



**INFORME-FINAL**

Convenio Desempeño 2017-2018:  
Monitoreo de la especie plaga *Didymosphenia geminata* en  
cuerpos de agua de la zona centro sur austral,  
Etapa II, 2017-2018

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Enero 2019



**INFORME-FINAL**

Convenio Desempeño 2017-2018:  
Monitoreo de la especie plaga *Didymosphenia geminata* en  
cuerpos de agua de la zona centro sur austral,  
Etapa II, 2017-2018

**SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Enero 2019**

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

Subsecretario de Economía y  
Empresas de Menor Tamaño  
**Ignacio Guerrero Toro**

**EJECUTOR**  
**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP**

Director Ejecutivo  
**Luis Parot Donoso**

Jefe División Investigación en Acuicultura  
**Leonardo Guzmán Méndez**

**JEFA DE PROYECTO**

Jacqueline Salvo Pereira

**AUTORAS**

Jacqueline Salvo Pereira  
Alejandra Oyanedel Pérez



## RESUMEN EJECUTIVO

---

Este documento corresponde al informe final comprometido en el estudio Monitoreo de la Especie Plaga *Didymosphenia geminata* en Cuerpos de Agua de la Zona Centro Sur Austral, Etapa II 2017-2018. Se adjuntan los resultados obtenidos para cada objetivo comprometido, se presentan análisis de datos con la respectiva interpretación y, además, se incluyen comentarios acerca de la gestión sobre los acontecimientos más relevantes que ocurrieron durante el desarrollo del estudio. El período que abarca esta etapa comprende desde el 1 de septiembre de 2017 hasta el 12 de octubre de 2018.

El objetivo general de este estudio fue realizar seguimiento de la presencia/ausencia de *Didymosphenia geminata*, en aquellos ríos de importancia para la acuicultura, pesca recreativa y otras actividades económicas asociadas a estos cuerpos de agua de las regiones del Maule, Biobío, La Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Aysén y Magallanes.

Se definieron cinco objetivos específicos que contemplan vigilar la presencia/ausencia de *Didymosphenia geminata* en ríos seleccionados pertenecientes a subcuencas considerados de interés. También se identificaron posibles vectores y fómites de transporte de la especie plaga que propicien su introducción y dispersión, y se propusieron las bases para generar un método que permita evaluar el impacto de éstos y jerarquizar en orden de importancia en las distintas cuencas. Junto con el análisis de la información generada en este estudio, se analizó información histórica de cada río prospectado respecto a parámetros físico-químicos y a la presencia/ausencia de la especie a fin de establecer una asociación con *Didymosphenia geminata*. Se analizó de manera comparativa el efecto de la especie plaga *D. geminata* en cuerpos de agua con y sin su presencia. Finalmente, se describe de manera general el taller de difusión de los resultados obtenidos.

El estudio abarcó siete regiones administrativas, extendiéndose desde el río Maule, en la Región del Maule, hasta Tierra del Fuego en la Región de Magallanes. Para esta Etapa II se incorporaron 150 estaciones de muestreo más 12 estaciones de prospección definidas en base a denuncias informadas por SUBPESCA y distribuidas a través de toda el área de estudio. A la fecha de entrega de este informe final, todas las actividades relacionadas con el levantamiento de información en terreno correspondientes a las campañas de primavera-verano (noviembre 2017-enero 2018) y otoño-invierno (marzo 2018-julio 2018), así como la difusión de resultados se encuentran finalizadas.

Durante esta Etapa II, en la Región del Maule se muestrearon 5 estaciones distribuidas exclusivamente en la Cuenca del Río Maule. En la Región del Biobío se incluyeron 5 estaciones en la cuenca del Río Itata y 15 estaciones en la porción de la cuenca del río Biobío que pertenece administrativamente a esta Región. En la Región de la Araucanía se incluyeron 8 estaciones en la cuenca del Río Toltén, 5 estaciones en la cuenca del Río Imperial y 6 estaciones en la porción de la cuenca del Río Biobío que pertenecen administrativamente a esta Región. En la Región de los Ríos se muestrearon 7 estaciones en la cuenca del Río Valdivia y 8 estaciones en la porción de la cuenca del Río Bueno que pertenecen administrativamente a esta Región. En la Región de Los Lagos se muestrearon 3 estaciones en la porción de la cuenca del Río Bueno que pertenecen administrativamente a esta Región, 5 estaciones en las Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo, 9 estaciones en la cuenca del Río Puelo, 7 estaciones en la cuenca del Río Yelcho y 3 estaciones en la porción de la Cuenca Río Palena y Costeras Límite X Región que pertenece administrativamente a esta Región. En la Región de Aysén se muestrearon 9 estaciones en la porción de la Cuenca Río Palena y Costeras Límite Décima Región que pertenece administrativamente a esta Región, 9 estaciones en las cuencas Costeras e Islas entre



Río Palena y Río Aysén, 23 estaciones en la cuenca del Río Aysén y 6 estaciones en la cuenca del río Baker. Finalmente, en la Región de Magallanes se muestrearon 8 estaciones en las cuencas Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente, 1 estación en Cuencas Costeras e Islas entre R Hollemberg- Golfo Alte. Laguna Blanca, 1 estación en Cuencas Costeras e Islas entre R Hollemberg- Golfo Alte. Laguna Blanca, 2 estaciones en cuencas de la Vertiente del Atlántico y 7 estaciones en Tierra del Fuego. En la totalidad de las estaciones se obtuvieron muestras de microalgas planctónicas, microalgas bentónicas, macroinvertebrados bentónicos, muestras de agua para análisis químico, junto con una descripción visual del hábitat acuático y ribereño. Además, se incorporaron 12 estaciones de prospección distribuidas en toda el área de estudio.

La obtención de muestras de algas planctónicas se ejecutó empleando una red de plancton standard de 40  $\mu\text{m}$  la cual fue instalada a contra corriente por 10 o 5 minutos entre 0.3-1 metros de profundidad. A partir de esta muestra se verificó la presencia de didymo en la columna de agua y se analizó la comunidad fitoplanctónica. A partir del bentos se obtuvieron tres muestras de microalgas para el análisis de la comunidad completa del fitobentos, para el análisis de diatomeas, y muestras de floraciones, cuando estuvieron presentes. Los tres tipos de muestras son de tipo cuantitativo e integradas, provenientes de un área conocida ( $2\text{ cm}^2$ ) definida en 5 rocas seleccionadas al azar. Sin embargo, para el caso de las floraciones se obtuvo un volumen de 2 cc. Las muestras de macroinvertebrados se obtuvieron con una red surber con un área de  $900\text{ cm}^2$  y una abertura de malla de  $250\text{ }\mu\text{m}$ . Se obtuvieron 3 réplicas en cada sitio para integrar una muestra cuantitativa de un área de  $0.09\text{ m}^2$ . Las muestras de agua para análisis químico se obtuvieron directamente desde la columna de agua para su posterior análisis en laboratorio de variables como de Nitrógeno, Calcio, Fósforo, Sílice y Turbiedad.

De forma paralela, se registraron *in situ* variables como la temperatura del agua, conductividad, sólidos suspendidos totales y pH con equipos multiparámetros portátiles. La velocidad de corriente fue registrada en 2 puntos del tramo seleccionado con un caudalímetro Global-Water a 3 profundidades distintas. La descripción del hábitat reúne observaciones del hábitat fluvial y el ambiente ribereño, en relación al hábitat fluvial se registró el tipo de flujo, la cobertura de sustrato (roca madre, bloques y piedras, bolones, gravas, arena, fango, macrófitas, residuos leñosos, camas de hojas, sustratos artificiales), diámetro de bolones, grado de enfangamiento de bolones y características geomorfológicas generales (tipo de tramo, forma del canal, entre otras). Para el ambiente ribereño se registran variables relacionadas con las actividades del entorno, junto con condiciones meteorológicas locales.

La selección y distribución de las estaciones, estuvo sujeta a los requerimientos de SUBPESCA y la totalidad de las estaciones estuvieron incluidas en monitoreos previos, ejecutados por otras instituciones. Con el fin de aumentar la cobertura geográfica y obtener información representativa, algunas estaciones fueron relocalizadas o eliminadas de esta Etapa, debido a que no cumplieron los criterios de selección establecidos por SUBPESCA e IFOP o debido a que entregaban información replicada, como es el caso de estaciones separadas por menos de 5 km de distancia.

Para el periodo que se informa, septiembre 2017-octubre 2018, se entrega toda la información recogida y analizada a partir de un total de 162 estaciones incluidas estaciones de prospección. Todas las actividades asociadas al trabajo de campo se ejecutaron entre el 8 de noviembre de 2017 y el 11 de julio de 2018. Dada la extensión del área de estudio, algunas cuencas fueron muestreadas de forma simultánea. Sin embargo, la mayoría de las cuencas fueron muestreadas de forma alternada.

Las actividades de muestreo correspondientes a la campaña de primavera-verano fue ejecutada entre las fechas que se detallan a continuación: entre el 11 y el 18 de noviembre de 2017 se muestrearon las estaciones



distribuidas en la Región de Magallanes, entre el 5 y el 10 de diciembre se muestrearon las estaciones distribuidas en las cuencas de la Región de los Ríos, entre el 16 y el 17 de diciembre de 2017 se muestrearon las estaciones distribuidas en cuencas de la Región del Maule, entre el 12 de diciembre de 2017 y el 3 de enero de 2018 se muestrearon las estaciones distribuidas en cuencas de la Región de la Araucanía, entre el 6 de diciembre de 2017 y el 19 de enero de 2018 se muestrearon las estaciones distribuidas en las cuencas de la Región de Los Lagos, entre el 18 de diciembre 2017 y el 8 de enero de 2018 se muestrearon las estaciones distribuidas en las cuencas de la Región del Biobío. Finalmente, entre el 13 y 26 de enero se muestrearon las estaciones distribuidas en las cuencas de la Región de Aysén. Respecto a la campaña de otoño-invierno las actividades se ejecutaron entre las fechas que se detallan a continuación: 21 de marzo al 04 de abril 2018 estaciones distribuidas en la Región de Magallanes, desde el 18 de abril al 08 de mayo se muestrearon las estaciones distribuidas en las cuencas de la Región de Aysén, del 29 de mayo al 11 de julio se muestrearon las estaciones distribuidas entre las regiones del Maule y Los Lagos.



## ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN .....	5
2. ANTECEDENTES.....	7
3. OBJETIVOS.....	9
3.1 Objetivo general. ....	9
3.2 Objetivos específicos. ....	9
4. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN .....	10
5. REQUERIMIENTOS METODOLÓGICOS .....	11
5.1 Objetivo específico I.....	11
5.2 Objetivo específico II.....	14
5.3 Objetivo específico III.....	14
5.4 Objetivo específico IV.....	15
5.5 Objetivo específico V.....	16
6. RESULTADOS.....	17
6.1 Objetivo específico I.....	17
6.2 Objetivo específico II.....	61
6.2.1 Vectores y fómites de transporte de la especie plaga que propicien introducción y dispersión de <i>D. geminata</i> .....	61
6.2.2 Método para evaluación de impacto y jerarquizar orden de importancia de vectores y fómites .....	69
6.3 Objetivo específico III.....	74
6.3.1 Variables ambientales históricas.....	74
6.3.2 Relación de los datos ambientales y <i>D. geminata</i> .....	8
6.4 Objetivo específico IV.....	13
6.5 Objetivo específico V.....	55
7. DISCUSIÓN.....	57
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63



## 1. INTRODUCCIÓN

Durante el año 2010 se detectó la presencia en Chile de la microalga bentónica de agua dulce *D. geminata*, conocida comúnmente como didymo. Esta especie nativa del hemisferio norte, reconocida por sus características invasoras, fue declarada plaga en nuestro país en 2010 manteniendo esta condición hasta la fecha. Desde entonces la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) y el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), mandatados por el Reglamento Sobre Plagas Hidrobiológicas (D.S. N°345/2005 y sus modificaciones), mantienen una constante actividad de prospección, seguimiento y vigilancia en áreas de riesgo y en áreas invadidas por la microalga. En este sentido, se requiere continuar la prospección y seguimiento a fin de no descuidar los sectores que limitan con las áreas declaradas plaga, y así identificar prontamente nuevos brotes o nuevas áreas de distribución de la microalga. Además, mantener una vigilancia con frecuencia estacional de las variaciones de la abundancia relacionadas con su proliferación, analizar su efecto sobre ecosistemas con su presencia y mantener un programa de difusión de resultados, además de la aplicación de medidas de bioseguridad para el control de la plaga.

Debido a que *D. geminata* produce proliferaciones mucilaginosas masivas que cubren el sustrato fluvial y zonas litorales lacustres, es considerada plaga en países como Estados Unidos, Polonia, Noruega, Nueva Zelanda y Chile. En los últimos años, los países afectados por la plaga han dirigido importantes esfuerzos para contener su dispersión, generar conocimiento sobre los impactos económicos/ecológicos y sobre los factores que condicionan su dispersión y colonización. Algunas evidencias sugieren efectos sobre las comunidades bentónicas de macroinvertebrados, al modificar la composición taxonómica y abundancia de individuos (Gillis & Chalifour 2010; Kilroy *et al.* 2009). También se han identificado efectos sobre especies ícticas de interés para la acuicultura y pesca recreativa, como *Salmo salar* y *Salmo trutta*, sobre las cuales interfería en la activación y movilidad de los gametos, así como en la dieta y crecimiento de los peces (James & Chipps 2016; Olivares *et al.* 2015). En relación a los impactos económicos, no existen estudios acabados al respecto. Sin embargo, se ha señalado que las proliferaciones masivas de didymo degradan la estética de los ríos y lagos, reduciendo el interés por la pesca deportiva, impactando al turismo y el comercio asociado a esta actividad (Beville *et al.* 2012).

Entre las variables que condicionan la distribución de esta plaga, la baja concentración de fósforo ha sido identificada como una de las variables químicas más relevantes (Lindstrøm & Skulberg, 2008; Bothwell & Kilroy, 2011; Bothwell & Taylor, 2017). Por ejemplo, en ríos de Nueva Zelanda se ha observado que las proliferaciones masivas ocurren en concentraciones de Fósforo Soluble Reactivo menores a 5 mg m<sup>-3</sup>. La capacidad de *D. geminata* de proliferar en aguas con estas características se relaciona con la presencia de una enzima monofosfoesterasa en los tallos mucilaginosos. Esta enzima le otorga la ventaja de obtener fósforo inorgánico a partir de fósforo orgánico disuelto, promoviendo su proliferación y dominancia en la comunidad perifítica (Ellwood & Whitton 2007; Whitton *et al.* 2009).

En relación a la dispersión de la plaga, el equipamiento para pesca deportiva *e.g.* waders de neopreno y botas de vadeo con suela de fieltro, han sido identificados como los vectores primarios más importantes (Bothwell *et al.* 2009), debido a que las actividades de pesca recreativa se desarrollan principalmente en ríos y esteros de aguas frías, con sustrato rocoso, flujo constante y baja concentración de nutrientes (Bergey *et al.* 2010). Estas condiciones definen, en parte, el hábitat ocupado por salmones, así como por *D. geminata*, por tanto, esta superposición de hábitats sustenta la hipótesis de la dispersión de didymo a través de la indumentaria para pesca recreativa. Sin embargo, entre los agentes dispersores de didymo, también se encuentran otras especies



invasoras como el visón (*Neovison vison*) que podría constituir un nuevo vector para la dispersión de esta diatomea, al menos, en los ríos de la Patagonia Chilena (Leone *et al.* 2014).

El presente estudio contempla el monitoreo, prospección, identificación de vectores y los eventuales efectos que las proliferaciones masivas de didymo pudieran representar para las actividades de pesca y acuicultura en territorio nacional. Para esto, se dispuso una red de monitoreo con una cobertura geográfica que abarca desde la Región del Maule hasta la Región de Magallanes. El número y distribución de estaciones ha sido acordado entre IFOP y SUBPESCA, siguiendo los criterios indicados en el “Manual de Monitoreo e Identificación de la Microalga Bentónica *Didymosphenia geminata*” (SUBPESCA 2012), así como por criterios científicos-técnicos propuestos por IFOP. Sin embargo, el número definitivo depende de aspectos logísticos que son evaluados durante las actividades de campo.

El número de total de estaciones de monitoreo es 150, pudiendo alcanzar el número máximo de 170 en caso de nuevas denuncias informadas por SUBPESCA, entre las que se identifican estaciones de monitoreo, seguimiento y prospección. Las estaciones de monitoreo, corresponden aquellas donde se ha detectado la presencia de didymo en monitoreo previos, y que han permitido determinar la evolución de la plaga en las áreas afectadas. Las estaciones de seguimiento corresponden a estaciones distribuidas en cuencas contaminadas, que no han registrado florecimiento masivo de didymo, las cuales permiten evaluar o estimar los patrones de distribución de la plaga. Finalmente, las estaciones de prospección corresponden a estaciones o áreas sin antecedentes y que son definidas en base a los requerimientos de SUBPESCA y sugerencias de IFOP.

Se espera que el estudio proporcione información respecto a cuencas sin datos respecto al estado de la plaga, antecedentes referentes a las condiciones ambientales donde se desarrolla *D. geminata*, información que permita identificar diferencias entre los ríos con y sin la presencia de la plaga, generar bases de datos y difundir los resultados del estudio entre la comunidad, autoridades y usuarios de los ecosistemas dulceacuícolas continentales del país.



## 2. ANTECEDENTES

---

La microalga *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) M. Schmith 1899 es una diatomea bentónica conocida comúnmente como “didymo” y por generar proliferaciones masivas que afectan el sustrato bentónico. Fue descrita por primera vez en las Islas Faroe al Norte de Escocia (Spaulding & Elwell 2007) y es nativa de ríos montañosos de la Región circumboreal. Según colecciones algales históricas, didymo se distribuye en todos los continentes excepto África, Australia y Antártica (Taylor & Bothwell 2014).

Históricamente, esta microalga ha sido descrita en cuerpos de aguas frías, pobres en nutrientes y aguas claras, donde crece adherida sobre el sustrato a través de un pie o tallo de mucílago. Bajo condiciones favorables, *i.e.* de aguas frías, con sustrato rocoso, flujo constante y baja concentración de nutrientes, la producción celular es estimulada y los tallos de mucílago forman extensas masas que cubren el sustrato y afectan el bentos fluvial y lacustre. Aún no existe claridad respecto a los factores que gatillan las proliferaciones de didymo, sin embargo, se relaciona con bajos niveles de nutrientes, específicamente de fósforo. Se han identificado efectos sobre las comunidades bentónicas de invertebrados y peces, y su dispersión estaría relacionada principalmente con la actividad de pesca deportiva.

Las proliferaciones de didymo fueron registradas por primera vez en los años 90 en la Isla de Vancouver Columbia Británica en Norteamérica. A partir de este episodio, comenzaron a registrarse nuevas proliferaciones masivas en Polonia en 1990, en Estados Unidos en 2002, en la Isla Sur de Nueva Zelanda en 2004 y en la Patagonia Chilena en 2010 (Kawecka & Sanecki 2003; Kilroy & Unwin 2011; Larson & Carreiro 2008; Reid & Torres 2014).

En relación a Chile, la primera proliferación de didymo fue registrada en los ríos Futaleufú y Espolón en la Región de Los Lagos. De acuerdo al Reglamento Sobre Plagas Biológicas DS N°345 de 2010, la SUBPESCA declaró como “Área de Plaga” por Res.Ex. N°3064 de 2010, ambos sectores afectados. A partir de este año, la plaga ha mostrado una dispersión agresiva dentro de la Región y comenzaron a registrarse nuevas proliferaciones entre la Región del Biobío y la Región de Magallanes. Desde esa fecha, se han declarado como Áreas de Plaga, diferentes sectores en las cuencas de los ríos Aysén, Baker (Ex. N°2812 de 2011, Res. Ex. N° 996 de 2013, Res.Ex. N° 918 de 2015, Res. Ex. N° 3709), Yelcho (Res.Ex. N°2304, Res. Ex. N° 3709), Biobío, Toltén, Puelo, Palena y Costeras Límite Décima Región, Cisnes (Res. Ex. N° 996 de 2013, Res. Ex. N°1065 de 2014, Res.Ex. N° 918 de 2015, Res. Ex. N° 3709), Tierra del Fuego (Res. Ex. N°1927 de 2013, Res. Ex. N° 3709, Res. Ex. N° 2450 de 2018), Costeras entre río Andrew y río Hollemberg e Islas al Oriente (Res.Ex. N° 918 de 2015, Res. Ex. N° 3709) y río Bueno (Res. Ex. N° 3709, Res. Ex. N°3110 de 2017), entre otras.

Desde la declaración de Áreas Plaga en territorio nacional, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) y el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), han desplegado esfuerzos constantes para monitorear la dispersión de *D. geminata*. Es así como SUBPESCA ha encargado diferentes estudios y programas de investigación a instituciones como Poch, Amakaik y Fundación CEQUA, desde el año 2011; entre otras iniciativas que han dado como principales resultados la adaptación de protocolos de muestreos, protocolos de seguridad, manuales de monitoreo y actividades de difusión. (CIEN, 2010a; CIEN, 2010b; CIEN, 2010c; CIEN, 2011b; CIEN, 2011a; POCH & U. Chile, 2011; Segura, 2011; SUBPESCA, 2011b; SUBPESCA, 2011a; AMAKAIK, 2012; POCH & U. Chile, 2012; Montecino *et al.*, 2014; POCH, 2015; CEQUA, 2016; Montecino *et al.*, 2016).



A partir del año 2016, la prospección, monitoreo y vigilancia de la plaga ha sido ejecutada por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), cuyo estudio contempla la prospección, vigilancia y seguimiento en ríos de cuencas prospectadas en estudios anteriores y ríos de cuencas donde no exista certeza de la presencia de la microalga. A fin de lograr resultados comparables con estudios previos, se utilizó la metodología indicada en el “Manual para el Monitoreo e Identificación de la Microalga Bentónica *Didymosphenia geminata*” de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA 2012). En cada estación de muestreo se estableció la presencia/ausencia de la especie, su cuantificación cuando estuvo presente, determinación de características fisicoquímicas del agua, monitoreo de macroinvertebrados, caracterización visual del hábitat y de las características fluviales de los cursos de agua a muestrear. En este estudio analizaron las características que propician la aparición o mantención de esta especie, para lo cual se han utilizado herramientas de análisis estadístico multivariado. En el análisis de la información se consideraron los resultados de estudios previos y las metodologías utilizadas en estudios de similares características. No obstante, la metodología ha sido consensuada con la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.



### 3. OBJETIVOS

---

#### 3.1 Objetivo general.

Realizar seguimiento de la presencia/ausencia de *Didymosphenia geminata*, en aquellos ríos de importancia para la acuicultura, pesca recreativa y actividades económicas asociadas a estos cuerpos de agua de las regiones del Maule, del Biobío, La Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Aysén y Magallanes.

#### 3.2 Objetivos específicos.

- i) Vigilar la presencia/ausencia de *Didymosphenia geminata* en ríos seleccionados pertenecientes a subcuencas considerados de interés.
- ii) Identificar posibles vectores y fómites de transporte de la especie plaga que propicien su introducción y dispersión, y proponer una metodología para evaluar su impacto y jerarquizar en orden de importancia.
- iii) Analizar información histórica de cada río prospectado respecto a parámetros físico-químicos y a la presencia/ausencia de la especie a fin de establecer una asociación con *Didymosphenia geminata*.
- iv) Analizar de manera comparativa el efecto de la especie plaga *D. geminata* en cuerpos de agua con y sin su presencia.
- v) Coordinar difusión de los resultados, en un al menos un seminario de carácter nacional



#### **4. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN**

---

A modo general, este estudio ha contemplado 170 estaciones de monitoreo como máximo para cada campaña de muestreo. Dentro de este número se distinguen 150 estaciones de muestreo permanente localizadas en ríos de las regiones del Maule (Cuenca Río Maule), del Biobío (cuencas del Río Biobío y Río Itata), La Araucanía (cuencas de Río Toltén y Río Imperial), Los Ríos (cuencas de Río Valdivia y Río Bueno), Los Lagos (cuencas de Río Yelcho, Río Puelo y Río Palena), Aysén (cuencas de Río Aysén y Río Baker) y Magallanes (cuencas del Río Serrano, Lago Sarmiento, Tierra del Fuego). Los criterios de selección utilizados para estas estaciones se basan en antecedentes históricos de presencia y ausencia de Didymo, actividades económicas asociadas a la cuenca y representatividad de características biogeográficas de cada cuenca.

Además, se han considerado 20 estaciones de prospección que pueden ser distribuidas indistintamente en las cuencas consideradas en el estudio. Los criterios de selección de estas estaciones están determinados por la información de denuncias asociadas a la presencia de didymo que entregue el Servicio Nacional de Pesca. Si las estaciones de prospección dieran resultados positivos para didymo inmediatamente pasan a formar parte del grupo de estaciones fijas de vigilancia. En caso de no recibir denuncias, se muestrean sólo las estaciones permanentes.

Durante la Segunda Etapa de Monitoreo, el muestreo estuvo organizado en 2 campañas. La campaña correspondiente a la época primavera-verano fue llevada a cabo entre octubre de 2017 y enero de 2018, periodo en el cual se muestrearon 152 estaciones, mientras que la campaña de otoño-invierno fue realizada entre marzo y julio de 2018, época en la cual se muestrearon 162 estaciones.

La duración de esta etapa fue de 12 meses, cuya fecha de inicio correspondió a septiembre de 2017 y fecha de término fue el 12 de octubre de 2018.



## 5. REQUERIMIENTOS METODOLÓGICOS

### 5.1 Objetivo específico I

*Vigilar la presencia/ausencia de *Didymosphenia geminata* en ríos seleccionados pertenecientes a subcuencas considerados de interés*

#### *Selección de puntos de muestreo*

El desarrollo del objetivo consideró el muestreo de subcuencas en que ha habido resultados positivos de *D. geminata* durante estudios previos y en cuerpos de agua aún no prospectados, que reúnan condiciones que eventualmente permitan la presencia de la plaga y que sean de interés para la acuicultura.

El número total de muestras y la ubicación de los sitios de muestreo fueron acordados entre SUBPESCA e IFOP, previo establecimiento de criterios científico-técnicos y financieros asociados a la ejecución del proyecto. Sin perjuicio de ello, se consideran como máximo 170 estaciones de muestreo.

Para determinar los ríos que fueron muestreados de forma permanente, para vigilar el comportamiento de la plaga, se consideró como base el listado de estaciones que ha sido entregada por SUBPESCA, que corresponde a aquellas que han sido estudiadas con anterioridad. Cuando se sumaron nuevas estaciones o fue necesario modificar la ubicación de éstas, se siguió una serie de criterios que fueron elaborados en base a los resultados del trabajo en terreno y laboratorio realizado en las campañas de monitoreo previas, así como las denuncias recibidas por SUBPESCA, a través de SERNAPESCA. Los criterios que fueron empleados en la selección de los ríos monitoreados son mencionados a continuación:

- **Presencia de didymo en alguna de las campañas previas:** Los ríos donde exista registro de didymo, serán monitoreados para su seguimiento.
- **Accesibilidad:** Los ríos considerados para su prospección serán muestreados siempre que exista acceso público, o donde exista registro de fácil acceso en caso de propiedad privada
- **Hábitat óptimo:** Los ríos que presenten una buena accesibilidad, y que además presenten condiciones ambientales óptimas para la presencia de didymo (aguas cristalinas, luminosidad, flujo constante, bajo nivel de alteración ribereña, y otros por definir)
- **Uso de suelo compatible:** Se priorizarán sectores compatibles con la actividad turística acuática, excluyendo zonas agrícolas, ganaderas, forestales, entre otras
- **Denuncia:** Utilizando información proporcionada por el Servicio Nacional de Pesca, basado en denuncias recibidas, se establecerán estaciones de prospección en aquellas subsubcuencas que cumplan con los requisitos 2,3 y 4 nombrados como criterios de selección.

En base a los criterios antes indicados, en la tabla 1 se muestra el número de estaciones muestreadas por cuenca durante la Etapa II del presente monitoreo.



**Tabla 1.** Número de estaciones por cuenca consideradas en las campañas de muestreo de la Etapa II del presente monitoreo, considerando 2 muestreos al año en primavera-verano (octubre a diciembre de 2017) y otoño-invierno (marzo a julio de 2018).

Código cuenca	Cuenca	Primavera-Verano	Otoño-Invierno
73	R. Maule	5	5
81	R. Itata	5	5
83	R. Biobío	20	21
91	R. Imperial	5	5
94	R. Toltén	8	8
101	R. Valdivia	7	7
103	R. Bueno	9	9
104	Cuencas e Islas entre R. Bueno y R. Puelo	4	4
105	R. Puelo	8	8
107	R. Yelcho	7	7
110	Palena y Costeras Límite Décima Región	12	12
111	Costeras e Islas entre río Palena y río Aysén	9	9
113	R. Ayén	24	22
115	R. Baker	6	6
122	Costeras entre Seno Andrew y río Hollemberg e islas al oriente	10	10
124	Costeras e Islas entre R Hollemberg, Golfo Alte. Laguna Blanca	2	2
126	Vertiente del Atlántico	2	2
128	Tierra del Fuego	8	13
	Estaciones de prospección	1	7
	Total	152	162

El número de estaciones indicadas en la tabla 1, ha sido considerado como el número de referencia para definir el número de estaciones a muestrear por cuenca. Bajo ciertas condiciones científico-técnicas y económicas, este número ha sufrido cambios dado el incremento del número de estaciones por cuenca como lo es el caso de la Región de Magallanes. Independiente del número de estaciones, estas han sido definidas en conjunto por IFOP y SUBPESCA aplicando los criterios indicados en la sección “Selección de puntos de muestreo”.

#### *Inspección visual y obtención de muestras*

Todas las actividades de campo se ejecutaron de acuerdo a las recomendaciones del “Manual para el Monitoreo e Identificación de la Microalga Bentónica *Didymosphenia geminata* 2 edición” ([www.subpesca.cl](http://www.subpesca.cl)). Sin embargo, IFOP ha realizado modificaciones leves a las metodologías sugeridas, en base a las características y condiciones locales de cada punto de muestreo según se indica en la literatura especializada. En general las actividades durante la ejecución del trabajo de campo son las siguientes: *inspección visual del hábitat fluvial y ribereño, obtención de muestras fitoplanctónicas, obtención de muestras fitobentónicas, obtención de muestras zoobentos, registro de variables físicas y químicas in situ, toma de muestras para calidad de agua y procedimientos de bioseguridad.*

Durante la inspección visual para la selección de sitios de muestreos (para los que no estén completamente definidos) se consideró la representatividad de los tramos, la accesibilidad al sitio de muestreo, la actividad



antrópica, entre otros criterios. En cada estación se fijaron tramos los que han sido debidamente georreferenciados. Adicionalmente, cada tramo fue descrito en términos de presencia o ausencia de masa mucilaginosa, cobertura (%) según color y profundidad, tipo de hábitat, escala de crecimiento del alga de acuerdo a su espesor, características hidro-morfológicas del canal, condiciones climáticas, columna de agua, tipo de flujo, pendiente, clasificación del sustrato, conectividad, actividad del entorno, zona del río muestreada y presencia de lugares de conservación.

Las muestras de fitoplancton fueron recolectadas mediante red estándar (40µm) suspendida en forma horizontal contra la corriente por 10 o 5 minutos según la carga sedimentológica en suspensión de cada sitio seleccionado. Las muestras fueron fijadas con lugol (2%). En el laboratorio se determinó la ausencia o presencia de *D. geminata* como componente de la comunidad de microalgas planctónicas.

La recolección de muestras fitobentónicas se realizó a partir de sustrato rocoso de acuerdo a la cobertura dominante en el tramo seleccionado y se obtuvo una muestra integrada para el análisis completo de la comunidad de fitobentónicas, una muestra integrada para el análisis de diatomeas bentónicas y una muestra de floración cuando estuvo presente. Las muestras para análisis de diatomeas fueron preservadas en etanol al 75%, mientras que las muestras para análisis de fitobentos completo y floraciones fueron preservadas en lugol (2%). La densidad de microalgas bentónicas fue cuantificada registrando la superficie muestreada y/o volumen muestreado para expresar los resultados en células/cm<sup>2</sup> o células/cm<sup>3</sup>.

La cuantificación de la comunidad bentónica se realizó mediante el conteo de diatomeas considerando un número de 200 valvas como criterio estadístico (Battarbee, 1986). Tanto los datos de densidad como los de presencia/ausencia de *D. geminata* y toda la comunidad de microalgas fueron utilizados para el cálculo de índices comunitarios de diversidad, equitatividad (Evenness) y análisis de conglomerados usando distintos índices de similitud y distancia, expresados a través de diferentes análisis de clasificación y ordenación.

Teniendo en cuenta que la presencia de didymo puede tener repercusiones sobre las comunidades bentónicas ecosistema se obtuvieron muestras cuantitativas de zoobentos. Para ello se utilizó una red Surber o una red kicknet con un área de 0.09m<sup>2</sup> y trama de malla de 250 (Merritt *et al.* 1996). Las muestras fueron fijadas en alcohol (70%) hasta su identificación taxonómica hasta el menor nivel taxonómico posible y siguiendo literatura especializada.

