	0	0	7	3	8	0	18
<i>Protooperidinium spp.</i>	6	4	8	17	84	57	334	133	643
<i>Polykrikos schwartzii</i>	0	6	8	9	0	0	4	0	27
<i>Preperidinium meunieri</i>	3	10	23	0	21	0	11	0	68
<i>Niea acanthocysta</i>	0	0	0	0	7	0	4	0	11
No identificado 1	0	2	0	26	0	3	4	0	35
No identificado 2	0	0	0	0	21	3	4	14	42
No identificado 9	0	0	0	17	0	0	0	0	17
No identificado 10	0	0	0	0	0	0	4	7	11
No identificado 14	0	2	0	0	0	0	0	0	2
Total	18	741	499	104	266	167	589	434	2818



Tabla. 1.3. Diversidad y abundancia de quistes (quistes mL-1 de sedimento húmedo) en sedimentos de Magallanes recolectados en diciembre 2019.

Estación	C. Adalberto	P. Edén	C. Williams	I. Ballesteros	B. Cordes	B. Bell	P. Eugenia	
Código	M04	M06	M17	M23	M32	M33	M46	
Crucero	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	Cr9	
Fecha	11-12-19	11-12-19	09-12-19	12-12-19	19-12-19	20-12-19	30-12-19	
Especie								Total
<i>Alexandrium catenella</i>	0	0	0	0	0	13	0	13
<i>Protoceratium reticulatum</i>	24	0	11	49	4	23	0	111
<i>Spiniferites pachydermus</i>	0	0	0	0	27	0	0	27
<i>Spiniferites ramosus</i>	0	0	0	0	54	0	0	54
<i>Pentapharsodinium dalei</i>	240	51	22	7	80	34	34	468
<i>Scrippsiella patagonica</i>	0	0	22	0	0	0	0	22
<i>Scrippsiella</i> sp.	0	0	22	0	54	0	52	128
<i>Archaeoperidinium minutum</i>	56	19	22	14	54	44	52	261
<i>Protooperidinium americanum</i>	26	25	0	49	0	44	0	144
<i>Protooperidinium avellana</i>	72	0	341	133	54	34	16	650
<i>Protooperidinium claudicans</i>	0	6	0	0	0	23	0	29
<i>Protooperidinium conicoides</i>	56	6	99	28	80	170	0	439
<i>Protooperidinium conicum</i>	72	19	22	0	28	13	0	154
<i>Protooperidinium denticulatum</i>	16	0	77	44	28	13	0	178
<i>Protooperidinium excentricum</i>	24	0	11	0	106	97	34	272
<i>Protooperidinium leonis</i>	0	0	0	0	54	107	16	177
<i>Protooperidinium pentagonum</i>	0	0	0	0	28	34	34	96
<i>Protooperidinium subinermis</i>	8	0	0	0	0	13	0	21
<i>Protooperidinium tricingulatum</i>	0	0	0	0	28	0	0	28
<i>Protooperidinium</i> spp.	56	13	110	84	54	34	16	367
<i>Protooperidinium</i> sp. 3	0	13	0	0	0	0	0	13
<i>Protooperidinium</i> sp. 4	8	0	0	0	0	0	0	8
<i>Polykrikos schwartzii</i>	24	6	0	0	0	0	0	30
<i>Preperidinium meunieri</i>	8	38	0	21	0	34	70	171
<i>Niea acanthocysta</i>	8	0	0	14	0	0	0	22
No identificado 1	8	0	0	0	0	0	0	8
No identificado 2	40	19	0	0	0	0	0	59
No identificado 10	8	6	0	0	0	0	0	14
No identificado 33	16	0	0	0	0	0	0	16
No identificado 34	0	0	0	0	28	23	0	51
Total	770	221	759	443	761	753	324	4031



Tabla 3.1. Tabla ANOVA con significancia de factores (Test tipo I) y la residual devianza explicada (R.D.) por cada factor (Test tipo II).

A. catenella								
Tabla devianza (Test tipo II)				Tabla devianza (Test tipo I)				
Factor	LR Chisq	Df	Pr(>Chisq)		Df	D. R.	Df	R. D.
profundidad	33,34	1	0,000	NULL			8044	4632
zona	240,17	2	0,000	profundidad	1	22	8043	4611
año	881,41	5	0,000	zona	2	156	8041	4454
mes	857,72	11	0,000	año	5	832	8036	3622
				mes	11	858	8025	2764

A. ostentfeldii								
Tabla devianza (Test tipo II)				Tabla devianza (Test tipo I)				
Factor	LR Chisq	Df	Pr(>Chisq)		Df	D. R.	Df	R.. D.
profundidad	13,299	1	0,000	NULL			8366	570
zona	9,742	2	0,008	profundidad	1	13,299	8365	557
año	11,262	5	0,081	zona	2	9,742	8363	547
mes	19,489	11	0,053	año	5	11,262	8357	534
				mes	11	19,489	8346	515

D. acuminata								
Tabla devianza (Test tipo II)				Tabla devianza (Test tipo I)				
Factor	LR Chisq	Df	Pr(>Chisq)		Df	D. R.	Df	R.. D.
profundidad	55	1	0,000	NULL			8044	7269
zona	141	2	0,000	profundidad	1	47	8043	7222
año	365	5	0,000	zona	2	113	8041	7109
mes	547	11	0,000	año	5	345	8036	6764
				mes	11	547	8025	6217



Continuación **Tabla 3.1.** Tabla ANOVA con significancia de factores (Test tipo I) y la residual devianza explicada (R.D.) por cada factor (Test tipo II).

<i>D. acuta</i>								
Tabla devianza (Test tipo II)				Tabla devianza (Test tipo I)				
Factor	LR Chisq	Df	Pr(>Chisq)		Df	D. R.	Df	R.. D.
profundidad	14	1	0,000	NULL			8044	1492
zona	131	2	0,000	profundidad	1	13	8043	1479
año	106	5	0,000	zona	2	121	8041	1357
mes	134	11	0,000	año	5	129	8036	1228
				mes	11	134	8025	1095

<i>P. reticulatum</i>								
Tabla devianza (Test tipo II)				Tabla devianza (Test tipo I)				
Factor	LR Chisq	Df	Pr(>Chisq)		Df	D. R.	Df	R.. D.
profundidad	3	1	0,089	NULL			8044	1946
zona	156	2	0,000	profundidad	1	2	8043	1943
año	206	5	0,000	zona	2	136	8041	1807
mes	289	11	0,000	año	5	217	8036	1591
				mes	11	289	8025	1301



Tabla 3.2. Probabilidad (pb) de presencia de especies nocivas a distintos niveles de: Profundidad, Zona geográfica, Año y Meses. En gris se destaca la mayor probabilidad por factor. Además, se muestra el resultado del test a posteriori Tukey HSD (Tuk.). En esta columna iguales letras indican que no existen diferencias significativas y letras diferentes que si hay diferencias.

D. acuminata Tuk.			D. acuta Tuk.		P. reticulatum Tuk.	
Profundidad						
0 a 10	0,201		0,026		0,032	
10 a 20	0,143		0,014		0,026	
Zona						
Chiloé Sur	0,115	a	0,003	a	0,009	a
Melinka	0,185	b	0,024	b	0,059	b
RMB	0,215	c	0,033	b	0,020	c
Año						
2013	0,175	c	0,006	a	0,014	ab
2014	0,178	c	0,011	a	0,020	a
2015	0,097	a	0,001	a	0,046	c
2016	0,338	d	0,049	b	0,083	d
2017	0,109	ab	0,014	a	0,005	b
2018	0,134	b	0,038	b	0,008	ab
Mes						
1	0,200	cd	0,034	ad	0,119	a
2	0,279	e	0,059	a	0,079	ad
3	0,264	de	0,044	ac	0,063	bd
4	0,194	c	0,032	ad	0,030	bc
5	0,145	c	0,032	ad	0,024	bc
6	0,051	a	0,011	bcd	0,003	c
7	0,035	a	0,007	bd	0,002	c
8	0,064	a	0,003	bcd	0,000	bc
9	0,080	ab	0,004	bd	0,002	c
10	0,138	bc	0,000	b	0,005	c
11	0,271	de	0,003	b	0,008	c
12	0,338	e	0,009	bd	0,017	c

**Tabla 5.1.** Transiciones de masa (m/z Q1 > Q3) utilizadas para la detección de brevetoxinas, brevenal y gimnodiminas.

Toxina	Q1 mass (m/z)	Q3 mass (m/z)
PbTx-1	867.5	849.5
PbTx-2	895.5	877.5
PbTx-3	897.5	879.5
PbTx-6	911.5	893.5
PbTx-7	869.5	851.5
PbTx-9	899.5	863.4
PbTx-10	871.5	853.5
BTX-B1	985.5	967.5
BTX-B2	1034.6	1016.6
Brevenal	657.4	639.4
GYM A	508.3	490.3
16-desmethyl GYM D	510.3	492.3
12-methyl GYM A	522.3	504.3
GYM B/C/D	524.3	506.3
GYM E	526.3	508.3
12-methyl GYM B	538.3	520.3



Tabla 5.2. Distancia genética por pares de las regiones LS1 rDNA D1-D2 sobre la base de datos de distancia genética no corregidos entre grupos / secuencia y dentro de grupos de *K. selliformis*.

ID	Grupos/secuencia (Número de muestras)	Distancia Genética ($\pm$ SD)			
		1	2	3	4
1	This study (n=2)	0.005			
2	CH_1999 (n=1)	0.017 (0.001)	nd		
3	TN + CN (n=6)	0.008 (0.001)	0.011 (0.000)	0.002 (0.000)	
4	NZ (n=2)	0.011 (0.001)	0.008 (0.000)	0.005 (0.000)	0.002

Tabla 5.3. Composición de pigmentos fotosintéticos de *Karenia selliformis* de Chile (CL), Nueva Zelanda (NZ) y Túnez (TN) como se informa en la literatura y en este estudio.

Cepa/año	País	Fuc	Hex	Hex-4	But	Dia	Diat	Gyr	Zea	Per	Chl-a	Chl-c2	Chl-c3	Referencia
N.D/1999	Chile	++	+	++	+	+	-	+	-	-	+++	+	+	Carreto et al., (2001)
GM94GAB/1994	Tunisia	++	+	+	+	++	-	++	-	-	+++	++	+	Hansen et al., (2004)
N.D/N.D (#)	New Zealand	-	+++		+	+	•	+	-	-	+++			Chang et al., (2013)
CREAN_KS02/2018	Chile	+	++	+	+	+++	+	++	-	-	+++	+	+	This study



Tabla 5.4. Composición de ácidos grasos de *K. selliformis* cepa chilena (como% del total de ácidos grasos).

Acido Graso	Muestras	
	A	B
SFA		
14:0	20.2 ± 1.4	21.1 ± 0.2
15:0	0.8 ± 0.0	0.4 ± 0.0
16:0 PA	16.3 ± 0.7	16.2 ± 0.1
17:0	0.3 ± 0.0	0.2 ± 0.0
18:0	3.9 ± 0.3	3.9 ± 0.0
20:0	0.8 ± 0.0	0.8 ± 0.0
22:0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
24:0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0
MUFA		
14:1	0.3 ± 0.0	0.3 ± 0.0
16:1ω9c	0.4 ± 0.1	0.4 ± 0.1
16:1ω7c	8.0 ± 0.2	8.2 ± 0.1
16:1ω7t	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
16:1ω5c	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0
16:1ω13t	0.6 ± 0.0	0.6 ± 0.0
18:1ω9c	3.4 ± 0.1	3.6 ± 0.1
18:1ω7c	1.4 ± 0.2	1.7 ± 0.0
18:1ω7t	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
18:1ω5c	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
19:1	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
20:1ω11c	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0
20:1ω9c	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
20:1ω7c	0.6 ± 0.0	0.4 ± 0.2
20:1ω5c	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0
22:1ω13c	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
22:1ω11c	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
22:1ω9c	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
22:1ω7c	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
23:1	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
24:1ω11c	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
24:1ω9c	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
24:1ω7c	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
PUFA		
18:3ω6+18:5ω3	18.9 ± 0.6	18.4 ± 0.2
18:4ω3	0.7 ± 0.1	0.6 ± 0.0
18:2ω6	3.4 ± 0.2	3.2 ± 0.0
18:3ω3	0.3 ± 0.0	0.3 ± 0.0
20:4ω6	0.6 ± 0.0	0.5 ± 0.0
20:5ω3	1.3 ± 0.0	1.3 ± 0.0
20:3	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0
20:3ω6	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
21:5ω3	0.1 ± 0.1	0.0 ± 0.0
22:5ω6	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.0
22:6ω3 DHA	14.0 ± 0.7	14.3 ± 0.4



A N E X O S



ANEXO 1. SUB-PROGRAMA DE MONITOREO REGULAR: estaciones de monitoreo entre marzo 2018 y febrero de 2019 en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes, incluyendo código, topónimo, sectorización, transvector, institución requirente y coordenadas geográficas. * sitios con muestreo para nutrientes.

LOS LAGOS

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



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

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

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

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

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

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

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

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



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

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

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

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



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

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

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

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



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

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

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

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



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

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

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

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



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

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



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

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



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

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



ANEXO 2. SUB-PROGRAMA DE VIGILANCIA Y FISCALIZACIÓN: estaciones de monitoreo entre marzo 2018 y febrero de 2019 en las regiones de Los Lagos y Aysén, incluyendo código, topónimo, sectorización, transvector, institución requirente y coordenadas geográficas.

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



ANEXO 3. SUB-PROGRAMA DE RAÚL MARÍN BALMACEDA: estaciones de monitoreo entre marzo 2018 y febrero 2019 en un sector de la región de Aysén, incluyendo código, topónimo, sectorización, transvector, institución requirente y coordenadas geográficas.

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

**ANEXO 4.** Índice de datos Programa de Manejo y Monitoreo de las Mareas Rojas en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes. Etapa XIII 2019-2020.

INDICE		
1. SP_REGULAR		
1.1	AR_REG_1-11_2019-20	
1.2	CLOROFILA_REG_1-11_2019-20	
1.3	DENSIDAD_REG_1-11_2019-20	
1.4	FCUALI_REG_1-11_2019-20	
1.5	FCUANTI_REG_1-11_2019-20	
1.6	FECHAS_REG_1-11_2019-20	
1.7	METEO_REG_1-11_2019-20	
1.8	NUTR_REG_2019_20	
1.9	OXIGENO_REG_1-11_2019-20	
1.10	SALINIDAD_REG_1-11_2019-20	
1.11	SECCHI_REG_1-11_2019-20	
1.12	TEMPERATURA_REG_1-11_2019-20	
1.13	TOXINAS_1-11_2019-20	
2. SP. RMB-VIG.		
2.1	AR_RMB-VIG_1-31_2019-20	
2.2	CLOROFILA_RMB-VIG_1-31_2019-20	
2.3	DENSIDAD_RMB-VIG_1-31_2019-20	
2.4	FCUALI_RMB-VIG_1-31_2019-20	
2.5	FCUANTI_RMB-VIG_1-31_2019-20	
2.6	FECHAS_VIG-RMB_1-31_2019-20	
2.7	METEO_RMB-VIG_1-31_2019-20	
2.8	NUTR_RMB-VIG_2019-20	
2.9	OXIGENO_RMB-VIG_1-31_2019-20	
2.10	SALINIDAD_RMB-VIG_1-31_2019-20	
2.11	SECCHI_RMB-VIG_1-31_2019-20	
2.12	TEMPERATURA_RMB-VIG_1-31_2019-20	
3. EST. METEO.		
3.1	EST_METEO_PTA. ARENAS_2019-20	
3.2	EST_METEO_PTO. AYSÉN_2019-20	
3.3	EST_METEO_PTO. MONTT_2019-20	



ANEXO 5.