#### *Variables in situ y calidad de agua*

Se consideró determinar los parámetros físicos y químicos en cada uno de ríos prospectados. Para ello se determinaron las variables *in situ* en cada sitio de muestreo como pH, conductividad (µS/cm), temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg/L, % sat.) y velocidad de la corriente (ms<sup>-1</sup>).

En cada uno de los sitios de muestreo se obtuvieron muestras de agua para la determinación de variables químicas del agua, entre ellas, calcio, nitrato, nitrógeno total, fosfato, fósforo total, silicato, turbidez y nitrito. Se consideraron límites de detección para aguas oligotróficas o de alta sensibilidad analítica en los parámetros a evaluar, en conocimiento de que las concentraciones de nutrientes y otros analitos en los sistemas acuáticos estudiados son bajas. Para el caso del fósforo disuelto se considera un límite de detección de 0,5 ppb.



## 5.2 Objetivo específico II

*Identificar posibles vectores y fómites de transporte de la especie plaga que propicien su introducción y dispersión, y proponer una metodología para evaluar su impacto y jerarquizar en orden de importancia*

La información basal que fue utilizada para el desarrollo de este objetivo fue recabada durante la ejecución de la Etapa I y II del presente Monitoreo. Primeramente, se obtuvo información referida a las actividades desarrolladas en el entorno directo de las estaciones de monitoreo (e.g. áreas silvestres protegidas, poblados, silvicultura, recreación, turismo), a través de observaciones directas de evidencias específicas de las actividades que involucran vectores y fómites relevantes para la dispersión de *D. geminata*. Lo anterior fue realizado durante la caracterización del hábitat fluvial, ejecutada simultáneamente con el muestreo biológico y de calidad del agua. Del mismo modo, se realizó una revisión bibliográfica orientada a conocer otros vectores potenciales, con el fin de describir con el mayor nivel de detalle posible los vectores y fómites involucrados en la dispersión de *D. geminata*.

En relación al método para la evaluación del impacto de vectores y fómites, se trabajó en establecer la información básica que constituye los primeros lineamientos para la creación de un método dirigido al análisis del rol de los vectores en la dispersión de *Didymosphenia geminata*. En el desarrollo de este objetivo se exploró la alternativa de un método relativo capaz de identificar los vectores más relevantes en un espectro jerárquico, las variaciones en su funcionamiento y la importancia del contexto ambiental de la cuenca de interés.

## 5.3 Objetivo específico III

*Analizar información histórica de cada río prospectado respecto a parámetros físico-químicos y a la presencia/ausencia de la especie a fin de establecer una asociación con *Didymosphenia geminata**

Se recopiló y ordenó toda la información biológica, física, química y hidromorfológica de las subcuencas contenida en los informes de estudios anteriormente ejecutados sobre *D. geminata* en las diferentes áreas consideradas, con el propósito de establecer comparaciones, identificar patrones de distribución de esta especie y otros aspectos ecológicos de la microalga.

Se trabajó con una matriz de datos ambientales históricos que incluyó aquellas cuencas hidrográficas que han sido monitoreadas por el programa de monitoreo de IFOP. Para conocer los patrones generales de los datos ambientales, se trabajó con 18 cuencas que incluye tanto aquellas que no registran esta plaga como aquellas que sí. Luego, para analizar las relaciones de *D. geminata* con las variables ambientales, se incluyó el set de cuencas que solamente registran la presencia de la plaga.

### Estructura espacial de los datos

Para los análisis generales de la estructura de los datos ambientales se trabajó con matrices que fueron primeramente analizadas en términos de las correlaciones que pudiesen existir entre ellas, a través de "Draftman plots" y sus matrices asociadas de correlaciones pareadas. De este modo, no se consideraron las variables cuyos índices de correlación fueron  $>0,9$ . Luego de este tratamiento, los datos fueron transformados a través de  $\log x + 1$ , para luego ser normalizados y lograr construir una matriz de distancia euclidiana. El primer análisis espacial fue el cluster para identificar los grupos estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ ) a través de la prueba de SIMPROF.



Posteriormente, se trabajó con la rutina ANOSIM (Análisis de Similitud) para poner a prueba el efecto de los factores creados *a priori*. Se trabajó con los factores cuenca, subcuenca, época, latitud, DG (+,-) que corresponden a variables cualitativas o variables de agrupamiento de los datos. Los factores fueron analizados a una escala espacial de sitio, subcuenca y cuenca para establecer los alcances de cada uno de ellos en la relación de la matriz biológica y ambiental. En cada escala geográfica se analizaron los datos a través de ANOSIM de una vía, de dos vías cruzadas y tres vías cruzadas dependiendo de la contribución individual de cada factor. Para visualizar los efectos de los factores significativos, se empleó un PCA con sobreponiendo las variables ambientales y los factores que presentaron un mayor valor de R significativo.

#### Relación de *Didymosphenia geminata* y las variables ambientales

Para evaluar el grado de correlación de la matriz biológica basada en la abundancia de *D. geminata* y la matriz ambiental constituida por variables físico-químicas medidas *in situ* (i.e. temperatura, ph, conductividad, TDS y oxígeno disuelto), variables químicas (i.e. nitrito, nitrato, fósforo total, fosfato y sílice) y algunas variables físicas del hábitat (i.e. profundidad, velocidad de la corriente, número de Froude, proporción de bolones en el sustrato y diversidad de sustrato). Las variables mencionadas fueron seleccionadas dentro de un set de datos mucho mayor, por ser variables que tienen un grado mayor de continuidad a lo largo del periodo de monitoreo (años 2010 a 2018), en relación a otras variables como la turbidez, el nitrógeno total, el hierro, que sólo han sido registrada en periodos y áreas acotadas por algunos programas de monitoreos. Además, las variables mencionadas no presentan altos valores de correlación entre ellas, puesto que se privilegió que las variables ambientales que estuviesen dentro de la matriz tuvieran correlaciones menores a 0,8 ( $r < 0,8$ ). Las variables fueron transformadas usando  $\log x + 1$ , y luego fueron normalizados para disminuir el efecto potencial de trabajar con variables que tienen distintas escalas y unidades de medida. Seguidamente, en base a la matriz normalizada, se construyó una matriz de distancia euclidiana para los análisis de ordenamiento.

Paralelamente, la matriz completa de abundancia de diatomeas por sitio fue transformada usando raíz cuarta para luego ser estandarizada. Posteriormente, desde esta matriz se seleccionó la columna de abundancia de *D. geminata* para calcular una matriz de similitud de Bray-Curtis entre los sitios de monitoreo. En base a esta matriz triangular de similitud se calculó una matriz de distancias entre centroide utilizando la cuenca y la subcuenca como factores agrupadores.

Luego se procedió a realizar la rutina BEST para identificar el set de variables ambientales que tiene mayor grado de correlación con la matriz biológica, que en este caso fue una matriz de distancia entre centroides basada en la abundancia de *D. geminata*. Se trabajó en tres escalas espaciales: sitio, subcuenca y cuenca, con la finalidad de intentar identificar posibles procesos o mecanismos dependientes de la escala espacial en torno a la invasión de *D. geminata*. Para poder visualizar los resultados del BEST, se construyó un dbRDA (Análisis de Redundancia basado en Distancia), un método de ordenación que permite emplear el tipo de distancia que se está empleando en este análisis.

Finalmente, con el objetivo de conocer la relación de la densidad de *D. geminata* y las variables ambientales en una sola cuenca y considerando el efecto de la latitud en los datos, se realizó un nuevo BEST para las cuencas de los ríos Biobío (norte) y Aysén (sur).

#### 5.4 Objetivo específico IV

*Analizar de manera comparativa el efecto de la especie plaga D. geminata en cuerpos de agua con y sin su presencia.*



Mediante técnicas multivariadas de análisis estadístico se compararon las estaciones con y sin la presencia de *D. geminata*. La información generada por las actividades de campo de la Etapa II del presente Monitoreo fue complementada con información de estudios previos proporcionada por SUBPESCA.

### **5.5 Objetivo específico V**

*Coordinar difusión de los resultados, en un al menos un seminario de carácter nacional*

Con el fin de difundir los resultados obtenidos, se coordinó con SUBPESCA, un taller nacional en cual se presentaron los principales resultados del presente monitoreo, y en cual participaron autoridades, científicos, instituciones públicas y privadas, así como usuarios de los servicios asociados a los ecosistemas acuáticos continentales.



## 6. RESULTADOS

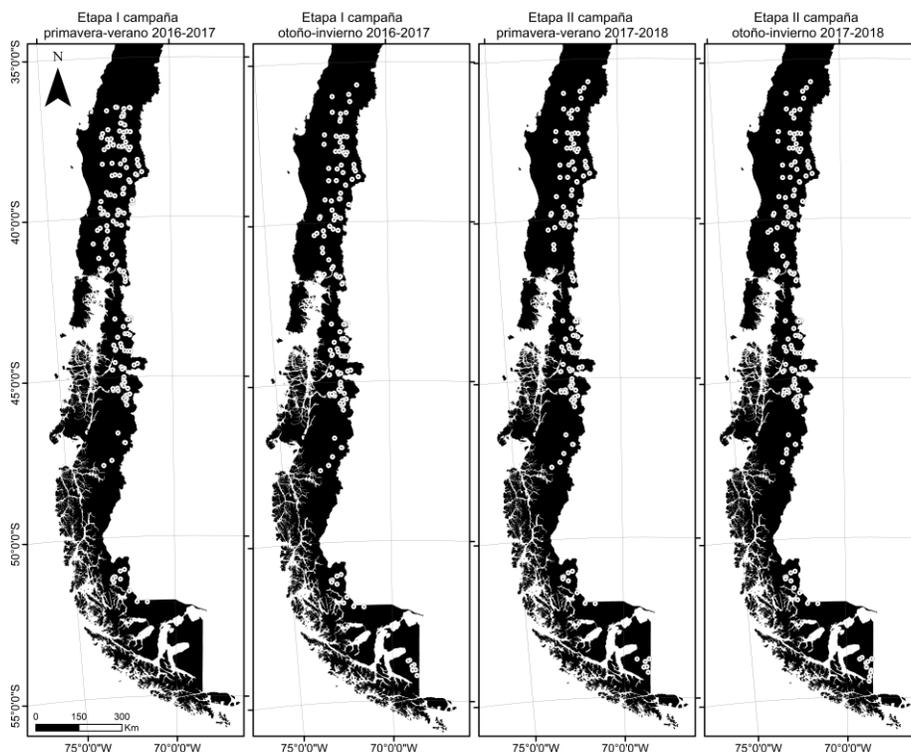
---

### 6.1 Objetivo específico I

*Vigilar la presencia/ausencia de Didymosphenia geminata en ríos seleccionados pertenecientes a subcuencas considerados de interés*

Los resultados asociados a este objetivo corresponden a la presencia/ausencia de *Didymosphenia geminata* en la columna de agua o bentos de las estaciones de muestreo consideradas en esta Etapa II del presente Monitoreo. Actualmente, todas las actividades de muestreo se encuentran finalizadas, al igual que el proceso de identificación taxonómica y cuantificación de muestras de microalgas obtenidas durante la campaña de primavera-verano y durante la campaña de otoño-invierno.

Los resultados presentados corresponden al análisis de datos obtenidos en toda el área de estudio (ver Anexo 1, Tabla 2) abarcando 7 regiones administrativas, 18 cuencas, 56 subcuencas, 112 subsubcuencas. En relación a la fecha de ejecución de las actividades, la campaña de primavera-verano fue ejecutada entre el 11 de noviembre de 2017 y el 26 de enero de 2018, mientras que la campaña de otoño-invierno fue ejecutada entre el 21 de marzo de 2018 y el 11 de julio de 2018 (ver Anexo 1, Tabla 3). En relación al número de estaciones muestreadas, durante la época de primavera-verano se muestrearon 151 estaciones, y durante la campaña de otoño-invierno el número de estaciones se incrementó en la Región de Magallanes, alcanzando un total 162 estaciones incluida estaciones de prospección (Figura 1).



**Figura 1.** Distribución de estaciones de muestreo incluidas en la Etapa I y Etapa II del presente Monitoreo. Durante la campaña primavera-verano de la Etapa I se muestrearon 180 estaciones distribuidas entre la Región del Biobío y Magallanes. Durante la campaña otoño-invierno de la Etapa I se muestrearon 151 estaciones distribuidas entre la Región del Maule y Magallanes incluida Tierra del Fuego. Durante la campaña primavera-verano de la Etapa II se muestrearon 150 estaciones distribuidas entre la Región del Biobío y Magallanes. Durante la campaña otoño-invierno de la Etapa II se muestrearon 158 estaciones distribuidas entre la Región del Maule y Magallanes incluida Tierra del Fuego.

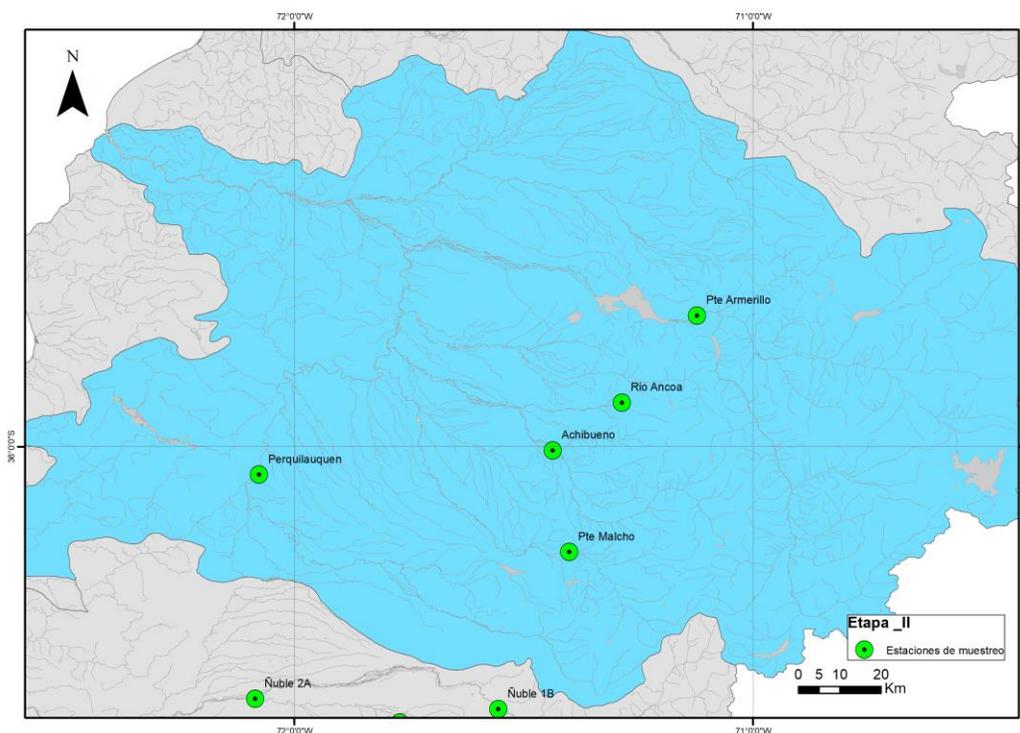
En esta Etapa la presencia de *D. geminata* se registró como componente del fitobentos, como componente de la comunidad de diatomeas bentónicas y/o como floración en las cuencas de río Biobío (83), Toltén (94), Valdivia (101), Bueno (105), Puelo (105), Yelcho (107), Palena y Costeras (110), Costeras y Límite X Región (111), Aysén (113) Baker (115), Serrano (122) y Tierra del Fuego (128). En relación a la Etapa I, la cuenca del Río Bueno aportó con nuevos registros para la distribución de la plaga en la Región de los Ríos. Sin embargo, este resultado no corresponde al primer registro de esta especie dentro de esta cuenca, sino que fue detectado durante la primavera-verano de 2016 en actividades de un monitoreo paralelo ejecutado por la consultora Amakaik. Dado que estos resultados indicaban la presencia de didymo en la parte alta de la cuenca del río Bueno, se incorporaron las estaciones Pillanleufú, Curriñe, Florín y Caunahue en ese sector de la cuenca durante la ejecución de la Etapa II del Monitoreo y donde se constató la presencia de la especie como floración durante la campaña de primavera-verano y como componente de la comunidad de diatomeas durante la época de otoño-invierno, excepto en la estación Florín donde la floración persistió durante las dos épocas.



A continuaci3n, se presentan los resultados obtenidos respecto a la presencia de *D. geminata* en cada una de las cuencas incluidas en la Etapa II de este Monitoreo:

**a) Regi3n del Maule**

En esta Regi3n se muestrearon 5 estaciones distribuidas exclusivamente la Cuenca del R3o Maule (Figura 2) abarcando 3 subcuencas y 5 subsubcuencas. 3stas se distribuyeron principalmente en el sector precordillerano de la cuenca y en ninguno de los sitios se detect3 la presencia de *D. geminata*. Tanto durante la campaa de primavera-verano como durante en la campaa otoo-invierno las muestras fueron obtenidas en las mismas estaciones de muestreo. Sin embargo, dado el alto caudal y carga sedimentol3gica registradas durante la 3poca de otoo-invierno en los r3os Maule, Achibueno, Longav3 y Perquilauqu3n, no fue posible obtener muestras de microalgas ni de macroinvertebrados bent3nicos.



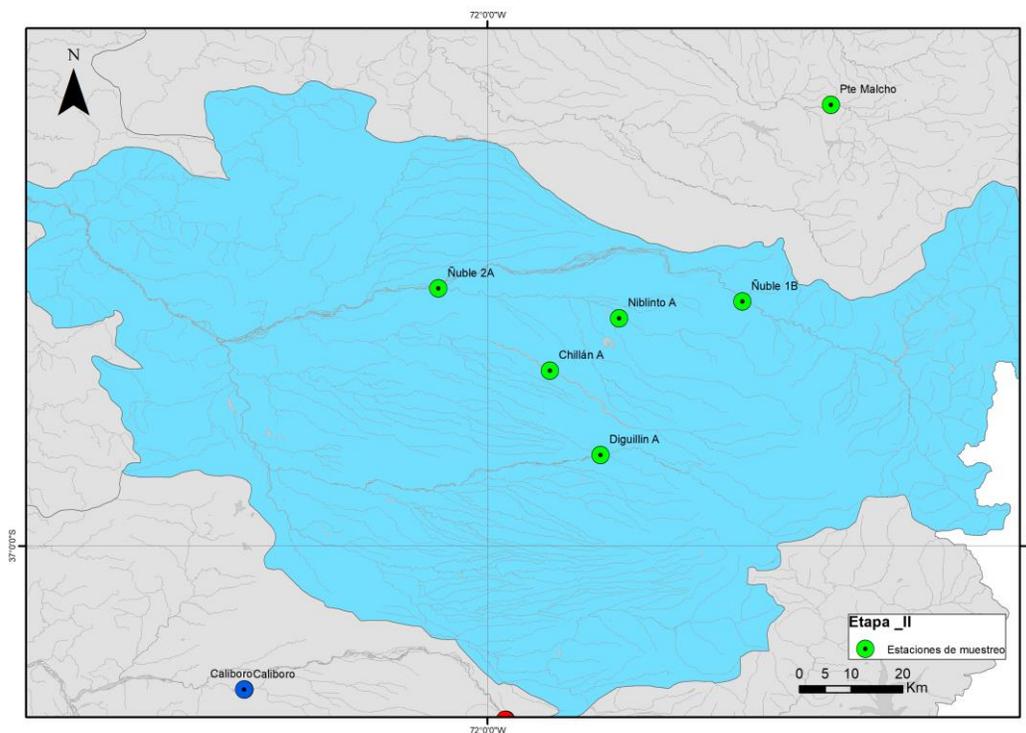
**Figura 2.** Localizaci3n de las estaciones de muestreo distribuidas en la cuenca del R3o Maule. Los c3rculos verdes representan la ausencia de *D. geminata* en esta cuenca.



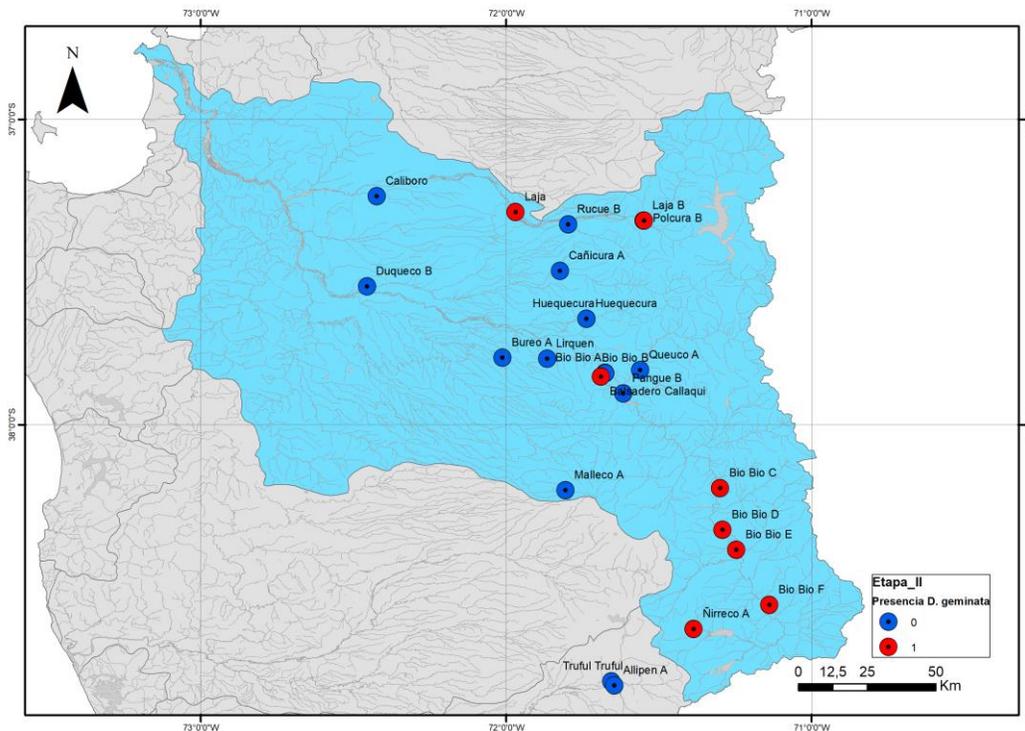
**b) Región del Biobío**

En esta Región se muestrearon dos cuencas: la cuenca del Río Itata (Figura 3) y cuenca del río Biobío (Figura 4). En la cuenca del río Itata se muestrearon 5 estaciones, las cuales se distribuyeron principalmente en las cercanías de la ciudad de Chillán en la subcuenca del Río Ñuble. Mientras que en la cuenca del río Biobío se muestrearon un total 20 estaciones. Del total de las estaciones distribuidas en la cuenca del río Biobío, 14 estaciones se distribuyeron en la Región del Biobío, y los 6 restantes en la Región de la Araucanía. Tanto durante la campaña de primavera-verano como durante en la campaña otoño-invierno las muestras fueron obtenidas en las mismas estaciones de muestreo. Sin embargo, debido a la condición hidrológica de los ríos no fue posible obtener muestras en la estación Biobío B, y dado el alto caudal y carga sedimentológica registradas durante la época de otoño-invierno en el río Caliboro, no fue posible obtener muestras de microalgas ni de macroinvertebrados bentónicos. Además, se obtuvo una muestra complementaria en la estación Laja B a partir de un canal lateral, la cual fue identificada como Laja B Poza.

Respecto a la presencia de *D. geminata*, la especie se detectó como parte de la comunidad bentónica en las estaciones distribuidas en la parte alta de la cuenca en la época de primavera-verano y en la época de otoño-invierno. Sin embargo, durante la campaña de otoño-invierno en las estaciones Polcura y Laja de la cuenca del Río Biobío se detectó por primera vez en este monitoreo la presencia de la especie en este sector de la cuenca. Ésta correspondería a la distribución más al norte en territorio chileno.



**Figura 3.** Localizaci3n de las estaciones de muestreo distribuidas en la cuenca del R3o Itata. Los c3rculos verdes representan la ausencia de *D. geminata* en esta cuenca.

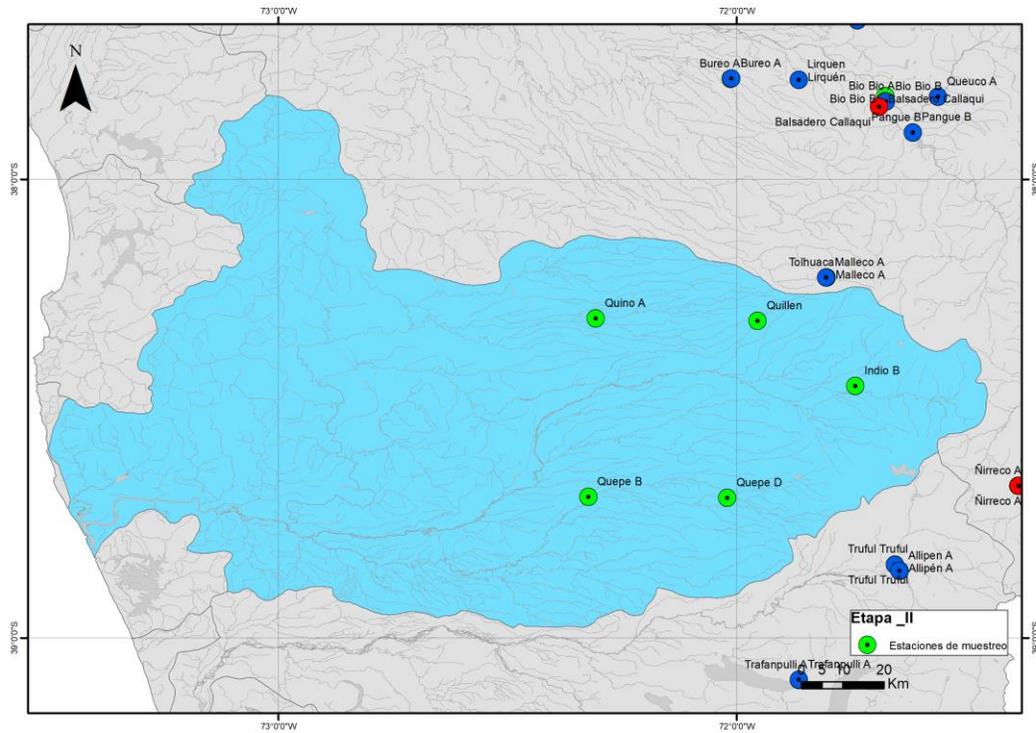


**Figura 4.** Localizaci3n de las estaciones de muestreo distribuidas en la cuenca del R3o Biob3o. Los c3rculos azules (0) representan la ausencia de *D. geminata*, y los c3rculos rojos (1) representan la presencia de *D. geminata* en la cuenca.

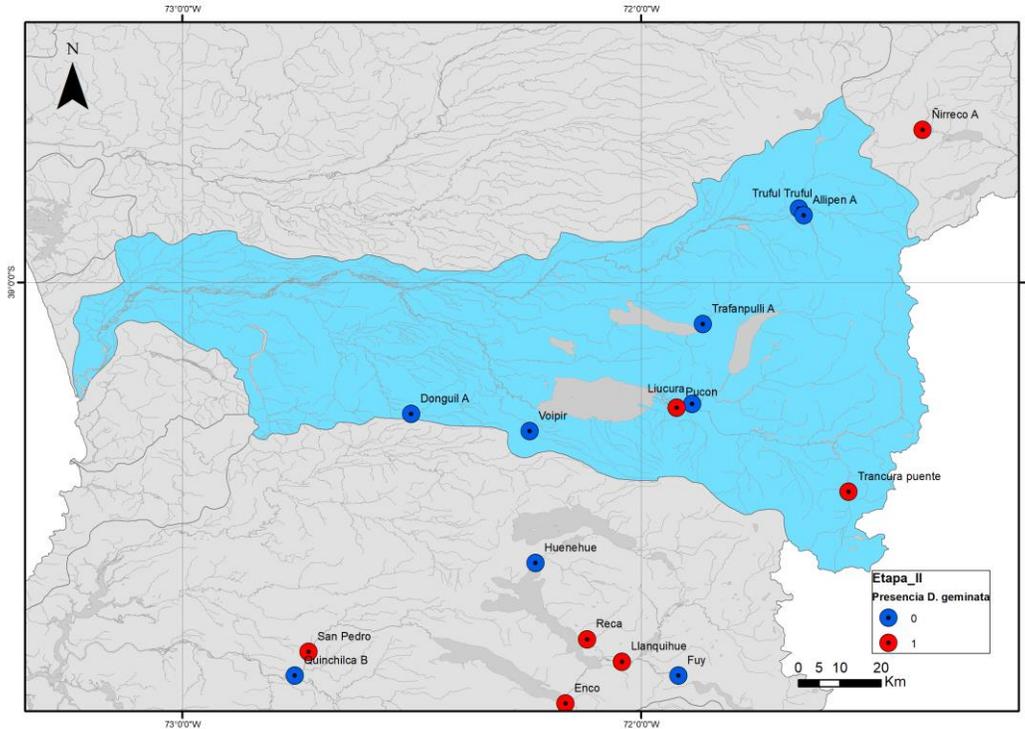
### c) Regi3n de la Araucan3a

En esta Regi3n se muestrearon las cuencas del R3o Imperial (Figura 5), R3o Tolt3n (Figura 6) y parte de la cuenca del R3o Biob3o. En la cuenca del R3o Tolt3n se muestre3 un total de 9 estaciones y en la cuenca del R3o Imperial un total de 4 estaciones. El 3rea de la cuenca del R3o Biob3o que pertenece a la Regi3n de la Araucan3a, se distribuyeron 6 estaciones en las cercan3as de Lonquimay. Tanto durante la campaa de primavera-verano como durante en la campaa otoaa-invierno las muestras fueron obtenidas en las mismas estaciones de muestreo.

Respecto a la presencia de *D. geminata*, la especie se detect3 como parte de la comunidad bent3nica en las estaciones Puc3n y Trancura.



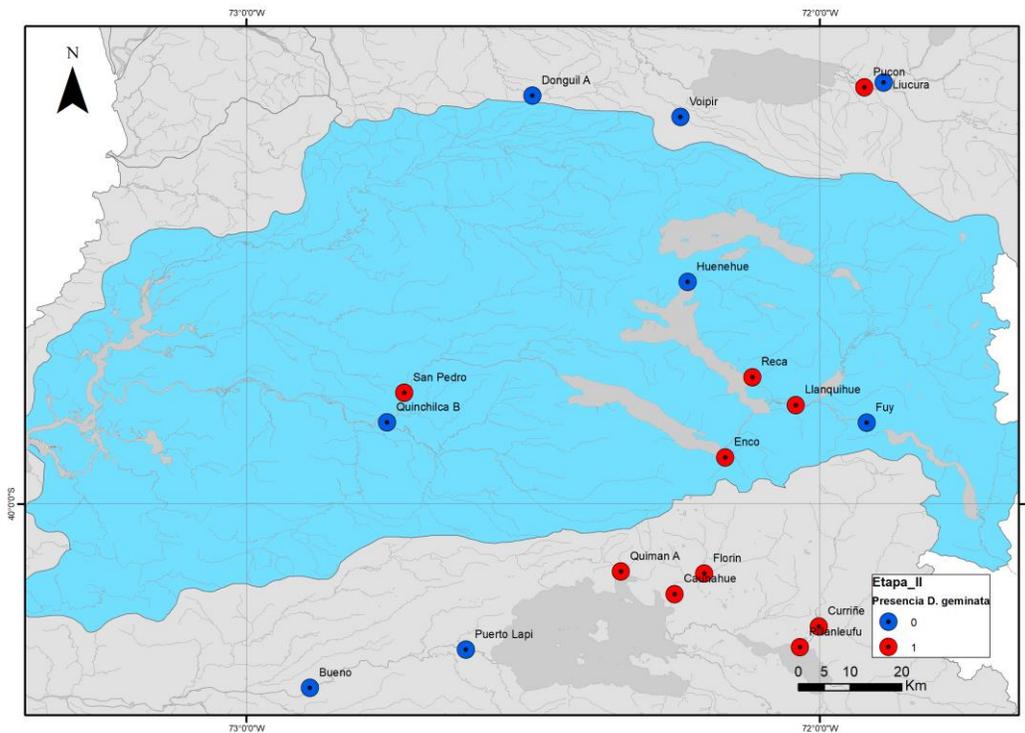
**Figura 5.** Localizaci3n de las estaciones de muestreo distribuidas en la cuenca del R3o Imperial. Los c3rculos verdes representan la ausencia de *D. geminata* en la cuenca.