RESUMENES ASISTENCIA CONGRESOS

XXXVIII Congreso de Ciencias del Mar, 27 al 31 de mayo 2019, Iquique, Chile.

Presentaciones orales

1. **Oscar Espinoza-González**, Emma Cascales, Héctor Tardón, Valentina Besoain, Loreto López, Karen Correa, Bianca Olivares, Carolina Soto. Factores atmosféricos y oceánicos como promotores de la variabilidad espacio-temporal de las Floraciones de Algas Nocivas (FAN) en el centro sur de Chile.
2. **Jorge I. Mardones**, Lara Marcús, Pamela Carbonell, Thibaut Pollina, Manu Prakash. MicroToxMap: Ciencia ciudadana para el monitoreo de Floraciones Algales Nocivas (FANs).
3. **Gemita Pizarro**, César Alarcón, Hernán Pacheco, Carolina Toro, Pablo Salgado, Leonardo Guzmán. Cobertura geográfica de dinoflagelados productores de toxinas lipofílicas y paralizante durante los últimos 20 años en el ecosistema de fiordos y canales sub-antártico.
4. **Pablo Salgado, Oscar Espinoza-González, Jorge I. Mardones, Rodrigo Martínez, Héctor Tardón, Rodrigo Rojas, Leonardo Guzmán**. Diversidad, abundancia y distribución de quistes de resistencia de dinoflagelados marinos entre las regiones del Biobío y Magallanes (~36° – 55° S).
5. Carolina Toro, **Pablo Salgado**, Hernán Pacheco, César Alarcón, Máximo Frangópulos, Francisco Rodríguez, Marco Pinto, Gonzalo Fuenzalida, Roberto Raimapo, Gemita Pizarro, Leonardo Guzmán. Registro de dinoflagelados marinos de los géneros *Karenia*, *Azadinium* y *Amphidoma* en la región sur-austral de Chile (41°–55° S).



XXXVIII Congreso de Ciencias del Mar, 27 al 31 de mayo 2019, Iquique, Chile.

Factores atmosféricos y oceánicos como promotores de la variabilidad espacio-temporal de las Floraciones de Algas Nocivas (FAN) en el centro sur de Chile

Espinoza-González Oscar 1, Cascales Emma¹, Tard3n H3ctor¹, Besoaín Valentina², L3pez Loreto¹, Correa Karen¹, Olivares Bianca¹, Soto Carolina¹

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

² Grupo de Oceanografía y Clima, Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)

Durante el primer semestre de 2016, se registr3 una floraci3n de *Alexandrium catenella* en la Regi3n de Los Lagos que provoc3 un impacto a la economía y entorno social, con un desarrollo por la costa expuesta al océano Pacífico, lo cual constituye un cambio radical al paradigma sobre la distribuci3n de esta microalga en el sur de Chile. Para evaluar la distribuci3n espacio-temporal de las Floraciones de Algas Nocivas (FAN) en este ambiente, se midi3 mensualmente, entre enero y diciembre de 2018, la densidad del fitoplancton total y nocivo, nutrientes y variables hidrográficas en 67 estaciones, dispuestas en 21 transectos (2, 5 y 10 millas desde la costa) entre las regiones del Biobío (~36°S) y Aysén (~44°S). Para el periodo de estudio, se observaron distintas FAN entre ellas, de la diatomea *Pseudo-nitzschia* cf. *pseudodelicatissima* (316.700 cél L⁻¹) registrada en Chepu durante el verano asociada a una surgencia local con baja temperatura (<10°C) y alta concentraci3n de nutrientes, especialmente de silicatos (15 µM) y de los dinoflagelados *A. catenella* (375.000 cél L⁻¹) registrada en el verano en las estaciones de Cucao y caleta Zorra, *Dinophysis acuminata* (13.400 cél L⁻¹) registrada en primavera en Mehuín y una extensa floraci3n de Kareniaceas con amplia distribuci3n (39 – 45°S) durante el verano y que alcanz3 valores cercanos a 2000 cél L⁻¹, las cuales estuvieron asociadas a una columna de agua estable, con aguas cálidas (>15°C), baja intensidad de vientos, alta radiaci3n y disponibilidad de nutrientes, factores que favorecieron el desarrollo de estos dinoflagelados nocivos. Programa de manejo y monitoreo de las floraciones de algas nocivas y toxinas marinas en el océano Pacífico desde Biobío a Aysén (I Etapa) 2018. Convenio MINECON – IFOP 2017 – 18. Agradecimientos a: Subsecretaría de Pesca y Acuicultura y Subsecretaría de Economía de Empresas de Menor Tamaño



MicroToxMap: Ciencia ciudadana para monitorear Floraciones Algales Nocivas (FANs)

Jorge I. Mardones¹, Lara Marcús², Pamela Carbonell¹, Thibaut Pollina³, Manu Prakash³

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

²Institute for Marine and Antarctic Studies (IMAS), University of Tasmania (UTas), Hobart, Australia

³Schools of Engineering and Medicine, Stanford University, Stanford, CA, USA

Las Floraciones Algales Nocivas (FANs) son un fenómeno natural que constituye un problema ecológico y socio-económico en todas las costas del mundo. Para monitorear el lugar, la frecuencia y duración de estas FANs, los sistemas de monitoreo de fitoplancton han sido por décadas la opción más efectiva. Sin embargo, la logística de su operación involucra grandes costos económicos para el estado y/o productores privados, restringiendo el monitoreo de las FANs a una limitada área geográfica y a una baja frecuencia. Estos sistemas de monitoreo se basan en análisis mediante microscopía de luz convencional. Los microscopios son herramientas ubicuas en la ciencia, que proporcionan una conexión visual esencial entre el macro-mundo familiar y el notable micro-mundo subyacente. Desde la invención del microscopio, el estudio de las FANs ha evolucionado para proporcionar principalmente gran información en el campo de la taxonomía de microalgas, base fundamental del monitoreo rutinario. Sin embargo, estos equipos son altamente costosos, limitando su uso en la mayoría de los casos. Mediante la combinación de los principios ópticos del Foldscope, microscopio de papel de bajo costo creado en la Universidad de Stanford, y técnicas analíticas para el análisis de muestras de fitoplancton, el MicroToxMap (MTM) pretende proporcionar los medios para el inicio de ciencia ciudadana nacional e internacional para el estudio y monitoreo de las FANs a gran escala. El presente estudio muestra los primeros resultados analíticos logrados con esta metodología y la potencialidad de su uso mediante plataformas de interconectividad móvil.



Cobertura geográfica de dinoflagelados productores de toxinas lipofílicas y paralizante durante los últimos 20 años en el ecosistema de fiordos y canales sub-antártico

Pizarro Gemita 1, Alarcón César¹, Pacheco Hernán¹, Toro Carolina¹, Salgado Pablo¹, Guzmán Leonardo²

¹Centro de estudios de Algas Nocivas (CREAN, Punta Arenas), Dpto. Medio Ambiente, Instituto de Fomento Pesquero

²Centro de estudios de Algas Nocivas (CREAN, Puerto Montt), Dpto. Medio Ambiente, Instituto de Fomento Pesquero

En 1972 el dinoflagelado productor de toxina paralizante *Alexandrium catenella* fue reportado por primera vez en el Estrecho de Magallanes (53° S), Chile. Desde 1989, su frecuencia de aparición ha sido anual en la región de Magallanes, ampliando su cobertura geográfica a todo el sistema de fiordos (41°–55° S) en los últimos 40 años. Desde 2016, se expandió más allá del límite del sistema de fiordos llegando hasta la región de Los Ríos (39°S). Contrariamente, los dinoflagelados productores de toxinas lipofílicas (TL) parecen expandirse en dirección sur después de ser reportados por primera vez en las regiones de Los Lagos (42° S) y Aysén (46° S), en 1970 y 1993, respectivamente. Esta expansión geográfica concuerda con un aumento en la frecuencia de bioensayos positivos en ratones en la detección de TL en Aysén y Magallanes en los últimos años. En este trabajo, se analiza la tendencia observada mediante series temporales anuales de abundancia relativa (AR) disponibles para Magallanes: desde 1996 para *A. catenella* y *Dinophysis acuta*, y desde 2006 para *D. acuminata* y *Protoceratium reticulatum*. Los resultados muestran que las tres microalgas productoras de TL aumentaron el promedio porcentual de cobertura geográfica (RA > 0) desde 2012. Hasta 2011 y periodo 2012–2017, *D. acuminata* aumentó desde 41±17 a 83±5%; *P. reticulatum* desde 2±2 a 22±4%; y *D. acuta* desde 7±3 a 17±7%. Estos resultados sugieren una expansión hacia el sur (42° a 55° S) de las microalgas productoras de TL y un aumento de su cobertura geográfica en Magallanes.

Programas de monitoreo de mareas rojas en el sistema de fiordos y canales, y Océano Pacífico centro y sur de Chile. Convenio Subpesca-MINECOM-IFOP etapa XI 2017-18, etapa I 2018-19



Diversidad, abundancia y distribución de quistes de resistencia de dinoflagelados marinos entre las regiones del Biobío y Magallanes (~36° – 55° S)

Salgado Pablo¹, Espinoza-González Oscar², Mardones Jorge I.², Martínez Rodrigo², Tardón Héctor², Rojas Rodrigo³, Guzmán Leonardo²

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

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

³Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Sargento Aldea 431, Puerto Aysén, Chile., Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)

Los quistes de resistencia juegan un rol esencial en el ciclo de vida de muchos dinoflagelados al acoplar los hábitats planctónico y bentónico. Mediante microscopía óptica se estudió la composición de ensambles de quistes en 78 muestras de sedimento superficial (0–3 cm) obtenidas desde las regiones del Biobío (n=12), La Araucanía (n=4), Los Ríos (n=4), Los Lagos (n=32), Aysén (n=12) y Magallanes (n=14) entre 2017 y 2018. Se cuantificó la abundancia por especie y se registró la distribución espacial de dinoflagelados nocivos. Nuestros resultados mostraron 76 muestras (97,4%) positivas para presencia de quistes y 62 morfotipos de quistes distintos, 7 de los cuales son registrados por primera vez para Chile. Entre las especies identificadas se encuentran los productores de toxinas *Alexandrium catenella*, *Alexandrium ostenfeldii* y *Protoceratium reticulatum*. Quistes de *A. catenella* se distribuyeron desde Los Ríos (~39° S) hasta Magallanes (~55° S), siendo el registro de Los Ríos (Chaihuín) el más septentrional, actualmente, en la costa chilena. En Los Lagos (Caleta Zorra) se identificaron quistes de esta especie a 2, 5 y 10 millas de la costa. En Aysén (Seno Canalad) se registró la abundancia máxima de *A. catenella* (408 quistes × cm⁻³ de sedimento húmedo) y *P. reticulatum* (9.037 quistes × cm⁻³ de sedimento húmedo). Por su parte *A. ostenfeldii* fue identificado en Los Lagos y Magallanes. Los quistes de resistencias constituyen una poderosa herramienta para estudiar la presencia y expansión geográfica de dinoflagelados y para comprender la dinámica de las floraciones.

Financiamiento: Programas de monitoreo de mareas rojas en el sistema de fiordos y canales, y en Océano Pacífico del centro sur de Chile. Convenio Subpesca-MINECOM-IFOP, etapa XI 2017-18, etapa I 2018-19



Registro de dinoflagelados marinos de los g3neros *Karenia*, *Azadinium* y *Amphidoma* en la regi3n sur-austral de Chile (41°–55° S)

Carolina Toro¹, **Pablo Salgado**¹, Hern3n Pacheco¹, Cesar Alarc3n¹, M3ximo Frangopulos², Francisco Rodr3guez³, Marco Pinto⁴, Gonzalo Fuenzalida⁵, Roberto Raimapo¹, Gemita Pizarro¹, Leonardo Guzm3n⁵

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

²Centro de Investigaci3n GAIA-Ant3rtica (CIGA), Universidad de Magallanes, Av. Bulnes 01855, Punta Arenas, Chile; Centro FONDAP-IDEAL, Universidad Austral de Chile, Av. El Bosque 01789, Punta Arenas, Chile.

³Instituto Espa3ol de Oceanograf3a (IEO), Subida a Radio Faro 50, 36390 Vigo, Espa3a.

⁴Escuela de Graduados, Programa de Doctorado en Ciencias de la Acuicultura, Universidad Austral de Chile, Los Pinos s/n, Puerto Montt, Chile; Centro FONDAP-IDEAL, Universidad Austral de Chile, Av. El Bosque 01789, Punta Arenas, Chile.

⁵Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Padre Harter 574, Puerto Montt, Chile.

Resumen

En enero de 2017, ~130 ton de smolt de Salm3n del Atl3ntico (*Salmo salar*) transportadas en wellboats desde Los Lagos (~41°S) a Magallanes (~54°S) mueren durante su paso por el Golfo de Penas (Ays3n). Para indagar la causa, se analizaron muestras de agua de los wellboats en ruta, y de botellas Niskin obtenidas durante cuatro expediciones realizadas al 3rea entre febrero 2017 y marzo 2018. Datos del Programa de Mareas Rojas en Magallanes del IFOP entre estos a3os tambi3n se consideraron. Resultados preliminares se3alaron al dinoflagelado ictiot3xico *Karenia* cf. *mikimotoi* como la causa de muerte. Estudios posteriores de microscop3a y m3todos moleculares, sin embargo, revelaron otros seis morfotipos en las muestras (*K. selliformis*, *K. bicuneiformis*, *K. cf. papilionacea*, *K. cf. brevis*, *K. cf. brevisulcata* y *Karenia* sp.). Adicionalmente, cinco dinoflagelados de la familia Amphidomataceae fueron registrados por primera vez en aguas del sur de Chile. Sus caracter3sticas morfol3gicas como tama3o peque3o (8–17 µm), presencia de pirenoides, y ocasionalmente una espina antapical, evidenciaron la presencia de los g3neros *Azadinium* y *Amphidoma*. An3lisis moleculares confirmaron a los productores de azaspir3cidos *Azadinium spinosum* y *Azadinium poporum* y al no productor de toxinas *Azadinium obesum*. Mediante microscop3a se identific3 una especie de *Azadinium* hasta ahora no descrita y a *Amphidoma* cf. *parvula*. El hallazgo de individuos de la familia Amphidomataceae y del g3nero *Karenia* entre las regiones de Los Lagos y Magallanes evidencia la necesidad de intensificar estudios taxon3micos y gen3ticos que permitan caracterizar mejor el fitoplancton sur-austral chileno.

Financiamiento: Programa de manejo y monitoreo de las mareas rojas en las regiones de Los Lagos, Ays3n y Magallanes, XI etapa a3o 2017–2018, Subsecretar3a



ANEXO 6

CONFERENCIAS

Charlas

Pamela Carbonell A. Mareas rojas en Chile. Campamento Explora, Antillanca. Enero 2020.

Pamela Carbonell A. Floraciones de Algas Nocivas. Feria Científica, Osorno. Septiembre 2019.

Pamela Carbonell A. ¿Cómo armar un microscopio de papel? Fiesta de la Ciencia, Puerto Montt. Octubre 2019.

Pamela Carbonell A. ¿Qué encontramos en una gota de agua de mar?. Ciclo de charlas: 1000 Científicos 1000 Aulas. Colegio Inmaculada Concepción, Puerto Montt. Noviembre 2019.

Conferencias.