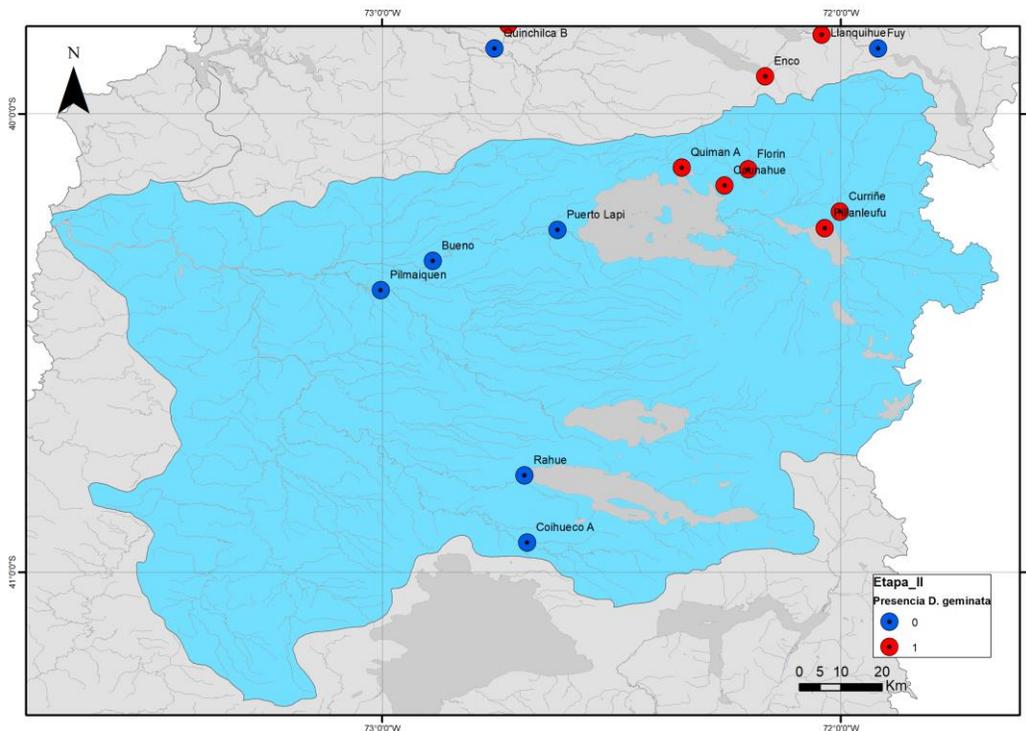
**Figura 6.** Localización de las estaciones de muestreo distribuidas en la cuenca del Río Toltén. Los círculos azules (0) representan la ausencia de *D. geminata*, mientras que los círculos rojos (1) representan la presencia de *D. geminata* en la cuenca.

#### d) Región de los Ríos

En esta Región se muestrearon las cuencas del Río Valdivia (Figura 7) y Río Bueno (Figura 8), abarcando un total de 13 estaciones. En la cuenca del Río Valdivia se muestreó un total de 7 estaciones distribuidas principalmente en la zona alta de cuenca. Mientras que en la cuenca del Río Bueno se muestreó un total de 6 de estaciones, de las cuales 3 se distribuyen en la Región de los Ríos y 3 en la Región de los Lagos. Tanto durante la campaña de primavera-verano como durante en la campaña otoño-invierno las muestras fueron obtenidas en las mismas estaciones de muestreo. Sin embargo, debido a la condición hidrológica del río durante la campaña de primavera-verano no fue posible obtener muestras de la estación Pilmaquén. De forma adicional se incluyó una muestra prospectiva (Lifén) en el Lago Ranco, parte alta de la cuenca del río Bueno.



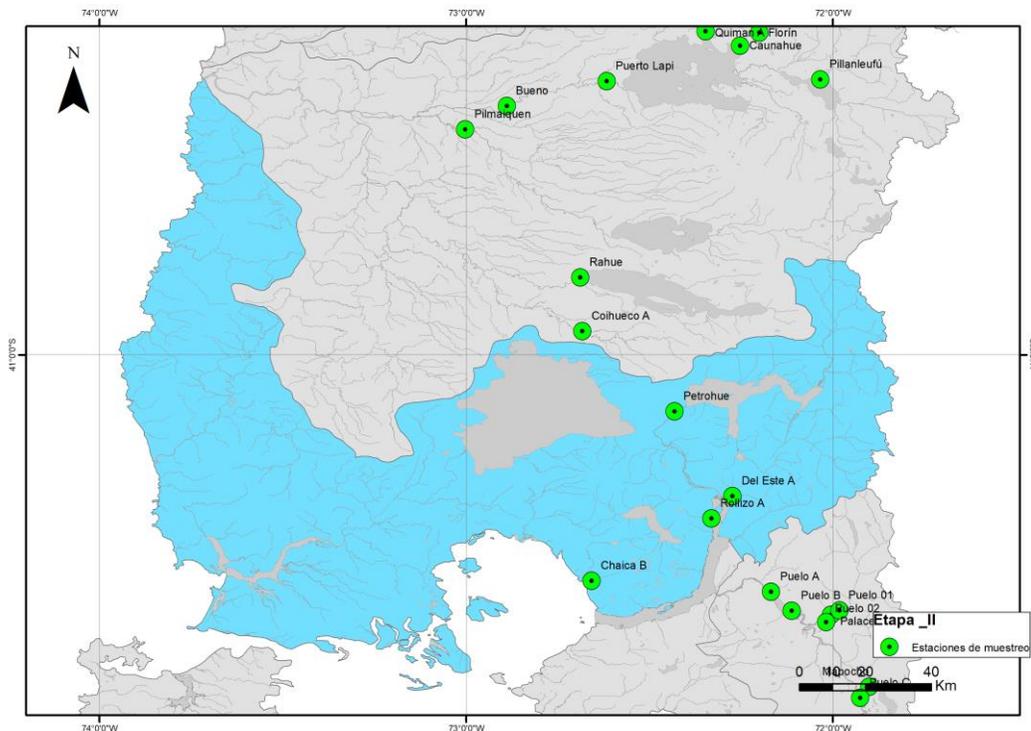
**Figura 7.** Localizaci3n de las estaciones de muestreo distribuidas en la cuenca del R3o Valdivia. Los c3rculos azules (0) representan la ausencia de *D. geminata*, mientras que los c3rculos rojos (1) representan la presencia de *D. geminata* en la cuenca.



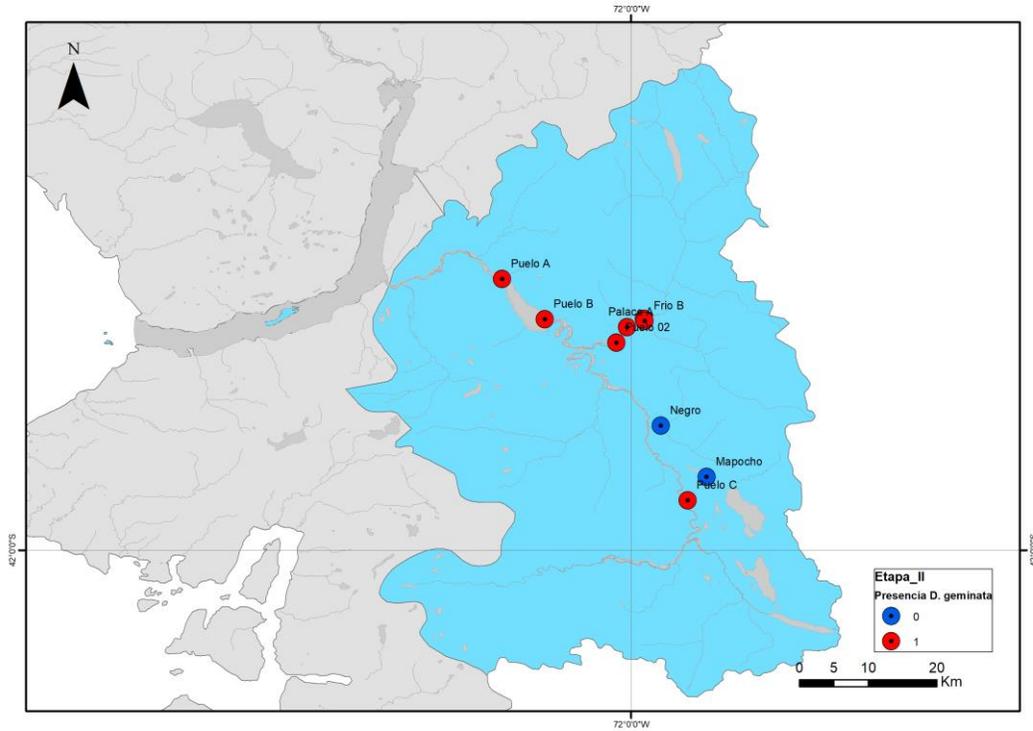
**Figura 8.** Localización de las estaciones de muestreo distribuidas en la cuenca del Río Bueno. Los círculos azules (0) representan la ausencia de *D. geminata*, mientras que los círculos rojos (1) representan la presencia de *D. geminata* en la cuenca.

#### e) Región de Los Lagos

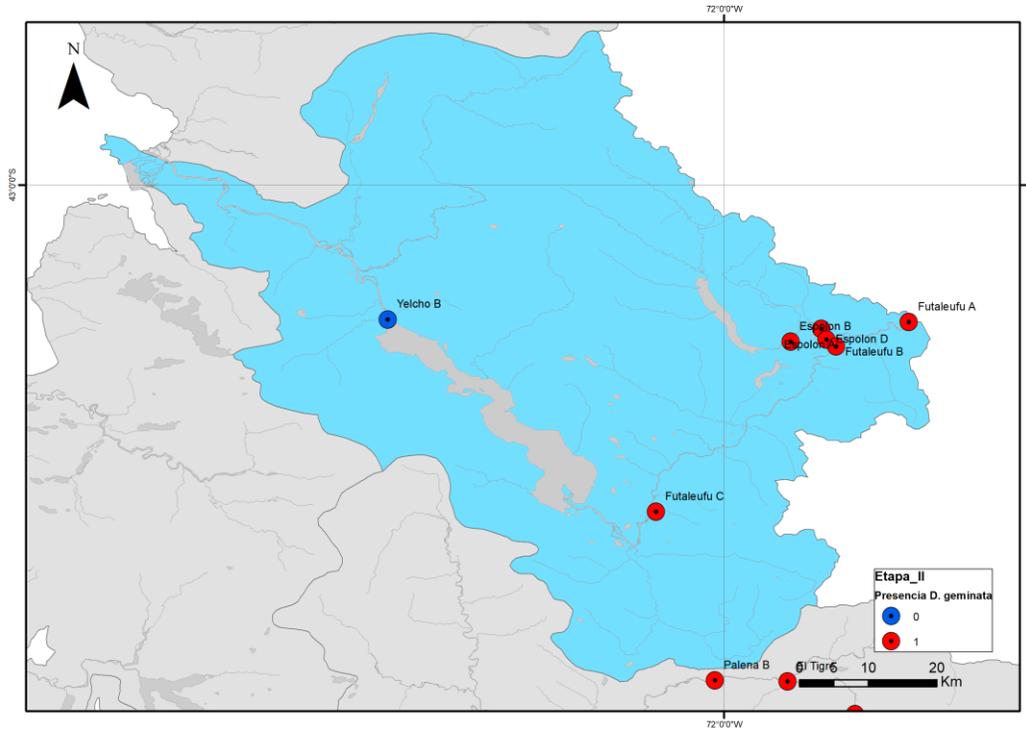
En esta Región se muestrearon 5 cuencas: Cuenca del Río Bueno (Figura 8), Cuencas e Islas entre río Bueno (Figura 9) y río Puelo (Figura 10), río Yelcho (Figura 11) y río Palena y Costeras Límite Décima Región (Figura 12), abarcando un total de 28 estaciones de muestreo. En el sector de la correspondiente a la Cuenca del Río Bueno se distribuyeron 3 estaciones de muestreo, Cuencas e Islas entre río Bueno y río Puelo se distribuyeron 9 estaciones de muestreo, río Puelo se distribuyeron 7 estaciones de muestreo, en río Yelcho 6 estación de muestreo y en río Palena y Costeras Límite X Región se distribuyeron 3 de un total de 12 estaciones de muestreo. Las 9 estaciones restantes se distribuyeron en la XI Región. Tanto durante la campaña de primavera-verano como durante en la campaña otoño-invierno las muestras fueron obtenidas en las mismas estaciones de muestreo. Sin embargo, dadas las condiciones hidrológicas del río durante la época de otoño-invierno no fue posible obtener muestras en la estación Negro en la cuenca del Río Puelo.



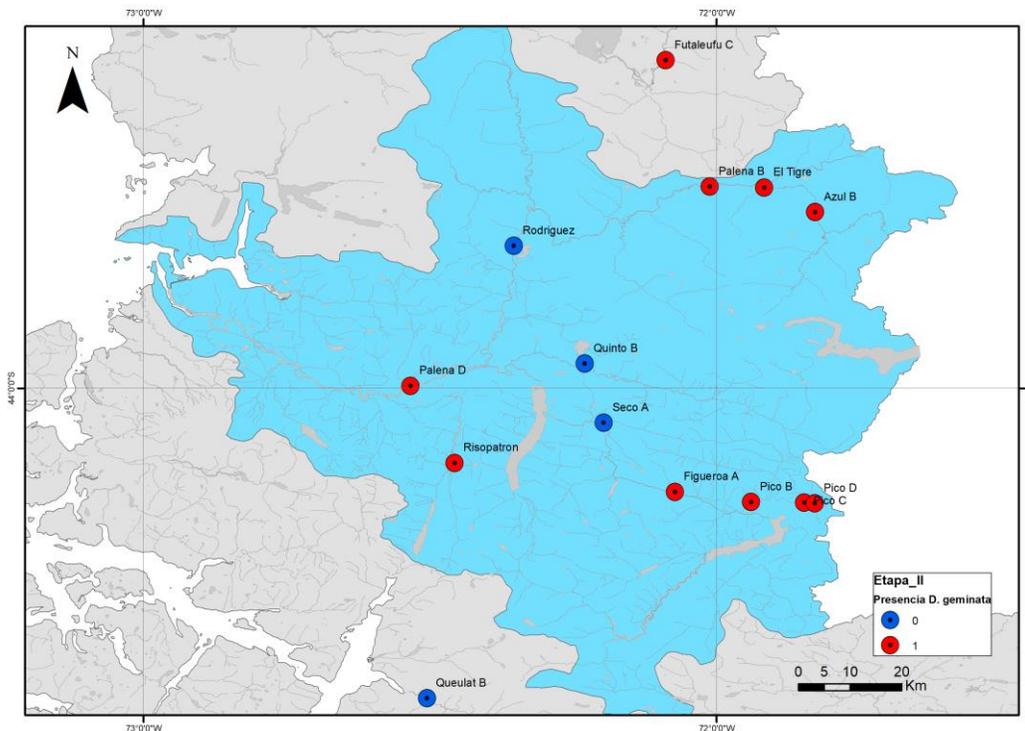
**Figura 9.** Localizaci3n de las estaciones de muestreo distribuidas en la Cuencas e Islas entre R. Bueno y R. Puelo. Los c3rculos verdes representan la ausencia de *D. geminata* en las estaciones muestreadas.



**Figura 10.** Localizaci3n de las estaciones de muestreo distribuidas en la cuenca del R3o Puelo. Los c3rculos azules (0) representan la ausencia de *D. geminata*, mientras que los c3rculos rojos (1) representan la presencia de *D. geminata* en el 3rea muestreada de la cuenca.



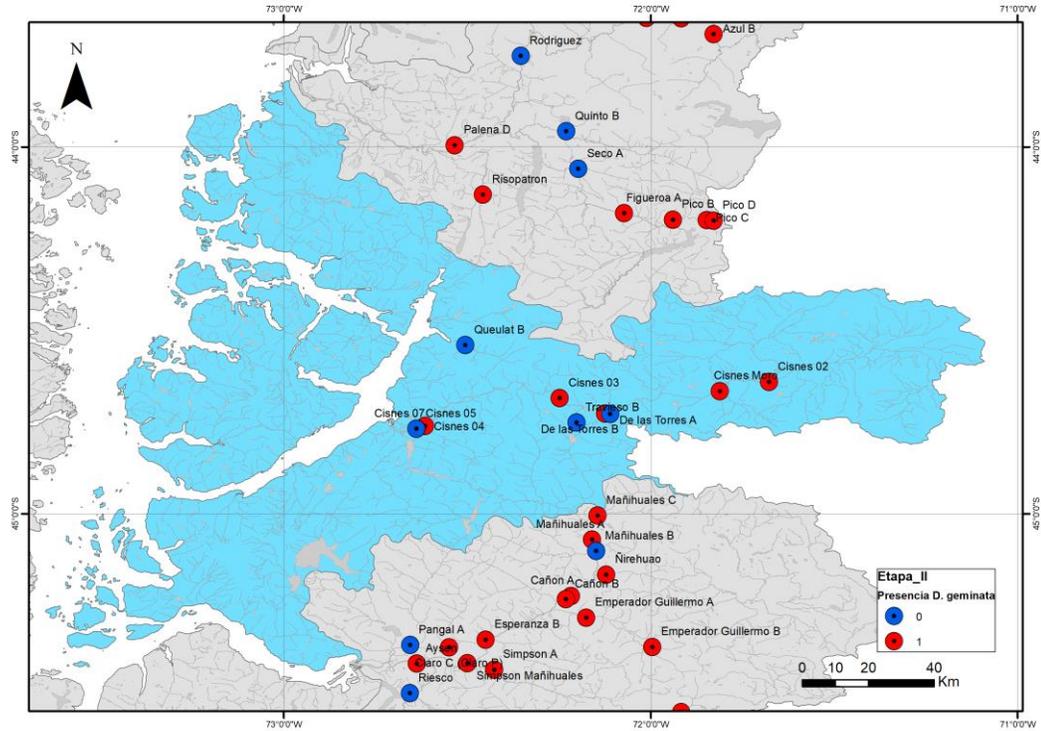
**Figura 11.** Localizaci3n de las estaciones de muestreo distribuidas en la cuenca del R3o Yelcho. Los c3rculos azules (0) representan la ausencia de *D. geminata*, mientras que los c3rculos rojos (1) representan la presencia de *D. geminata* en el 3rea muestreada de la cuenca.



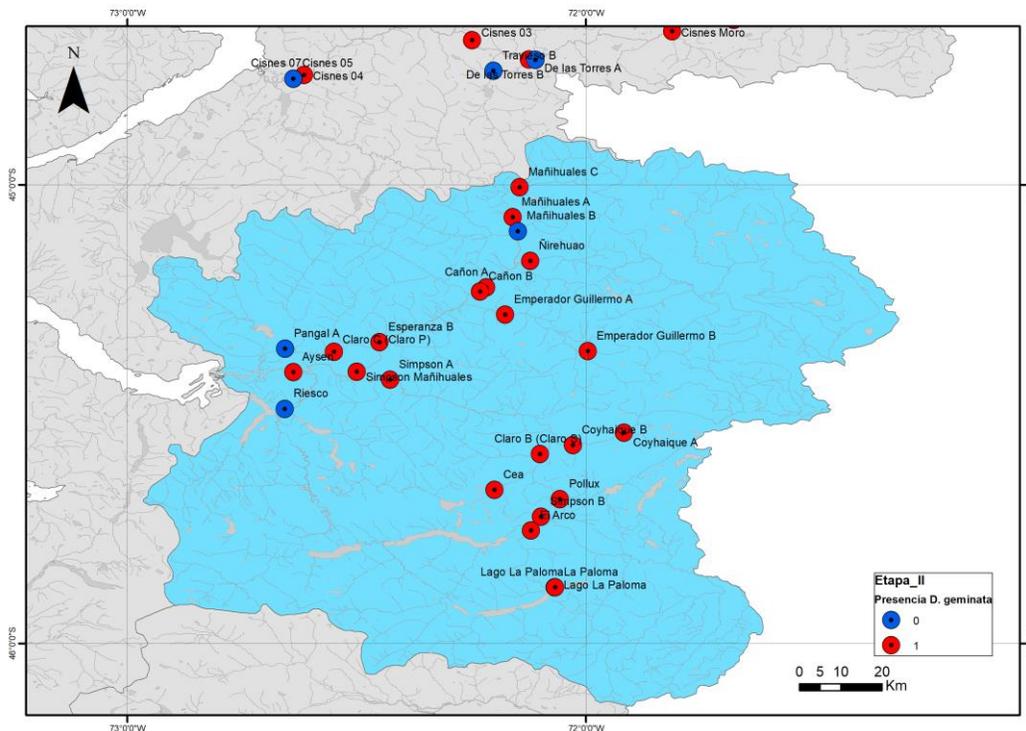
**Figura 12.** Localización de las estaciones de muestreo distribuidas en las cuencas Río Palena y Costeras Límite Décima Región. Los círculos azules (0) representan la ausencia de *D. geminata*, mientras que los círculos rojos (1) representan la presencia de *D. geminata* en el área muestreada de la cuenca.

#### f) Región de Aysén

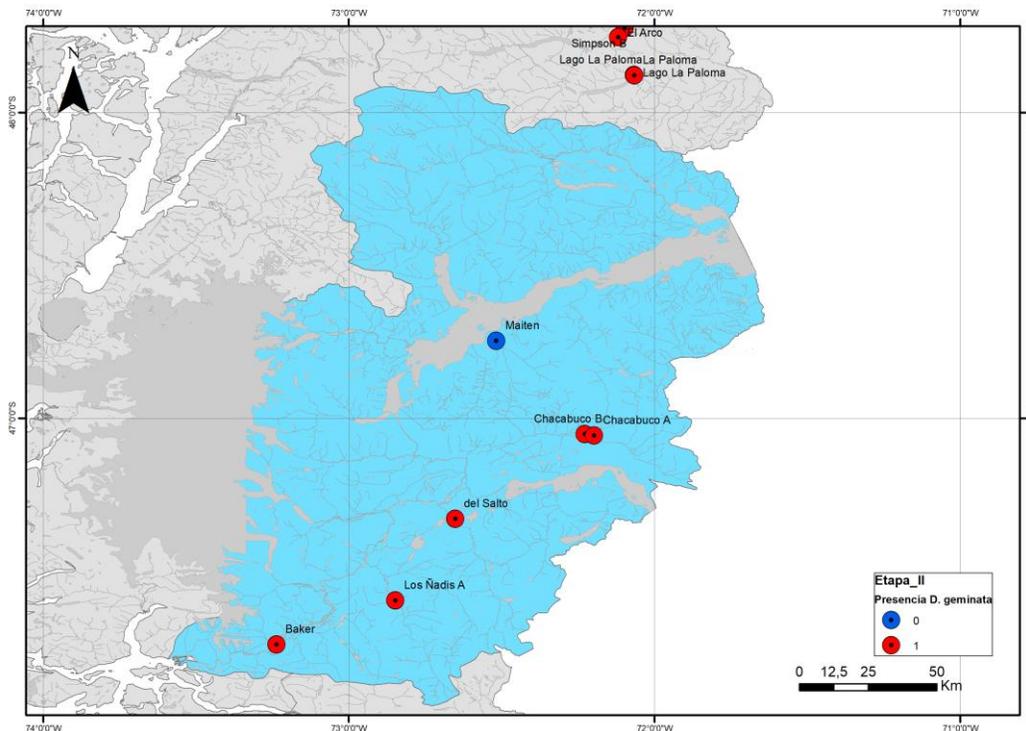
En esta Región se muestrearon las cuencas Río Palena y Costeras Límite Décima Región, Costeras e Islas entre río Palena y río Aysén (Figura 13), río Aysén (Figura 14) y río Baker (Figura 15) abarcando un total de 47 estaciones de muestreo. En las cuencas del Río Palena y Costeras Límite Décima Región se distribuyeron 9 de un total de 12 estaciones, en las cuencas Costeras e Islas entre río Palena y río Aysén se muestrearon 9 estaciones, en la cuenca del Río Aysén 23 estaciones y 6 estaciones en la cuenca del río Baker. Tanto durante la campaña de primavera-verano como durante en la campaña otoño-invierno las muestras fueron obtenidas en las mismas estaciones de muestreo. Sin embargo, dado el alto caudal y carga sedimentológica registradas durante la época de otoño-invierno en los ríos Travieso, Cisnes (en estación Cisnes 04), Mañihuales (en estación Mañihuales C) y Ñirehuao, no fue posible obtener muestras de microalgas ni macroinvertebrados bentónicos. Dos de estas estaciones fueron reemplazadas por las estaciones prospectivas Riesco y Esperanza 2 en la parte baja de la cuenca del Río Aysén.



**Figura 13.** Localizaci3n de las estaciones de muestreo distribuidas en las cuencas Costeras e Islas entre R. Palena y R. Aysén. Los círculos azules (0) representan la ausencia de *D. geminata*, mientras que los círculos rojos (1) representan la presencia de *D. geminata* en el área muestreada de la cuenca.



**Figura 14.** Localizaci3n de las estaciones de muestreo distribuidas en la cuenca del R3o Ays3n. Los c3rculos azules (0) representan la ausencia de *D. geminata*, mientras que los c3rculos rojos (1) representan la presencia de *D. geminata* en el 3rea muestreada de la cuenca.



**Figura 15.** Localización de las estaciones de muestreo distribuidas en la cuenca del Río Baker. Los círculos azules (0) representan la ausencia de *D. geminata*, mientras que los círculos rojos (1) representan la presencia de *D. geminata* en el área muestreada de la cuenca.

**g) Región de Magallanes**

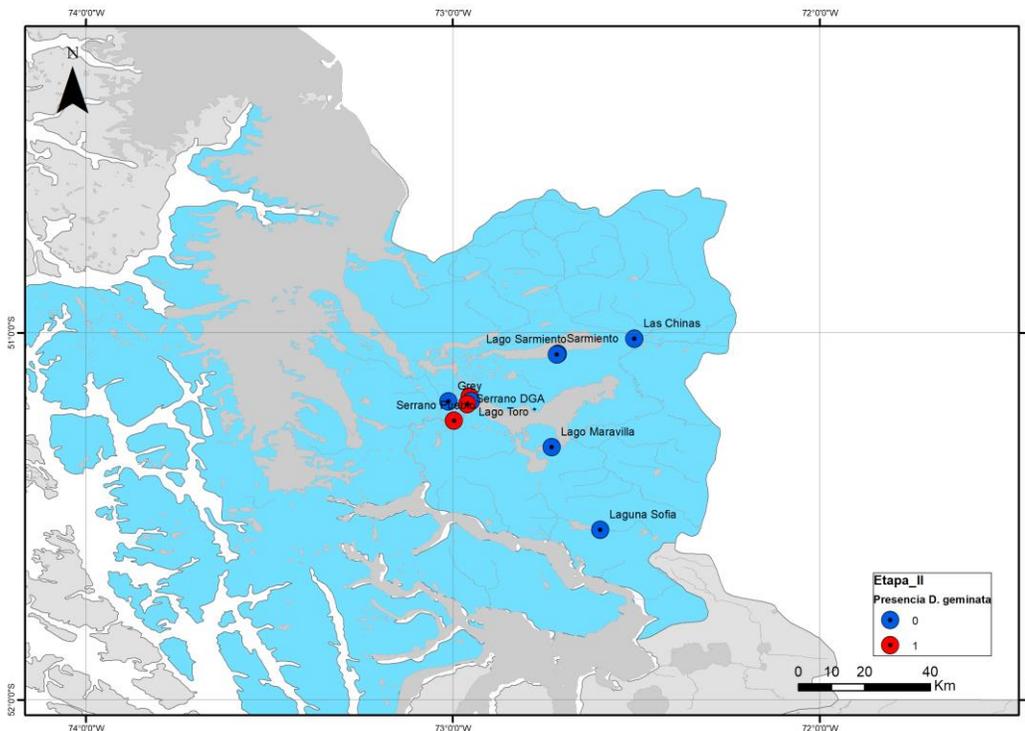
En esta Región se muestrearon las cuencas Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente (Figura 16), Costeras e Islas entre R Hollemberg (Figura 17), Vertiente del Atlántico (Figura 18) y Cuencas de Tierra del Fuego (Figura 19) abarcando un total de 18 estaciones. En las cuencas Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente se muestrearon un total de 8 estaciones, en cuencas Costeras e Islas entre R Hollemberg- Golfo Alte. Laguna Blanca se muestreó 1 estación, en cuencas Costeras e Islas entre R Hollemberg se muestreó 1 estación, en cuencas del Vertiente del Atlántico se muestrearon 2 estaciones y Cuencas de Tierra del Fuego se muestrearon 7 estaciones. Tanto durante la campaña de primavera-verano como durante en la campaña otoño-invierno las muestras fueron obtenidas en las mismas estaciones de muestreo. Sin embargo, durante la campaña de otoño-invierno en la cuenca de Tierra del Fuego se incluyeron 5 nuevas estaciones prospectivas a solicitud de SERNAPESCA Región de Magallanes: lago Fagnano, río Azopardo, lago Deseado, lago Despreciado y lago Sofía. Adicionalmente, se obtuvieron 2 muestras adicionales de floraciones



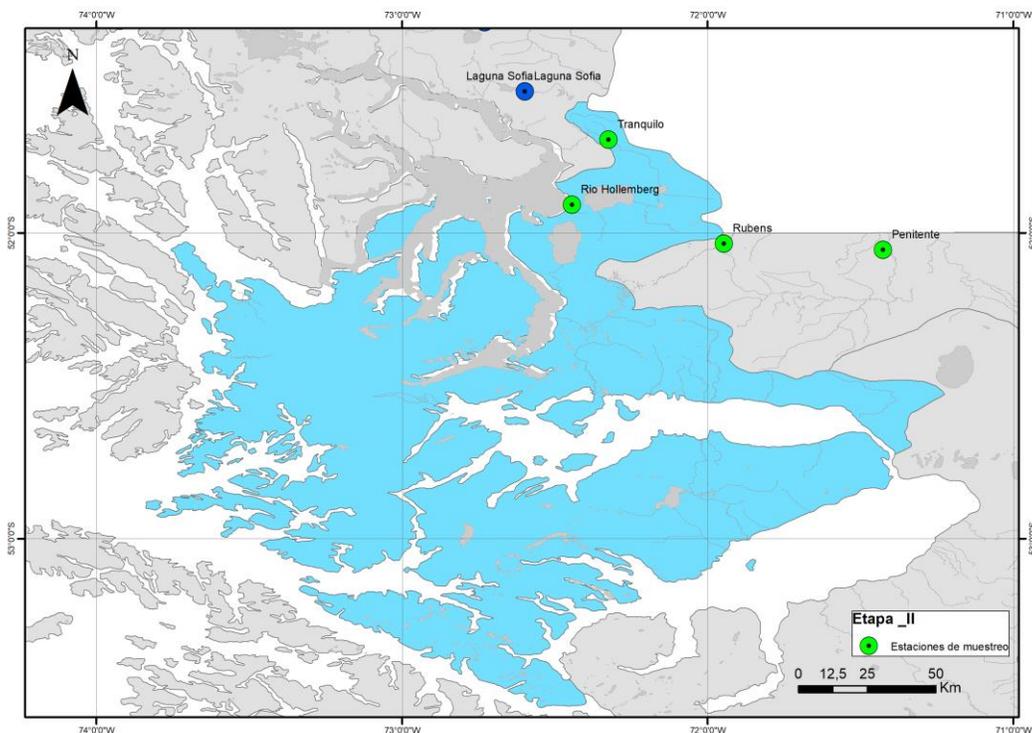
observadas en terreno en los ríos Chorrillo Los Perros y en río Alonso en Tierra del Fuego. Adicionalmente, se obtuvo una muestra adicional en el desagüe del Lago Toro en las cercanías de la Administración del PN Torres del Paine, identificada como Lago Toro Nuevo.

En la relación a la comunidad del fitobentos, la determinación taxonómica se realizó directamente a partir de las muestras fijadas en lugol utilizando un microscopio óptico invertido, alcanzado la categoría de género como el menor nivel taxonómico. Durante la campaña de primavera-verano se registraron phyla en el fitobentos representadas por 13 clases, 29 órdenes, 48 familias y 71 géneros en toda el área de estudio (Tabla 50). Durante la época de otoño-invierno se registraron 13 phyla de microalgas representadas por 15 clases, 35 órdenes, 54 familias, 84 géneros. (Tabla 52). En el caso de las diatomeas, su determinación taxonómica alcanzó el nivel de especie y se realizó posterior a la digestión ácida de las partes orgánicas con el fin de evidenciar los caracteres taxonómicos de cada especie. Durante la campaña de primavera verano las diatomeas estuvieron representadas por 3 clases, 25 familias, 13 órdenes, 41 géneros y 103 taxa (Tabla 51). Durante la campaña de otoño-invierno las diatomeas estuvieron representadas por 3 clases, 13 órdenes, 25 familias, 43 géneros y 105 especies (Tabla 53).