Jorge Mardones S. Impacts of Harmful Algal Blooms on the Chilean shellfish aquaculture. En: GlobalHAB: Evaluating, reducing and mitigating the cost of harmful algal blooms: A compendium of case studies. Victoria, B.C., Canadá. 17-19 de noviembre 2019.



ANEXO 7

Coloquios y Talleres científicos

Objetivo 1 Fortalecer la vinculación con el medio nacional e internacional, con la comunidad científica y los actores sectoriales del ámbito público y privado en el marco de las funciones, obligaciones y rol que la ley de pesca y acuicultura confiere al IFOP.

***Meta 1.1:** Identificar y establecer principales acuerdos y conclusiones sobre el actual nivel de conocimiento y medidas de mitigación a nivel global y nacional acerca de las microalgas nocivas y mortandades masivas de peces y otros organismos marinos, que sea entregado a Subsecretaría de Pesca y Acuicultura*

Informe final

Advanced International Colloquium and Technical Workshop

on Fish-Killing Marine Algae and their Effects

Coloquio Internacional Avanzado y Taller Científico sobre Algas Marinas

causantes de Mortandades de Peces y sus Efectos.

(Puerto Varas, 8-11 de octubre de 2019)

RESUMEN EJECUTIVO

Los impactos socioeconómicos de las floraciones de microalgas que ocasionan mortandades masivas de peces y otros organismos en los ecosistemas marinos, son, a escala global, notoriamente mayores que los efectos de floraciones ligadas a la acumulación y contaminación de mariscos con biotoxinas. Sólo en Chile, la floración de *Pseudochattonella verruculosa* ocurrida en el verano-otoño de 2016, se generó pérdidas de US \$ 800 millones para la acuicultura del salmón. A pesar de estos impactos, los mecanismos precisos de cómo estas microalgas matan peces y otros organismos del ecosistema marino, siguen siendo poco conocidos; los progresos en este campo se han visto obstaculizados por



el uso de sistemas de bioensayos muy diferentes y la falta de métodos químicos analíticos y materiales de referencia para cuantificar y caracterizar las "ictiotoxinas". El cambio climático se agrega a la imprevisibilidad de estas floraciones rápidas para matar peces y ejerce una mayor presión sobre la seguridad de los mariscos para una población humana en aumento. Las floraciones de algas nocivas (FAN) que matan peces pueden ser comparadas con los incendios forestales de magnitud, y ante estas FAN no hacer nada ya no es aceptable. La prevención, la predicción y el monitoreo ya no son suficientes, y se necesita activamente buscar estrategias para detener las floraciones, por ejemplo, mediante la floculación con arcilla de la biomasa de algas y/o la eliminación de las ictiotoxinas.

Un escenario de esta naturaleza requería contar con una tribuna con la concurrencia de expertos internacionales, que permitiera evaluar el estado del arte, identificar las brechas de conocimiento, y establecer los lineamientos de la investigación necesaria para los próximos años, a escala global, lo cual ha sido posible abordar con la realización del Coloquio Internacional Avanzado y Taller Científico sobre Floraciones de Algas Nocivas y Mortandades Masivas de Peces y Otros Organismos Marinos, realizado entre los días 8 y 11 de octubre en la ciudad de Puerto Varas. La actividad contó con el auspicio de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO, a través de su Panel Intergubernamental sobre Floraciones de Algas Nocivas (IPHAB) y del programa GlobalHAB, además del sustento de Chile a través de la Corporación de Fomento (CORFO) y la colaboración del Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN) del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), que asumió la responsabilidad de la organización local.

La reunión fue desarrollada con la participación de ocho expertos internacionales (Donald M. Anderson (EEUU), Allan D. Cembella (Alemania, Presidente del Grupo de Trabajo, pero no pudo asistir por razones de salud), Gustaaf M. Hallegraeff (Australia), Per J. Hansen (Dinamarca, Presidente funcional durante la reunión), Hélène Hegaret (Francia), Thomas O. Larsen (Dinamarca), Mitsunori Iwataki (Japón), Lincoln MacKenzie (Nueva Zelanda) y tres nacionales, Leonardo Guzmán, Jorge Mardones y Oscar Espinoza (todos del CREAN-IFOP).

El programa consideró sesiones de trabajo motivadas por una conferencia entregada por un experto, en la que se entregó una síntesis de los aspectos más importantes del conocimiento en cada tópico considerado. Las reuniones cerradas incluyeron tres áreas temáticas y siete tópicos. Las tres áreas temáticas fueron:

- I. Taxonomía, biogeografía, ecología, oceanografía y dinámica de las floraciones de algas ligadas a mortandades masivas de peces: relaciones con eventos de mortalidad de peces;
- II. Toxinas que ocasionan mortalidad de peces, etiología y mecanismos específicos de morbilidad y mortalidad de peces; y
- III. Manejo y mitigación de mortandades de peces provocadas por eventos de algas.

La actividad consideró reuniones cerradas con un programa específico (desde el martes 8 al jueves 10 de octubre) y un conjunto de conferencias abiertas a todo público, principalmente profesionales de la institucionalidad, academia y del sector productivo, lo cual fue abordado el día jueves 10 por la tarde.



Las conclusiones de la reunión, sobre los aspectos relevantes y áreas deficitarias en el conocimiento de las microalgas nocivas y mortandades de peces, están contenidas en un informe conciso y orientador (“white paper”) dirigido principalmente hacia la comunidad científica internacional y tomadores de decisiones. Los tópicos considerados durante la reunión e informados en el White Paper son los siguientes: 1) Taxonomía, 2) Química y métodos analíticos, 3) Modulación de la producción y liberación de toxinas, 4) Mecanismos de efectos (disuelto, unido a células, micropredación), 5) Modos de acción (toxicología y aplicaciones biotecnológicas), 6) La necesidad de bioensayos y cuáles seleccionar, 7) Ecología y fisiología de Fish-Killing Algae (FKA), 8) Efectos en el ecosistema, 9) Cambio climático, 10) Prevención, control y mitigación, 11) Socio-económicos y 12) Implementación.

La reunión internacional contó con el apoyo financiero del programa GlobalHAB (US \$10.000) y de CORFO a través de un convenio con el Instituto de Fomento Pesquero (US \$16.500). El aporte de GlobalHAB fue destinado en su totalidad a gastos de traslado de todos los expertos internacionales, con la excepción del tramo Santiago-Puerto Montt-Santiago de T.O. Larsen, que fueron imputados a los costos del CREAN-IFOP. Se excluye también M. Iwataki, quien asumió sus propios gastos de traslado. Los gastos del CREAN-IFOP cubrieron todos los costos de alimentación, estadía, arriendo de salón y sala de conferencia, servicios de amplificación y de traducción simultánea para la conferencia pública, además de traslados locales. El encuentro se realizó en el Hotel Cabañas del Lago, Puerto Varas.



CONTEXTO

La experiencia reciente de Chile, particularmente desde fines de los años ochenta, muestran que la actividad de la acuicultura, particularmente la salmonicultura, presenta evidencias periódicas de floraciones de microalgas que ocasionan mortandades de distinta magnitud de salmónidos en cultivo, siendo máximo este efecto lo ocurrido entre febrero-marzo de 2016 que determinaron una mortandad masiva de salmónidos del orden de 40.000 toneladas, que representaron un impacto económico del orden de 800 millones dólares americanos, además de un marcado impacto social para ese sector de la economía y al entorno local de la región de Los Lagos. Por otro lado, a nivel internacional, también existen evidencias de fuertes interacciones entre floraciones nocivas y mortandades masivas. Algunos ejemplos son la floración de *Chattonella marina* de 1973 en el Mar Interior de Seto, Japón (pérdida estimada en US \$ 71 millones para la acuicultura del dorado), la floración de *Prymnesium polylepis* de 1988 en el Kattegat europeo con impactos en el ecosistema marino a gran escala, floraciones de *Margalefidinium polykrikoides* principalmente en Asia (pérdidas estimadas en 140 millones de dólares), aunque han sido muchos países los afectados, incluyendo Norte y Centro América, aunque no existen estimaciones económicas de sus impactos. Las microalgas, altamente nocivas, que ocasionan mortandades masivas de peces incluyen grupos de flagelados no relacionados taxonómicamente, distribuidas a nivel mundial, como *Alexandrium*, *Margalefidinium* (*Cochlodinium*), *Chattonella*, *Heterosigma*, *Pseudochattonella* / *Vicicitus*, *Karenia*, *Karlodinium*, *Prymnesium* / *Chrysochromulina*, que producen compuestos líticos que dañan irreparablemente los tejidos branquiales de los peces. que luego mueren por asfixia. Tal vez con una sola excepción (*Karenia brevis* en Florida), ninguna de estas floraciones que matan peces ha causado problemas en la salud humana por el consumo de mariscos, lo que explica en parte la atención limitada que estos FAN han tenido hasta ahora. Con la excepción de los avances recientes con *Prymnesium* (prymnesinas) y *Karlodinium* (karlotoxinas), los mecanismos precisos de cómo estas microalgas matan peces siguen siendo poco conocidos. *Pseudochattonella* es particularmente poco conocida, con alta ictiotoxicidad en la naturaleza, pero con una potencia limitada en cultivos de laboratorio. Mientras que algunas especies son siempre ictiotóxicas, otras como *Heterosigma* y *Alexandrium catenella* causan problemas solo en condiciones ambientales especiales.

Por otro lado, las evidencias disponibles para los últimos 45 años en los fiordos y canales de Chile, muestran que se han detectado una variedad de taxones nocivos en condiciones de floración que afectan la salud pública y las actividades productivas. Han sido citados taxones de distintos géneros, como *Alexandrium*, *Dinophysis*, *Protoceratium*, *Karenia*, *Azadinium*, *Pseudochattonella*, *Margalefidinium*, *Vicicitus* (*Chattonella*), *Pseudo-nitzschia*, *Chaetoceros*, *Leptocylindrus*, *Dictyocha*, entre otros, siendo *Alexandrium* y *Pseudochattonella*, aquellos que han provocado los impactos más severos desde el punto de vista de la salud pública y económico, respectivamente.

El Panel Intergubernamental sobre Floraciones de Algas Nocivas (IPHAB) que se reúne bianualmente en los años impares, dada la relevancia global del tema, incluye entre sus temas prioritarios un equipo de trabajo sobre microalgas nocivas y mortandades de peces ("Fish Killing Algae Task Team"), cuyas



funciones fueron ratificadas durante la XIV reunión del panel efectuada entre el 22 y 24 de abril de 2019 en oficinas de la UNESCO, París. Este grupo estaba operando desde 2015, y en 2017 Chile fue invitado a integrar este equipo de trabajo, dada la relevancia que este tipo de algas nocivas tiene para la acuicultura y por la importancia de Chile a nivel global tanto en pesca como en acuicultura.

A la última reunión del IPHAB asistieron 21 países: Alemania, Australia, Bélgica, Canadá, Chile, Colombia, Croacia, Dinamarca, Eslovenia, España, Estados Unidos, Francia, Irlanda, Italia, Japón, Kuwait, Noruega, Portugal, Reino Unido, Suecia y Uruguay, aunque Camerún y Ecuador estuvieron presentes algunas horas, el primer día, con representantes permanentes ante la UNESCO. Además, asistieron representantes de organizaciones y programas, de la IAEA (Laboratorio Ambiental Mónaco), del Comité Científico del IOC-SCOR-GlobalHAB, del IOC-WESTPAC-HAB, del IOC/WESTPAC TMO Project, y del PICES/PICES sección HAB. El Panel adoptó ocho decisiones y aprobó dos recomendaciones, las que fueron aprobadas por la Asamblea General de la COI algunos meses después, en su XXX reunión. La decisión pertinente para estos efectos se refiere a la continuación del Equipo de Trabajo sobre Algas Nocivas y Muertes de Peces, sin cambios en su mandato. Mayores detalles de la XIV reunión del IPHAB http://hab.ioc-unesco.org/index.php?option=com_oa&task=viewDoclistRecord&doclistID=184.

La mantención del equipo de trabajo sobre algas nocivas y mortandades masivas de peces y otros organismos en el ecosistema marino del IPHAB, y dado que Chile fue incorporado según se indicó previamente, hicieron posible impulsar con mayor fuerza una idea relativa a la organización de una actividad internacional ligada a este tipo de FAN en territorio nacional. La intención era evaluar el estado actual del conocimiento sobre este tipo de floraciones, los efectos en el ecosistema, actividades productivas, toxinas y compuestos asociados a estas microalgas y medidas de mitigación para estas floraciones, identificando las áreas deficitarias y los aspectos que debieran ser priorizados en la investigación internacional de los próximos años 5-10 años. Finalmente, la reunión terminó siendo concebida de manera conjunta entre el GlobalHAB, el grupo de trabajo del panel y un grupo de expertos del Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN) del IFOP.



PLANIFICACI3N Y ORGANIZACI3N DE LA REUNI3N INTERNACIONAL

El impulso inicial fue realizado por un grupo reducido de personas, todas claves en sus respectivos 3mbitos de influencia, que finalmente permitieron definir un comit3 organizador internacional y un comit3 organizador local, que desarrollaron el programa definitivo. Ello requiri3 un fuerte intercambio de opiniones v3a correo electr3nico y v3deo conferencias. En este sentido, tuvieron una participaci3n clave el Secretario Ejecutivo del Panel Intergubernamental sobre Floraciones de Algas Nocivas (IPHAB) de la Comisi3n Oceanogr3fica Intergubernamental (COI), el Dr. Henrik Enevoldsen, Copenhague, Dinamarca, UNESCO; la Presidenta del GlobalHAB (Programa Global sobre Floraciones de Algas Nocivas) Dra. Elisa Berdalet del Consejo Superior de Investigaci3n Cient3fica (CSIC), Barcelona, Espa3a; y el Presidente del Grupo de Trabajo de Mortandades Masivas de Peces del IPHAB, Dr. Allan Cembella, del Alfred Wegener Institute (AWI), Alemania, adem3s de los miembros del comit3 organizador local, Dres. Jorge Mardones, Oscar Espinoza y Leonardo Guzm3n, todos del Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN) del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), este 3ltimo adem3s Presidente del Grupo de Trabajo de Floraciones de Algas Nocivas del Comit3 Oceanogr3fico Nacional (GT CONA FAN).

El presidente del comit3 internacional y de la reuni3n de trabajo fue el Dr. Allan Cembella, quien tuvo una participaci3n activa durante toda la programaci3n del evento, incluso contaba con recursos aportados por el Gobierno de Alemania para concurrir a la reuni3n. Sin embargo y por razones de salud, el Dr. Cembella no pudo concurrir al desarrollo del coloquio, por lo que durante estos d3as asumi3 como presidente funcional el Dr. Per Juel Hansen de Dinamarca.