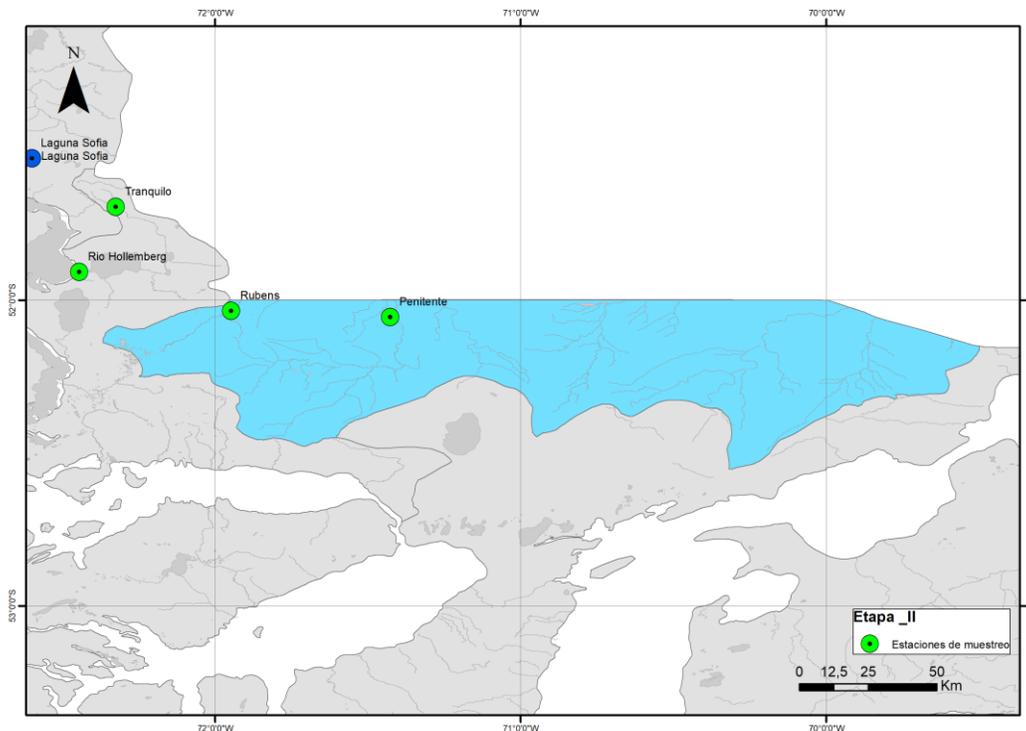
Durante la campaña de primavera-verano se en 61 de las 150 estaciones muestreadas se registró la presencia de *D. geminata* como componente de la comunidad de diatomeas. Mientras que en 59 estaciones de las 150 estaciones se registró como componente del fitobentos. En 69 estaciones se registró en la columna de agua y en 53 se registró como floración o en estado macroscópico. Durante la campaña de otoño-invierno en 62 de las 158 estaciones muestreadas se registró la presencia de *D. geminata* como componente de la comunidad de diatomeas. Mientras que en 55 de las 158 estaciones se registró como componente del fitobentos. Por lo tanto, considerando ambas matrices, en el 43% de las estaciones muestreadas se registró la presencia de *D. geminata* en el bentos como componente de la comunidad de diatomeas o como componente de la comunidad del fitobentos. En 62 estaciones se registró en la columna de agua y en 48 se registró como floración o en estado macroscópico (Fig. 20-21; Tabla 10).



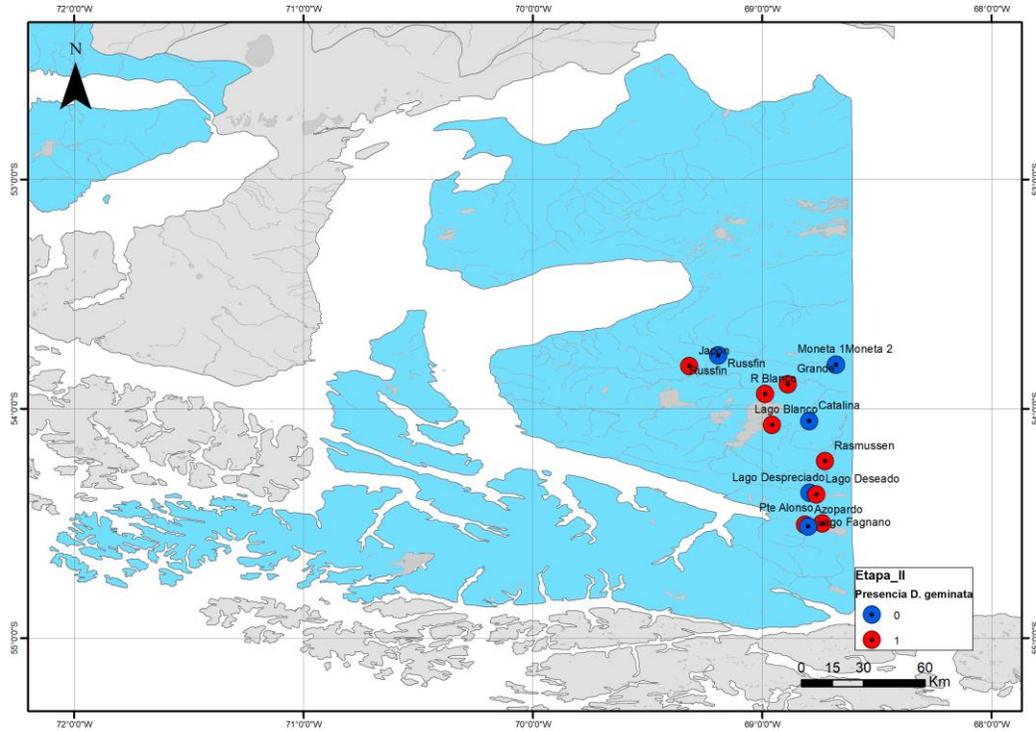
**Figura 16.** Localizaci3n de las estaciones de muestreo distribuidas en las cuencas Costeras entre Seno Andrew y r3o Holleberg e islas al oriente. Los c3rculos azules (0) representan la ausencia de *D. geminata*, mientras que los c3rculos rojos (1) representan la presencia de *D. geminata* en el 3rea muestreada de la cuenca.



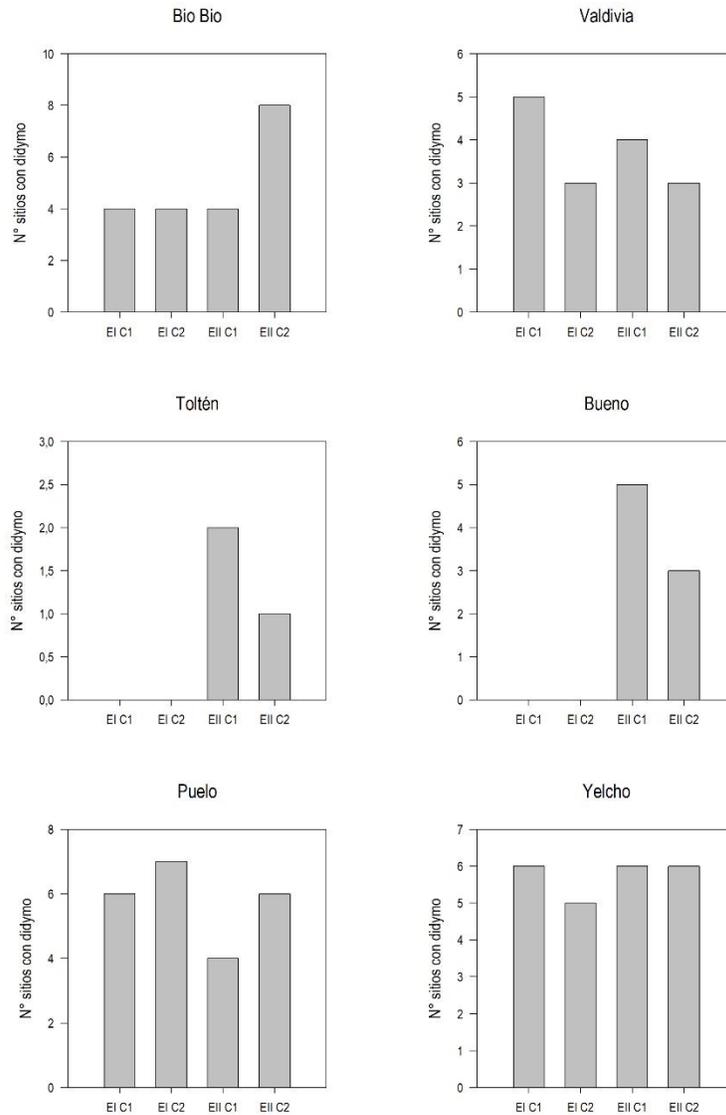
**Figura 17.** Localizaci3n de las estaciones de muestreo distribuidas en las cuencas Costeras e Islas entre R Holleberg. Los c3rculos verdes representan la ausencia de *D. geminata* en el 3rea muestreada.



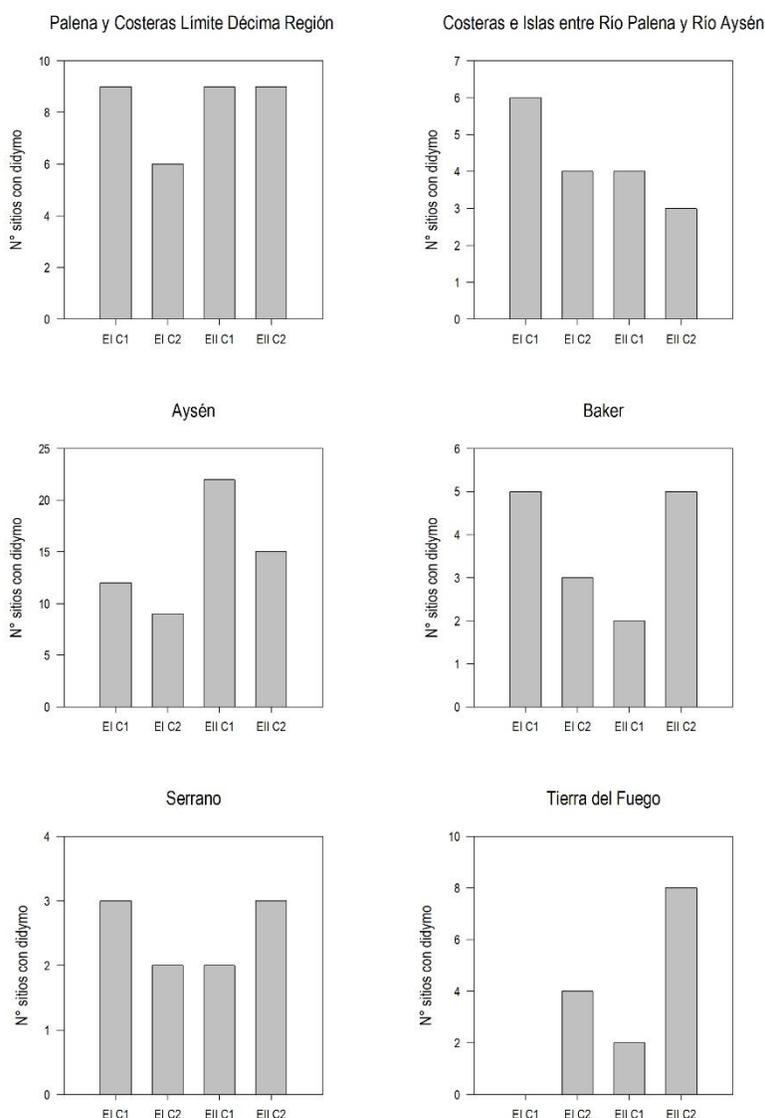
**Figura 18.** Localizaci3n de las estaciones de muestreo distribuidas en las cuencas de la Vertiente del Atl3ntico. Los c3rculos verdes representan la ausencia de *D. geminata* en el 3rea muestreada.



**Figura 19.** Localización de las estaciones de muestreo distribuidas en las cuencas de Tierra del Fuego. Los círculos azules (0) representan la ausencia de *D. geminata*, mientras que los círculos rojos (1) representan la presencia de *D. geminata* en el área muestreada de la cuenca.



**Figura 20.** N3mero de estaciones por cuenca con presencia positiva para *D. geminata* como componente de la comunidad completa de microalgas y la comunidad de diatomeas bent3nicas registradas durante las campa1as de cada Etapa del Monitoreo.



**Figura 21.** Número de estaciones por cuenca con presencia positiva para *D. geminata* como componente de la comunidad completa de microalgas y la comunidad de diatomeas bentónicas registradas durante las campañas de cada Etapa del Monitoreo.

La diversidad muestra una distribución similar, donde el conjunto de sitios invadidos de cada cuenca tiende a mostrar valores de diversidad mayores que los registrados en el conjunto de sitios no invadidos (Fig. 28-29). Solo los sitios no invadidos registrados en Tierra del Fuego tienden a mostrar valores más altos de diversidad. Respecto a la variación temporal, la diversidad tiende a ser levemente mayor durante la época de primavera-verano tanto en los sitios invadidos como en los no invadidos en cuencas como la del río Biobío, Yelcho, Costeras e Islas entre río Palena y río Aysén y Costeras entre Seno Andrew y río Hollemberg e Islas al Oriente. Sin embargo, el patrón muestra un gran variabilidad espacio-temporal de la diversidad.



Los ríos distribuidos en cuencas de las Región de Los Lagos, Aysén y Magallanes y en ríos cordilleranos de las regiones de Biobío, La Araucanía y Los Ríos, concentraron el mayor número de sitios con presencia de *D. geminata* en la comunidad completa del fitobentos. En la Región de Los Lagos, en las cuencas de los ríos Puelo, Yelcho, Palena y Costeras Límite Décima Región se registraron 6, 6 y 3 sitios, respectivamente, con presencia de *D. geminata*. En la Región de Aysén en las cuencas de los ríos Costeras e Islas entre río Palena y Aysén, Aysén y Baker se registraron 3, 32 y 1 sitio respectivamente con presencia de *D. geminata*. En la Región de Magallanes en las cuencas Costeras entre Seno Andrew y río Holleberg e islas al oriente y Tierra del Fuego se registraron 2 sitios en cada una con presencia positiva para *D. geminata*. En la Región del Biobío y parte de la Región de la Araucanía, en la cuenca del río Biobío se registraron 4 estaciones con presencia de *D. geminata*. En la Región de La Araucanía para la cuenca el río Toltén se registraron 2 sitios con presencia de *D. geminata*, y finalmente en la Región de Los Ríos en las cuencas de los Ríos Valdivia y Toltén se registraron 4 sitios en cada una con presencia de *D. geminata*.

### **Fitobentos**

Los parámetros utilizados para analizar la estructura comunitaria y realizar el seguimiento de la plaga en las distintas cuencas invadidas fueron la Riqueza Específica (S) y la Diversidad de Shannon ( $H'Log_e$ ). Estos parámetros indicaron que existe variabilidad temporal interna en las cuencas dado que ambos parámetros variaron respecto a las épocas de cada etapa. En general, la riqueza tendió a alcanzar valores más altos en los sitios invadidos que en los no invadidos en todas las cuencas. Los valores de riqueza entre las épocas exhibieron una alta variabilidad interna de las cuencas y entre las cuencas. El conjunto de sitios invadidos y no invadidos de cuencas como las del río Biobío y río Toltén la Riqueza tendió a incrementarse durante la época de otoño-invierno, mientras que el conjunto de sitios invadidos y no invadidos de cuencas como la cuenca del río Bueno tendieron a descender. En las demás cuencas se observó un alto grado de variación, revelando diferencias espacio-temporales en la comunidad reflejadas en este parámetro comunitario (Fig.22-23; 26-27).

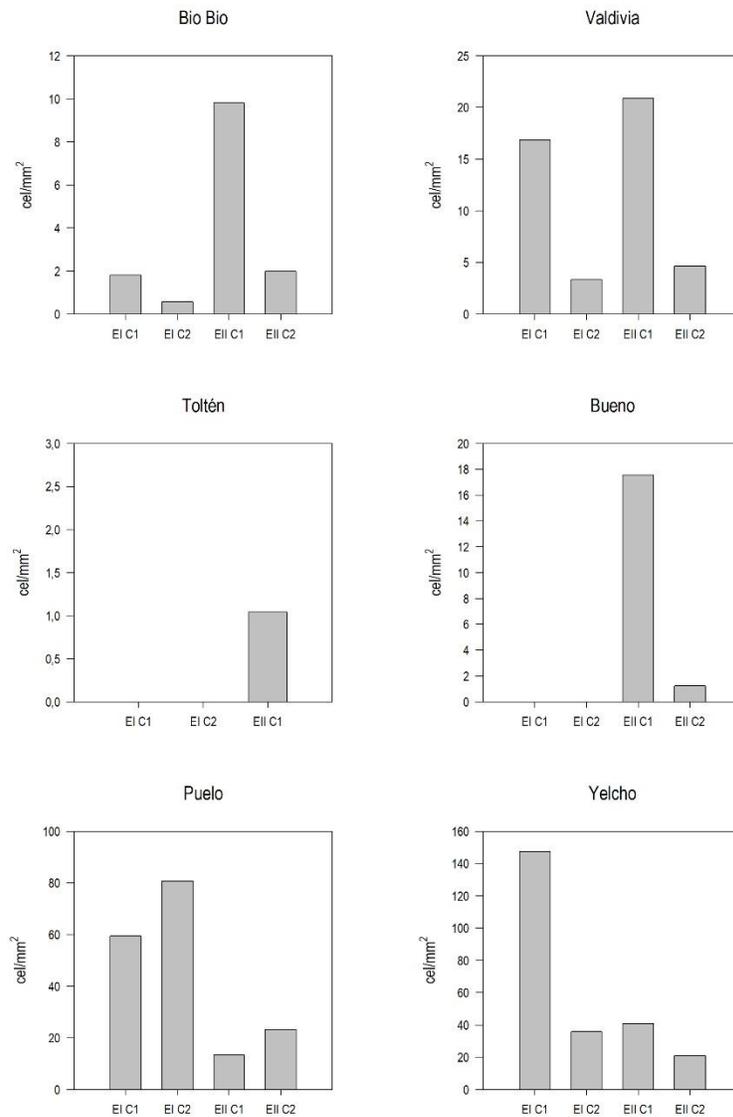


Figura 22. Densidad de c3lulas (cel./mm<sup>2</sup>) *D. geminata* registrada en el fitobentos las campa1as de cada Etapa del Monitoreo.

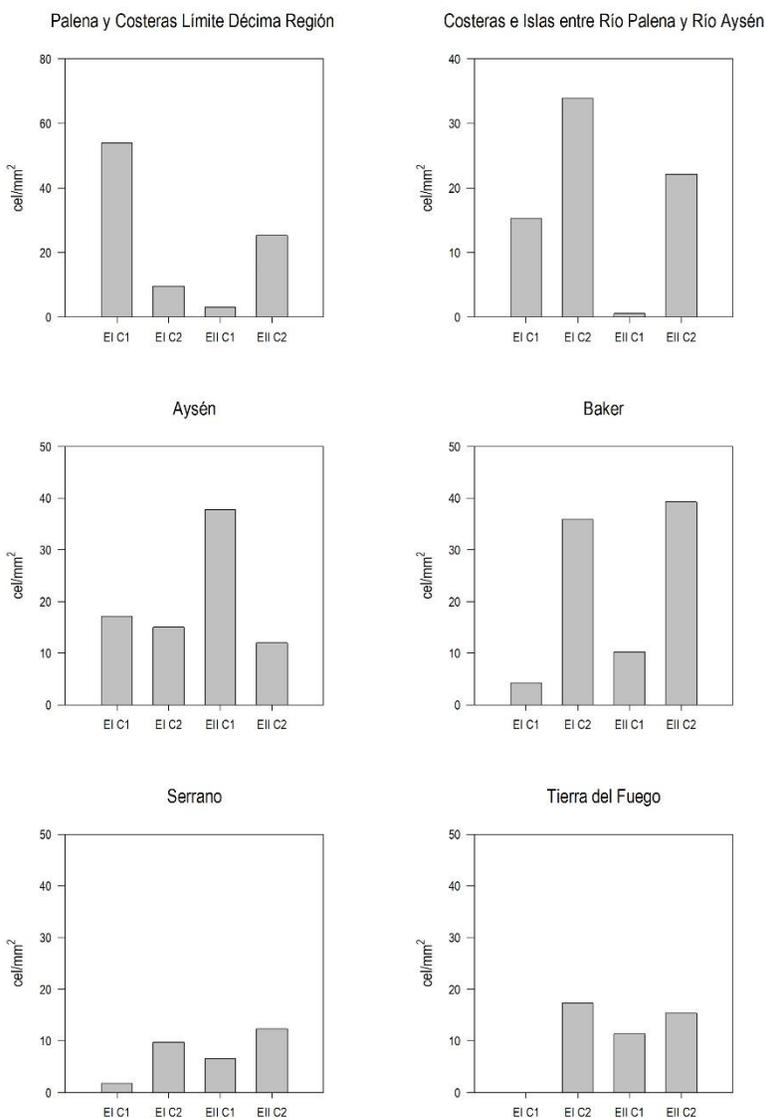
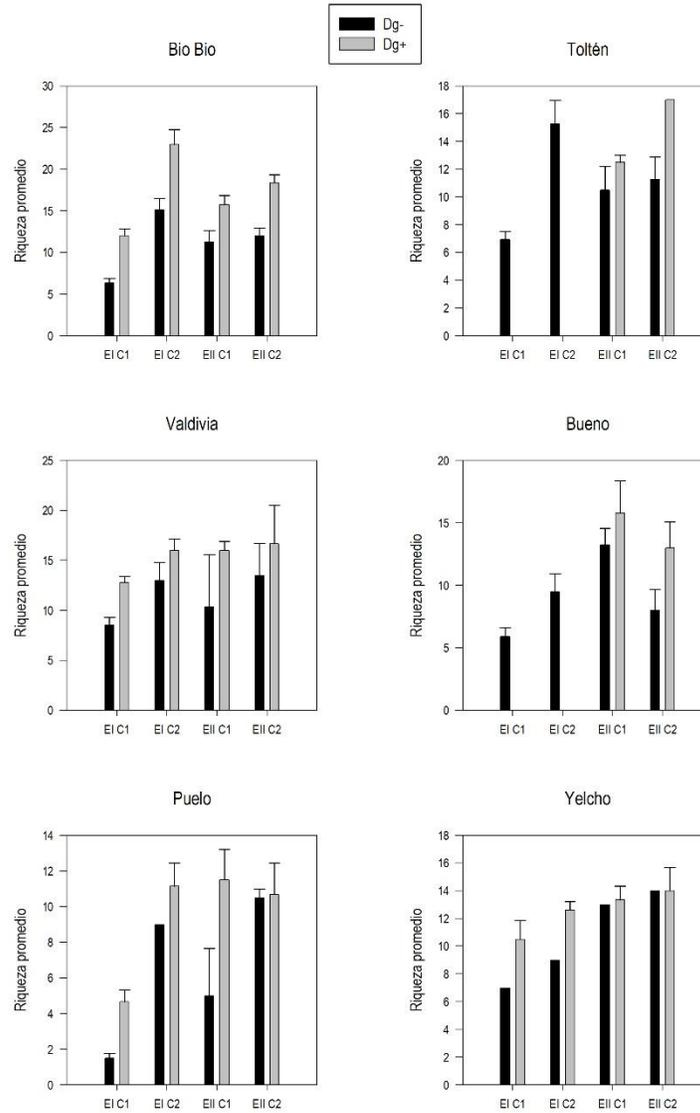
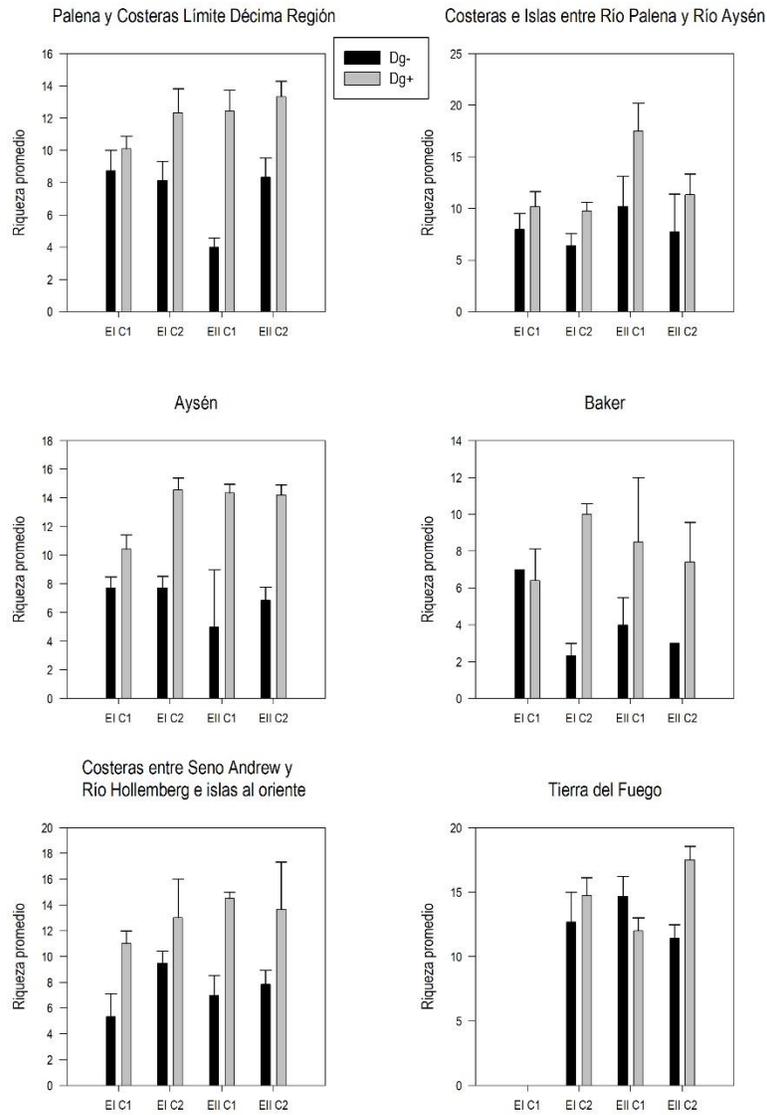


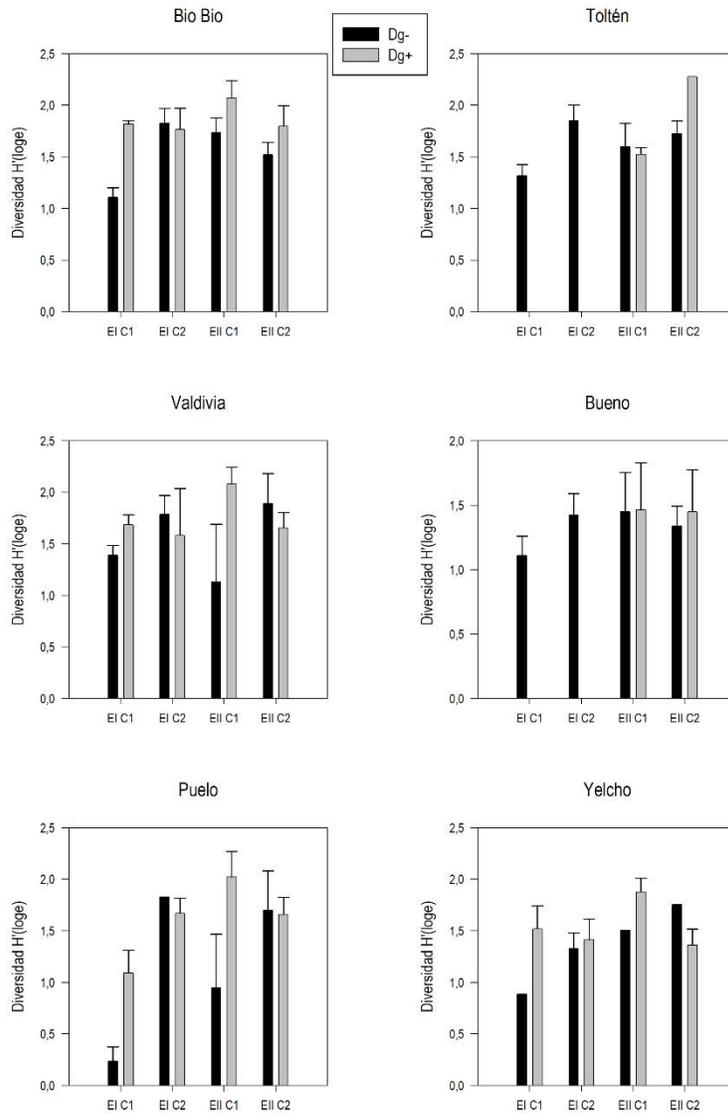
Figura 23. Densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) *D. geminata* registrada en el fitobentos las campañas de cada Etapa del Monitoreo.



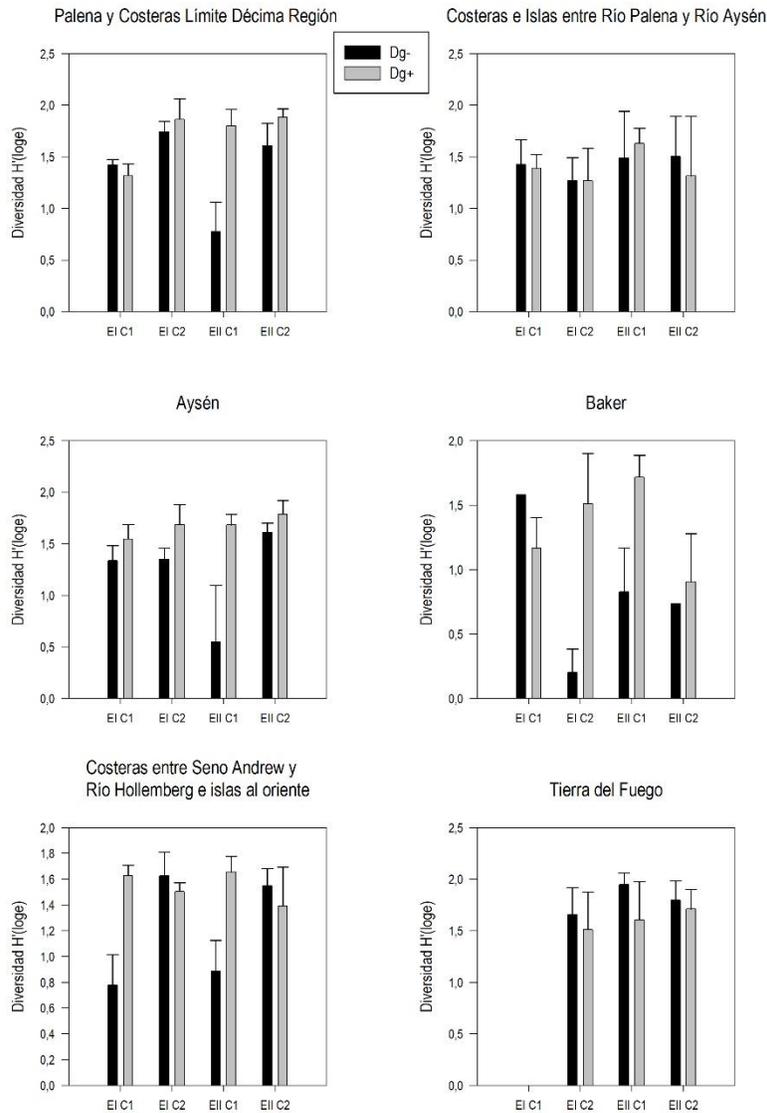
**Figura 24.** Riqueza promedio de fitobentos de sitios invadidos (barras grises) y sitios no invadidos (barras negras) por cuenca registradas en cada campa1a de las dos etapas del Monitoreo.



**Figura 25.** Riqueza promedio de fitobentos de sitios invadidos (barras grises) y sitios no invadidos (barras negras) por cuenca registradas en cada campa1a de las dos etapas del Monitoreo.



**Figura 26.** Diversidad (Shannon H' (log)) promedio de fitobentos de sitios invadidos (barras grises) y sitios no invadidos (barras negras) por cuenca registradas en cada campa1a de las dos etapas del Monitoreo.



**Figura 27.** Diversidad (Shannon H'loge) promedio de fitobentos de sitios invadidos (barras grises) y sitios no invadidos (barras negras) por cuenca registradas en cada campa1a de las dos etapas del Monitoreo.

Durante la 3poca de oto1o-invierno en la Regi3n de Los Lagos, en las cuencas de los r3os Puelo, Yelcho, Palena y Costeras L3mite D3cima Regi3n se registraron 6, 6 y 8 sitios respectivamente con presencia de *D. geminata*. En la Regi3n de Ays3n en las cuencas de los r3os Costeras e Islas entre r3o Palena y Ays3n, Ays3n y Baker se registraron 2, 13 y 4 sitios respectivamente con presencia de *D. geminata*. En la Regi3n de Magallanes en las cuencas Costeras entre Seno Andrew y r3o Holleberg e islas al oriente y Tierra del Fuego se registraron 3 y 7 sitios respectivamente con presencia positiva para *D. geminata*. En la Regi3n del Biob3o y parte de la Regi3n de la Araucan3a, en la cuenca del r3o Biob3o se registraron 4 estaciones con presencia de *D. geminata*. En la Regi3n de Los R3os en las cuencas de los R3os Valdiv3a y Bueno se registraron 1 y 4 sitios respectivamente con presencia de *D. geminata*.