La definici3n del nombre de la reuni3n, estructura del programa, expertos que participar3an y todos los aspectos ligados a la organizaci3n de la reuni3n fueron abordados por un Comit3 Cient3fico Internacional y un Comit3 Organizador Local. El primero estuvo integrado por los expertos siguientes:

- Philipp Hess/ IFREMER/ Centre Atlantique - Rue de l'le d'Yeu - BP 21105 - 44311 Nantes Cedex 03/ France. Philipp.Hess@ifremer.fr
- Allan Cembella / Alfred Wegener Institute/ Am Handelshafen 12/ 27570 Bremerhaven/ Germany. Allan.cembella@awi.de
- Henrik Enevoldsen/ University of Copenhagen, Department of Biology/ DK-1353 K3benhavn K/ Denmark. h.enevoldsen@bio.ku.dk
- Joe Silke/ Marine Institute/Oranmore, Galway/ Ireland. Joe.Silke@marine.ie
- Per Juel Hansen/ University of Copenhagen/ Marine Biological Station/ Strandpromenaden 5/ DK-3000 Helsing3r / Denmark. pjhansen@bio.ku.dk
- Donald Anderson/ Woods Hole Oceanographic Institution/ Biology Department, Mail Stop #32/ Woods Hole, MA 02543/ United States.danderson@whoi.edu



- Gustaaf Hallegraef / University of Tasmania/ Institute for Marine and Antarctic Studies/ 20 Castray Esplanade, Battery Point TAS 7004, Hobart/ Australia. gustaaf.hallegraef@utas.edu.au
- Lim Po Teen/ Institute of Ocean and Earth Sciences/ University of Malaya/ 16310 Bachok/ Kelantan/ Malaysia. ptlim@um.edu.my
- Hélène Hegaret/ Université Bretagne Occidentale/ LEMAR (Laboratoire des sciences de l'environnement marin)/ Rue Dumont D'urville/ 29280 Plouzané / France. helene.hegaret@univ-brest.fr
- Christopher J. Gobler / Stony Brook University/ School of Marine and Atmospheric Sciences/ Stony Brook, Nueva York 11790/ United States. Christopher.Gobler@stonybrook.edu
- Mark Wells / University of Maine / School of Marine Sciences/ 201 Libby Hall/ Orono, ME 04469-5741/ United States. mlwells@maine.edu
- Kazumi WAKITA, /School of Marine Science and Technology / Tokai University / 3-20-1 Orido, Shimizu-ku, Shizuoka/Japan / 脇田 和美 kazumiw@tokai-u.jp
- Chris Miles/ Biotoxin Metrology/ National Research Council Canada/ Halifax NS B3HZ1/ Canada. Christopher.miles@nrc-cnrc.gc.ca
- Elisa Berdalet/ Ecology of Harmful Algal Blooms/ Instituto de Ciencias del Mar/ Consejo Superior de Investigación Científica/ Passeig Marítim de la Barceloneta 37-49. E-08003, Barcelona/ España. berdalet@icm.csic.es

En tanto que el comité organizador local, cuyos integrantes también integraron el comité científico internacional, estuvo conformado por las personas siguientes:

- Leonardo Guzmán, Instituto de Fomento Pesquero, Jefe División Investigación en Acuicultura, leonardo.guzman@ifop.cl; Presidente del grupo de trabajo de floraciones de algas nocivas del Comité Oceanográfico Nacional (GT CONA FAN); representante de Chile ante el Panel Intergubernamental de floraciones de algas nocivas (IPHAB).
- Oscar Espinoza, Instituto de Fomento Pesquero, Jefe del Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), oscar.espinoza@ifop.cl
- Jorge Mardones, Instituto de Fomento Pesquero, Investigador senior, Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN). jorge.mardones@ifop.cl

Finalmente, la reunión se realizó entre el 8 y 11 de octubre de 2019 en la ciudad de Puerto Varas, y tuvo por título “Advanced International Colloquium and Technical Workshop on Fish-Killing Marine Algae and their Effects” (“Coloquio Internacional Avanzado y Taller Científico sobre Algas Marinas causantes de Mortandades de Peces y sus Efectos”). La reunión tuvo un programa organizado en reuniones cerradas y una conferencia pública. Las reuniones cerradas consideraron 3 sesiones y 7 tópicos. A la conferencia pública asistieron 57 personas (ver Anexo 1) y del orden de 1700 personas (1,7K) la siguieron vía “streaming” con traducción simultánea. Estas conferencias pueden verse en el



link siguiente: <https://www.facebook.com/1871967802832922/videos/1254975338037553/>. En el tópico 5 se incluyen tres expertos, la investigadora francesa Hélène Hegaret y dos investigadores chilenos, la Dra. Allyson Astuya y el Dr. Jorge Mardones. Allyson Astuya de la Universidad de Concepción si bien fue invitada a participar en el evento, por motivos personales no pudo concurrir a la reunión.

A continuación, se entrega un detalle de los temas tratados en el coloquio internacional.

General Programme & Session Themes

I. Taxonomy, biogeography, ecology, oceanography and dynamics of fish-killing algal blooms: relationships to fish mortality events

Topic 1: Climate change and fish-killing algae

Topic Coordinator: Gustaaf Hallegraeff, Australia

Key Issues: An exploration of the extent to which fish-killing algal events can be linked to climate changes in the recent past and scenarios for the future changing ocean

Topic 2: Taxonomy and molecular characterization of fish-killing algae

Topic Coordinator: Mitsunori Iwataki, Japan

Key Issues: New taxonomic descriptions and phylogenetic reconstruction of fish-killing algal taxa based upon morphological and molecular criteria

II. Fish-killing toxins, aetiology and specific mechanisms of fish morbidity and mortality

Topic 3: Current knowledge of ichthyotoxins produced by fish-killing microalgae

Topic Coordinator: Thomas Ostfeld Larsen, Denmark



Key Issues: Developments in analytical and natural products chemistry leading to discovery and structural elucidation of fish-killing toxins: links to chemodiversity

Topic 4: Mechanisms of algal-induced fish-killing syndromes

Topic Coordinator: Per Juel Hansen, Denmark

Key Issues: Critical analysis of putative mechanisms for cell damage in fish-killing algal events – effects of ichthyotoxins, membrane disruptors, haemolysins, etc.: links to chemical ecological function in the producing algae

Topic 5: Development and validation of current fish- or cell-based bioassay methods for assessing ichthyotoxicity

Topic Coordinator: Hélène Hegaret, France; Jorge Mardones, Chile; Allyson Astuya, Chile.

Key Issues: Comparison of functional bioassays for ichthyotoxic assessment of whole-cell versus cell-fraction exposure: strengths and weaknesses of alternative techniques and potential for optimization and standardization of protocols

III. Management and mitigation of fish-killing algal events

Topic 6: Impact of fish-killing algal events on other components of coastal marine ecosystems

Topic Coordinator: Lincoln Mackenzie

Key Issues: Consideration of the broader ecological impacts of fish-killing algal blooms, including effects on wild fish populations, benthic assemblages, and other components of the pelagic zone: multi-stressors induced by nutrient deprivation or local organic enrichment via degradation, deoxygenation, released toxin components, or disruption of food web interactions

Topic 7: Assessment of mitigation strategies and their effectiveness

Topic Coordination: Don Anderson, USA



Key Issues: Current application and future opportunities for deployment of technological solutions for monitoring fish-killing algal blooms and mitigating their effects on fish in aquaculture operations and wild populations, e.g. early warning systems, physical displacement of cages, application of clay or other flocculants, physical enclosure with pumping (oxygenation), etc.

Meeting structure

CLOSED SESSIONS

Tuesday, 8th October (Day 1)

08:30 – 08:45 Welcome words Leonardo Guzmán

08:45 – 09:00 Opening Allan Cembella

09:00 – 09:35 Topic 1 (35 minutes for talk)

09:35 – 09:55 Key questions Topic 1 (20 minutes for questions and discussion)

09:55 – 10:30 Topic 2 (35 minutes for talk)

10:30 – 10:50 Key questions Topic 2 (20 minutes for questions and discussion)

10:50 – 11:10 Health break

11:10 – 11:45 Topic 3 (35 minutes for talk)

11:45 – 12:05 Key questions Topic 3 (20 minutes for questions and discussion)

12:05 – 12:40 Topic 4 (35 minutes for talk)

12:40 – 13:00 Key questions Topic 4 (20 minutes for questions and discussion)

13:00 – 14:30 Lunch

14:30 – 15:25 Discussion Topic 1 (55 minutes)

15:25 – 16:20 Discussion Topic 2 (55 minutes)

16:20 – 16:40 Health break

16:40 – 17:35 Discussion Topic 3 (55 minutes)

17:35 – 18:30 Discussion Topic 4 (55 minutes)



Wednesday, 9th October (Day 2)

09:00 – 09:35 Topic 5 (35 minutes for talk)
09:35 – 09:55 Key questions Topic 5 (20 minutes for questions and discussion)
09:55 – 10:30 Topic 6 (35 minutes for talk)
10:30 – 10:50 Key questions Topic 6 (20 minutes for questions and discussion)
10:50 – 11:10 Health break
11:10 – 11:45 Topic 7 (35 minutes for talk)
11:45 – 12:05 Key questions Topic 7 (20 minutes for questions and discussion)
12:05 - 13:00 Discussion Topic 5 (55 minutes)
13:00 – 14:30 Lunch
14:30 – 15:25 Discussion Topic 6 (55 minutes)
15:25 – 16:20 Discussion Topic 7 (55 minutes)
16:20 – 16:40 Health break
16:40 – 17:35 Discussion Topic 7 (55 minutes)
17:35 – 18:30 Introduction. Overview topics 1 to 7. Synthesis/future perspectives discussion (55 minutes)

El programa consideró sesiones de trabajo que abordaron áreas temáticas específicas, las cuales fueron motivadas por una conferencia entregada por un experto, en la que se entregó una síntesis de los aspectos más importantes del conocimiento en cada tópico considerado. Las reuniones cerradas incluyeron tres áreas temáticas y siete tópicos. Las tres áreas temáticas fueron:

- IV. Taxonomía, biogeografía, ecología, oceanografía y dinámica de las floraciones de algas ligadas a mortandades masivas de peces: relaciones con eventos de mortalidad de peces;
- V. Toxinas que ocasionan mortalidad de peces, etiología y mecanismos específicos de morbilidad y mortalidad de peces; y
- VI. Manejo y mitigación de mortandades de peces provocadas por eventos de algas.

Cada tópico tuvo un responsable, el cual se identifica en el programa mostrado previamente. El desarrollo de la reunión estuvo planeado para que las presentaciones de los tópicos se realicen



durante la mañana, en el formato indicado, dedicando las horas de la tarde para abordar y discutir de manera profunda los aspectos entregados en cada de las conferencias y las discusiones respectivas generadas por el espacio para preguntas. Esto se hizo en los días martes 8 y miércoles 9 de octubre, si bien el desarrollo de la reunión se hizo con un formato flexible, y habiéndose cubierto todos los aspectos considerados.

Cada presentación fue de 35 minutos y se dispuso de 20 minutos para discusión. A fin de generar el producto esperado del taller, el día jueves 10 por la mañana (tercer día de taller), estuvo dedicado para lograr la síntesis de los temas tratados durante la reunión.

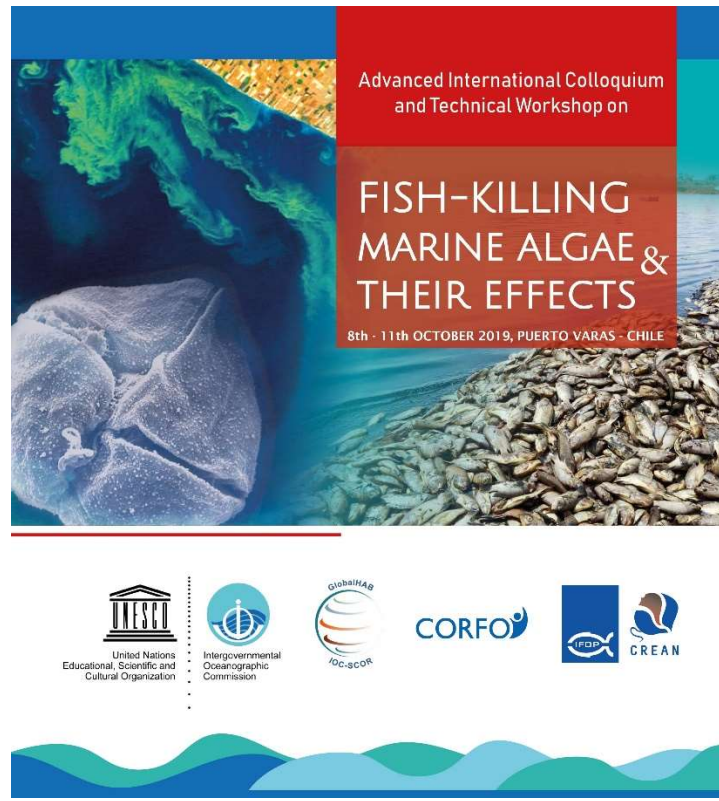
Durante la tarde del día jueves, se incorporó al programa una Conferencia Pública: “Estatus de las mortandades masivas de peces y su impacto en un ambiente cambiante” (“Status of fish-kills by HABs and its impacts in a changing environment”), que contempló una serie de presentaciones, que estuvieron a cargo de algunos de los expertos que concurrieron a la reunión. Se invitó además a dos expertos nacionales, uno de Plancton Andino Spa y otro del Instituto Tecnológico del Salmón (INTESAL). Las conferencias estuvieron orientadas a todo público, pero preferentemente a profesionales de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura tanto del nivel central como local, además de considerar académicos del sistema universitario, estudiantes y profesionales interesados en el tema de mortandades masivas de organismos marinos y floraciones de algas nocivas, estos últimos particularmente del sector salmonicultor. La finalidad fue abrir un espacio para compartir, y preferentemente para mostrar a los profesionales y la comunidad en general, el estado del conocimiento ligado a las mortandades masivas y floraciones de algas nocivas, y cuáles son las áreas en las cuales se requiere más investigación y desarrollo de tecnologías para lograr una mejor relación entre estos eventos naturales y las actividades productivas y el estado de los ecosistemas.

En la mañana del día viernes 11, se realizó una visita por parte de los expertos internacionales, a un centro de engorda de salmones, aspecto que contó con el apoyo de INTESAL. El centro visitado fue una gentileza de MOWI. Durante la tarde de este día se inició el retorno de los expertos a sus respectivos países.

El programa de la conferencia para todo público dispuso de traducción simultánea y transmisión en tiempo real (“streaming”).



Open Conference:



Las floraciones de algas que causan mortalidad de peces son motivo de creciente preocupaci3n para los intereses socio-econ3micos vinculados a la sostenibilidad y la seguridad alimentaria de mariscos y recursos vivos. El desarrollo de la pesca y la acuicultura como parte de la gesti3n integrada de los recursos costeros es particularmente susceptible a la amenaza de eventos ictiot3xicos y sus consecuencias. Si bien estos eventos se clasifican como “mortalidad de peces”, existen impactos asociados en otros componentes de los ecosistemas marinos costeros, incluidas las poblaciones de peces silvestres, la macrofauna bent3nica y las macr3fitas. Aparte de la acuicultura y sector de la industria pesquera, las algas que matan peces no han sido consideradas adecuadamente y el tema no ha sido abordado sistem3ticamente en la comunidad cientifica a nivel mundial.

Las algas marinas ictiot3xicas conocidas suelen identificarse como organismos causantes, pero persisten incertidumbres taxon3micas y biogeogr3ficas en la distribuci3n de las especies. El cambio clim3tico potencialmente conduce a cambios en los regimenes ambientales y, por lo tanto, a un posible incremento en la frecuencia, magnitud y distribuci3n biogeogr3fica de las floraciones de algas que provocan mortalidad de peces. Estos cambios plantean un desafio para comprender el oc3ano del futuro. El conocimiento de los factores ambientales que impulsan la din3mica de las floraciones no son entendidos completamente, y esto ha obstaculizado el desarrollo de modelos predictivos para el



pronóstico y la evaluación de riesgos de eventos de mortalidad de peces. Incluso los mecanismos propuestos por los cuales la exposición a tales floraciones causa morbilidad y mortalidad de peces son muy controvertidos y carecen de consenso científico. Además, para evaluar la ictiotoxicidad, existe una aplicación limitada y falta de estandarización de los bioensayos basados en peces o células. El Coloquio Internacional Avanzado y el Taller Técnico, bajo los auspicios de la COI-IPHAB y como parte de la agenda científica GlobalHAB, con el apoyo del gobierno de Chile a través de CORFO y la colaboración del CREAN-IFOP, permitieron abordar de manera integral estas brechas en el conocimiento y generar una síntesis de su estado actual vinculado con las estrategias tecnológicas y científicas, además de enfoques para mitigar los impactos. Como una forma de fortalecer la vinculación con el medio, y como parte de las actividades consideradas en este Coloquio, se han incluido un conjunto de charlas dirigidas a tomadores de decisiones, profesionales, académicos y público en general.