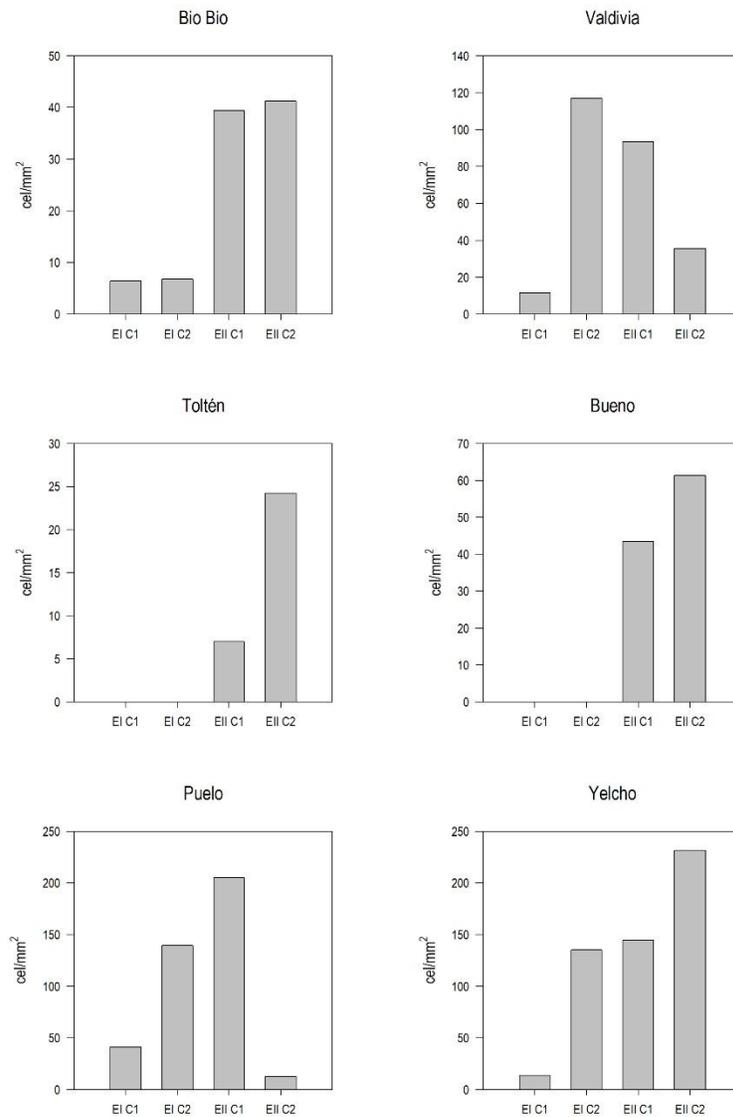
## Diatomeas

Al igual que para la comunidad completa de microalgas del bentos, la Riqueza específica (S) y la diversidad de Shannon ( $H'Log_e$ ) fueron calculados para realizar el seguimiento de la plaga considerando solo el Phylum Bacillariophyta. En general se observó que la riqueza de especies tendió a mostrar valores más altos en el conjunto de sitios invadidos de todas las cuencas, excepto en los sitios distribuidos en Tierra del Fuego donde los sitios no invadidos por *D. geminata* tendieron a mostrar valores más alto de riqueza. Respecto a la variación respecto a las épocas de primavera-verano y otoño-invierno los sitios invadidos distribuidos en las cuencas Puelo, Costeras e Islas entre río Palena y Aysén, Baker los valores de riqueza asociados a la época de primavera-verano tendieron a ser más altos que los registrados durante la época de otoño-invierno. Sin embargo, este índice no reflejó un patrón claro y reveló una gran variabilidad espacio temporal (Fig. 24-25;.30-31).

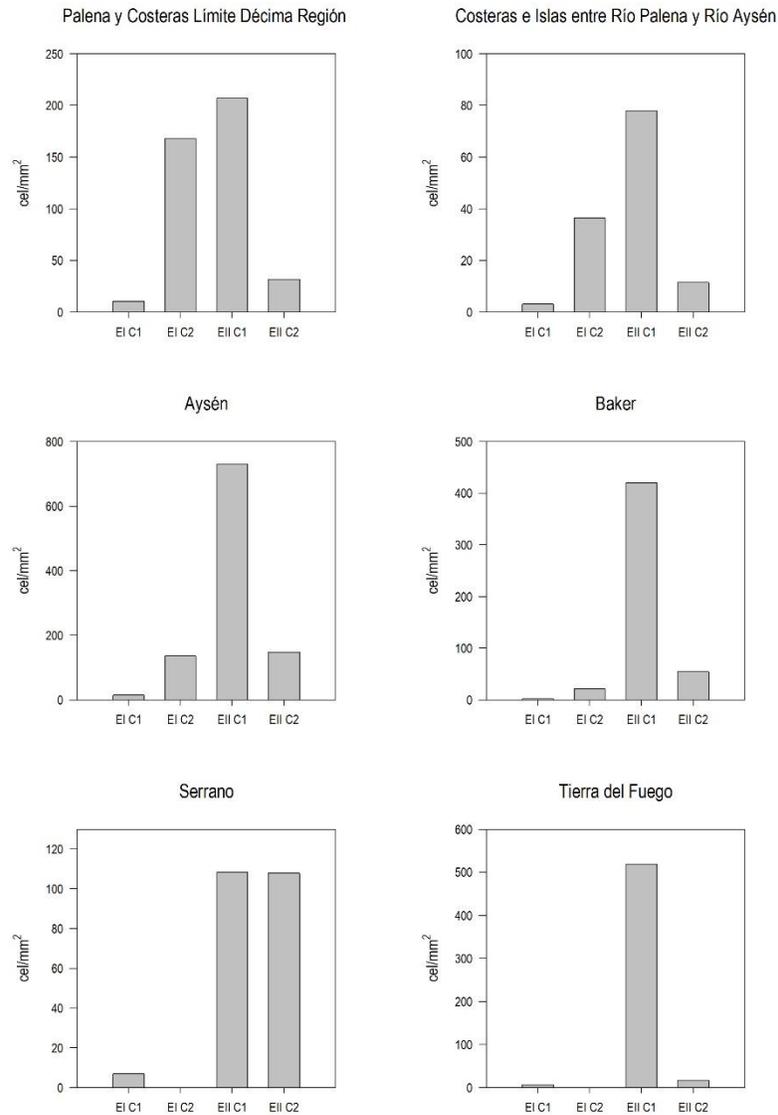
La diversidad mostró un patrón similar al de riqueza donde en todas las cuencas el conjunto de sitios invadidos tendió a mostrar valores mayores de diversidad que los registrados en el conjunto de sitios no invadidos (Fig. 32-33). Sin embargo, los sitios distribuidos en Tierra del Fuego tendieron a romper este patrón, donde el conjunto de sitios no invadidos tendió a mostrar valores mayores de diversidad. Respecto a la variación entre las épocas de primavera-verano y otoño-invierno se observó que el conjunto de sitios invadidos distribuidos en las cuencas de los ríos Valdivia, Yelcho, Costeras e Islas entre río Palena y río Aysén, Aysén y Tierra del Fuego mostraron valores de riqueza más altos durante la época de primavera-verano. En las demás cuencas se observó un alto grado de variación

Los ríos distribuidos en cuencas de las Región de Los Lagos, Aysén y Magallanes y en ríos cordilleranos de las regiones de Biobío, La Araucanía y Los Ríos, concentraron el mayor número de sitios con presencia de *D. geminata* en la comunidad completa del fitobentos. Durante la época de primavera-verano en la Región de Los Lagos, en las cuencas de los ríos Puelo, Yelcho, Palena y Costeras Límite Décima Región se registraron 4, 6 y 9 sitios respectivamente con presencia de *D. geminata*. En la Región de Aysén en las cuencas de los ríos Costeras e Islas entre río Palena y Aysén, Aysén y Baker se registraron 4, 20 y 2 sitios respectivamente con presencia de *D. geminata*. En la Región de Magallanes en las cuencas Costeras entre Seno Andrew y río Hollemberg e islas al oriente y Tierra del Fuego se registraron 1 sitio cada una con presencia positiva para *D. geminata*. En la Región del Biobío y parte de la Región de la Araucanía, en la cuenca del Río Biobío se registraron 4 estaciones con presencia de *D. geminata*. En la Región de La Araucanía para la cuenca el río Toltén se registraron 1 sitio con presencia de *D. geminata*, y finalmente en la Región de Los Ríos en las cuencas de los Ríos Valdivia y Bueno se registraron 4 y 5 sitios respectivamente con presencia de *D. geminata*.

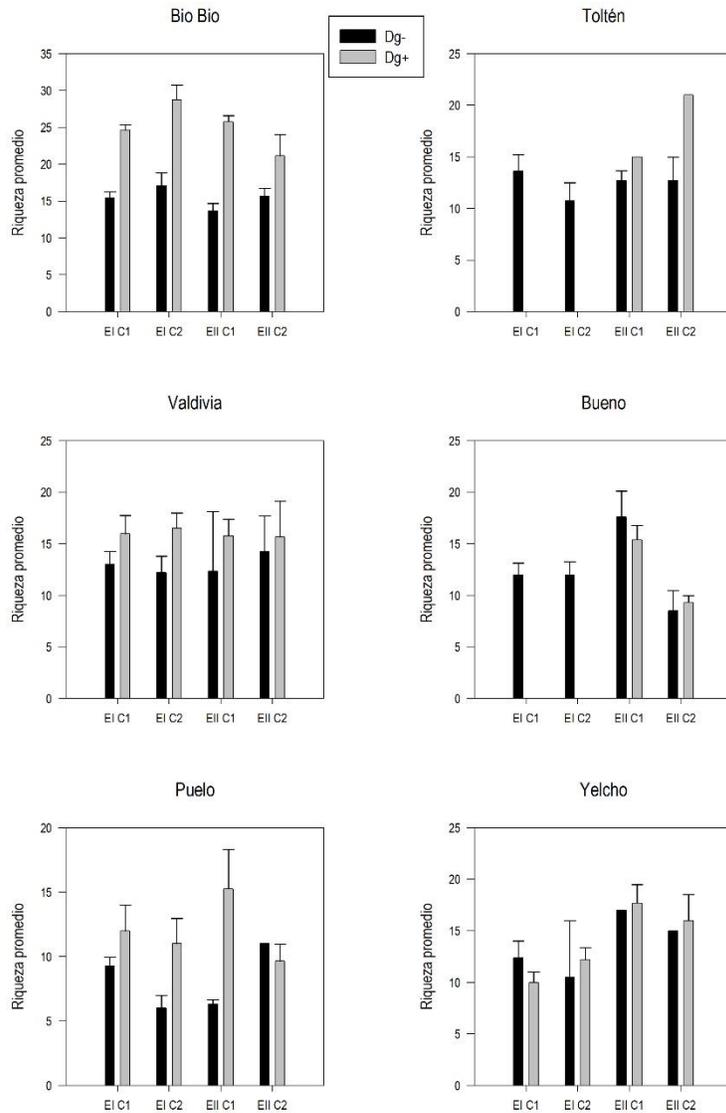
Durante la época de otoño-invierno en la Región de Los Lagos, en las cuencas de los ríos Puelo, Yelcho, Palena y Costeras Límite Décima Región se registraron 6, 6 y 8 sitios respectivamente con presencia de *D. geminata*. En la Región de Aysén en las cuencas de los ríos Costeras e Islas entre río Palena y Aysén, Aysén y Baker se registraron 2, 13 y 5 sitio respectivamente con presencia de *D. geminata*. En la Región de Magallanes en las cuencas Costeras entre Seno Andrew y río Hollemberg e islas al oriente y Tierra del Fuego se registraron 2 y 7 sitios respectivamente con presencia positiva para *D. geminata*. En la Región del Biobío y parte de la Región de la Araucanía, en la cuenca del río Biobío se registraron 6 estaciones con presencia de *D. geminata*. En la Región de La Araucanía para la cuenca el río Toltén se registraron 2 sitios con presencia de *D. geminata*, y finalmente en la Región de Los Ríos en las cuencas de los Ríos Valdivia y Bueno se registraron 3 sitios en cada una con presencia de *D. geminata*.



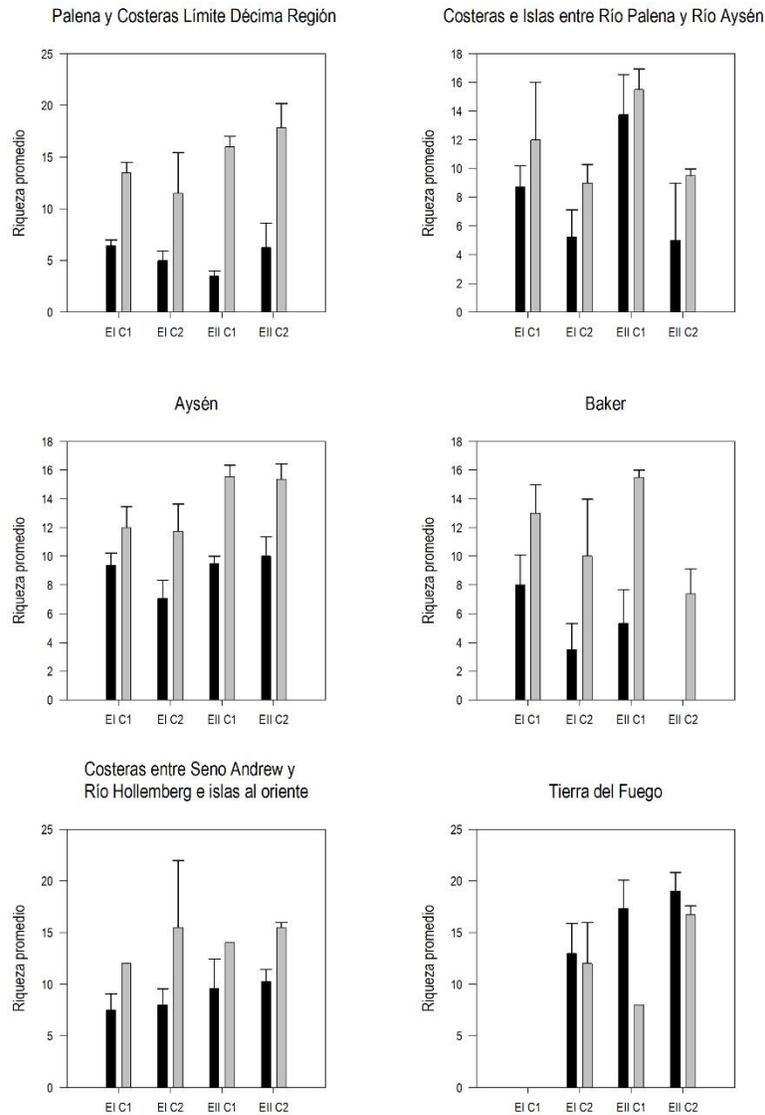
**Figura 28.** Densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) *D. geminata* registrada en la comunidad de diatomeas las campa#as de cada Etapa del Monitoreo.



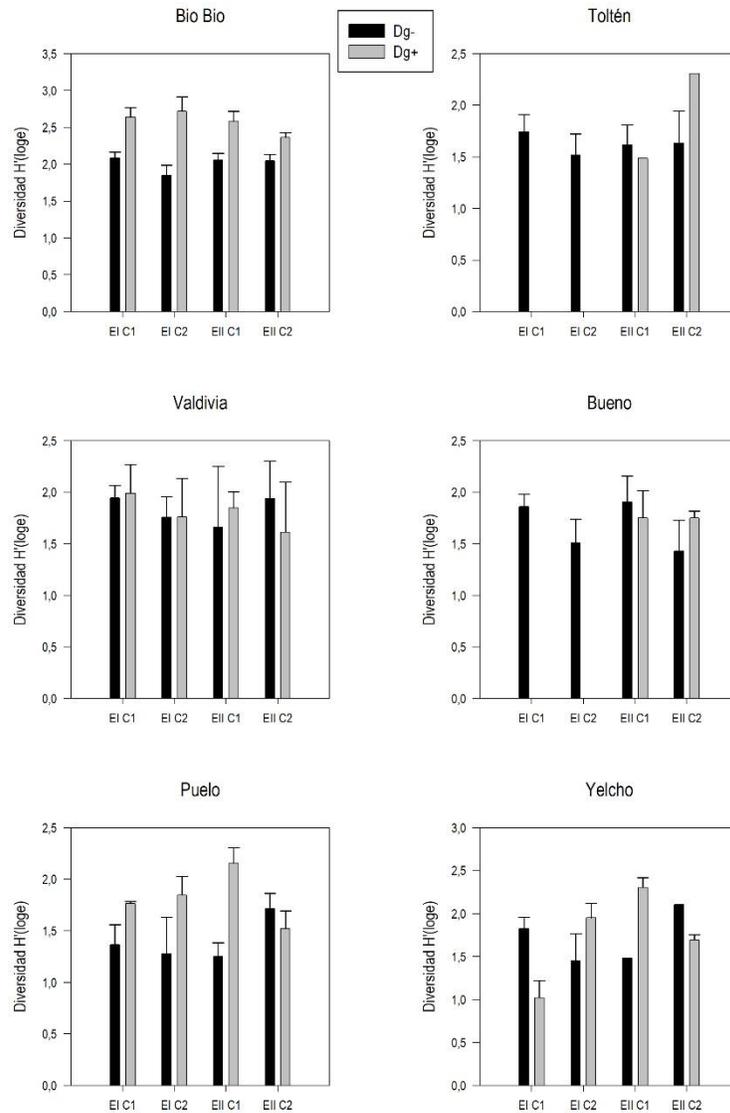
**Figura 29.** Densidad de c3lulas (cel./mm<sup>2</sup>) *D. geminata* registrada en la comunidad de diatomeas las campa1as de cada Etapa del Monitoreo.



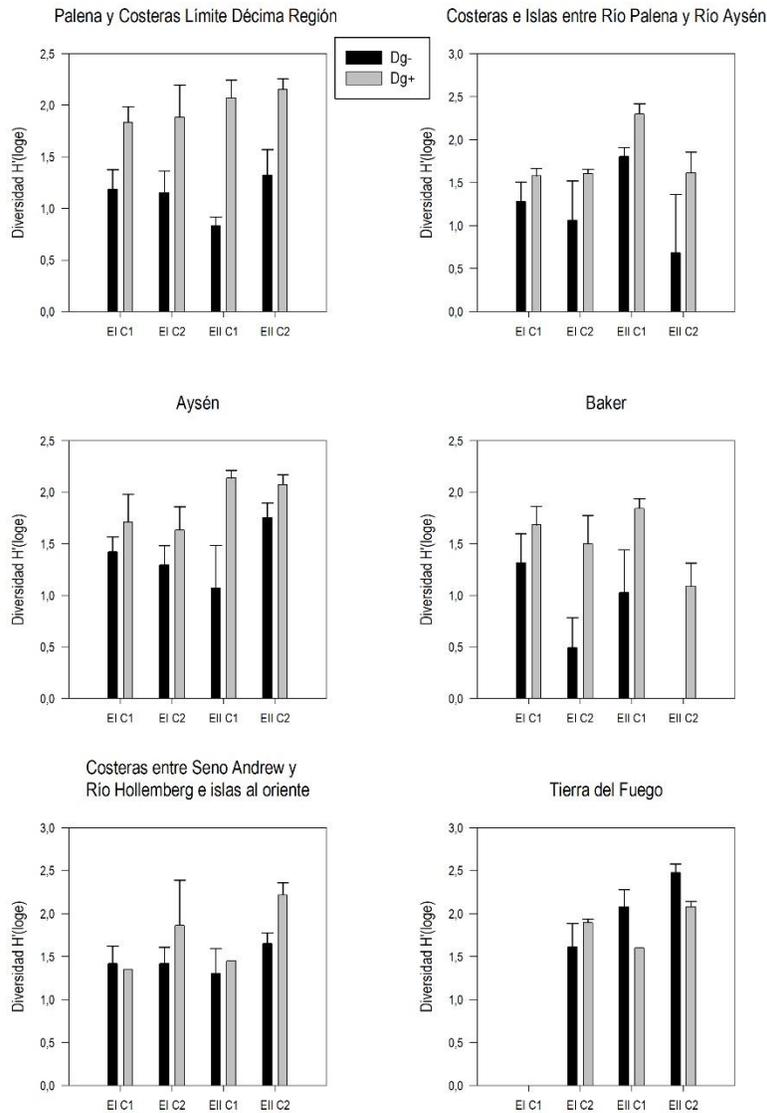
**Figura 30.** Riqueza promedio de diatomeas bent3nicas de sitios invadidos (barras grises) y sitios no invadidos (barras negras) por cuenca registradas en cada campaa de las dos etapas del Monitoreo.



**Figura 31.** Riqueza promedio de diatomeas bent3nicas de sitios invadidos (barras grises) y sitios no invadidos (barras negras) por cuenca registradas en cada campaa de las dos etapas del Monitoreo.



**Figura 32.** Diversidad (Shannon H'log) promedio de diatomeas bent3nicas de sitios invadidos (barras grises) y sitios no invadidos (barras negras) por cuenca registradas en cada campaa de las dos etapas del Monitoreo.



**Figura 33.** Diversidad (Shannon H'log e) promedio de diatomeas bentónicas de sitios invadidos (barras grises) y sitios no invadidos (barras negras) por cuenca registradas en cada campaña de las dos etapas del Monitoreo.

### Floraciones de microalgas bentónicas

En este Monitoreo las floraciones bentónicas se entienden como un conglomerado masivo de células de determinadas microalgas bentónica en una matriz mucilaginoso que cubre el bentos fluvial o lacustre y es perceptible a simple vista. Este hábito macroscópico permite identificar directamente la presencia de *D. geminata*. Sin embargo, existe numerosas especies de Chlorophyta y Bacillariophyta capaces de desarrollar proliferaciones masivas similar a la *D. geminata* siendo fácil confundirlas con el hábito macroscópico de esta



especie. Además, es común registrar células de *D. geminata* cohabitando en bajas densidades en floraciones dominadas por otras especies. Las muestras de floraciones se obtuvieron directamente en terreno a partir de conglomerados del sustrato fluvial o lacustre o de pozas laterales presentes en los tramos donde se ubican las estaciones de muestreo. Fueron fijadas *in situ* con lugol y luego fueron trasladadas al laboratorio para su posterior análisis y conteo bajo un microscopio óptico invertido.

De acuerdo a nuestros resultados, en más del 80% las estaciones donde se registraron floraciones de *D. geminata* la especie forma parte de la comunidad del fitobentos, de la comunidad de diatomeas bentónicas, del ensamble del fitoplancton o de las 3 matrices. Sin embargo, en estaciones como el río Japón en Tierra del Fuego, De las Torres A en la Región de Aysén o Lago Toro Nuevo en la Región de Magallanes se registró como floración aislada en el tramo donde se ubica la estación, donde *D. geminata* aún no es capaz de integrarse a las comunidades bentónicas residentes, debido a un proceso de internación reciente o por condiciones locales del hábitat.

Durante la campaña de primavera-verano en 53 de 150 estaciones se registraron floraciones dominadas o integradas por *D. geminata*. La distribución de estas floraciones coincidió con la presencia de *D. geminata* en las 3 matrices biológicas analizadas, las cuales se componen de *D. geminata* y por otras especies diatomeas pedunculadas. En más del 50% de estaciones las floraciones estuvieron dominadas por especies de los géneros *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Achnanthydium*, *Encyonema* y *Navicula*. Durante la época de otoño-invierno en 48 de 150 estaciones se registraron floraciones dominadas o integradas por *D. geminata*. En más del 50 % de las estaciones las floraciones estuvieron dominadas por *Fragilaria*, *Achnanthydium*, *Gomphonema* y *Navicula*.

### Fitoplancton

La presencia de *D. geminata* en la columna de agua se constató a partir de muestras cualitativas obtenidas empleando una red de fitoplancton a partir de las cuales se determinó la presencia de la especie en el ensamble fitoplanctónico. La presencia de la especie en la matriz planctónica coincide con la presencia de didymo en el bentos como parte de la comunidad completa de microalgas o como componente de la comunidad de diatomeas.

La presencia de *D. geminata* en el fitoplancton se basó en células que contenían su respectivo cloroplasto al momento de la preservación de la muestra *in situ* con lugol. En base a esto no se consideraron como presencias aquellos registros basados en células de *D. geminata* sin cloroplasto o restos de frústulos.

Es importante destacar la estación Laja perteneciente a la Cuenca del Río Biobío en donde se registró la presencia de *D. geminata* en el plancton durante la época de primavera-verano. Los resultados sugieren que posterior al registro planctónico durante la primavera-verano la especie fue capaz de integrarse a la comunidad y fue detectada como parte de la comunidad del fitobentos durante la época de otoño-invierno. Esta estación se ubica aguas abajo de la central Quilleco y en las cercanías del balneario municipal de Tucapel. En el mismo sector de la cuenca y durante la misma época se registra por primera vez la presencia de *D. geminata* en la estación Polcura como componente de la comunidad de diatomeas bentónicas.



**Tabla 2.** Resumen presencia *Didymosphenia geminata* campaña primavera-verano etapa II. Presencia de *D. geminata* en Fitoplancton (FP), como floración o conglomerado macroscópico (FL), en la comunidad de diatomeas bentónicas (DB) y como componente del fitobentos (FB).

Estación	FP	FL	DB	FB	Fecha	Este	Norte	Código cca.	Código subcca.	Código subsubcca.
Pte Armerillo					16-12-2017	307996	6045754	73	732	7321
Ancoa					17-12-2017	293698	6024311	73	733	7355
Achibueno					17-12-2017	280354	6012368	73	735	7354
Perquillauquen					17-12-2017	222784	6004977	73	735	7334
Pte Malcho					17-12-2017	284200	5987849	73	735	7350
Nuble 2A					18-12-2017	223175	5950533	81	811	8115
Nuble 1B					18-12-2017	271297	5949450	81	810	8106
Niblinto A					19-12-2017	252143	5945642	81	811	8112
Chillán A					18-12-2017	241756	5935176	81	811	8117
Diguillín A					19-12-2017	249999	5919127	81	813	8131
Caliboro					06-01-2018	196257	5871880	83	838	8382
Laja	1				08-01-2018	236809	5867386	83	838	8380
Laja B					07-01-2018	274016	5865423	83	837	8375
Rucúe B					07-01-2018	252244	5863389	83	837	8375
Cañicura A					07-01-2018	250288	5846464	83	832	8322
Duqueco B					06-01-2018	194683	5838977	83	832	8324
Huequecura					04-01-2018	258513	5829204	83	831	8316
Lirquen					05-01-2018	247633	5814454	83	831	8317
Bureo A					05-01-2018	234715	5814359	83	833	8331
Queuco A					05-01-2018	274492	5811094	83	831	8315
Bio Bio A	1				04-01-2018	264422	5809746	83	831	8313
Balsadero Callaqui	1				04-01-2018	263279	5808378	83	831	8313
Pangue B	1				05-01-2018	269909	5802367	83	831	8313
Bio Bio C	1	1	1	1	20-12-2017	298631	5768758	83	830	8307
Malleco A					03-01-2018	254336	5766750	83	835	8350
Quillen					14-12-2017	241584	5755846	91	911	9110
Quino A					14-12-2017	210648	5755365	91	910	9106
Bio Bio D	1	1	1	1	20-12-2017	299708	5753623	83	830	8306
Bio Bio E	1	1	1	1	20-12-2017	303838	5746512	83	830	8306
Indio B					03-01-2018	260721	5740680	91	912	9120
Bio Bio F	1	1	1	1	03-01-2018	313772	5726708	83	830	8302
Nirreco A	1				03-01-2018	292370	5717412	83	830	8300
Quepe B					14-12-2017	237232	5712823	91	913	9130
Quepe D					14-12-2017	210871	5712228	91	913	9132
Truful Truful					13-12-2017	269477	5697704	94	940	9400
Allipen A					13-12-2017	270395	5696170	94	940	9401
Trafanpulli A					13-12-2017	252157	5669257	94	940	9405
Liucura	1	1			12-12-2017	250745	5649870	94	941	9414
Pucón	1	1	1	1	12-12-2017	247841	5648833	94	941	9418
Donguil A					13-12-2017	197991	5645511	94	943	9431
Voipir					13-12-2017	220393	5642216	94	942	9421
Trancura puente	1			1	12-12-2017	280784	5629442	94	941	9412
Huenehue					08-12-2017	222639	5610318	101	1010	10107
Reca	1	1	1	1	09-12-2017	232971	5592194	101	1010	10108
San Pedro	1	1	1	1	08-12-2017	181079	5587149	101	1011	10113
Llanquihue	1	1	1	1	09-12-2017	239645	5586990	101	1010	10104
Fuy	1				10-12-2017	250321	5583959	101	1010	10100
Quinchilca B	1				08-12-2017	178757	5581301	101	1012	10122
Enco	1	1	1	1	09-12-2017	229447	5576493	101	1011	10110
Florin	1	1	1	1	05-12-2017	227129	5553900	103	1030	10305
Quiman A	1	1	1	1	06-12-2017	214746	5553832	103	1030	10305
Caunahue	1	1	1	1	05-12-2017	222885	5549774	103	1030	10305
Curriñe	1	1	1	1	05-12-2017	244528	5544258	103	1030	10301
Pillanleufu	1	1	1	1	05-12-2017	241860	5540131	103	1030	10301
Puerto Lapi	1				06-12-2017	192315	5537822	103	1031	10310
Bueno	1				06-12-2017	169509	5529403	103	1031	10311
Rahue					06-12-2017	188674	5478133	103	1034	10340
Coihueco A					06-12-2017	189815	5461900	103	1031	10310
Petrohue					19-01-2018	211983	5438475	104	1045	10455
Del Este					19-01-2018	226199	5413425	104	1046	10460
Rollizo					19-01-2018	221622	5406382	104	1044	10442



Estación	FP	FL	DB	FB	Fecha	Este	Norte	Código cca.	Código subcca.	Código subsubcca.
Chaica B					07-12-2017	195143	5386480	104	1044	10441
Puelo 01	1		1	1	27-12-2017	251704	5379560	105	1051	10512
Frío B	1		1	1	27-12-2017	251825	5379230	105	1050	10503
Palace A	1	1	1	1	28-12-2017	249923	5378273	105	1050	10503
Puelo 02	1	1	1	1	28-12-2017	248846	5375973	105	1050	10503
Negro					27-12-2017	254107	5364104	105	1051	10514
Mapocho					27-12-2017	259327	5356813	105	1051	10512
Puelo C	1	1			27-12-2017	257367	5353346	105	1051	10512
Futaleufu A	1	1	1	1	14-12-2017	275818	5215585	107	1070	10702
Espolon A	1	1	1	1	13-12-2017	266529	5214264	107	1070	10702
Yelcho B					13-12-2017	220407	5213914	107	1071	10710
Espolon D	1	1	1	1	14-12-2017	267155	5212739	107	1070	10702
Espolon B		1	1	1	13-12-2017	263341	5212331	107	1070	10701
Futaleufu B	1	1	1	1	14-12-2017	268204	5211786	107	1070	10702
Futaleufu C	1		1	1	13-12-2017	249951	5187066	107	1070	10703
El Tigre	1	1	1	1	15-12-2017	264726	5162915	110	1102	11020
Palena B	1	1	1	1	14-12-2017	257075	5162798	110	1102	11021
Azul B	1	1	1	1	15-12-2017	272042	5158396	110	1102	11020
Rodriguez					19-01-2018	229954	5150301	110	1102	11024
Quinto B					19-01-2018	240812	5127859	110	1103	11035
Palena D	1		1		19-01-2018	216596	5122565	110	1104	11040
Seco A					20-01-2018	243902	5116521	110	1103	11033
Risopatron	1		1	1	21-01-2018	223383	5107868	110	1104	11041
Figueroa A	1	1	1		20-01-2018	254349	5103487	110	1103	11033
Pico C	1	1	1		20-01-2018	272460	5102082	110	1103	11032
Pico D	1	1	1	1	20-01-2018	273917	5101949	110	1103	11032
Pico B	1	1	1	1	20-01-2018	265054	5101914	110	1103	11032
Queulat B					21-01-2018	221504	5062157	111	1113	11130
Cisnes 02		1	1	1	22-01-2018	287640	5053527	111	1114	11143
Cisnes Moro			1		22-01-2018	277047	5050406	111	1114	11143
Cisnes 03	1		1	1	23-01-2018	242586	5046986	111	1114	11147
De las Torres B	1				22-01-2018	252540	5042683	111	1114	11144
De las Torres A		1			22-01-2018	253677	5042641	111	1114	11144
Travieso B					23-01-2018	246518	5039683	111	1114	11144
Cisnes 04		1	1	1	23-01-2018	213875	5037307	111	1114	11147
Cisnes 05	1				23-01-2018	212075	5036353	111	1114	11147
Mañihuales C			1	1	24-01-2018	252144	5011716	113	1130	11303
Mañihuales A				1	24-01-2018	251252	5004373	113	1130	11303
Mañihuales B	1	1			24-01-2018	252260	5001031	113	1130	11304
Nirehuao	1	1	1	1	24-01-2018	254665	4993953	113	1130	11302
Cañon A	1	1	1	1	24-01-2018	247361	4987177	113	1130	11305
Cañon B	1		1	1	24-01-2018	246336	4986150	113	1130	11305
Emp. Guillermo A	1	1	1	1	25-01-2018	250881	4980718	113	1130	11307
Esperanza B	1		1	1	13-01-2018	229667	4973171	113	1130	11308
Emper Guillermo B	1		1	1	25-01-2018	265329	4972436	113	1130	11307
Pangal A					13-01-2018	213636	4970866	113	1134	11340
Claro C (Claro P)	1	1	1	1	13-01-2018	221989	4970496	113	1131	11315
Simpson Mañihuales	1	1	1	1	13-01-2018	226120	4965866	113	1132	11320
Aysén	1		1	1	13-01-2018	215314	4965309	113	1134	11342
Simpson A		1	1	1	13-01-2018	231908	4964196	113	1131	11318
Coyhaique A	1		1	1	26-01-2018	272258	4952916	113	1131	11316
Coyhaique B	1	1	1	1	26-01-2018	263650	4949608	113	1131	11316
Claro B (Claro S)		1	1	1	25-01-2018	258117	4947217	113	1131	11315
Cea	1	1	1	1	14-01-2018	250766	4938216	113	1131	11313
Pollux	1	1	1	1	14-01-2018	261956	4936419	113	1131	11314
Simpson B	1	1	1	1	14-01-2018	258897	4932018	113	1131	11313
El Arco	1	1	1	1	14-01-2018	257344	4928636	113	1131	11313
Lago La Paloma			1		14-01-2018	261866	4915025	113	1133	11330
Lago La Paloma				1	15-01-2018	261866	4915025	113	1133	11330
La Paloma	1	1	1	1	14-01-2018	261965	4915001	113	1133	11330
Maiten					17-01-2018	231258	4817094	115	1152	11522
Chacabuco B					17-01-2018	254751	4784056	115	1153	11535
Chacabuco A					17-01-2018	257070	4783646	115	1153	11534
del Salto	1	1	1	1	16-01-2018	224062	4751949	115	1153	11538
Los Nadis A					16-01-2018	210718	4721562	115	1154	11544
Baker			1		16-01-2018	182344	4703958	115	1154	11549



Estación	FP	FL	DB	FB	Fecha	Este	Norte	Código cca.	Código subcca.	Código subsubcca.
Las Chinas					15-11-2017	254115	4342577	122	1228	12283
Lago Sarmiento					15-11-2017	239513	4337125	122	1228	12281
Lago Toro					17-11-2017	223581	4323492	122	1228	12286
Grey					17-11-2017	219643	4321811	122	1228	12287
Serrano DGA		1		1	18-11-2017	223235	4321226	122	1228	12289
Serrano Pueblo	1	1	1	1	18-11-2017	220996	4315994	122	1228	12289
Lago Maravilla					15-11-2017	239989	4309013	122	1228	12286
Tranquilo					16-11-2017	270239	4267678	124	1240	12400
Hollemberg					16-11-2017	263096	4243625	124	1240	12400
Rubens					16-11-2017	297803	4231015	126	1260	12600
Penitente					16-11-2017	333545	4230109	126	1262	12622
Russfin	1				11-11-2017	487381	4042468	128	1287	12873
Moneta 1					11-11-2017	521217	4037939	128	1287	12872
Moneta 2					11-11-2017	521217	4037939	128	1287	12872
Japon		1			12-11-2017	479032	4037164	128	1287	12873
Grande	1	1		1	11-11-2017	507277	4028366	128	1287	12876
Catalina					12-11-2017	513372	4010529	128	1287	12876
Lago Blanco	1	1	1	1	13-11-2017	502739	4008743	128	1287	12875
Rasmussen					11-11-2017	517869	3991085	128	1287	12878

**Tabla 3.** Resumen presencia *Didymosphenia geminata* campaña otoño-invierno etapa II. Presencia de *D. geminata* en Fitoplancton (FP), como floración o conglomerado macroscópico (FL), en la comunidad de diatomeas bentónicas (DB) y como componente del fitobentos (FB).

Estación	FP	FL	DB	FB	Fecha	Este	Norte	Código cca.	Código subcca.	Código subsubcca.
Ancoa					29-05-2018	293700	6024322	73	733	7355
Nuble 1B					30-05-2018	271322	5949440	81	810	8106
Nublinto A					30-05-2018	252165	5945650	81	811	8112
Chillan A					31-05-2018	241686	5935217	81	811	8117
Diguillin A					31-05-2018	250072	5919128	81	813	8131
Laja				1	01-06-2018	236970	5867413	83	838	8380
Laja B					02-06-2018	262991	5866947	83	837	8375
Polcura B			1		01-06-2018	274125	5865408	83	837	8375
Rucúe B					01-06-2018	252145	5863401	83	837	8375
Cañicura A					01-06-2018	250255	5846499	83	832	8322
Duqueco B					02-06-2018	194632	5838967	83	832	8324
Huequecura	1				04-06-2018	258486	5829223	83	831	8316
Huequecura					04-06-2018	258486	5829223	83	831	8316
Lirquen					04-06-2018	247633	5814438	83	831	8317
Bureo A					04-06-2018	234592	5814277	83	833	8331
Queuco A					03-06-2018	274520	5811134	83	831	8315
Bio Bio A	1		1		03-06-2018	264383	5811056	83	831	8313
Bio Bio B					03-06-2018	264574	5809654	83	831	8313
Balsadero Callaqui	1	1	1	1	03-06-2018	263253	5808398	83	831	8313
Panque B					03-06-2018	269877	5802377	83	831	8313
Bio Bio C	1	1			05-06-2018	298624	5768763	83	830	8307
Malleco A					06-06-2018	254420	5766773	83	835	8350
Quillen					06-06-2018	241600	5755845	91	911	9110
Quino A					07-06-2018	210693	5755434	91	910	9106
Bio Bio D	1	1		1	05-06-2018	299783	5753566	83	830	8306
Bio Bio E	1	1	1	1	05-06-2018	303832	5746520	83	830	8306
Indío B					06-06-2018	260718	5740696	91	912	9120
Bio Bio F	1		1		05-06-2018	313564	5726288	83	830	8302
Nirreco A	1	1	1		06-06-2018	292332	5717429	83	830	8300
Quepe D					07-06-2018	237234	5712817	91	913	9132
Quepe B					07-06-2018	210868	5712218	91	913	9130
Truful Truful					08-06-2018	269474	5697707	94	940	9400
Allipen A					08-06-2018	270416	5696165	94	940	9401
Trafanpulli A					08-06-2018	252155	5669236	94	940	9405
Liucura					09-06-2018	250748	5649879	94	941	9414



Estación	FP	FL	DB	FB	Fecha	Este	Norte	Código cca.	Código subcca.	Código subsubcca.
Pucón	1				09-06-2018	247841	5648833	94	941	9418
Donguil A					10-06-2018	197990	5645524	94	943	9431
Voipir					10-06-2018	220393	5642216	94	942	9421
Trancura puente	1	1	1		09-06-2018	280772	5629475	94	941	9412
Huenehue					11-06-2018	222556	5610302	101	1010	10107
Reca	1	1	1	1	11-06-2018	232719	5592362	101	1010	10108
San Pedro	1				12-06-2018	181098	5587245	101	1011	10113
Llanquihue			1	1	11-06-2018	239612	5587007	101	1010	10104
Fuy					11-06-2018	252520	5582161	101	1010	10100
Quinchilca B					12-06-2018	178658	5581404	101	1012	10122
Enco	1		1		11-06-2018	230389	5576390	101	1011	10110
Florín	1	1	1	1	06-07-2018	227180	5553884	103	1030	10305
Quiman A	1		1		06-07-2018	214697	5553851	103	1030	10305
Caunahue	1		1		05-07-2018	222873	5549772	103	1030	10305
Curriñe					05-07-2018	244528	5544258	103	1030	10301
Pillanleufu					05-07-2018	241834	5540145	103	1030	10301
Puerto Lapi					06-07-2018	192311	5537843	103	1031	10310
Pilmaiquen					04-07-2018	160211	5521826	103	1032	10328
Rahue					10-07-2018	188681	5478127	103	1034	10340
Coihueco A					10-07-2018	189837	5461919	103	1031	10343
Petrohue					11-07-2018	211983	5438475	104	1045	10455
Del Este					03-07-2018	226199	5413425	104	1046	10460
Rollizo					03-07-2018	221622	5406382	104	1044	10442
Chaica B					11-07-2018	195164	5386470	104	1044	10441
Puelo A	1		1		09-07-2018	236047	5384786	105	1052	10520
Puelo 01	1				08-07-2018	251791	5379657	105	1051	10512
Frio B	1	1	1	1	07-07-2018	251825	5379230	105	1050	10503
Puelo B	1		1		09-07-2018	240914	5379137	105	1052	10520
Palace A	1	1	1	1	08-07-2018	249913	5378268	105	1050	10503
Puelo 02	1	1	1	1	08-07-2018	248838	5375965	105	1050	10503
Mapocho					09-07-2018	259314	5356810	105	1051	10512
Puelo C	1	1	1	1	09-07-2018	257356	5353338	105	1051	10512
Futaleufu A	1	1	1	1	06-05-2018	274779	5214535	107	1070	10702
Espolon A	1	1	1	1	06-05-2018	266538	5214357	107	1070	10702
Yelcho B					08-05-2018	220409	5213909	107	1071	10710
Espolon D	1	1	1	1	07-05-2018	267155	5212739	107	1070	10702
Espolon B		1	1	1	05-05-2018	263336	5212329	107	1070	10701
Futaleufu B	1	1	1	1	07-05-2018	268148	5211750	107	1070	10702
Futaleufu C	1	1	1	1	05-05-2018	249941	5187069	107	1070	10703
El Tigre	1	1	1	1	05-05-2018	264724	5162943	110	1102	11020
Palena B	1	1	1	1	04-05-2018	256275	5162623	110	1102	11021
Azul B		1	1	1	05-05-2018	271981	5158401	110	1102	11020
Rodríguez					04-05-2018	229945	5150320	110	1102	11024
Quinto B					04-05-2018	240649	5127930	110	1103	11035
Palena D				1	04-05-2018	216580	5122556	110	1104	11040
Seco A					03-05-2018	243917	5116533	110	1103	11033
Risopatron			1	1	01-05-2018	223381	5107865	110	1104	11041
Figueroa A			1	1	03-05-2018	254357	5103477	110	1103	11033
Pico C		1	1	1	03-05-2018	272355	5102107	110	1103	11032
Pico D		1	1	1	03-05-2018	273930	5101969	110	1103	11032
Pico B		1	1	1	03-05-2018	265073	5101933	110	1103	11032
Queulat B					01-05-2018	221497	5062186	111	1113	11130
Cisnes 02	1				19-04-2018	287683	5053563	111	1114	11143
Cisnes Moro	1			1	19-04-2018	277047	5050399	111	1114	11143
Cisnes 03			1		01-05-2018	242622	5047025	111	1114	11147
De las Torres B	1		1	1	19-04-2018	252530	5042680	111	1114	11144
De las Torres A		1			19-04-2018	253654	5042647	111	1114	11144
Cisnes 07	1				18-04-2018	212075	5036361	111	1114	11147
Mañihuales A	1	1	1	1	20-04-2018	251243	5004368	113	1130	11303
Mañihuales B	1				21-04-2018	252033	5001705	113	1130	11304
Cañon A			1	1	01-05-2018	247369	4987066	113	1130	11305
Cañon B	1				21-04-2018	246087	4986023	113	1130	11305
Emp. Guillermo A	1	1	1	1	21-04-2018	250861	4980703	113	1130	11307
Esperanza B	1				22-04-2018	229794	4973112	113	1130	11308
Pangal A					23-04-2018	216599	4972821	113	1134	11340
Emp. Guillermo B	1	1	1	1	21-04-2018	265350	4972411	113	1130	11307



Estación	FP	FL	DB	FB	Fecha	Este	Norte	Código cca.	Código subcca.	Código subsubcca.
Claro C (Claro P)	1	1	1	1	22-04-2018	222113	4970517	113	1131	11315
Simpson Mañihuales	1				23-04-2018	225957	4965774	113	1132	11320
Aysén	1				23-04-2018	215321	4965321	113	1134	11342
Simpson A	1		1		30-04-2018	231899	4964168	113	1131	11318
Riesco					30-04-2018	214219	4956312	113	1133	11337
Coyhaique A	1	1	1	1	24-04-2018	272260	4952917	113	1131	11316
Coyhaique B	1	1	1	1	24-04-2018	263648	4949645	113	1131	11316
Claro B (Claro S)	1	1	1	1	24-04-2018	258123	4947215	113	1131	11315
Cea	1	1	1	1	25-04-2018	250705	4938151	113	1131	11313
Pollux	1	1		1	24-04-2018	261966	4936407	113	1131	11314
Simpson B	1		1	1	24-04-2018	258903	4932012	113	1131	11313
El Arco	1	1		1	24-04-2018	257326	4928660	113	1131	11313
Lago La Paloma	1		1		25-04-2018	261861	4915017	113	1133	11330
La Paloma	1		1	1	25-04-2018	261963	4915009	113	1133	11330
Maiten					29-04-2018	231340	4817004	115	1152	11522
Chacabuco B	1	1	1	1	27-04-2018	255226	4784137	115	1153	11535
Chacabuco A		1	1	1	27-04-2018	257066	4783658	115	1153	11534
Baker		1	1	1	29-04-2018	225012	4766055	115	1154	11549
del Salto	1	1	1	1	28-04-2018	224123	4751973	115	1153	11538
Los Nadis A	1		1		28-04-2018	210567	4721587	115	1154	11544
Las Chinas					30-03-2018	254104	4342587	122	1228	12283
Sarmiento					30-03-2018	239729	4337320	122	1228	12281
Lago Sarmiento					30-03-2018	239511	4337126	122	1228	12281
Lago Toro *		1		1	31-03-2018	223939	4322158	122	1228	12286
Lago Toro Nuevo		1			31-03-2018	223939	4322158	122	1228	12286
Grey					01-04-2018	219647	4321825	122	1228	12287
Serrano DGA	1	1	1	1	31-03-2018	223233	4321228	122	1228	12289
Serrano Pueblo	1	1	1	1	31-03-2018	221014	4316016	122	1228	12289
Lago Maravilla					01-04-2018	239997	4309031	122	1228	12286
Laguna Sofia					22-03-2018	250467	4284394	122	1229	12291
Tranquilo					29-03-2018	270242	4267663	124	1240	12400
Rubens					29-03-2018	297803	4231003	126	1260	12600
Penitente					29-03-2018	333546	4230106	126	1262	12622
Russfin					21-03-2018	487381	4042468	128	1287	12873
Russfin					21-03-2018	487381	4042468	128	1287	12873
Moneta					22-03-2018	521159	4037934	128	1287	12872
Japon			1	1	21-03-2018	479025	4037117	128	1287	12873
Grande	1	1	1	1	21-03-2018	507291	4028409	128	1287	12876
R Blanco	1	1	1	1	22-03-2018	500761	4023648	128	1287	11035
Lago Blanco	1	1	1	1	23-03-2018	502704	4008709	128	1287	12875
Rasmussen			1		23-03-2018	517868	3991083	128	1287	12878
Lago Despreciado					26-03-2018	513351	3975734	128	1287	12878
Lago Deseado	1	1	1	1	26-03-2018	515333	3974965	128	1287	12879
Pte Alonso				1	25-03-2018	516965	3960896	128	1282	12825
Azopardo		1	1	1	22-03-2018	512044	3960209	128	1282	12825
Lago Fagnano					25-03-2018	512915	3959326	128	1282	12825



## 6.2 Objetivo específico II

*Identificar posibles vectores y fómites de transporte de la especie plaga que propicien su introducción y dispersión, y proponer una metodología para evaluar su impacto y jerarquizar en orden de importancia.*

6.2.1 Vectores y fómites de transporte de la especie plaga que propicien introducción y dispersión de *D. geminata*.

De acuerdo al DS N°345/2005 que aprueba el Reglamento de Plagas un vector es “cualquier agente biológico que facilita la propagación de organismos hidrobiológicos que constituyen o pueden constituir plagas”, mientras que fómites corresponde a “cualquier medio inanimado que pueda facilitar la propagación de organismos hidrobiológicos que constituyan plagas”. Aunque en la literatura científica es frecuente hablar de vectores únicamente y no sobre los dos términos separadamente, es claro que los vectores son los mecanismos de transferencia responsables de la introducción y propagación de las especies invasoras, incluyendo una amplia variedad de medios físicos o agentes desde van desde agua de lastre, acuarismo, actividades recreativas, control biológico y acuicultura (Ruiz & Carlton 2003).

La obtención de la información requerida para abordar este objetivo se logró durante la caracterización del hábitat fluvial, que fue ejecutada simultáneamente con el muestreo biológico y de calidad del agua. Se registraron todos los usos del tramo de río estudiado a través de la observación directa de instalaciones, infraestructura u otro tipo de evidencia específica de las actividades que se listan en la Tabla 6. De manera general, es posible de describir que dentro del ítem Turismo, la actividad más frecuente fue la pesca recreativa, seguida del camping y picnic, y los balnearios públicos. Otras categorías registradas fueron la ganadería, la silvicultura a gran escala o plantaciones puntuales de pequeños propietarios, aserraderos, y agricultura. En menor cantidad se registraron actividades de generación hidroeléctrica, extracción de áridos, cultivos de peces, industrias y también investigación y consultoría directamente en los ecosistemas dulceacuícolas. En relación a los servicios identificados en los tramos estudiados es posible mencionar plantas de tratamiento de aguas servidas, puntos de balseo, embarcaderos. Como condiciones y características se consideraron los ítems, infraestructuras viales (como puentes y carreteras a orillas del río), obras de canalización, desagües, tomas de agua, basurales, centros urbanos y poblados (pequeños asentamientos humanos), que fueron registrados en menor frecuencia en las estaciones de monitoreo.

Sobre la base de la información recabada durante la Etapa I y II, se confeccionó un listado de actividades y condiciones detectadas en las estaciones de monitoreo, identificando claramente todos los vectores y fómites asociados a cada una de ellas (Tabla 7). De las actividades que son mencionadas, aquellas que implican un mayor número de vectores y fómites para *D. geminata*, son las actividades deportivas y/o recreativas que se desarrollan en el ecosistema acuático (e.g. pesca, kayaking, rafting) que se llevan a cabo en ausencia o escasa aplicación de medidas de bioseguridad (i.e. desinfección de los elementos en contacto con el agua).



**Tabla 4.** Principales actividades identificadas en las estaciones de monitoreo, y número de estaciones que registran una determinada actividad. Los números de las columnas corresponden a nomenclatura de identificación DGA. 73: Maule; 81: Itata; 83: Biobío; 91: Imperial; 94: Toltén; 101: Valdivia; 103: Bueno; 104: Cuenca e Islas entre Bueno y Puelo; 105: Puelo; 107: Yelcho; 110: Palena y Costeras Límite Décima Región; 111: Costeras e Islas entre Palena y Aysén; 113: Aysén; 115 Baker; 122: Costeras entre S. Andrew y Hollemberg; 124: Costeras e Islas entre Hollemberg Golfo Alto. Lag. Blanca; 126: Vertiente del Atlántico; 128: T. del Fuego.

Actividad Entorno Directo	Cuencas monitoreadas																	
	73	81	83	91	94	101	103	104	105	107	110	111	113	115	122	124	126	128
Actividades																		
Pesca recreativa	4	6	21	4	6	9	4	2	12	13	17	6	20	10	15	1	4	5
Camping		4	3	1	5					5	1			1				
Picnic			2			2				3		1	5					
Cabañas											3		4					
Balneario						2							3					
Ganadería	1	3	20	3	11	5	20	8	10	4	10	8	32	3	4	2	2	6
Silvicultura		8	10	6	8	8	2	2					4					
Agricultura	1	6	8	2	7	1	13	2		2	1		1					
Extracción de áridos		1			3	2						1		1			2	
Piscicultura		1					2	2					2					
Industrial		1																1
Investigación y Consultoría									1									
Planta tratamiento aguas			1															
Infraestructura Vial	3	7	30	8	18	14	13	9	8	6	9	7	27	4	6	1	4	3
Poblado	2	7	25	5	10	12	14	7	8	6	9	6	21	3	0	1		
Área Protegida			3	1				2				2		4	6			1
Balseo		2	5			2			3	1								
Desaqué				1	2	2	2					1						
Embarcadero							4	1										
Embalse	1		3															
Toma de agua											2	1			1			
Centro Urbano			2	1														
Canalización			2															
Basural													1				1	
Aserradero				1														
Tranque				1														



**Tabla 5.** Síntesis de vectores y fómites reales y potenciales, asociados a las distintas actividades económicas desarrolladas en las cuencas monitoreadas. El listado fue confeccionado en base a las observaciones en terreno y a lo indicado en la literatura.

Factores	Vectores	Fómites asociados	Extensión mínima/máxima de la dispersión	Estatus
<b>Turismo</b>				
Pesca recreativa	Personas	Trajes y aparejos de pesca	Tramo / Intercuenca, Inter-regional	R
Deportes acuáticos	Personas	Kayak, Botes, motos, motor, indumentaria	Tramo / Intercuenca	R
Camping & Picnic	Personas	Indumentaria, equipamiento	Tramo / Intercuenca	R
Contemplación	Personas	Indumentaria	Tramo / Intercuenca	R
<b>Ganadería</b>	Vacunos, caballos, perros		Tramo / Subcuenca	R
<b>Agricultura</b>		Canales de regadío	Sub-Subcuenca / Subcuenca	R
<b>Piscicultura</b>				
Internación de especies (e.g. ovas)		Estanques, Agua contaminada	Subcuenca / Intercuenca, inter-regional	P
Escape de peces	Peces	-	Tramo / Intercuenca	P
Traslado de ovas u otros estadios dentro del país	Peces	Estanques, Agua contaminada	Tramo / Intercuenca	P
<b>Investigación y consultoría</b>	Personas	Indumentaria, equipamiento	Tramo / Intercuenca, inter-regional	R
<b>Extracción de áridos</b>	Sedimentos		Tramo / Intercuenca	P
<b>Otras invasiones</b>	Salmónidos, visón, castor		Tramo / Intercuenca	R
<b>Fauna silvestre</b>	Aves y mamíferos		Tramo / Intercuenca	R
<b>Viento</b>	-	Viento	Tramo / Subcuenca	R
<b>Macrófitas</b>	Macrófitas	-	Tramo / Subcuenca	R
<b>Material flotante en deriva</b>	-	Troncos, objetos	Tramo / Subcuenca	R
<b>Facilitadores de la prevalencia de floraciones</b>				
<b>Pulsos de inundación</b>	-	Agua	Tramo / Subcuenca	R
<b>Generación hidroeléctrica</b>	-	-	Subcuenca, cuenca	R



## Descripción de factores, vectores y fómites de *D. geminata*

En la Tabla 7 se reúne toda la información que fue recabada en las campañas de monitoreo. Se identificaron los factores, o las actividades económicas, para cada uno de los cuales se describieron sus correspondientes vectores. A su vez, los vectores fueron agrupados de acuerdo a las actividades económicas o usos de suelo específicos que fueron descritos en el punto anterior, los cuales constituyen los factores para la dispersión de esta especie. Consecuentemente, para cada vector se identificaron los fómites asociados, cuál es la extensión máxima que podría alcanzar la dispersión de *D. geminata* debida a estos elementos, y también se detalla el estado del vector y fómite en relación a la corroboración de su presencia en terreno (real o potencial).

### 1. Turismo.

Es uno de los factores más relevantes para la dispersión de la especie plaga, lo cual ha sido reconocido a nivel global. La razón principal de esto radicaría en la magnitud de los desplazamientos de las personas que realizan alguna actividad relacionada con los sistemas de agua dulce, la cantidad de ríos visitados en cada temporada de pesca, la calidad del agua donde se desarrolla este tipo de actividades y la escasa o nula aplicación de las medidas de bioseguridad indicadas en la Res. Ex. N°1070 del año 2014. Sin embargo, todo tipo de deportes y actividades realizadas en el medio acuático, tienen un alto impacto en la dispersión de la especie. Más específicamente, los vectores y fómites asociados al factor Turismo pueden ser muy importante en cuencas, subcuencas o sub-subcuencas que tengan un desarrollo intensivo de este tipo de actividades. Sin embargo, los vectores y fómites relacionados con otras invasiones biológicas, por ejemplo, pueden adquirir mucha más relevancia en sitios que registren un mayor número de especies invasoras (e.g. salmónidos, castor y visón), incluso en áreas donde exista un desarrollo del turismo importante.

### 2. Ganadería.

Los animales de ganado se desplazan al interior de estancias a través de grandes extensiones de superficie, guiados por personas que se movilizan en caballos que generalmente van acompañadas de perros, y que en muchos casos implica vadear ríos. Durante su recorrido, estos vectores pueden movilizar diatomeas en su pelaje y en los aparejos de arreo desde ríos que presentan *D. geminata* hacia ríos o tramos libres de esta plaga, pudiendo contribuir a la dispersión de esta plaga entre tramos, sub-subcuencas y subcuencas. Este tipo de actividad ha sido constatada en ríos donde *D. geminata* ha sido detectado, y al igual que en otras especies de vertebrados, los animales de ganado podrían estar incrementando el área de distribución de la plaga a nivel local.

### 3. Agricultura.

De acuerdo a la literatura, los canales de regadío pueden contribuir en gran manera a la dispersión de la plaga si es que comunican un tramo de río contaminado con *D. geminata* con otro que no presenta esta especie. La magnitud de la dispersión de *D. geminata* sería una función de la longitud del canal, pudiendo alcanzar tramos de ríos no contaminados en subcuencas contiguas.

### 4. Acuicultura.

La piscicultura podría contribuir a la dispersión de *D. geminata* a través de tres vías:

a) Mediante la internación y transporte de ovas u otros estadios del ciclo de vida de las especies de peces provenientes de sistemas acuáticos contaminados con esta plaga y/o en ausencia de un sistema de desinfección de las aguas de transporte tanto en el sistema fuente como en el sistema receptor. Es importante



mencionar que en el periodo comprendido entre los años 2011-2018 Chile importó 350.911.000 millones de ovas pertenecientes a las especies *O. mykiss* y *S. salar* (Tabla 4). Aunque la cantidad de ovas importadas han decrecido a lo largo del tiempo, la producción nacional de ovas ha incrementado, alcanzando un total de 1.847.969.000 millones de ovas en los últimos tres años (Tabla 5). Evidentemente, la abundancia de ovas producidas en el país supone transporte y un riesgo potencial para la bioseguridad de los sistemas acuáticos que sustentan esta actividad.

b) Mediante el transporte de células de *D. geminata* adheridas a la superficie corporal de estadios inmaduros y superficie de ovas, las cuales podrían llegar hasta los cuerpos de agua no contaminados si no se implementan adecuadamente las medidas de bioseguridad pertinentes.

c) Escape de salmones de centros de cultivo producto de eventos climáticos o por fallas humanas. Es conocido que luego de los escapes, los individuos de ciertas especies tienen la capacidad para explorar varios ríos durante su ciclo de vida o más aún durante un evento reproductivo. En este lapso los peces pueden desplazarse a través de ríos contaminados y no contaminados con *D. geminata* y, de este modo, constituirían vectores potenciales de gran impacto para la dispersión de esta plaga.

Sin embargo, la factibilidad de que estos vectores potenciales actúen y cumplan un rol en la dispersión de *D. geminata* está supeditada al funcionamiento de los estrictos protocolos creados en el contexto del RESA, enfocados a las ovas, aguas de afluentes y efluentes, entre otros componentes de la producción.

**Tabla 6.** Importación de ovas de salmónidos entre los años 2011 y 2018. Fuente: SERNAPESCA.

Año	Especie	País	Importación de ovas (millones)
2011	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Dinamarca	71.153.000
	<i>Salmo salar</i>	Australia	15.000.000
	<i>Salmo salar</i>	Islandia	32.300.000
2012	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Dinamarca	42.820.000
	<i>Salmo salar</i>	Islandia	35.200.000
2013	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Dinamarca	25.700.000
	<i>Salmo salar</i>	Islandia	26.600.000
2014	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Dinamarca	23.725.000
	<i>Salmo salar</i>	Islandia	16.720.000
2015	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Dinamarca	12.530.000
	<i>Salmo salar</i>	Islandia	30.815.000
2016	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Dinamarca	880.000
	<i>Salmo salar</i>	Islandia	3.320.000
2017	<i>Salmo salar</i>	Islandia	7.536.000
2018	<i>Salmo salar</i>	Islandia	6.612.000

**Tabla 7.** Producción de ovas de salmónidos en Chile entre los años 2011 y 2017. Fuente: SERNAPESCA.

Año	Especie	País	Producción de ovas (millones)
2011	<i>Salmo salar</i>	Chile	503.080.000
	<i>Oncorhynchus kisuth</i>	Chile	178.550
	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	Chile	1.320
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Chile	231.740
	<i>Salmo trutta</i>	Chile	-
2012	<i>Salmo salar</i>	Chile	389.898.000
	<i>Oncorhynchus kisuth</i>	Chile	139.903.000
	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	Chile	1.835.000
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Chile	195.944.000
	<i>Salmo trutta</i>	Chile	26.000
2013	<i>Salmo salar</i>	Chile	385.501.000
	<i>Oncorhynchus kisuth</i>	Chile	91.814.000
	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	Chile	277.000
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Chile	171.181.000
	<i>Salmo trutta</i>	Chile	-
2014	<i>Salmo salar</i>	Chile	318.406.000
	<i>Oncorhynchus kisuth</i>	Chile	146.898.000
	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	Chile	-
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Chile	134.237.000
	<i>Salmo trutta</i>	Chile	-
2015	<i>Salmo salar</i>	Chile	309.197.000
	<i>Oncorhynchus kisuth</i>	Chile	105.226.000
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Chile	146.564.000
2016	<i>Salmo salar</i>	Chile	361.242.000
	<i>Oncorhynchus kisuth</i>	Chile	124.598.000
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Chile	101.038.000
2017	<i>Salmo salar</i>	Chile	426.815.000
	<i>Oncorhynchus kisuth</i>	Chile	109.148.000
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Chile	164.141.000



#### 5. Investigación y consultoría.

Los profesionales del área biológica y ecológica, limnológica, hidrológica, agrícola, forestal, y cualquier otro tipo de profesional que requiera estar en contacto con el agua para el desarrollo de investigaciones, programas de monitoreo, estudios de líneas de base, constituyen vectores que tienen asociados fómites que podrían estar contribuyendo a la dispersión de esta alga en diversas escalas espaciales. En el caso de que los grupos de trabajo se movilicen a través de distintos tramos de río, distintas sub-subcuencas y subcuencas y cuencas, trabajando sin protocolos de bioseguridad, fácilmente pueden formar parte de los vectores de mayor peligro para los ecosistemas libres de *D. geminata*.

#### 6. Otras especies invasoras.

De acuerdo a Leone *et al.* (2014) especies invasoras como el visón y el castor (*Castor canadensis*), tienen la capacidad para transportar células vivas de *D. geminata* por lo cual tienen un gran potencial dispersor de esta plaga, ya sea dentro del rango de distribución actual de estas especies de mamíferos o en las cuencas donde logre colonizar en el futuro.

#### 7. Fauna silvestre.

Además de los mamíferos, la avifauna tiene gran potencial para dispersar esta plaga, pudiendo alcanzar incluso cuencas distintas. Esto sería de gran relevancia en el caso de las aves migratorias estacionales a nivel regional, ya que se desplazan grandes distancias en dirección norte cuando culmina la época estival, retornando a la latitud de origen a inicios de primavera.

#### 8. Viento.

La anemocoria ha resultado ser un factor de dispersión real para *D. geminata* en otras regiones del mundo. En nuestro país se trata de factor potencial.

#### 9. Macrófitas.

Las plantas acuáticas es parte de la amplia gama de sustratos donde *D. geminata* puede adherirse. Fragmentos de plantas producto de la acción mecánica del caudal o depredadores, pueden derivar grandes distancias contribuyendo al desplazamiento y dispersión de esta microalga, pudiendo contaminar tramos de río que permanecieron libres de plaga.

#### 10. Material Flotante.

Del mismo modo descrito en el punto anterior, elementos como troncos, ramas e incluso objetos inorgánicos que van a la deriva, tienen la capacidad de transportar pasivamente a esta microalga en dirección aguas abajo.

#### 11. Pulsos de inundación.

Según lo estudiado en algunas regiones templadas del mundo las características hidrológicas temporales de los ríos, juegan un rol fundamental en la dispersión y control de las floraciones de *D. geminata*. Los "peaks" de caudal generados por deshielo, fusión glacial o precipitaciones tienen un efecto de remoción de organismos



bentónicos, incluyendo comunidades de microalgas y ensamblajes de diatomeas. De este modo, existe un fuerte efecto temporal sobre las densidades de este tipo de microalgas. Por otra parte, producto del aumento de los caudales en los ríos, grandes cantidades de biomasa algal son desplazadas en dirección aguas abajo, una vez que han sido desprendidas del sustrato de fondo.