“Estatus de la mortalidad de peces por FAN y sus impactos en un ambiente cambiante”

“Status of fish kills by HABs and its impacts in a changing environment”

14:00 – 14:30 Inscripción

14:30 – 15:00 **Gustaaf Hallegraef**. Cambio climático y las algas que matan peces. Presentación + Preguntas (25 minutos para presentación y 5 minutos para preguntas)

Gustaaf Hallegraef. Climate change and fish killing algae. Presentation + Questions (25 minutes for talk and 5 minutes for questions).

15:00 – 15:30 **Per Juel Hansen** Visión panorámica: mecanismos de mortandad de peces, ictiotoxinas, métodos de detección e identificación y su estandarización. Presentación + Preguntas (25 minutos para presentación y 5 minutos para preguntas)

Per Juel Hansen Overview: fish killing mechanisms, ichthyotoxins, detection and identification methods and its standardization. Presentation + Questions (25 minutes for talk and 5 minutes for questions)

15.30 - 16:00 **Thomas Ostenfeld Larsen**. Visión panorámica: mecanismos de mortandad de peces, ictiotoxinas, métodos de detección e identificación y su estandarización.



Thomas Ostenfeld Larsen. Overview: fish killing mechanisms, ichthyotoxins, detection and identification methods and its standardization. Presentation + Questions (25 minutes for talk and 5 minutes for questions)

16.00 – 16.30 **Jorge Mardones.** Aplicación de bioensayo celular para la detección de ictiotoxinas. Presentación + Preguntas (25 minutos para presentación y 5 minutos para preguntas)

Jorge Mardones. Cell-line bioassay applications for ichthyotoxins detection. Presentation + Questions (25 minutes for talk and 5 minutes for questions).

16:30 – 17:00 Café

17:00 – 17:15 **Paulina Artacho.** Gestión de monitoreo FAN en la industria salmonera chilena: avances y desafíos.

Paulina Artacho. HAB monitoring management in the Chilean salmon industry: advances and challenges. Presentation + Questions (15 minutes for talk and 5 minutes for questions)

17:15 – 17:40 **Alejandro Clément.** Distribución del ÍNDICE FANf y análisis de los impactos económicos en la salmonicultura. (20 minutos para presentación y 5 minutos para preguntas)

Alejandro Clément. Distribution of HABf INDEX and Analysis of the Economic Impacts in Salmon Farming. Presentation + Questions (20 minutes for talk and 5 minutes for questions)

17:40 – 18:10 **Don Anderson.** Estrategias actuales de mitigación y su efectividad. Presentación + Preguntas (25 minutos para presentación y 5 minutos para preguntas)

Don Anderson. Current mitigation strategies and their effectiveness. Presentation + Questions (25 minutes for talk and 5 minutes for questions).

El grupo de expertos internacionales, una vez terminadas las presentaciones programadas para la conferencia abierta, entregó algunas reflexiones finales, que se muestran a continuación.

PENSAMIENTOS FINALES



- a. Con el aumento de la población humana y el creciente cambio climático, muchos países enfrentan problemas significativos con las algas que matan peces, especialmente aquellos con la acuicultura en expansión.
- b. Por lo tanto, Chile no está solo en tener problemas con las floraciones de algas que matan peces.
- c. La comunidad científica global de HAB comprende bien qué algas están causando los problemas.
- d. Sin embargo, nuestro conocimiento sobre los compuestos químicos que subyacen a la mortalidad todavía es bastante limitado. Un desarrollo reciente en el uso de un prometedor bioensayo usando branquias de peces, que ahora está disponible en Chile.
- e. Se necesita una investigación considerable en el futuro, y esto debe incluir a científicos chilenos, acuicultores, gerentes y otros, en una colaboración internacional.
- f. No tenemos evidencia de problemas de salud humana asociados con las floraciones de algas que matan peces.
- g. Hay una serie de estrategias de manejo para tratar las floraciones de algas nocivas en las granjas de peces, incluido el uso de arcilla para la eliminación de algas y toxinas.
- h. Este grupo de expertos ve un excelente potencial para la arcilla como una herramienta de gestión para las granjas de peces y recomienda que Chile realice estudios piloto a pequeña escala para evaluar su efectividad y aceptabilidad ambiental.

CONCLUSIONES DEL COLOQUIO INTERNACIONAL

Las conclusiones de la reunión, sobre los aspectos relevantes y áreas deficitarias en el conocimiento de las microalgas nocivas y mortandades de peces, están contenidas en un informe conciso y orientador ("white paper") dirigido principalmente hacia la comunidad científica internacional y tomadores de decisiones, cuyo contorno general se entrega a continuación.

FLORACIONES ALGALES QUE MATAN PECES E ICTIOTOXINAS

PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y CONTROL

Las floraciones de microalgas que matan peces son responsables de impactos socioeconómicos globales mucho mayores que las especies FAN que causan la acumulación y contaminación de biotoxinas de mariscos. Los ejemplos son la floración de *Chattonella marina* de 1973 en el Mar Interior de Seto, Japón (pérdida estimada de US \$ 500 millones para la acuicultura de dorada), la floración de *Prymnesium polylepis* de 1988 en el Kattegat europeo con amplios impactos en el ecosistema marino y la floración de *Pseudochattonella verruculosa* 2015/16 en Chile (Pérdida de US \$ 800 millones para la acuicultura del salmón). Los asesinos de peces altamente potentes incluyen los grupos flagelados taxonómicamente distribuidos a nivel mundial *Alexandrium*, *Cochlodinium*, *Chattonella*, *Heterosigma*, *Pseudochattonella* / *Vicicitus*, *Karenia*, *Karlodinium*, *Prymnesium* / *Chrysochromulina* que producen compuestos líticos que dañan irreparablemente los tejidos branquiales sensibles de los peces que luego mueren irreparablemente. por asfixia Tal vez con una sola excepción (*Karenia brevis* en Florida),



ninguna de estas flores de algas que matan peces ha causado problemas de salud humana por el consumo de mariscos, lo que explica en parte la atención limitada que estos HAB han atraído anteriormente. A excepción de los avances recientes con *Prymnesium* (prymnesinas) y *Karlodinium* (karlotoxinas), los mecanismos precisos de cómo tales microalgas matan peces de aleta siguen siendo poco conocidos. *Pseudochattonella* es particularmente poco conocida, con alta ictiotoxicidad en la naturaleza pero potencia limitada observada en estudios de cultivo. Mientras que algunas especies son siempre ictiotóxicas, otras como *Heterosigma* y *Alexandrium catenella* causan problemas solo en condiciones ambientales especiales. El progreso en este campo se ha visto obstaculizado por el uso de sistemas de bioensayo muy diferentes (*Artemia*, líneas celulares RT1 de sangre y peces branquiales, embriones, peces juveniles y adultos) y la falta de métodos químicos analíticos y materiales de referencia para cuantificar y caracterizar los llamados " ictiotoxinas ". Además, estos compuestos causan problemas en concentraciones extremadamente bajas disueltas en un medio acuoso, a diferencia de las bien conocidas neurotoxinas PST, DST, AST, NST bioacumuladas en altas concentraciones en mariscos. Esencialmente, las ictiotoxinas similares también afectan negativamente los criaderos de mariscos y los acuarios de peces que extraen agua de las áreas afectadas por la floración. El cambio climático se está agregando nuevamente a la imprevisibilidad de tales floraciones rápidas para matar peces y ejerce una mayor presión sobre la seguridad de los mariscos para una población humana cada vez mayor. Las FAN que matan peces se pueden comparar con los incendios forestales desastrosos, y no hacer nada ya no se considera aceptable. La prevención, la predicción y el monitoreo ya no son suficientes, y necesitamos activamente buscar estrategias para detener las floraciones, por ejemplo, mediante la floculación con arcilla de la biomasa de algas y / o la eliminación de las ictiotoxinas.

Se celebró en Puerto Varas, del 8 al 11 de octubre de 2019, un Coloquio Internacional Avanzado y Taller Científico sobre Floraciones de Algas Nocivas y Mortandades Masivas de Peces y Otros Organismos Marinos, bajo los auspicios de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO, a través de su Panel Intergubernamental sobre Floraciones de Algas Nocivas (IPHAB) y del programa GlobalHAB, además del sustento de Chile a través de la Corporación de Fomento (CORFO) y la colaboración del Centro de Estudios de Algas Nocivas del Instituto de Fomento Pesquero (CREAN-IFOP), que asumió toda la responsabilidad de la organización local.

La reunión fue desarrollada con la participación de siete expertos internacionales (Donald M. Anderson (EEUU), Allan D. Cembella (Alemania, Presidente del Grupo de Trabajo, pero no pudo asistir por razones de salud), Gustaaf M. Hallegraeff (Australia), Per J. Hansen (Presidente funcional durante la reunión), Helene Hegaret (Francia), Thomas O. Larsen (Dinamarca), Mitsunori Iwataki (Japón), Lincoln MacKenzie (Nueva Zelanda) y tres nacionales, Leonardo Guzmán, Jorge Mardones y Oscar Espinoza (todos del CREAN-IFOP) a fin de revisar el estado del arte y brechas del conocimiento, para desarrollar estrategias para enfoques tecnológicos y científicos para mitigar los impactos.



FISH-KILLING ALGAL BLOOMS AND ICHTHYOTOXINS: PREVENTION, MITIGATION AND CONTROL



De derecha a izquierda: Don Anderson, Gustaaf Hallegraeff, Per Juel Hansen, Leonardo Guzmán, Kyoko Yarimizu, Helene Hégaret, Thomas Larson, Mitsunori Iwataki, Jorge Mardones, Lincoln MacKenzie y Oscar Espinoza.

Lagunas en el conocimiento / **Gaps in knowledge**

1) **Taxonomía** / ***Taxonomy***-Mitsunori Iwataki

*¿Qué es lo que se sabe? / **What is known?***

- Las especies de microalgas son descritas sobre la base de sus caracteres morfológicos, pero algunas de ellas son difíciles de identificar usando solo morfología
Microalgal species are described based on their morphological characters, but some are difficult to identify only by their morphology
- Se requiere información filogenética para una clasificación natural, y para una identificación confiable de las especies.



Phylogenetic information is required for natural classification, and for reliable species identification

- Algunas especies han sido descritas con datos moleculares, pero falta para muchas otras.
Some species have been described with molecular data, but many others are lacking

Tópicos de investigación e implementación recomendados o prioritarios / Recommended or priority topics for research and implementation

- Para especies sin datos moleculares, esto debiera ser obtenido desde el espécimen tipo (cultivos auténticos), o si no está disponible, la especie desde la localidad tipo (e.g. *Chattonella marina* de la India)
For species without molecular data, this should be obtained from the type specimen (authentic culture), or if not available, the species from the type locality (e.g. Indian Chattonella marina)
- Debemos enfrentar la diversidad escondida de estas microalgas nocivas que ocasionan mortandades de peces relacionada con perfiles de toxinas específicos de estos taxones, e.g. ¿merecen el estatus de especies las cepas de *Prymnesium parvum* con prymnesinas A, B, C?
We need to address the hidden diversity of these fish killing HABs related to species specific toxic profiles, e.g. do the Prymnesium parvum strains with prymnesins A,B, C deserve species status?

2) **Química y métodos analíticos - como lidiar con tantos congéneres / Chemistry and analytic methods – how to deal with the many congeners – Thomas Larson**

¿Qué es lo que se sabe? / What is known?

- Para especies de microalgas que ocasionan mortandades de peces actualmente tenemos muy poco conocimiento acerca de la naturaleza química de las toxinas de estas microalgas
For fish-killing algal species (FKS) where we currently know very little about the chemical nature of the fish killing toxins (FKTs)
- Para especies de géneros que se sabe que producen ciertas clases de FKT (por ejemplo, karlotoxinas), se pueden usar métodos analíticos avanzados de MS (=EM) para identificar nuevos congéneres de un andamio dado, tanto dentro de la misma especie, como también en especies relacionadas, que probablemente compartan alguna similitud en los genes que codifican enzimas en la biosíntesis de, por ejemplo, FKT derivados de policétidos.
For species in genera that are known to produce certain classes of FKTs (e.g. karlotoxins), advanced MS analytical methods can be used to pinpoint new congeners of a given scaffold both within the same species, but also in related species, that are likely to share some similarity in genes encoding enzymes in biosynthesis of e.g. polyketide derived FKTs.

Tópicos de investigación e implementación recomendados o prioritarios / Recommended or priority topics for research and implementation



- Es esencial que los extractos de tales especies puedan analizarse en bioensayos que proporcionen una buena representaci3n de sus efectos in vivo en los peces. De esta forma, los bioensayos se pueden usar para el aislamiento bioguiado cl3sico de FKT desconocidos, que posteriormente se puede dilucidar mediante una estructura basada en NMR 1- y 2-D.

It is essential that extracts of such species can be tested in bioassays that provide a good proxy of their in vivo effects on fish. In this way bioassays can be used for classical bio-guided isolation of unknown FKTs, that can subsequently be elucidated based on 1- and 2-D NMR.

- Con un mayor conocimiento sobre las estructuras y las propiedades f3sicas / qu3micas (adherencia, labilidad, etc.) de los nuevos FKT, se pueden desarrollar m3todos espec3ficos para su cuantificaci3n en 3ltima instancia basados en el acceso general a los est3ndares de las toxinas.

With increased knowledge about the structures and physical/chemical properties (stickiness, lability, etc.) of new FKTs, dedicated methods for their quantification can be developed ultimately based on general access to standards of the toxins.

- Desarrollar t3cnicas r3pidas basadas en herramientas moleculares para detectar las v3as de s3ntesis de estas FKT y su expresi3n.

Develop rapid technics based on molecular tools to detect the synthesis pathways of these FKT and their expression

- ¿Son estas v3as similares para cada FKT?

Are these pathways similar for each FKT?

- ¿Sabemos algo acerca de la bioacumulaci3n de las FKT?

Do we know anything regarding bioaccumulation of FKT?

- ¿Son las FKT t3xicas para la salud humana?

Are these FKT toxic to human health?