## 12. Generación hidroeléctrica.

Aunque la generación hidroeléctrica *per sé* no constituye un vector ni un fomite, es un factor importante que altera los mecanismos hidrológicos que influyen en dinámica temporal de la densidad de *D. geminata*. Las centrales hidrológicas disminuyen los peaks de caudal que ocurren naturalmente en los ríos, por lo disminuye el número de eventos en que las comunidades bentónicas son removidas, y el control de la densidad de las floraciones de *D. geminata*.

### Localización de factores, vectores y fómites de *D. geminata*

Los usos y actividades que fueron registradas por cada una de las cuencas muestreadas, se detallan a continuación:

- Río Maule (cód. 73): Pesca recreativa, infraestructura vial, centros poblados, embalse, agrícola, ganadero.
- Río Itata (cód. 81): Plantaciones forestales, infraestructura vial, centros poblados, pesca recreativa, agrícola, camping, ganadería, balseo, extracción de áridos, piscicultura, industrial.
- Río Biobío (cód. 83): Infraestructura vial, centros poblados, pesca recreativa, ganadería, plantaciones forestales, agrícola, balseo, camping, área protegida, embalse, picnic, centro urbano, canalización, planta de tratamiento de aguas servidas.
- Río Imperial (cód. 91): Infraestructura vial, plantaciones forestales, centros poblados, pesca recreativa, ganadería, agrícola, camping, área protegida, desagüe, centro urbano, aserradero y tranque.
- Río Toltén (cód. 94): Infraestructura vial, ganadería, centros poblados, plantaciones forestales, agrícolas, pesca recreativa, camping, extracción de áridos, desagüe.
- Río Valdivia (cód. 101): Infraestructura vial, centros poblados, pesca recreativa, plantaciones forestales, ganadería, balseo, picnic, extracción de áridos, desagüe, balneario, agrícola. Río Bueno (cód. 103): Ganadería, centros poblados, infraestructura vial, agrícola, pesca recreativa, embarcadero, plantaciones forestales, desagüe, piscicultura.
- Cuencas entre Bueno y Puelo (cód. 104): Infraestructura vial, ganadería, poblado, centros poblados, pesca recreativa, plantaciones forestales, área protegida, piscicultura, embarcadero.
- Río Puelo (cód. 105): Pesca recreativa, ganadería, infraestructura vial, centros poblados, balseo.
- Río Yelcho (cód. 107): Pesca recreativa, infraestructura vial, centros poblados, camping, ganadería, picnic, agrícola, balseo.
- Palena y Costeras Límite Décima Región (cód. 110): Pesca recreativa, ganadería, infraestructura vial, centros poblados, cabañas, toma de agua, agrícola, camping, camping, extracción de áridos.
- Costeras e islas entre Palena y Aysén (cód. 111): Ganadería, infraestructura vial, pesca recreativa, centros poblados, área protegida, picnic, desagüe, toma de agua.
- Río Aysén (cód. 113): Ganadería, infraestructura vial, centros poblados, pesca recreativa, picnic, plantaciones forestales, cabañas, balneario, piscicultura, agrícola, extracción de áridos, basural.



- Río Baker (cód. 115): Pesca recreativa, área protegida, infraestructura vial, ganadería, centros poblados, camping.
- Costeras entre Seno Andrew y Hollemberg (cód. 122): Pesca recreativa, área protegida, ganadería, toma de agua.
- Costeras e Isas entre Hollemberg Golfo Alte. Lag. Blanca (cód. 124): Ganadería, infraestructura vial, pesca recreativa, centros poblados.
- Vertiente del Atlántico (cód. 126): Pesca recreativa, Infraestructura vial, ganadería, extracción de áridos, basural.
- Tierra del Fuego (cód. 128): Ganadería, Pesca recreativa, infraestructura vial, área protegida, industrial.

#### 6.2.2. Método para evaluación de impacto y jerarquizar orden de importancia de vectores y fómites

Hasta la fecha existen dos hipótesis que han explicado el incremento de la ocurrencia de floraciones de *D. geminata* a lo largo de diversas regiones del mundo. Una de ellas indica que *Didymo* es una especie pre-existente y que cambios ocurridos en el hábitat han favorecido el aumento de floraciones a nivel global. Este objetivo en particular se sustenta en la segunda hipótesis que indica que las células de *didymo* han sido introducidas en los sistemas acuáticos a través de la pesca deportiva y otras actividades recreativas que utilizan equipamiento contaminado con *Didymo*, y a través de vectores naturales. Sin embargo, dado el patrón de dispersión que se ha constatado en Nueva Zelanda y Chile (Kilroy & Unwin, 2011; Montecino *et al.*, 2016; IFOP, 2017) es necesario analizar la relación entre cada actividad y sus vectores y fómites asociados dentro del contexto ambiental de cada cuenca en específico.

Cada uno de los vectores y fómites descritos requieren ser analizados en detalle, a la luz de contribuir al perfeccionamiento de los procedimientos y medidas que han sido creadas para prevenir la dispersión de las especies exóticas invasoras. La importancia del rol que cumplen los vectores y fómites es función de las actividades que se desarrollan en cada uno de los tramos estudiados y del uso de suelo predominante en las cuencas. Consecuentemente, el grado de intervención de ciertos vectores y fómites en la dispersión de *D. geminata* en un área geográfica determinada dependerá del contexto ambiental particular de las cuencas, la escala espacio-temporal en la que actúan y las interacciones que puedan existir entre cada uno de ellos. A modo de ejemplificación, los vectores y fómites asociados al factor Turismo pueden ser muy importantes en cuencas o sub-subcuencas que tengan un desarrollo intensivo de este tipo de actividades. Sin embargo, los vectores y fómites relacionados con otras invasiones biológicas, por ejemplo, pueden adquirir mayor relevancia en sitios que registren un mayor número de especies invasoras, incluso en áreas donde exista un desarrollo del turismo importante.

En el transcurso de la Etapa II del monitoreo, se trabajó en el desarrollo de un esquema conceptual que permite contar con una aproximación para la evaluación de los impactos de *D. geminata* y jerarquizar de manera relativa los vectores y fómites en sistemas hidrográficos chilenos. De este modo, el objetivo de este diagrama fue generar un marco conceptual para la toma de decisiones en torno al uso de los ecosistemas dulceacuícolas relevantes para la acuicultura y/o la pesca recreativa, decretados como áreas de plaga o áreas de riesgo de plaga, o aquellos sistemas que aún se mantienen libres de esta microalga (ver Figuras 2 a 15 para consultar la distribución de la plaga por cuenca).

Para describir el contexto general en el que se han desempeñado exitosamente los vectores de *D. geminata*, la figura 34 ha sido adaptada de Lockwood *et al.* (2005) para el caso de la invasión de esta diatomea.



Primeramente, las c3lulas viables fueron transferidas a trav3s de uno o m3s vectores/f3mites hacia un tramo de r3o o hacia un lago. Dado que las condiciones ambientales del sistema afectado fueron favorables, la plaga logr3 establecerse, generar poblaciones autosustentables y luego incrementar su tama1o poblacional y posteriormente expandir su rango geogr3fico. Sin embargo, esta secuencia puede ser acelerada si la presi3n de prop3gulo (*i.e.* n3mero de diatomeas) aumenta en frecuencia y/o en intensidad, ya que de este modo se logra maximizar la probabilidad de 3xito en el establecimiento de las poblaciones y el incremento en el rango geogr3fico de 3stas. En otras palabras, el n3mero de diatomeas que ingresan a un ecosistema es determinante en la viabilidad de las poblaciones y el 3xito del establecimiento de la plaga.



**Figura 34.** Secuencia de eventos de la invasi3n de *Didymosphenia geminata*. Esquema adaptado de Lockwood *et al.* (2005) que muestra cada una de las transiciones entre una etapa y otra, y es representada por flechas azules. Las flechas amarillas indican cu3les son las v3as en las que est3 interviniendo mayormente la presi3n de prop3gulo para favorecer el 3xito de la invasi3n de esta especie.



Una vez conocidas las etapas generales de la invasión de *D. geminata*, un vector debe ser caracterizado en términos de su frecuencia, intensidad y magnitud, parámetros que deben estar debidamente basados en información cuantitativa. Uno de los aspectos más relevantes en la descripción de un vector es la frecuencia con que actúan en términos de cantidad de vectores por unidad de tiempo (e.g. número de pescadores deportivos que ingresan a una cuenca, en un mes o un año). Luego, la intensidad es un parámetro que también debe ser incorporado en la descripción de los vectores para contribuir a la comprensión del proceso de invasión. La intensidad es entendida en este caso como la escala geográfica que es influenciada por los vectores (e.g. número de sub-subcuencas utilizadas para pesca recreativa en un periodo determinado, o el área geográfica que es influenciada por la pesca recreativa). El tercer parámetro a describir es la magnitud que, en este contexto, equivale a la presión de propágulo o el número de individuos que son liberados en un área donde la especie no es nativa.

En la figura 35 se analizan cuatro escenarios distintos generados por un vector determinado y su efecto sobre la presión de propágulo o número de células transferidas, por ejemplo, por los pescadores deportivos. Sin embargo, la figura 35 permite realizar análisis cualitativos por ahora, ya que, no se cuenta con información cuantitativa del número de células que es capaz de transportar un pescador, un pez, o un vehículo motorizado que logre vadear un río.

- *Escenario Baja Frecuencia y Alta Intensidad (fig. 35 a)*. Una cuenca que se encuentre en este caso, característicamente, presentaría un bajo número de vectores por unidad de tiempo que actúan dispersos en un área geográfica de mayor tamaño, abarcando una gran proporción del área de una cuenca. Esto se traduce en una presión de propágulo de baja densidad que, probablemente, no favorece el establecimiento de una plaga. Hipotéticamente, este caso podría ocurrir en una cuenca de gran área de drenaje con accesibilidad limitada por la propiedad privada y por efecto de relieves abruptos de montaña, con un bajo ingreso de células a raíz de que los vectores operan de manera desagregada en la cuenca.

- *Escenario de Alta Frecuencia y Alta intensidad (fig. 35 b)*. Cuando encontramos este escenario en una cuenca, existe un elevado número de vectores por unidad de tiempo que operan a través de una amplia área geográfica, distribuidos homogéneamente, abarcando gran parte de las subcuencas de una cuenca hidrográfica determinada. Esto conlleva a la existencia de una presión de propágulos media en relación al caso anterior aun cuando existe una alta frecuencia para los vectores, éstos se encuentran dispersos entre sí. De esta forma, existe una contribución al proceso de invasión de *D. geminata*. En otro caso, si los vectores se presentaran de manera agrupada en varias subcuencas o sub-subcuencas, abarcando la misma gran área geográfica, la presión de propágulos incrementaría considerablemente como respuesta a un incremento en la densidad de células de *D. geminata* que ingresan producto de los vectores. En este segundo caso existiría una contribución importante al establecimiento de la plaga y al éxito de la invasión de esta diatomea.

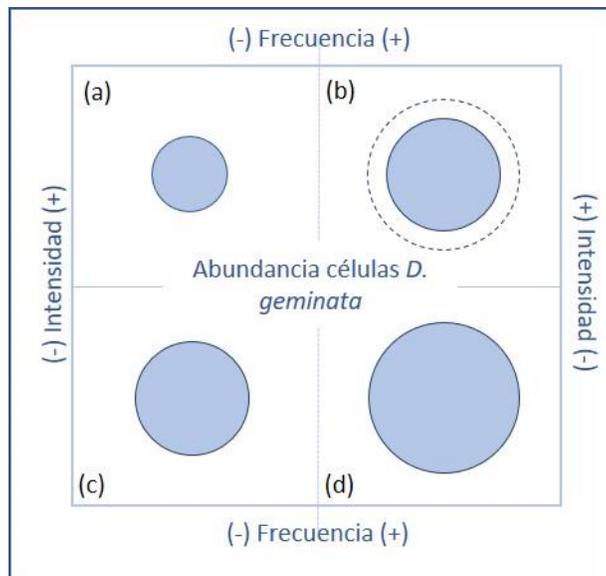
- *Escenario Baja Frecuencia y Baja Intensidad (fig. 35 c)*. En estas circunstancias, una cuenca presenta un bajo número de vectores por unidad de tiempo en un área reducida, por ejemplo, en una sub-subcuenca. Se considera que la presión de propágulo o la densidad de células de *Didymo* es media, muy similar al primer caso presentado en el escenario anterior. Se infiere que el aporte al establecimiento exitoso de la plaga es medio.

- *Escenario de Alta Frecuencia y Baja Intensidad (fig. 35 d)*. Este escenario es el de mayor riesgo desde la perspectiva de la bioseguridad, puesto que se tiene un gran número de vectores por unidad de tiempo en un área geográfica reducida (e.g. sub-subcuenca), lo cual incrementa la densidad de las células de *Didymo* que ingresan al sistema producto de la acción de vectores y fómites. Dada la elevada presión de propágulo, se



espera un incremento en la probabilidad de establecimiento de poblaciones y de completar exitosamente el proceso de invasión.

Utilizando las categorías mencionadas antes para el número de células viables de *D. geminata*, es posible conocer qué vectores y fómites son de mayor importancia dentro de una cuenca, siempre que los datos acerca del número de células transportadas por un vector, esté disponible. Como primer paso, se debe asignar una nota a cada categoría (o escenario): Baja=1, Media=2, Media'=3, Alta=4. En un segundo paso, se debe confeccionar un listado de vectores y fómites, y luego asignarles una de las puntuaciones propuestas. En un paso final, se debe ordenar jerárquicamente el listado de vectores visualizando los de mayor puntuación.



**Figura 35.** Esquema conceptual del efecto que ejerce la frecuencia e intensidad de un vector / f3mite asociado a una determinada actividad desarrollada en una estaci3n de monitoreo, sobre la abundancia de c3lulas de *D. geminata*. El tama1o los c3rculos refleja la abundancia de diatomeas transportadas por acci3n de un vector y/o f3mite, en una escala relativa. La l3nea punteada representa un efecto potencial en la dispersi3n de c3lulas de *D. geminata*.



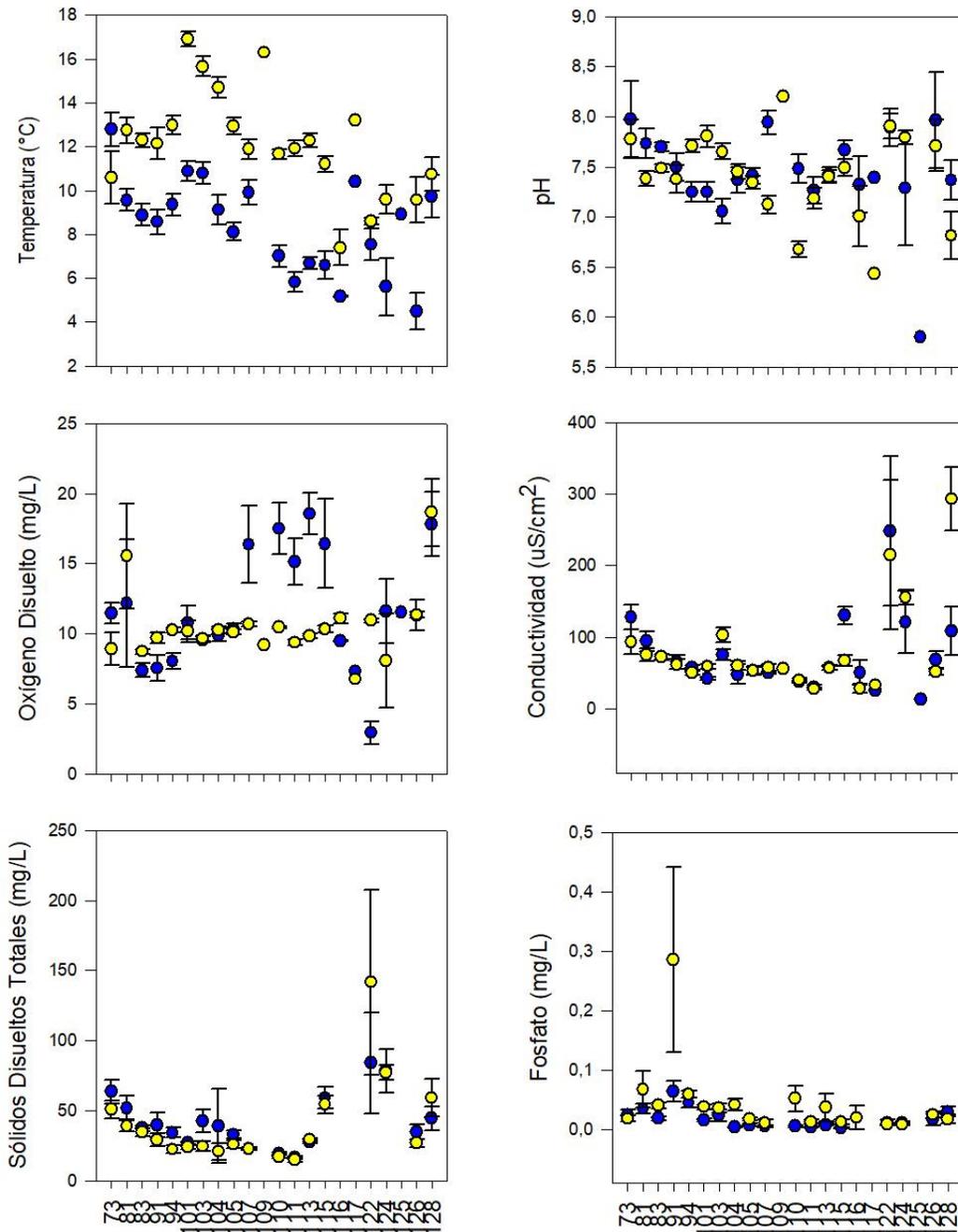
### 6.3 Objetivo específico III

*Analizar información histórica de cada río prospectado respecto a parámetros físico-químicos y a la presencia/ausencia de la especie a fin de establecer una asociación con *Didymosphenia geminata*.*

#### 6.3.1. Variables ambientales históricas

Las variables ambientales históricas (*i.e.* considerando todos los datos generados por etapas de monitoreos anteriores) que fueron incluidas en los resultados de este objetivo, correspondieron a variables físico-químicas medidas directamente en el río al momento de realizar el muestreo biológico, y variables cuantificadas en laboratorio cuyas muestras fueron tomadas *in situ* de manera simultánea a la obtención de muestras biológicas. La Figura 36 busca entregar una visión general de la tendencia de los datos medidos *in situ*. Dentro de estos parámetros existen diferencias claras debidas a la temporalidad a lo largo del área de muestreo (*e.g.* caso de la temperatura) con variaciones latitudinales relativamente lineales. En el caso de otros parámetros que fueron medidos *in situ*, se encontraron diferencias entre las dos épocas muestreadas, pero parece no ser una condición extendida para toda el área de monitoreo, al igual que la similitud entre las dos épocas, que fue bastante común de encontrar al comparar distintas cuencas.

La Figura 37 muestra los principales patrones espaciales y temporales de las concentraciones de nutrientes medidos en laboratorio. El nitrato y nitrito tienden a presentar mayores concentraciones en verano por efecto de la concentración debido a la disminución de caudal, al igual que el fosfato que presenta mayores concentraciones en verano debido a la disminución del caudal, y se observó una tendencia a incrementar hacia la zona norte y sur de del área de monitoreo. El sílice, si bien no presenta una variación marcada entre ambas épocas, presenta variaciones importantes a lo largo del área geográfica monitoreada, registrando mayores concentraciones hacia el norte del área de estudio. El calcio presentó un patrón inverso a lo descrito previamente.



**Figura 36.** Variaci3n de los par3metros medidos *in situ* durante el monitoreo de *D. geminata*. Se muestran los promedios (c3rculos, azul:otoño-invierno; amarillo:primavera-verano) y error est3ndar asociado (whiskers). El eje x muestra los c3digos DGA de las cuencas muestreadas. 73: Maule; 81: Itata; 83: Biob3o; 91: Imperial; 94: Tolt3n; 101: Valdivia; 103: Bueno; 104: Cuencas e Islas entre Bueno y Puelo; 105: Puelo; 107: Yelcho; 110: Palena y Costeras L3mite D3cima Regi3n; 111: Costeras e Islas entre Palena y Ays3n; 113: Ays3n; 115 Baker; 122: Costeras entre S. Andrew y Holleberg; 124: Costeras e Islas entre Holleberg Golfo Alte. Lag. Blanca; 126: Vertiente del Atl3ntico; 128: T. del Fuego.

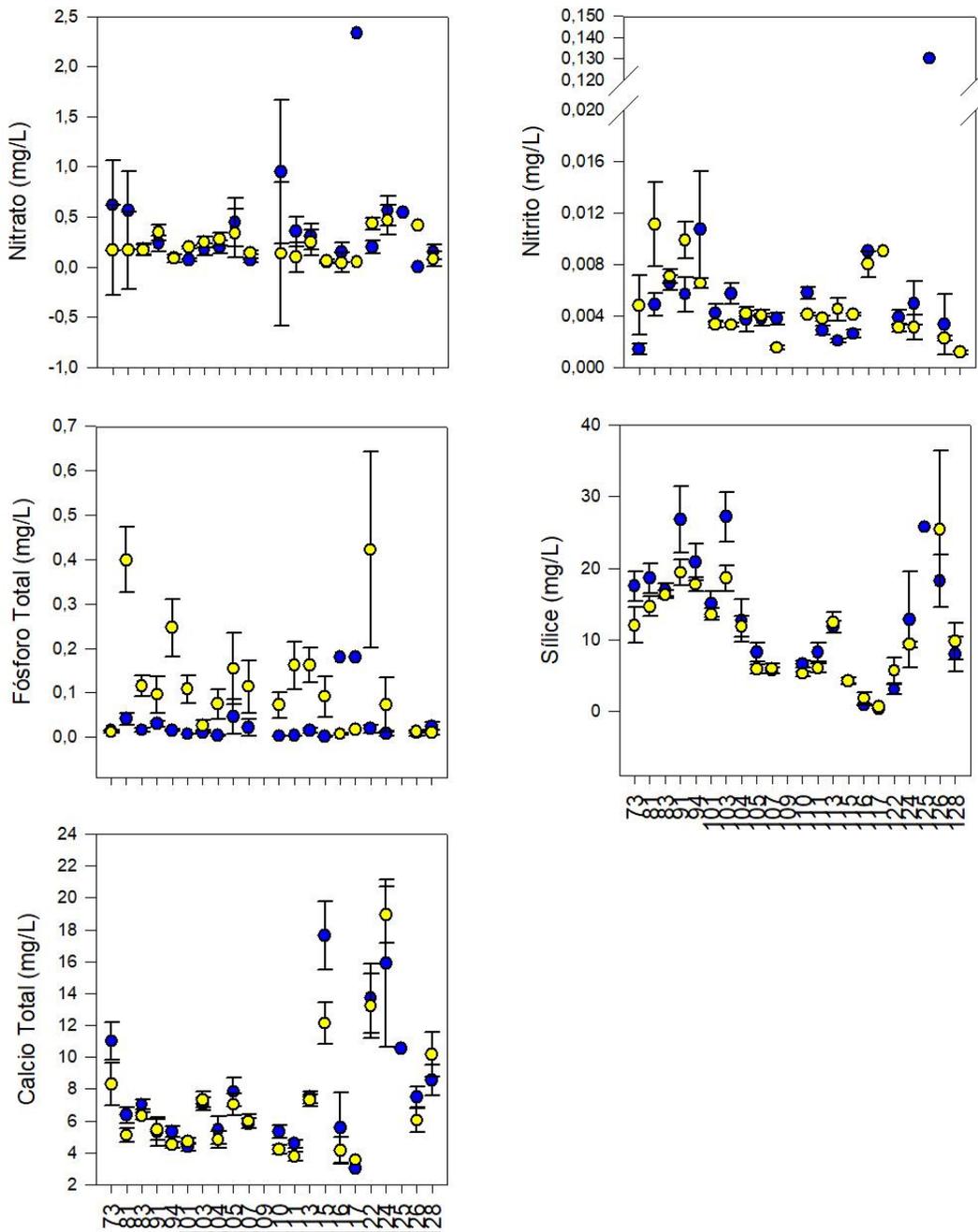


Figura 37. Variación de nutrientes durante el monitoreo de *D. geminata*. Se muestran los promedios (círculos, azul: otoño-invierno; amarillo: primavera-verano) y error estándar asociado (whiskers). El eje x muestra los códigos DGA de las cuencas muestreadas. 73: Maule; 81: Itata; 83: Biobío; 91: Imperial; 94: Tolstén; 101: Valdivia; 103: Bueno; 104: Cuencas e Islas entre Bueno y Puelo; 105: Puelo; 107: Yelcho; 110: Palena y Costeras Límite Décima Región; 111: Costeras e Islas entre Palena y Aysén; 113: Aysén; 115 Baker; 122: Costeras entre Seno Andrew y Holleberg; 124: Costeras e Islas entre Holleberg Golfo Alte. Lag. Blanca; 126: Vertiente del Atlántico; 128: T. del Fuego.



**Tabla 8.** Variables ambientales históricas registradas *in situ* por cuenca. Para cada parámetro se indican los promedios y las desviaciones estándar (D.E). Los números de la primera columna provienen de la nomenclatura de identificación de cuencas empleado por la DGA. 73: Maule; 81: Itata; 83: Biobío; 91: Imperial; 94: Toltén; 101: Valdivia; 103: Bueno; 104: Cuencas e Islas entre Bueno y Puelo; 105: Puelo; 107: Yelcho; 110: Palena y Costeras Límite Décima Región; 111: Costeras e Islas entre Palena y Aysén; 113: Aysén; 115 Baker; 122: Costeras entre Seno Andrew y Hollemberg; 124: Costeras e Islas entre Hollemberg Golfo Alte. Lag. Blanca; 126: Vertiente del Atlántico; 128: Tierra del Fuego.

Cuenclas	Altitud		Temp.		pH		Cond.		OD		TDS	
	(msnm)	D.E	(°C)	D.E		D.E	(uS/cm)	D.E	(mg/l)	D.E	(ppm)	D.E
73	361,6 ± 145,9		11,7 ± 2,4		7,9 ± 0,6		110,3 ± 41,2		10,0 ± 2,3		57,2 ± 17,2	
81	285,5 ± 143,4		11,5 ± 2,9		7,5 ± 0,5		82,3 ± 45,1		14,3 ± 17,5		43,7 ± 24,6	
83	550,0 ± 331,9		10,8 ± 3,9		7,6 ± 0,4		72,1 ± 34,1		8,2 ± 2,9		35,8 ± 18,2	
91	356,3 ± 246,0		10,4 ± 3,3		7,4 ± 0,6		63,3 ± 34,5		8,7 ± 3,1		33,8 ± 20,3	
94	266,5 ± 154,4		11,5 ± 3,3		7,5 ± 0,5		53,1 ± 25,2		9,3 ± 2,5		27,6 ± 13,7	
101	205,3 ± 199,1		14,3 ± 4,3		7,6 ± 0,9		51,7 ± 26,7		10,4 ± 7,7		25,2 ± 7,6	
103	128,0 ± 130,2		13,4 ± 4,1		7,4 ± 0,8		90,0 ± 66,8		9,6 ± 1,5		31,5 ± 23,0	
104	126,6 ± 176,4		12,7 ± 3,9		7,4 ± 0,5		55,7 ± 46,0		10,2 ± 1,4		31,8 ± 60,8	
105	91,5 ± 91,1		10,8 ± 3,1		7,4 ± 0,4		53,0 ± 26,0		10,2 ± 1,1		29,2 ± 11,6	
107	193,4 ± 137,2		11,1 ± 2,7		7,4 ± 0,7		54,4 ± 27,1		12,3 ± 6,0		23,2 ± 3,1	
110	166,2 ± 136,1		10,4 ± 3,2		6,9 ± 0,8		39,3 ± 20,6		11,9 ± 4,9		18,7 ± 4,6	
111	225,5 ± 172,8		9,3 ± 3,8		7,2 ± 0,7		28,5 ± 14,0		11,3 ± 4,9		15,6 ± 4,9	
113	220,3 ± 158,6		9,7 ± 3,7		7,4 ± 0,6		56,9 ± 24,6		13,0 ± 7,0		28,7 ± 8,2	
115	180,7 ± 152,1		9,8 ± 3,2		7,5 ± 0,5		86,1 ± 55,4		11,7 ± 5,6		56,6 ± 23,4	
122	47,4 ± 52,7		8,1 ± 2,1		7,9 ± 0,6		230,4 ± 424,4		8,5 ± 4,0		111,9 ± 204,0	
124	132,0 ± 95,2		7,3 ± 2,9		7,5 ± 0,9		135,7 ± 64,6		9,5 ± 4,8		77,9 ± 18,0	
126	170,7 ± 11,8		7,9 ± 3,3		7,8 ± 0,7		56,7 ± 16,6		11,4 ± 0,7		30,3 ± 7,9	
128	148,9 ± 60,4		10,1 ± 2,8		7,2 ± 0,7		180,2 ± 144,5		18,2 ± 7,0		50,2 ± 31,5	



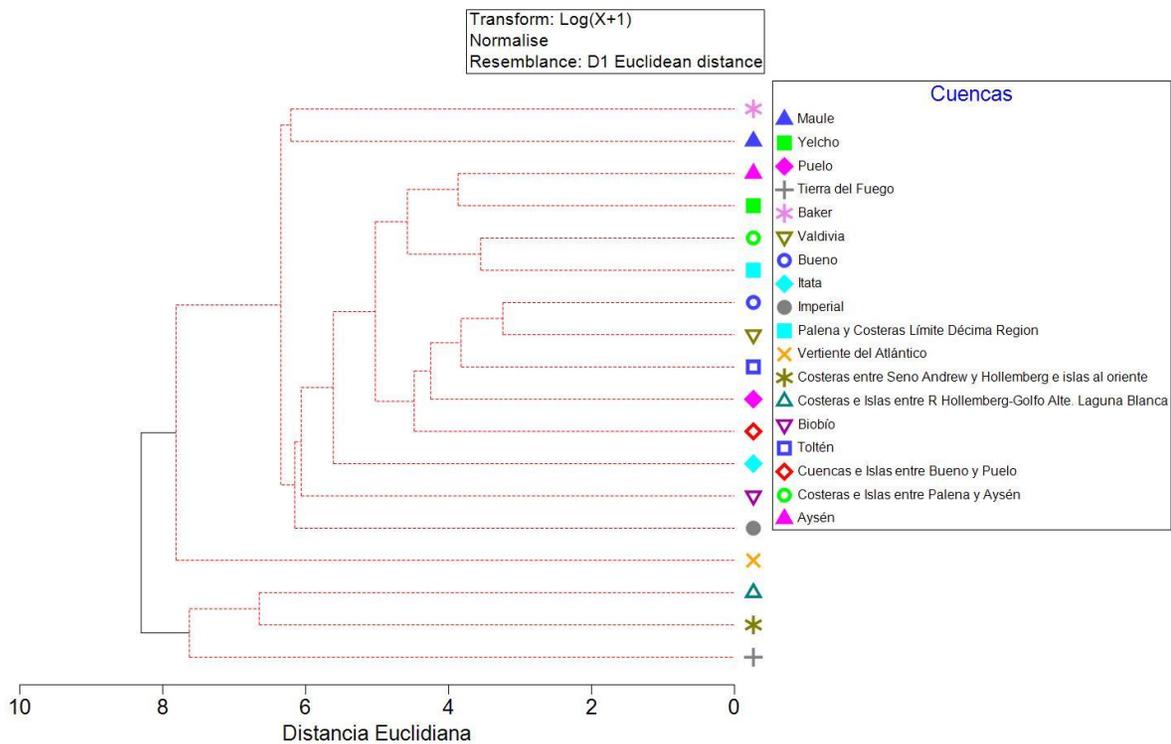
**Tabla 9.** Resumen de las variables ambientales que son medidas en laboratorio, históricas para cada cuenca, que fueron incorporadas en los análisis. Para cada parámetro se indican los promedios y las desviaciones estándar (D.E). Los números de la primera columna provienen de la nomenclatura de identificación de cuencas empleado por la DGA. 73: Maule; 81: Itata; 83: Biobío; 91: Imperial; 94: Toltén; 101: Valdivia; 103: Bueno; 104: Cuencas e Islas entre Bueno y Puelo; 105: Puelo; 107: Yelcho; 110: Palena y Costeras Límite Décima Región; 111: Costeras e Islas entre Palena y Aysén; 113: Aysén; 115 Baker; 122: Costeras entre Seno Andrew y Holleberg; 124: Costeras e Islas entre Holleberg Golfo Alte. Lag. Blanca; 126: Vertiente del Atlántico; 128: Tierra del Fuego.