3) **Modulaci3n de la producci3n y liberaci3n de toxinas** / *Modulation of toxin production and release* – Per Juel Hansen



¿Que es lo que se sabe? / *What is known?*

- Considerable variaci3n de la toxicidad en las cepas de las especies estudiadas
Considerable strain variation in toxicity among the studied species
- Concentraciones celulares umbral para el efecto de los compuestos liberados
Threshold cell concentrations for effect of released compounds
- Indicaciones de mayor toxicidad bajo limitaci3n de nutrientes (especialmente f3sforo)
Indications of higher toxicity under nutrient limitation (notably phosphorus)
- La mayor parte de la investigaci3n se basa en bioensayos, muy poca qu3mica para respaldar los datos. Riesgo de falsos positivos.
Most of the research is based on bioassays, very little chemistry to back up the data. Risk of false positives
- Pocos datos acerca de los niveles de toxinas celulares y, por lo tanto, de las tasas de producci3n de toxinas (toxina producida por unidad de tiempo)
Few data on cellular levels of toxins and hence toxin production rates (toxin produced per time unit)

T3picos de investigaci3n e implementaci3n recomendados o prioritarios / Recommended or priority topics for research and implementation

- Explorar el papel de los factores abi3ticos (luz, salinidad, temperatura, pH, nutrientes, contaminantes) para la variaci3n en la cuota celular de toxinas / agentes, producci3n y liberaci3n.
Explore the role of abiotic factors (light, salinity, temp, pH, nutrients, contaminants) for the variation on toxin/agent cell quota, production and release
- Explorar el papel de los factores bi3ticos (competidores, herb3voros, pat3genos) como generadores de contenido y liberaci3n de toxinas / agentes.
Explore the role of biotic factors (competitors, grazers, pathogens) as elicitors of toxin/agent content and release
- Explorar la labilidad / p3rdida de toxinas / agentes liberados en diferentes condiciones (luz, temperatura, pH, etc.)
Explore the lability/loss of released toxins/agents under different conditions (light, temperature, pH etc).
- Usar / desarrollar mediciones directas de compuestos en el medio en relaci3n con la fisiolog3a de la FKA.
Use/develop direct measurements of compounds in the medium as it relates to the physiology of the FKA.



4) Mecanismos de efectos (Disuelto, unido a células, micropredación) / *Mechanisms of effect (dissolved, cell bound, micropredation)* - Per Juel Hansen

¿Que es lo que se sabe? / *What is known?*

- Los compuestos líticos de peces que matan algas afectan las membranas celulares.
The lytic compounds from fish killing algae affect cell membranes
- Los peces mueren por asfixia debido a la producción de moco por parte de los peces y / o debido a la destrucción de las branquias.
Fish die from suffocation due to mucus production by the fish and/or due to destruction of the gills
- Los compuestos líticos de las algas que matan los peces pueden afectar a otros componentes de la red alimentaria, potencialmente en sinergia con otros estresores bióticos (biotoxinas, patógenos, etc.) y abióticos (contaminantes, etc.)
Lytic compounds from the fish killing algae may affect other components of the food web, potentially in synergy with other biotic (biotoxins, pathogens, etc.) and abiotic (contaminants etc.) stressors
- No hay evidencia de bioacumulación de compuestos líticos en la red alimentaria.
No evidence of bioaccumulation of lytic compounds in the food web
- Muchas algas que matan peces son mixótrofas y usan los compuestos líticos para atrapar / inmovilizar a sus presas.
Many fish-killing algae are mixotrophs and use the lytic compounds to catch/immobilize prey
- Poca evidencia de micropredación como la causa de muerte de peces
Little evidence for micropredation as the cause of fish kills

Tópicos de investigación e implementación recomendados o prioritarios / Recommended or priority topics for research and implementation

- Explorar el papel de la densidad celular de las algas que matan los peces por sus efectos en diferentes células objetivo bajo diferentes condiciones de crecimiento
Explore the role of cell density of fish killing algae for their effects on different target cells under different growth conditions
- Verificar los compuestos causales sospechosos. Realizar experimentos de dosis / respuesta.
¿Son los compuestos producidos en concentraciones ecológicas relevantes?



Verify the suspected causative compounds. Carry out dose/response experiments. Are the compounds produced in ecological relevant concentrations?

- Explorar cepas con diferentes toxicidades de una especie determinada y verificar que existe una relación entre la toxicidad de las cepas y la liberación celular / liberada del compuesto causante sospechoso.

Explore strains with different toxicities of a given species and verify that there is a relation between toxicity of the strains and the cellular/released of the suspected causative compound.

- Explorar formas de eliminar las fracciones liberadas de los compuestos líticos

Explore ways to remove the released fractions of the lytic compounds

- Explorar los modos de acción específicos de todos estos FKT

Explore the specific modes of action of all of these FKT

5) Modos de acción, Toxicología y Aplicaciones Biotecnológicas / Modes of action, toxicology and biotechnological applications (?L.Botana)

¿Qué es lo que se sabe? / What is known?

- Muchas FAN FK nunca se han relacionado con problemas de salud humana después del consumo de mariscos locales.

Many FK HAB have never been related to human health issues following consumption of local seafood

Tópicos de investigación e implementación recomendados o prioritarios / Recommended or priority topics for research and implementation

- ¿Sabemos algo sobre la bioacumulación de FKT? ¿Son estos FKT tóxicos para la salud humana? ¿Se pueden consumir pescados o mariscos muertos?

Do we know anything regarding bioaccumulation of FKT? Are these FKT toxic to human health? Can dead fish or shellfish be consumed?

- Necesidad de realizar estudios toxicológicos en estos diferentes FKT para enfocarse mejor en los modos específicos de acción.

Need to perform toxicological studies on these different FKTs to better target the specific modes of actions

- Aplicaciones biotecnológicas y médicas relacionadas con estas propiedades FKT.

Biotechnological and medical applications related to these FKT properties

6) La necesidad de bioensayos – y cuáles seleccionar / The necessity of bioassays – and which ones to select – Helene Hégaret & Jorge Mardones



¿Que es lo que se sabe? / *What is known?*

- Se han utilizado muchos bioensayos diferentes para determinar la toxicidad de las especies de algas ictiotóxicas / líticas o sus compuestos líticos.
Many different bioassays have been used to determine the toxicity of the ichthyotoxic/lytic algal species or their lytic compounds
- Estos bioensayos incluyen muchos organismos enteros diferentes, como *Artemia*, copépodos o peces (embriones, larvas o juveniles).
These bioassays include a lot of different whole organisms, such as Artemia, copepods or fish (embryos, larvae or juveniles).
- El uso de animales enteros, incluidos peces juveniles o adultos, requiere tanto las instalaciones de crianza como un gran volumen de algas (o sus lisinas) y muy a menudo autorizaciones de ética animal.
The use of entire animals, including juvenile or adult fishes, requires both the rearing facilities and a large volume of algae (or their lysins) and very often animal ethics authorisations.
- También se han desarrollado ensayos *in vitro* con efectos alelopáticos objetivo o efectos en líneas celulares específicas, como embriones, hepatocitos o líneas celulares branquiales.
In vitro assays have also been developed target allelopathic effects or effects on specific cell lines, such as embryos, hepatocyte or gill cell line.
- El bioensayo de células RTgillsW1 parece ser el más prometedor hasta el momento, requiere poca cantidad de FKT o FKA y muestra una alta sensibilidad, y ha sido sometido a la certificación ISO-OECD
The RTgillsW1 cell bioassay seems to be the most promising bioassay so far, requiring low amount of FKT or FKA and showing high sensitivity, and has been submitted for ISO-OECD certification
- Hasta el momento, no existe un bioensayo estandarizado, ni metodología para poder evaluar sistemáticamente la toxicidad de estas algas ictiotóxicas / líticas y sus toxinas.
So far, there is no standardized bioassay, neither methodology to be able to systematically assess the toxicity of these ichthyotoxic/lytic algae and their toxins.

Tópicos de investigación e implementación recomendados o prioritarios / Recommended or priority topics for research and implementation

- Necesidad de materiales de referencia (FKT)
Need for reference materials (FKT)
- Desarrollar un bioensayo altamente sensible para detectar la gama más amplia de algas líticas / ictiotóxicas o sus lisinas en el marco de las "Tres R": *Reemplazo, Reducción y Refinamiento*.
Develop a highly sensitive bioassay in order to detect the widest range of lytic/ichthyotoxic algae or their lysins within the frame of the "Three Rs": Replacement, Reduction and Refinement.
- Desarrollar un bioensayo estandarizado como indicador de la toxicidad aguda de los peces, potencialmente basado en sus diferentes modos de acción.



Develop and standardized bioassay as a proxy of the acute fish toxicity, potentially based on their different mode of actions

- Apuntar a bioensayos de bajo volumen.
Aim for low-volume bioassays
- Validar este bioensayo estandarizado con intercalibraci3n internacional de laboratorio
Validate this standardized bioassay with international laboratory inter-calibration
- Desarrollar un bioensayo *in situ* que permita un monitoreo f3cil y r3pido de terreno, disponible para las partes interesadas, la comunidad cient3fica, etc. (membranas sint3ticas, bioensayo *Chaetoceros* QY, etc.)
Develop an in situ bioassay allowing easy and quick on site monitoring available to stakeholders, scientific community etc. (synthetic membranes, Chaetoceros QY bioassay, etc.)
- Necesidad de manual / gu3a de buenas pr3cticas al manipular algas y lisinas ictiot3xicas / l3ticas.
Need for manual/guide of good practices when handling ichthyotoxic/lytic algae and lysins
- Necesidad de cursos de capacitaci3n internacional para utilizar adecuadamente los bioensayos estandarizados.
Need for international training courses to properly use standardized bioassays

7) Ecolog3a y fisiolog3a de FKA / *Ecology and physiology of FKA* – Allan Cembella

¿Qu3 es lo que se sabe? / *What is known?*

T3picos de investigaci3n e implementaci3n recomendados o prioritarios / *Recommended or priority topics for research and implementation*

- ¿Las granjas marinas estimulan las FKA?
Do fish farms stimulate FKA?
- Investigar la ecolog3a y ciclos de vida de las especies causantes (e.g. el origen del in3culo de la floraci3n)
Investigate the ecology and life cycles of causative species (e.g. origin of bloom inoculum)
- Rol de la microbioma en el desarrollo de FKA y su producci3n de FKT
Role of the microbiome in the development of FKA and their FKT production
- Ictiotoxicidad de *Pseudochattonella* es particularmente poco comprendida
Pseudochattonella ichthyotoxicity is particularly poorly understood.
- Alta biomasa no siempre significa una alta ictiotoxicidad
High biomass does not always mean high ichthyotoxicity.

8) Efectos en el ecosistema / *Ecosystem effects* - Lincoln MacKenzie

¿Qu3 es lo que se sabe? / *What is known?*



- Se necesita compilar una gran cantidad de datos observacionales siguiendo eventos de FKA
Large amount of observational data following FKA events that needs to be compiled

Tópicos de investigación e implementación recomendados o prioritarios / Recommended or priority topics for research and implementation

- Recopilar una bibliografía exhaustiva (documentos publicados e informes no publicados) de relatos globales de muertes de peces y mortalidades masivas de flora y fauna marina atribuibles a HAB (suplemento a la base de datos de eventos de algas nocivas: HAEDAT)
Compile a comprehensive bibliography (published papers and unpublished reports) of global accounts of fish kills and marine flora and fauna mass mortalities attributable to HABs (supplement to Harmful Algal Event database: HAEDAT)
- A partir de la bibliografía, reunir una base de datos que contenga información sobre la fecha, ubicación, flora y fauna afectadas, magnitud, duración, especies responsables de HAB (donde se conocen), síntomas, comunidades pelágicas y bentónicas afectadas y recuperación del ecosistema.
From the bibliography assemble a data base containing information on date, location, flora and fauna affected, magnitude, duration, HAB species responsible (where known), symptoms, affected pelagic and benthic communities and ecosystem recovery.
- Usar la base de datos para investigar los efectos del ecosistema por organismos productores de toxinas conocidos (por ejemplo, *Karenia* spp.) versus especies que matan peces donde el mecanismo aún se desconoce (por ejemplo, rafidófitas).
Use the data base to investigate ecosystem affects by known toxin producing organisms (e.g. Karenia spp.) and versus fish-killing species where the mechanism is as yet unknown (e.g. raphidophytes)
- Identificar elementos comunes en las condiciones de la columna de agua (temperatura, salinidad, luz, nutrientes, fenología de fitoplancton y ciclos de vida, meteorología y contexto oceanográfico) asociados con floraciones de mortalidad masiva
Identify commonalities in water column conditions (temperature, salinity, light, nutrients, phytoplankton phenology and life cycles, meteorology and oceanographic context) associated with mass mortality blooms
- Hacer estimaciones de las pérdidas de biota natural económicamente explotada (peces, crustáceos, equinodermos, moluscos) debido a las FAN.
Make estimates of losses of economically exploited natural biota (fish, crustaceans, echinoderms, molluscs) due to HABs.
- Explorar opciones para intervenciones (por ejemplo, translocación) para mejorar el restablecimiento de las comunidades bentónicas afectadas.
Explore options for interventions (e.g. translocation) to enhance the reestablishment of impacted benthic communities



- Desarrollo de herramientas moleculares prácticas para el diagnóstico de campo rápido y rutinario de especies FAN importantes (por ejemplo, *Pseudochattonella*, *Karenia* spp.).
Development of practical molecular tools for rapid routine field diagnosis of important HAB species (e.g. Pseudochattonella, Karenia spp.).
- Desarrollar métodos para la exploración de posibles vínculos causales entre las emisiones de nutrientes de las granjas de peces y la generación de HAB (por ejemplo, relaciones de isótopos de nitrógeno / carbono, e-DNA, modelos biofísicos mejorados).
Develop methods for the exploration of potential causative links between fish farm nutrient emissions and the generation of HABs (e.g. nitrogen/carbon isotope ratios, e-DNA, improved biophysical modelling).

9) Cambio climático /Climate change – Gustaaf Hallegraeff

¿Que es lo que se sabe? / What is known?

- El cambio climático en los océanos es multifactorial y puede afectar a las FAN a través del calentamiento, la acidificación de los océanos, el aumento de la estratificación, la disponibilidad de nutrientes, las fuertes lluvias y la escorrentía de la tierra, y los impactos en los pastoreadores, etc.
Ocean climate change is multifactorial and can affect HABs through warming, ocean acidification, increased stratification, nutrient availability, heavy rainfall and land runoff, and impacts on grazers etc
- Los modelos climáticos cada vez más sofisticados (RCP8.5) pueden ayudar a identificar cómo cambiarán las diferentes regiones oceánicas a diferentes velocidades, por ejemplo, puntos con alta temperatura
Increasingly sophisticated climate models (RCP8.5) can help identify how different ocean regions will change at different rates eg. temperature hotspots
- Podemos aprender de los fenómenos climáticos extremos, como el 2015/16 El Niño / ola de calor, que desencadenó de manera impredecible diferentes HAB (*Alexandrium*, *Pseudo-nitzschia*, *Pseudochattonella*) en diferentes partes de la misma cuenca del Pacífico
We can learn from extreme climate events such as the 2015/16 El Nino/heat wave, which unpredictably triggered different HABs (Alexandrium, Pseudo-nitzschia, Pseudochattonella) in different parts of the same Pacific basin
- Algunas FAN que matan peces responden a los nutrientes como el impulsor clave (*Karlodinium*, *Prymnesium*, *Chattonella*), la mayoría de las FAN muestran tasas de crecimiento más altas a temperaturas más altas (con la excepción de *Alexandrium catenella* de agua fría), mientras que casi todos se ven favorecidos por el aumento estratificación de columna de agua. *Heterosigma* parece responder a la baja salinidad.
Some fish-killing HABs respond to nutrients as the key driver (Karlodinium, Prymnesium, Chattonella), most HABs show higher growth rates at higher temperatures (with the exception of



*the cold-water *Alexandrium catenella*), while nearly all are favoured by increased water column stratification. *Heterosigma* appears to respond to low salinity.*

T3picos de investigaci3n e implementaci3n recomendados o prioritarios / Recommended or priority topics for research and implementation

- Una brecha importante en nuestro conocimiento es c3mo los compuestos l3ticos responder3n a los cambios en la temperatura, pCO₂ y disponibilidad de nutrientes (N, P, Fe).

A major gap in our knowledge is how lytic compounds will respond to changes in temperature, pCO₂ and nutrient (N,P, Fe) availability.

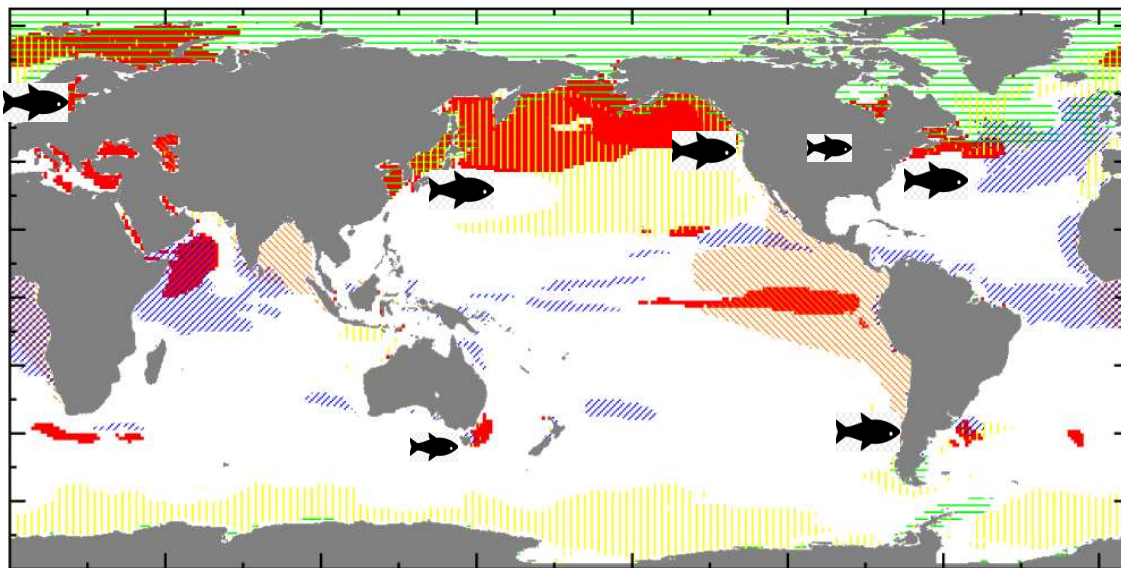
- Los modelos clim3ticos pueden ayudar a predecir expansiones de rango o cambios en la ventana de floraci3n estacional, pero las predicciones no siempre coinciden con la realidad.

Climate models can help in predicting range expansions or changes in seasonal bloom window, but predictions do not always match reality.

- El cambio clim3tico se suma a la imprevisibilidad de las FAN y exige una mayor vigilancia en los esfuerzos de monitoreo.

Climate change is adding to HAB unpredictability and calls for increased vigilance in monitoring efforts.

Seafood Security in a Changing Climate



10) Prevenci3n, control, mitigaci3n / Prevention, control, mitigation- Don Anderson

¿Qu3 es lo que se sabe? / What is known?

- Existen muchas pr3cticas que pueden mitigar el impacto de las FAN que matan peces en las granjas de peces. Estos incluyen la selecci3n rigurosa de sitios basados en la ciencia, el monitoreo



frecuente de FAN, la observación del comportamiento de los peces en busca de signos de estrés, el cese de la alimentación antes de una floración, la recolección preventiva, el arrastre de las jaulas de peces a un sitio de refugio, el flujo ascendente de agua impulsado por aire de aguas profundas profundas libres de células nocivas, y muchas más. Estos pueden reducir los impactos, pero no detendrán las FAN.

There are many practices that can mitigate the impact of fish-killing HABs at fish farms. These include rigorous, science-based site selection, frequent HAB monitoring, observation of fish behavior for signs of stress, cessation of feeding prior to a bloom, pre-emptive harvesting, towing of fish cages to a refuge site, airlift upwelling of cell-free deep water, and many more. These can reduce impacts, but will not stop the HABs.

- Algunos países están haciendo avances agresivos en la mitigación o control de las FAN; otros se mueven lentamente debido a preocupaciones y precauciones ambientales. Algunos de estos enfoques son efectivos a pequeña escala (por ejemplo, dentro de un corral de red de pesca) mientras que otros son escalables a áreas mucho más grandes.

Some countries are making aggressive advances in HAB mitigation or control; others are moving slowly due to environmental concerns and cautions. Some of these approaches are effective on a small scale (e.g., within a fish net pen) whereas others are scalable to much larger areas

- Muchas FAN son desastres y deben tratarse como tales. Considere la analogía del incendio forestal.

Many HABs are disasters and should be treated as such. Consider the forest fire analogy.

- El público, los políticos y la industria de la acuicultura en la mayoría de los países desean y esperan cierto nivel de control de las FAN.

The public, politicians, and the aquaculture industry in most countries desire and expect some level of HAB control.

Tópicos de investigación e implementación recomendados o prioritarios / Recommended or priority topics for research and implementation

- Desarrollar métodos de ensayo que puedan usarse para estudiar el destino de las ictiotoxinas durante los experimentos de control de laboratorio y de campo;

Develop assay methods that can be used to study the fate of ichthyotoxins during laboratory- and field-based control experiments;

- Explorar múltiples estrategias de control de floraciones: ningún método único será adecuado para todos las FAN;

Explore multiple bloom control strategies - no single method will be suitable for all HABs;

- Explorar métodos para la eliminación de toxinas disueltas y celulares; considere arcillas y otros materiales adsorbentes que pueden modificarse químicamente para eliminar ictiotoxinas específicas;

Explore methods for both cell and dissolved toxin removal; consider clays and other adsorbent materials that can be chemically modified to remove specific ichthyotoxins;



- Pasar rápidamente de experimentos de laboratorio a estudios piloto y de mayor escala con un diseño experimental sólido para cuantificar la efectividad y los impactos ambientales;
Move rapidly from laboratory-based experiments to pilot- and larger-scale studies with sound experimental design to quantify effectiveness and environmental impacts;
- Trabajar con científicos sociales para ayudar a construir el apoyo y la participación comunitaria y política; involucrar a los pescadores y agricultores en estos estudios;
Work with social scientists to help build community and political support and involvement; engage fishermen and farmers in these studies;

11) Socio – Económicos /*Socio-economics* – Jorge Mardones

¿Que es lo que se sabe? / *What is known?*

- Masivas pérdidas económicas para la industria de peces pueden ocurrir en cuestión de horas y ser producidas por microalgas icthyotóxicas incluso en baja abundancia celular.
Massive economic losses to the finfish industry can occur in a matter of hours and be produced by low cell concentration of ichthyotoxic microalgae.
- En todas las zonas geográficas afectadas por floraciones tóxicas que generan masivas muertes de organismos acuáticos, se producen perturbaciones de diferente magnitud en el entorno social y económico.
In all the areas affected by harmful blooms linked to massive kills of aquatic organisms, disturbances of different magnitude occur in the social and economic environment.
- Los efectos icthyotóxicos adquieren diferente relevancia según las áreas geográficas en las que ocurren, según el grado de desarrollo social y económico de las comunidades afectadas, y el tipo de actividad que se perturba, como la acuicultura, la pesca o el turismo y su red social. Hay una falta significativa de investigación y evaluación social y económica de los impactos generados por estas floraciones.
The effects acquire different relevance according to the geographical areas in which they occur, according to the degree of social and economic development of the affected communities, and the type of activity that is disturbed, such as aquaculture, fisheries or tourism and its social network. There is a significant lack of social and economic research and evaluation of the impacts generated by these blooms.

Tópicos de investigación e implementación recomendados o prioritarios / Recommended or priority topics for research and implementation

- Es importante generar diagnósticos apropiados de la estructura social y la organización de las comunidades locales afectadas, el tipo de comunidad afectada, la distinción de los pueblos nativos



y la orientación y tipo de actividad económica que se ve afectada por las floraciones algales asociadas a la muerte masiva de organismos acuáticos.

It is important to generate appropriate diagnoses of the social structure and organization of the affected local communities, the type of community affected, the distinction of native peoples and the orientation and type of economic activity that is disturbed by the blooms associated to massive kills of aquatic organisms.

- El conocimiento adquirido por las comunidades afectadas por los eventos microalgales ictiotóxicos, debiera proporcionar pautas políticas para mitigar los efectos, el tipo de subsidios que deberían darse y las orientaciones para la reubicación de las personas durante los períodos en los que los efectos de los eventos tóxicos están presentes, como también, estrategias de reubicación debidas a los desplazamientos sociales, cuando la magnitud de estos eventos produce efectos de magnitud que impiden el mantenimiento de la complejidad de la red social.

Knowledge gained from communities affected by fish kills events, would provide guide lines to policies to mitigate effects, type of subsidies than should be given and orientations dealing the people relocation during the periods in which the effects of toxic events are present, as well as, relocation strategies due to social displacements, when the magnitude of these events produce effects of magnitude preventing the maintenance of the social network complexity.

12) Implementación / *Implementation*

- a. ¿Participación / respaldo de la FAO o la ONU?
 - b. ¿Grupo de trabajo SCOR?
 - c. Equipo de trabajo de IPHAB
 - d. UE
 - e. Talleres de entrenamiento
 - f. Sesiones dedicadas al tema en conferencias.
 - g. Número especial - Algas nocivas (diferido hasta después de la sesión de FKA en ICHA México)
-
- a. *FAO or UN involvement/endorsement?*
 - b. *SCOR Working Group?*
 - c. *IPHAB Task Team*
 - d. *EU*
 - e. *Training workshops*
 - f. *Dedicated sessions at conferences*
 - g. *Special issue – Harmful Algae (deferred until after the FKA session at ICHA Mexico)*



ANEXO 1







Advanced International Colloquium
and Technical Workshop on

FISH-KILLING MARINE ALGAE & THEIR EFFECTS

JUEVES 10 DE OCTUBRE, 2019 - PUERTO VARAS

N°	Nombre	Instituci3n	Firma
1	Patricia Pina R.	Francia	
2	Andrés Roca B.	MINSA L / DIPOL	
3	Yelina Aguilar	CONICET - Argentina	
4	Emmanuel Zúñiga	CONICET - ARGENTINA	
5	Patricia Beristain	Universidad de Los Lagos	
6	Arturo Quiroz	Armado de Chile	
7	Pamela Urutia	Mowi Chile	
8	Sergio Contreras	IFOP	
9	Nathalie Furca	Bloomvision	
10	Valentina Vargas	IFOP	Vargast
11	Lincoln Mackenzie	Cantham Institute NZ	Lincoln Mackenzie
12	Mitsunori Iwataki	Univ Tokyo, Japan	Mitsunori Iwataki
13	Helene Hegaret	LETIAR, CNRS, FRANCE	
14	Valeria Calcaro	Australia	
15	Sylvie Paredes	ZFOP	
16	Carlos Tapia A	Sonopescas	
17	Nelson Pinto J	SCENARIOS	
18	Gaston Videla S.	IFOP	
19	Kyoko Yamizu	IFOP	
20	Luis Naranjo	IFOP	



Advanced International Colloquium
and Technical Workshop on

FISH-KILLING MARINE ALGAE & THEIR EFFECTS

JUEVES 10 DE OCTUBRE, 2019 - PUERTO VARAS

N°	Nombre	Instituci3n	Firma
21	Sandra Snyedberg M	IFOP	
22	Pablo Rogn	IFOP	
23	Rodrigo Martnez	IFOP	
24	Lara Harcus	NTM	
25	Claudia Ryz	DM A	
26	Guine Ossato	IFOP-CREAM	
27	Caroline Aguirre M	IFOP	
28	Dennis Mague	Subperce	
29	Carlos Fdez	BUMR	
30	Martn Brandon	ADL Diagnostic	
31	A. Clement	Planctm Andruo	
32	Pamela Corbone H A.	IFOP	
33	Natalia Barrientos	Jadran.	
34	Yenny Guerrero A	Sernapesca	
35	EDUARDO SANCHEZ	VERARSA	
36	Paulina Antoch	Intesal	
37	Keren Coneu	IFOP	
38	Lovebo Lopez	IFOP	
39	Gissela Wbns	IFOP	
40	Carolina Soto	IFOP	





Advanced International Colloquium
and Technical Workshop on

FISH-KILLING
MARINE ALGAE &
THEIR EFFECTS

JUEVES 10 DE OCTUBRE, 2019 • PUERTO VARAS

N°	Nombre	Institución	Firma
41	Rosa Parake	IFOP	
42	M ^a José Quinzó	Salmones Canaudha co	
43	Rodrigo Piñera	Salmones Canaudha co	
44	Claudio We	Salmones Canaudha co	
45	Cristina Winkler	Proyecto Pincay	
46	Karla Fernández	Salmones Canaudha co	
47	Misael	IFOP	
48	Gustaf Hallegraeff	University Tasmania	
49	EDUARDO AGUILERA	SERAPESCA	
50	OSCAR ESPINOZA	IFOP	
51	Nicole Pessy	IFOP	
52	Thomas G. Larsen	Technical Uni. of Denmark	
53	Peter Jørgen Hansen	Univ. of Copenhagen, DK	
54	Leonardo García	IFOP	
55	Don Anderson	WHOI	
56	Carolina Barrios	IFOP	
57	Jorge Nuñez	IFOP	
58			
59			
60			



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

ANEXO 8

Taller finalización



F. Leonardo Guzmán Méndez
Jefe División Investigación en Acuicultura
Instituto de Fomento Pesquero - IFOP

Saluda atentamente a usted y tiene el agrado de invitarle al Taller de difusión de resultados, del proyecto "Programa de manejo y monitoreo de las mareas rojas en el sistema de fiordos y canales de Chile, XIII etapa años 2019-2020".

Este taller se realizará el día viernes 12 de junio, entre las 9:00 y 11:30 horas, accediendo al siguiente link de Google Meet: meet.google.com/kjf-rtbd-cro

Puerto Montt, junio de 2020

S.R.C: 965948768, email: leonardo.guzman@ifop.cl

WWW.IFOP.CL





Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN)
Departamento de Medio Ambiente
División de Investigación en Acuicultura
Instituto de Fomento Pesquero

PROGRAMA TALLER DIFUSIÓN INFORME FINAL

CONVENIO DE DESEMPEÑO 2019

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO/SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT

"Programa de manejo y monitoreo de las mareas rojas en el sistema de fiordos y canales de Chile, XIII etapa, años 2019 – 2020"

		via telemática, viernes 12 de junio	
09.00 – 09.10	Palabras introductorias al taller. Dr. Leonardo Guzmán Méndez Jefe División de Investigación en Acuicultura		
09.10 – 09.25	1. "Patrones geográficos del ensamble fitoplanctónico en el periodo octubre 2007-febrero 2019". DRA. GEMITA PIZARRO		
09.25 – 09.40	2. "Análisis exploratorio del ensamble fitoplanctónico en la capa superficial (0-10 mts) y capa subsuperficial (10-20 mts) en canales y fiordos del sur de Chile". DR(c) RODRIGO MARTÍNEZ		
09.40 – 09.55	3. "Distribución y abundancia de cinco taxones de <i>Alexandrium</i> , <i>Dinophysis</i> y <i>Protoceratium</i> en los fiordos y canales de Chile (octubre 2007 – febrero 2019)". DR. LEONARDO GUZMÁN		
09.55 – 10.10	PREGUNTAS 15 MINUTOS		
10.10 – 10.25	DESCANSO 5 MINUTOS		
10.25 - 10.40	4. "Variación temporal y espacial de dinoflagelados tóxicos nocivos en la zona de transición de mar interior de Chiloé y el sistema de fiordos patagónicos norte". DR. JAVIER PAREDES		
10.40 – 10.55	5. "Estudio de quistes de dinoflagelados nocivos en sedimentos superficiales del sur de Chile (~41°-55° S)". DR. PABLO SALGADO		
10.55 – 11.10	6. "Filogenia, taxonomía y fisiología del dinoflagelado tóxico <i>Karenia selliformis</i> en Chile y su relación con un complejo de distribución global". DR. JORGE MARDONES		
11.10 – 11.25	PREGUNTAS 15 MINUTOS		
11.30	Cierre de taller		



LISTADO DE ASISTENTES AL TALLER DE CIERRE

PROGRAMA MANEJO Y MONITOREO DE LAS MAREAS ROJAS EN EL SISTEMA DE FIORDOS Y CANALES DE CHILE, ETAPA XIII, AÑO 2019-2020

VÍA TELEMÁTICA, 12 JUNIO DE 2020

Nº CORREO ELECTRÓNICO

- 1 oscar.espinoza@ifop.cl
- 2 carolina.barrientos@ifop.cl
- 3 berdalet@icm.csic.es
- 4 maxfrangopulos@gmail.com
- 5 osvaldo.artal@ifop.cl
- 6 manueldiaz@uach.cl
- 7 pablo.salgado@ifop.cl
- 8 margarita.gonzalez@ifop.cl
- 9 mauricio.palma@ifop.cl
- 10 graciela.manquehual@ifop.cl
- 11 lilian.diaz@ifop.cl
- 12 luís.norambuena@ifop.cl
- 13 cesar.alarcon@ifop.cl
- 14 pablo.leal@ifop.cl
- 15 carolina.oyarzo@ifop.cl
- 16 cgfalcon@economia.cl
- 17 claudia.spinetto@ifop.cl
- 18 emma.cascales@ifop.cl
- 19 pedro.calabrano@ifop.cl
- 20 christian.espinoza@ifop.cl
- 21 facundobarrera@udec.cl
- 22 Loreto.lopez@ifop.cl
- 23 ivan.perez@ulagos.cl
- 24 sandra.silva@ifop.cl
- 25 diego.ocampomelgar@csiro.au
- 26 david.opazo@ifop.cl
- 27 paulina.vera.tor@gmail.com
- 28 alexcle@plancton.cl

NOMBRE E INSTITUTICION

Oscar Espinoza, IFOP
Carolina Barrientos, IFOP
Elisa Berdalet, GlobalHAB (IOC & SCOR) ICM-CSIC, Barcelona
Maximo Frangopulos, UMAG
Osvaldo Artal, IFOP
Manuel Diaz, Laboratorio de Investigacion Pesquera. UACH
Pablo Salgado, Instituto de Fomento Pesquero
Margarita Gonzalez, IFOP
Mauricio Palma, IFOP
Graciela Manquehua, IFOP
Lilian Díaz, IFOP
Luis Norambuena, IFOP
Cesar Alarcon, IFOP
Pablo Leal, IFOP
Carolina Oyarzo, IFOP
Carla Falcón, Subsecretaría de Economía y EMT
claudia.spinetto, IFOP
Emma Karin Cascales Hellman, Instituto de Fomento Pesquero
Pedro Calabrano, Ifop
Christian Espinoza; IFOP
Facundo Barrera, CR2-UdeC
Loreto López, IFOP
Iván Pérez, Centro i-mar Universidad de Los Lagos
Sandra Silva Klenner, IFOP
Diego Ocampo, CSIRO
David Opazo, IFOP
Paulina Vera, Subpesca
ALEJANDRO CLEMENT PLANCTON ANDINO



29	johana.ojeda@ifop.cl	Johana Andrea Ojeda Palma; IFOP
30	alejandra.lafon@gmail.com	Alejandra Lafon, IFOP
31	arenas.vit@gmail.com	Victoria Arenas, Eco Austral
32	mariaangelica.tocornal@redsalud.gov.cl	María Angélica Tocornal, Seremi Salud Aysén
33	juancarlos.union@ifop.cl	Juan Carlos Union, Ifop
34	julia.caceres@ifop.cl	Julia Cáceres, Instituto de Fomento Pesquero -Crean
35	erik.daza@ifop.cl	Erik Daza, Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)
36	gcastro@subpesca.cl	Gustavo Castro, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
37	kyokoyarimizu@gmail.com	SATERPS MACH, IFOP
38	marcoapintot@gmail.com	Marco Pinto, Universidad Austral
39	npino@sernapesca.cl	Nelson Pino, Sernapesca Los Lagos
		Daniel Carrasco Palma (Laboratorio Toxinas Marinas - U. de Chile)
40	dcarrascopalma@gmail.com	Gemita Pizarro, IFOP
41	gemita.pizarro@ifop.cl	Benjamín Suárez, Laboratorio Toxinas Marinas Universidad de Chile
42	bamsuarez@gmail.com	Mylena Menanteau Mansilla, Instituto de Fomento Pesquero
43	mylena.menanteau@ifop.cl	Jesus Mró , SATREPS MACH ULAGOS-U OKAYAMA
44	jesusml@okayama-u.ac.jp	Javiera Espinoza , IFOP CREAM
45	javiera.espinoza@ifop.cl	Karen Correa IFOP-CREAM
46	karen.correa@ifop.cl	Hernan Pacheco Valles, IFOP
47	hernan.pacheco@ifop.cl	Leandro Lincoqueo, CREAM Ifop
48	leandro.lincoqueo@ifop.cl	Paola Hinojosa, IFOP
49	paola.hinojosa@ifop.cl	Gresel Arancibia, Sernapesca
50	garancibia@sernapesca.cl	Marcela Lara, Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura
51	mlara@sernapesca.cl	Patricio Mejías Wagner, IFOP
52	patricio.mejias@ifop.cl	Salmonexpert, francisco@salmonexpert.cl
53	francisco@salmonexpert.cl	Verónica Muñoz, IFOP
54	veronica.munoz@ifop.cl	Erika Silva, Sernapesca
55	esilva@sernapesca.cl	Constanza Silva, Sernapesca
56	dgpfasnp@gmail.com	Nora Montoya. INIDEP, Mar del Plata , Argentina
57	nmontoya@inidep.edu.ar	Cristina Hernández, Lab Salud Pública Seremi Salud Los Lagos
58	cristina.hernandez@redsalud.gov.cl	Rodrigo Vera IFOP
59	rodrigo.vera@ifop.cl	Jazmín Salinas Olivares, Sernapesca
60	jsalinas@sernapesca.cl	Allisson Astuya, UdeC
61	aastuya@gmail.com	valentina besoin, IFOP
62	valentina.besoain@ifop.cl	Claudia Zamora, Instituto de Fomento Pesquero
63	claudia.zamora@ifop.cl	Francisco Holmberg, Subpesca direccion zonal Aysen
64	francisco.holmberg.retamal@gmail.com	Gresel Arancibia, Sernapesca
65	greselarancibia@gmail.com	Gonzalo Alvarez, Universidad Católica del Norte
66	gmalvarez@ucn.cl	Carolina Toro, IFOP
67	carolina.toro@ifop.cl	



68	fcalderon@sernapesca.cl	Francisco Javier Calderón. SERNAPESCA
69	francisca.narvaez@ifop.cl	Francisca Narvéez. (CREAN) IFOP
70	furibe@subpesca.cl	Flor Uribe, Subpesca
71	ptapia@sernapesca.cl	Pablo Tapia, Sernapesca
72	nleiva@sernapesca.cl	Nicolas Leiva, Sernapesca
73	italo.masotti@uv.cl	ITALO MASOTTI - Universidad de Valparaíso
		Pilar Aparicio, FACIMAR, UV, Ctro Ciencia Clima y Resiliencia (CR2)
74	papariciorizzo@gmail.com	Karim Kaiser Contreras. SHOA
75	karim.kaiser@vtr.net	Cristian Jara Medina, sernapesca
76	cjaram@sernapesca.cl	DORIS SOTO, UdeC
77	dorist07@gmail.com	Luis Iriarte, Instituto de Fomento Pesquero
78	luis.iriarte@ifop.cl	LUIS BURGOS. INST OCEANOGR.DE LA ARMADA (INOCAR)
79	luis.burgos@inocar.mil.ec	Miriam Seguel, CERAM UACH
80	mrseguelizama@gmail.com	juan carlos Unión, IFOP
81	juancarlos.union@ifop.cl	Cristián Vargas, Direccion Zonal de Pesca y Acuicultura XII Región.
82	cvargasv@subpesca.cl	Gabriel Soto, IFOP
83	gabriel.soto@ifop.cl	Christian Espinoza, IFOP
84	christian.espinoza@ifop.cl	JONNATHAN VILUGRON, CREAN-IFOP
85	vilugront@gmail.com	Pérez, Subpesca
86	cperez@subpesca.cl	Javier Paredes, CREAN-IFOP
87	javier.paredes@ifop.cl	Héctor Tardón, IFOP
88	hector.tardon@ifop.cl	Yolanda Pazos, Inst Tecnológico Control Medio Marino, Galicia
89	ypazos@intecmar.gal	Marisol Alvarez Sotomayor. SUBPESCA. División de Acuicultura
90	malvarez@subpesca.cl	Cristián Acevedo V; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
91	cristianac@subpesca.cl	Alejandra Lafon, IFOP
92	alejandra.lafon@ifop.cl	Mauricio Palma; IFOP (CREAN)
93	mauricio.palma@ifop.cl	MARCELO ENRIQUE AYALA RODRIGUEZ, SMA
94	MARCELOAYALARO72@GMAIL.COM	Geysi Urrutia, Multiexport Foods S.A
95	gurrutia@multiexportfoods.com	Hernán Padilla, Instituto de Fomento Pesquero
96	hernan.padilla@ifop.cl	José Alejandro Barreiro Isabel, Secretaria de Salud, COFEPRIS
97	jabi2841@gmail.com	Rosa González, IFOP
98	rosa.gonzalez@ifop.cl	Claudia Pérez, IFOP
99	claudia.perez@ifop.cl	Manuel Diaz, Laboratorio de Investigacion Pesquera. UACH
100	manueldiaz@uach.cl	Johana Andrea Ojeda Palma; IFOP
101	johana.ojeda@ifop.cl	Gustavo Castro, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
102	gcastro@subpesca.cl	Daniel Carrasco Palma (Laboratorio Toxinas Marinas - U. de Chile)
103	dcarrascopalma@gmail.com	Mylena Menanteau Mansilla, Instituto de Fomento Pesquero
104	mylena.menanteau@ifop.cl	Pablo Tapia, Sernapesca
105	ptapia@sernapesca.cl	



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

106	nleiva@sernapesca.cl	Nicolas Leiva, Sernapesca
107	cjaram@sernapesca.cl	Cristian Jara Medina, Servicio Nacional de pesca y acuicultura
108	cristianac@subpesca.cl	Cristian Acevedo, Subpesca
109	MARCELOAYALARO72@GMAIL.COM	MARCELO ENRIQUE AYALA RODRIGUEZ, SMA
110	jsaravia@dgtm.cl	jaime saravia, DIRECTEMAR
111	andrea.rivera@minsal.cl	Andrea Rivera, MINSAL
112	lfilun@ulagos.cl	Luis Filun, Ulagos
113	pamela.urrutia@mowi.com	Pamela Urrutia, MOWI
114	ggajardo@ulagos.cl	Gonzalo Gajardo, ULAGOS
115	soniasan@imarpe.gob.pe	Sonia Sanchez, IMARPE, PERU
116	cpagueron@sernapesca.cl	C Pagueron, SERNAPESCA
117	mferbarr@uchile.cl	Maria Fernanda Barrera, Laboratorio Toxinas Marinas, Uchile
118	allanos@udec.cl	Alejandra Llanos, UdeC
119	gladys.torres@inocar.mil.ec	Gladys Torres, INOCAR, Ecuador



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA



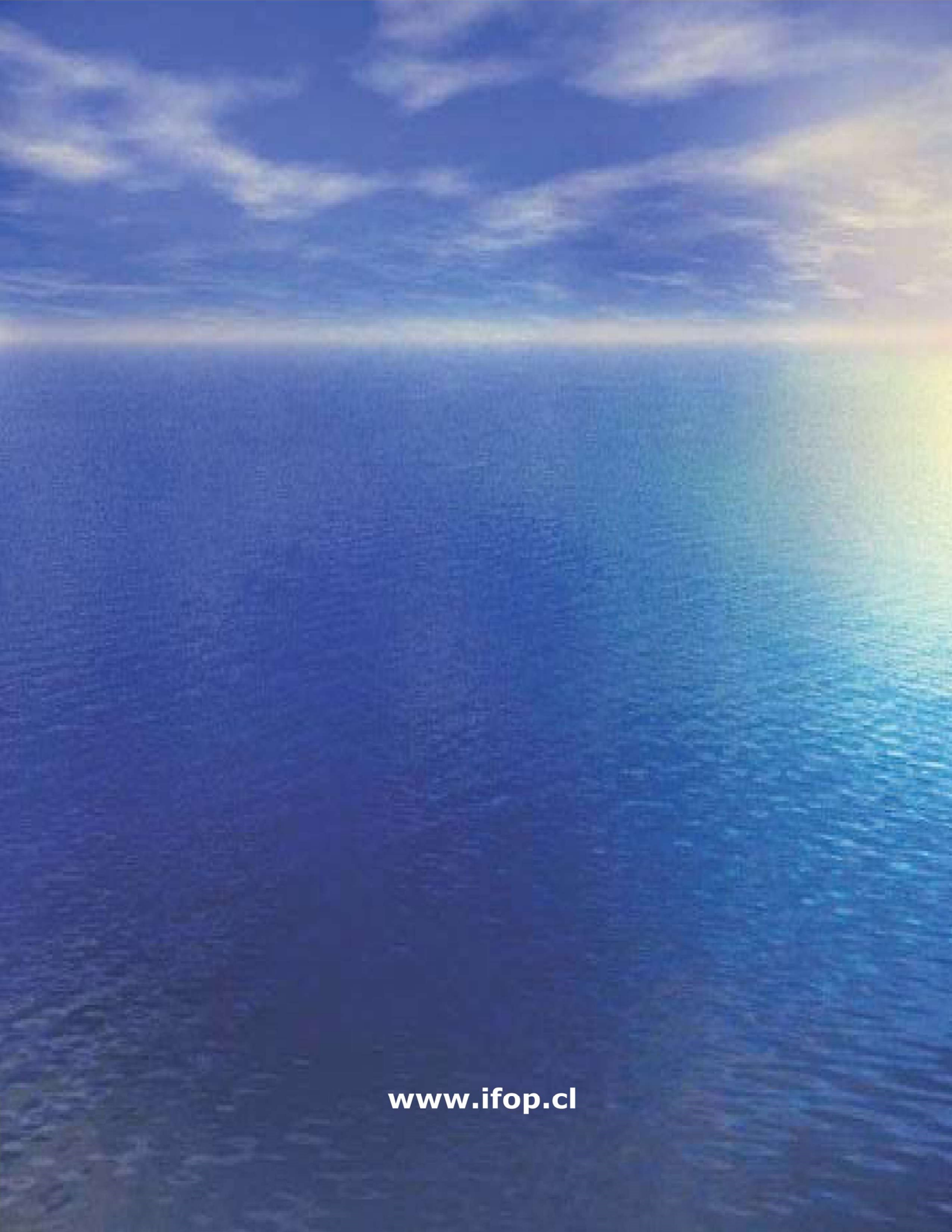
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Sección Ediciones y Producción

Blanco 839, Fono 56-32-2151500

Valparaíso, Chile

www.ifop.cl



www.ifop.cl