Cuenclas	Fos. (mg PO <sub>4</sub> /L)		Nitra. (mg NO <sub>3</sub> /L)		Nitri. (mg NO <sub>2</sub> /L)		P Total (mg P/L)		Sílice (mg SiO <sub>2</sub> /L)		Calcio (mg Ca/L)	
	Prom.	D.E	Prom.	D.E	Prom.	D.E	Prom.	D.E	Prom.	D.E	Prom.	D.E
<b>73</b>	0,021 ± 0,02	0,392 ± 0,72	0,003 ± 0,004	0,0 ± 0,0	14,8 ± 5,7	9,7 ± 3,0						
<b>81</b>	0,055 ± 0,12	0,315 ± 0,93	0,009 ± 0,013	0,3 ± 0,3	16,1 ± 7,3	5,6 ± 2,0						
<b>83</b>	0,032 ± 0,04	0,171 ± 0,36	0,007 ± 0,005	0,1 ± 0,2	16,6 ± 6,0	6,6 ± 2,3						
<b>91</b>	0,192 ± 0,47	0,292 ± 0,41	0,008 ± 0,006	0,1 ± 0,1	22,9 ± 14,3	5,4 ± 3,1						
<b>94</b>	0,054 ± 0,04	0,084 ± 0,16	0,008 ± 0,016	0,2 ± 0,3	19,0 ± 10,2	4,8 ± 1,7						
<b>101</b>	0,030 ± 0,03	0,143 ± 0,46	0,004 ± 0,004	0,1 ± 0,2	14,2 ± 10,4	4,6 ± 1,8						
<b>103</b>	0,032 ± 0,05	0,213 ± 0,59	0,004 ± 0,004	0,0 ± 0,1	22,5 ± 18,8	7,2 ± 3,2						
<b>104</b>	0,033 ± 0,05	0,249 ± 0,97	0,004 ± 0,002	0,1 ± 0,2	12,1 ± 9,5	5,0 ± 3,1						
<b>105</b>	0,014 ± 0,01	0,383 ± 1,04	0,004 ± 0,002	0,1 ± 0,3	6,9 ± 4,9	7,4 ± 3,9						
<b>107</b>	0,008 ± 0,02	0,104 ± 0,35	0,003 ± 0,002	0,1 ± 0,2	5,9 ± 2,7	5,9 ± 1,8						
<b>110</b>	0,038 ± 0,13	0,426 ± 2,53	0,005 ± 0,002	0,0 ± 0,2	5,7 ± 2,8	4,6 ± 2,3						
<b>111</b>	0,010 ± 0,01	0,205 ± 0,54	0,003 ± 0,001	0,1 ± 0,3	7,0 ± 5,4	4,1 ± 1,5						
<b>113</b>	0,024 ± 0,12	0,271 ± 0,73	0,003 ± 0,005	0,1 ± 0,2	12,1 ± 9,5	7,4 ± 2,9						
<b>115</b>	0,010 ± 0,02	0,056 ± 0,09	0,004 ± 0,001	0,1 ± 0,2	4,3 ± 2,2	14,1 ± 8,1						
<b>122</b>	0,011 ± 0,01	0,318 ± 0,51	0,003 ± 0,002	0,2 ± 0,6	4,4 ± 5,5	13,4 ± 7,8						
<b>124</b>	0,010 ± 0,00	0,522 ± 0,22	0,004 ± 0,003	0,0 ± 0,1	11,3 ± 9,6	17,2 ± 7,8						
<b>126</b>	0,022 ± 0,01	0,276 ± 0,69	0,003 ± 0,002	0,0 ± 0,0	23,0 ± 21,7	6,5 ± 1,7						
<b>128</b>	0,024 ± 0,02	0,115 ± 0,16	0,001 ± 0,000	0,0 ± 0,0	8,9 ± 6,4	9,4 ± 3,1						



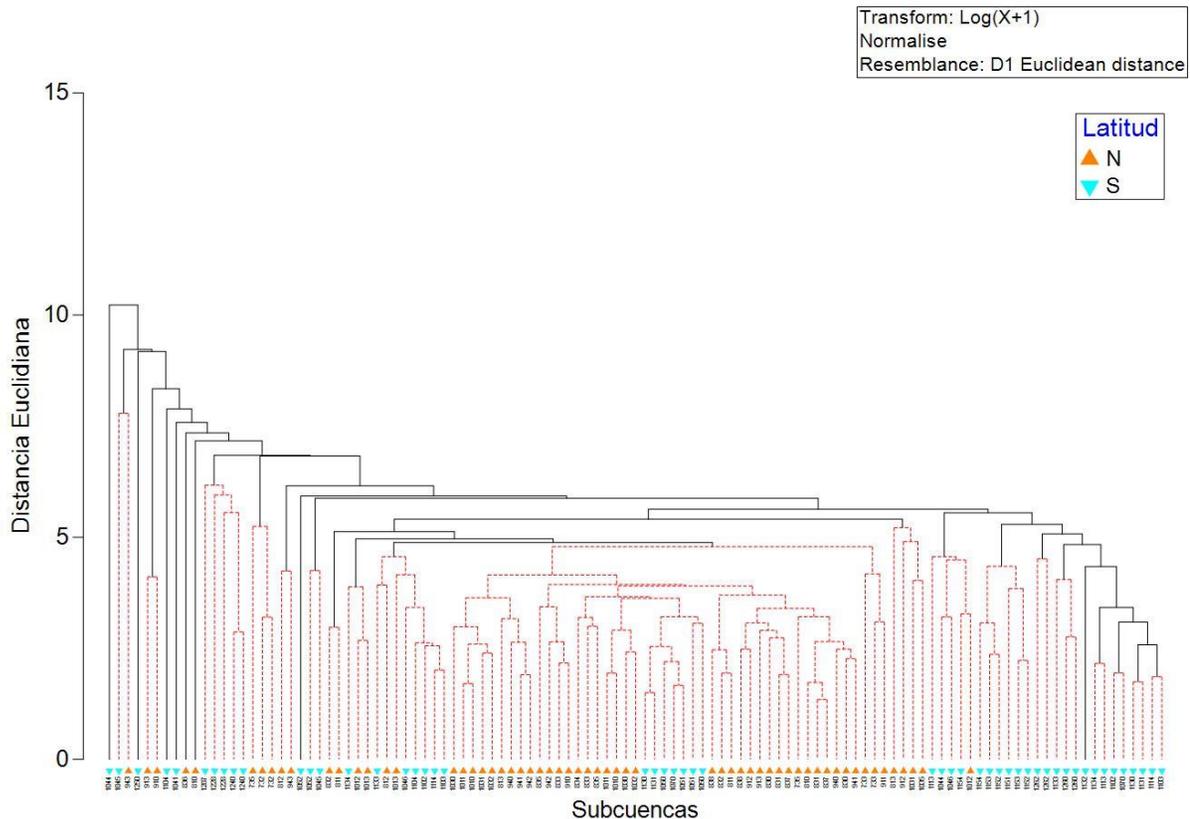
### Ordenamiento de los datos ambientales

En primera instancia se realizó un análisis de cluster con test de SIMPROF incluido para conocer la estructura espacial general del set de datos. Al analizar los datos ambientales abordando la escala espacial de cuenca hidrográfica, la topología del dendrograma basado en la distancia euclidiana y las agrupaciones significativas entregadas por el test de Simprof indican que existe estructuración geográfica en los datos, que segrega las cuencas muestreadas en Magallanes (Tierra del Fuego, Costeras entre Seno Andrew y Hollelberg e islas al Oriente y Costeras e Islas entre R. Hollelberg y Golfo Almirante Laguna Blanca), excepto la cuenca "Vertiente del Atlántico" que aparece agrupada junto a las cuencas del resto del continente.



**Figura 38.** Cluster basado en distancia euclidiana usando como factor las cuencas monitoreadas. Cada rama es una cuenca distinta cuya identificación aparece en el panel de la derecha. Las ramas rojas son aquellas que forman parte del mismo grupo significativo entregado por SIMPROF ( $p < 0.05$ ).

Posteriormente, cuando se empleó una escala geográfica menor de subcuenca (Figura 38), la topología del dendrograma se vuelve más compleja y aparece un gran número de grupos significativos (aquellos que aparecen representados por ramas de color rojo, sostenidos por una rama basal negra). La tendencia general para la estructura espacial de los datos es que existe segregación de ciertas subcuencas ubicadas hacia el sur del área de monitoreo que se puede observar hacia ambos extremos del gráfico. En la parte central del dendrograma se observó que tienden a agruparse las subcuencas de la zona norte del área de monitoreo.



**Figura 39.** Cluster basado en distancia euclidiana usando como factor las subcuencas monitoreadas. Cada rama es una subcuenca distinta cuya identificación puede ser encontrada en Anexo del presente informe. Las ramas rojas son aquellas que forman parte del mismo grupo significativo entregado por SIMPROF ( $p < 0.05$ ).

#### Estructuración de los datos ambientales

En relación al efecto de los factores predefinidos sobre la estructura de los datos, se encontró que existe efecto tanto de los factores espaciales como de los factores temporales a distintas escalas geográficas: sitio, subcuenca y cuenca. En las Tablas 10 a 11 se resume la información obtenida a partir de la rutina ANOSIM para todas las cuencas incluidas en el monitoreo. Cuando se analizó el set de datos a nivel de sitios, se encontró que los factores Cuenca ("C"), Subcuenca ("SC"), Latitud ("L") y Época ("E") generan diferencias significativas en la distribución espacial de los datos. Las mayores diferencias se deben a la cuenca ( $R=0.155$ ;  $p=0.1\%$ ) y subcuenca ( $R=0.213$ ;  $p=0.1\%$ ) a la que pertenecen los sitios de muestreo, destacando la importancia de los atributos locales de cada una de estas unidades geográficas. En el caso de la latitud, se observó que a escala de sitio no presenta un efecto relevante ( $R=0.068$ ;  $p=0.1\%$ ), al igual que en el caso de la época ( $R=0.063$ ;  $p=0.1\%$ ). El efecto de la presencia de *D. geminata* en la estructura espacial de los sitios basada en la distancia euclidiana no es significativo ( $R=0.005$ ;  $p=38.9\%$ ). Al realizar ANOSIM de dos vías cruzadas, las correlaciones mejoraron cuando se combinó el efecto de la época a los factores cuenca ( $R=0.445$ ;  $p=0.1\%$ ) y subcuenca ( $R=0.401$ ;  $p=0.1\%$ ).



**Tabla 10.** Resultados de Análisis de Similitud (ANOSIM) realizado en una escala espacial de sitios. Se muestra el resultado del  $R_{\text{global}}$  para cada los análisis de una y dos vías cruzadas- C: Cuenca; E: Época, DG: Presencia de *D. geminata*; SC: Subcuenca; L: Latitud; x: vías cruzadas. En negrita se destacan los valores de  $R_{\text{global}}$  más elevados.

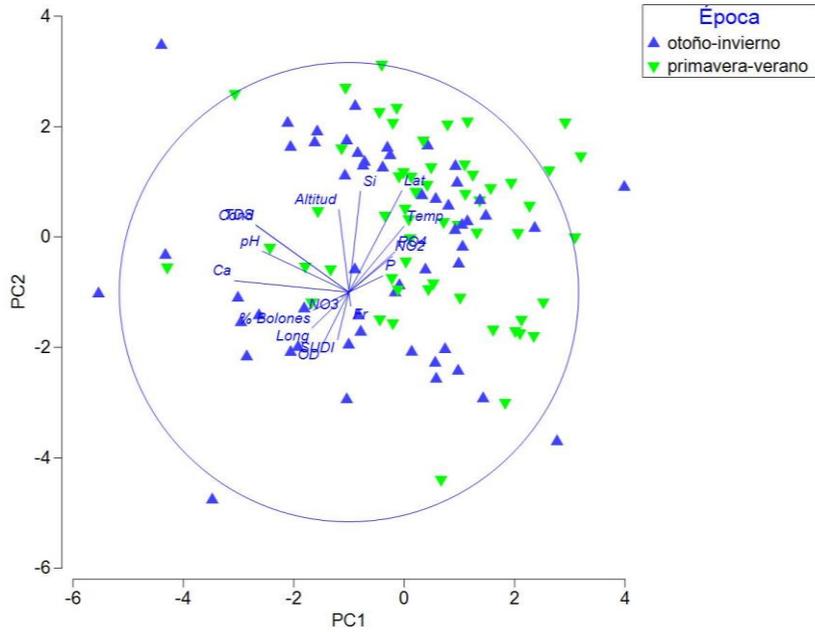
Factores	$R_{\text{global}}$	% Significancia estadística
C	0.155	0.1
E	0.063	0.1
DG	0.005	38.9
SC	0.213	0.1
L	0.068	0.1
SCxE	<b>0.401</b>	0.1
SCxDG	0.229	0.1
SCxL	0.183	0.1
CxE	<b>0.445</b>	0.1
CxDG	0.054	2.5
CxL	0.137	0.1
ExDG	0.047	0.1
DGxL	-0.003	53.9

En el caso del análisis de datos a nivel de subcuenca (Tabla 11), a través de ANOSIM de una sola vía se obtuvo que el efecto de la cuenca ( $R=0.411$ ;  $p=0.1\%$ ) y la subcuenca ( $R=0.455$ ;  $p=0.1\%$ ) a la que pertenecen los sitios tuvo un efecto significativo, junto con la latitud ( $R=0.243$ ;  $p=0.1\%$ ), que es un efecto mayor al que resultó al analizar los datos a escala de sitios. La época presentó una débil influencia en la estructura de los datos ambientales ( $R=0.099$ ;  $p=0.1\%$ ), mientras que el efecto de la presencia – ausencia de *D. geminata* no tuvo efectos significativos en el set de datos ( $R=-0.021$ ;  $p=76.4\%$ ), similar a lo encontrado en los datos provenientes de los sitios. Luego, a partir del ANOSIM de dos vías cruzadas, se obtuvo que cuando el efecto de la cuenca y la subcuenca se combina con el efecto de la latitud, la presencia de *D. geminata*, o la época, el valor de  $R$  disminuye; El efecto de la época incrementa cuando se analiza junto con la latitud, pero disminuye el  $R$  de esta última. Cuando se incorpora una tercera variable para ejecutar ANOSIM de tres vías cruzado, no se obtienen mejores resultados que los obtenidos en ANOSIM de una vía separadamente para cada una de las variables o factores de interés.

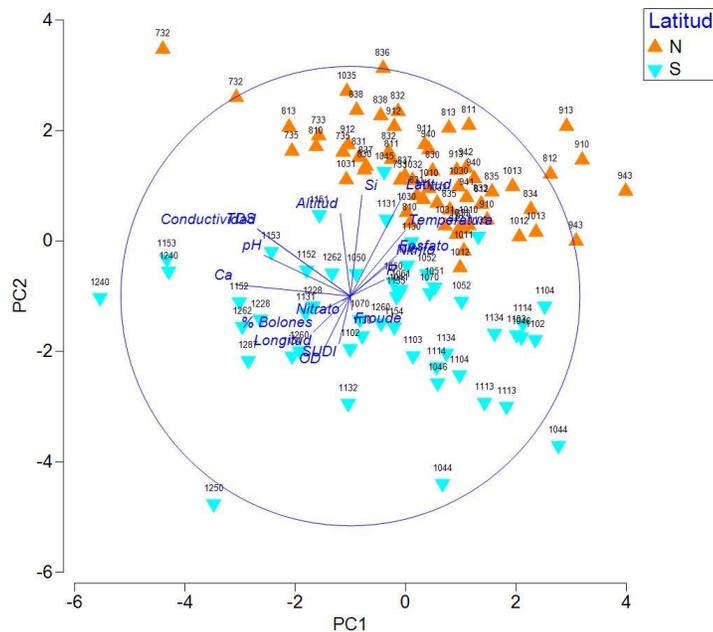


**Tabla 11.** Resultados de Análisis de Similitud (ANOSIM) realizado en una escala espacial de subcuena. Se muestra el resultado del  $R_{\text{global}}$  para cada factor analizado, a través de una, dos y tres vías cruzadas. C: Cuenca; E: Época, DG: Presencia de *D. geminata*; SC: Subcuena; L: Latitud; x: vías cruzadas. En negrita se destacan los valores de  $R_{\text{global}}$  más elevados.

Factores	R global (ANOSIM)	% Significancia estadística
C	<b>0.411</b>	0.1
E	0.099	0.1
DG(+,-)	-0.021	76.4
L	0.243	0.1
SC	<b>0.455</b>	0.1
CxL	0.291	0.1
SCxL	0.346	0.1
CxE	<b>0.463</b>	0.1
SCxE	<b>0.458</b>	0.1
CxDG	0.362	0.1
SCxDG	<b>0.432</b>	0.1
ExL	0.129	0.1
DGxL	-0.058	79.3
SCxLxE	<b>0.448</b>	0.1
CxLxE	0.35	0.1
SCxLxDG	0.302	0.1
SCxExDG	<b>0.489</b>	0.1
LxExDG	0.374	0.1



**Figura 40.** Análisis de Componentes Principales para los datos ambientales organizados en subcuencas utilizando como factores la subcuenca x época, uno de los factores con mayor R global. La variaci3n acumulada explicada por los dos primeros ejes es el 34%.



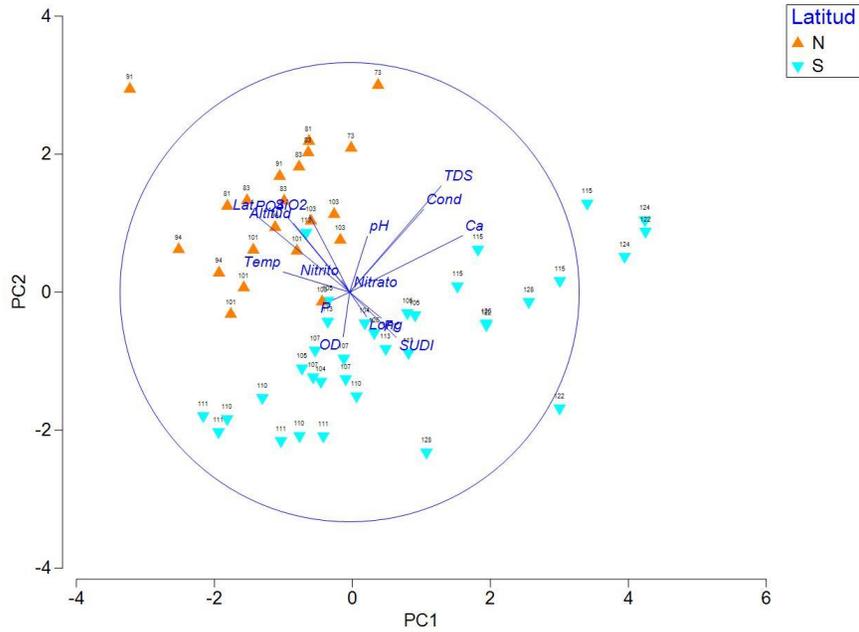
**Figura 41.** Análisis de Componentes Principales para los datos ambientales organizados en subcuencas utilizando como factores la subcuenca x latitud, que son los factores con mayor R global individual. La variaci3n acumulada explicada por los dos primeros ejes del PCA es 34%.



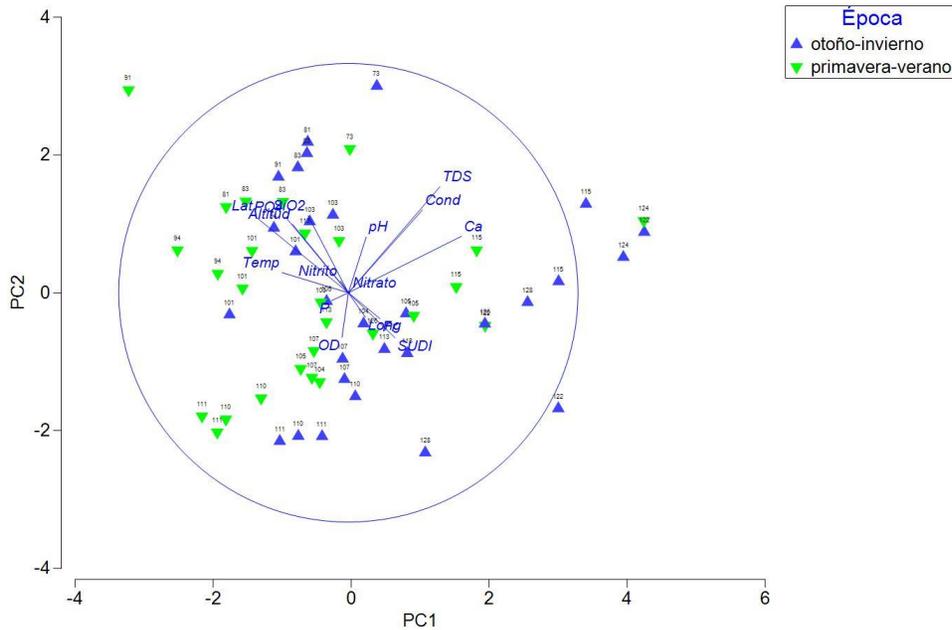
En el caso del an3lisis de datos a nivel de cuenca, a trav3s de ANOSIM de una sola v3a se obtuvo diferencias significativas en los datos ambientales que se atribuyen al factor cuenca ( $R=0.589$ ;  $p=0.1\%$ ), 3poca ( $R=0.104$ ;  $p=0.2\%$ ) y latitud ( $R=0.157$ ;  $p=0.5\%$ ), siendo el factor cuenca el de mayor relevancia en la estructuraci3n de los datos. Al contrario, el efecto de la presencia de *D. geminata* no fue significativo en el ordenamiento espacial de este set de datos. Los resultados del ANOSIM de dos v3as muestran que el efecto del factor cuenca incrementa levemente cuando se adiciona el factor 3poca alcanzando uno de los valores m3s elevados para  $R$  ( $R=0.644$ ;  $p=0.1\%$ ). En los otros pares de variables el valor de  $R$  asociado al factor cuenca disminuye respecto al valor calculado en el ANOSIM de una sola v3a. En el caso del ANOSIM de tres v3as se observ3 el mayor valor de  $R$  que correspondi3 al efecto de la cuenca x 3poca x latitud ( $R=0.685$ ;  $p=0.1\%$ ). Sin embargo, se debe tener en cuenta que el efecto principal est3 dado por la cuenca, lo cual indica que las caracter3sticas ambientales locales de las cuencas son relevantes en la estructura espacial del ordenamiento de los datos analizados.

**Tabla 12.** Resultados de An3lisis de Similitud (ANOSIM) realizado en una escala espacial de cuenca. Se muestra el resultado del  $R_{global}$  para cada factor analizado, a trav3s de una, dos y tres v3as cruzadas. C: Cuenca; E: 3poca, DG: Presencia de *D. geminata*; SC: Subcuenca; L: Latitud; x: v3as cruzadas. En negrita se destacan los valores de  $R_{global}$  m3s elevados, y los valores de  $p$  no significativos.

Factores	$R_{global}$	% Significancia estadística
C	<b>0,589</b>	<b>0,1</b>
E	0,104	<b>0,2</b>
DG(+,-)	-0,009	55
L	0,157	<b>0,5</b>
CxL	0,454	<b>0,1</b>
CxE	<b>0,644</b>	<b>0,1</b>
CxDG	0,509	<b>0,1</b>
LxE	0,1	<b>3,8</b>
ExL	0,117	<b>0,1</b>
LxDG	0,078	7,1
DGxL	-0,011	53,7
CxExL	<b>0,685</b>	<b>0,1</b>
CxLxDG	0,391	<b>0,1</b>
CxExDG	0,522	<b>0,1</b>
LxExDG	0,110	5,5



**Figura 42.** Análisis de Componentes Principales para los datos ambientales organizados en cuencas utilizando como factores la cuenca x latitud, que son los factores con mayor R global individual. La variaci3n acumulada explicada por los dos primeros ejes del PCA es 36.8%.



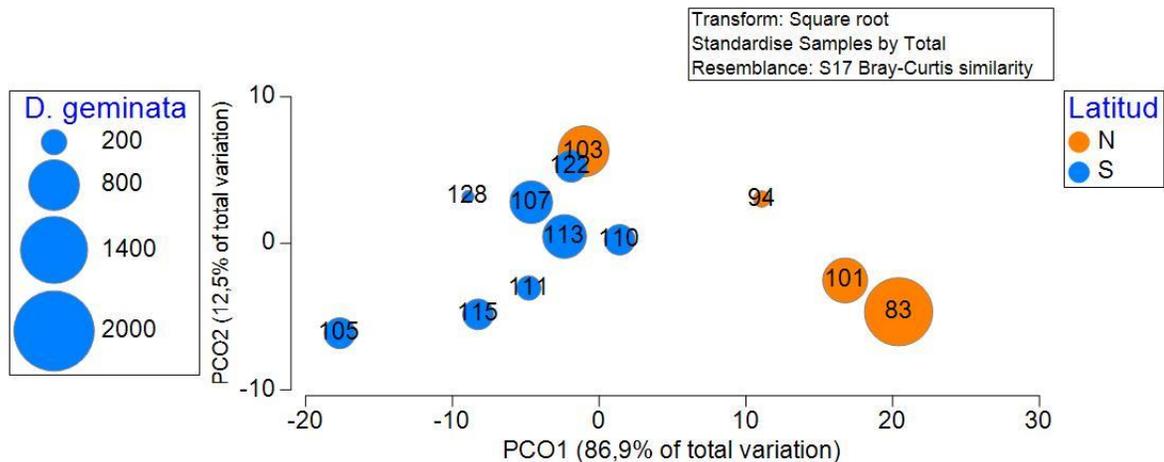
**Figura 43.** Análisis de Componentes Principales para los datos ambientales organizados en cuencas utilizando como factores la cuenca x época, uno de los factores que individualmente tienen mayor R global. La variaci3n acumulada explicada por los dos primeros ejes del PCA es el 36.8%.



### 6.3.2. Relación de los datos ambientales y *D. geminata*

Los análisis realizados para conocer cuáles son las variables ambientales relacionadas con la densidad de *D. geminata* fueron abordados desde tres escalas espaciales: sitio, subcuena y cuena. Sobre la base de matrices históricas de disimilitud de Bray-Curtis construida con la abundancia de *D. geminata* y una matriz histórica normalizada de variables ambientales, se aplicó la rutina BEST para identificar la variable o conjunto de variables ambientales que mejor se correlacionan con la matriz de datos biológicos.

Antes de comenzar con el análisis de las variables ambientales y su relación con las abundancias de *D. geminata*, es necesario conocer algunos patrones generales en la distribución histórica de esta especie que serán esclarecidos a partir de un ANOSIM. En primer lugar, analizando a una escala de sitio, *D. geminata* está escasamente relacionado con los factores que se han venido estudiando hasta este punto. La relación con la época (Rglobal=0.158; p=0.1%), latitud (Rglobal=0.082; p=0.2%), cuena (Rglobal=0.007; p=0.1%) y subcuena (Rglobal=0.007; p=0.1%) no demuestran una influencia de importancia en este set de datos. Este mismo análisis, realizado en una matriz de abundancias por subcuena, mostró que la época (Rglobal=0.357; p=3.4%) y latitud (Rglobal=0.349; p=1.4%) tienen influencia moderada sobre los datos, la cual incrementa cuando estos dos factores se analizan a través de un ANOSIM de dos vías (Rglobal=0.459; p=0.3%). Luego, en una escala de cuena hidrográfica, fue posible definir que la latitud tiene un efecto importante alcanzando un Rglobal de 0.634 (p=0.6%).



**Figura 44.** Análisis de Componentes Principales (PCO) realizado sobre la base de una matriz de distancia entre centroides para la abundancia de *D. geminata* por cuena. Se sobrepuso la abundancia de la especie promediada por cuena y se empleó el factor de agrupamiento la latitud. El primer componente explica un 86,9% de la variación.



El paso siguiente fue identificar las variables que presentan una mayor correlación con la matriz de similitud de Bray-Curtis basada en la abundancia de *D. geminata*. Los resultados son descritos en las Tablas 13-15 donde se indican 5 tipos de sets de variables que presentaron los mayores valores de Rglobal. En la fila 1 de la columna número de variables se muestra el set constituido por una variable que generó el mayor valor de correlación, en la fila "2" el mejor set de dos variables, en la fila "3" se ubica el mejor set de tres variables, en la fila 4 el mejor set de 4 variables, y en la fila 5 el mejor set de 5 variables.

Los valores de R global obtenidos para la escala espacial de sitios en este caso indican que la estructura espacial de los datos biológicos es explicada por los datos ambientales en una muy baja proporción. Al respecto, es posible ver que dentro de todas las variables incluidas en el análisis la temperatura es la variable de mayor contribución al set de datos biológicos.

**Tabla 13.** Resultados de la rutina BEST a una escala de sitios. Se detallan los mejores sets de datos ambientales constituidos por 1, 2, 3, 4 y 5 variables, en términos del valor de R.

Escala espacial	Número de variables	R	Variables seleccionadas
Sitio	1	0.140	Temperatura
	2	0.162	Temperatura, Froude
	3	0.162	Temperatura, OD, Froude
	4	0.161	Latitud, Temperatura, Velocidad de la corriente, Froude
	5	0.159	Latitud, Temperatura, Velocidad de la corriente, Froude, Fosfato

Seguidamente, utilizando la misma rutina BEST, se procedió a la identificación de los parámetros que tienen mayor influencia en las variaciones de la abundancia de *D. geminata*, a una escala geográfica de subcuena. Los resultados son entregados en la Tabla 14, de la misma forma que en la tabla anterior, informándose el mejor set de variables en términos del valor de R. En este caso, el conjunto de datos ambientales explica cerca del 40-48% el patrón biológico. Analizando individualmente la contribución de las variables es posible ver que el pH del agua tiene un rol importante en el ordenamiento espacial de la abundancia de *Didymo*.

**Tabla 14.** Resultados de la rutina BEST a una escala de subcuena. Se detallan los mejores sets de datos ambientales constituidos por 1, 2, 3, 4 y 5 variables, en términos del valor de R.

Escala espacial	Número de variables	R	Variables seleccionadas
Sub-cuenca	1	0.395	pH
	2	0.415	pH, OD
	3	0,449	pH, OD, % Bolones
	4	0,463	Altitud, pH, OD, % Bolones
	5	0,480	Altitud, pH, OD, Profundidad, % Bolones

En tercera instancia, se hizo el mismo tipo de análisis para determinar las variables que tienen mayor implicancia de las variaciones de la abundancia histórica de *D. geminata* a una escala geográfica de

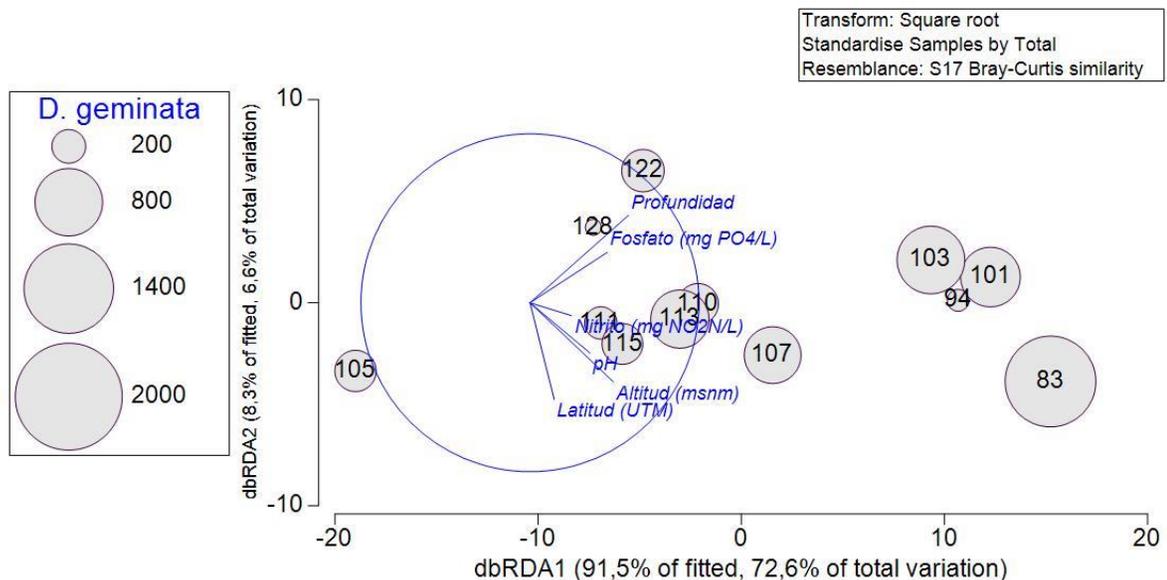


cuenca. Las correlaciones mostradas para pH mejoran con la adición de las variables altitud, profundidad, fosfato y nitrato.

**Tabla 15.** Resultados de la rutina BEST a una escala geográfica de cuenca. Se detallan los mejores sets de datos ambientales constituidos por 1, 2, 3, 4 y 5 variables, en términos del valor de R.

Escala espacial	Num variables	R	Variables seleccionadas
Cuenca	1	0.351	pH
	2	0.364	Altitud, pH
	3	0.379	Altitud, pH, Sílice
	4	0.391	pH, Profundidad, fosfato, nitrato
	5	0.401	Altitud, pH, profundidad, Fosfato, nitrato

Posteriormente, se realizó otro análisis de ordenamiento para poder visualizar de manera más integrada la relación de las variables seleccionadas por BEST sobre la ordenación espacial basada en las abundancias de *D. geminata*. Debido a las limitaciones de nuestro set de datos, este análisis fue realizado únicamente para los datos provenientes desde la matriz de abundancias de *D. geminata* por cuenca.

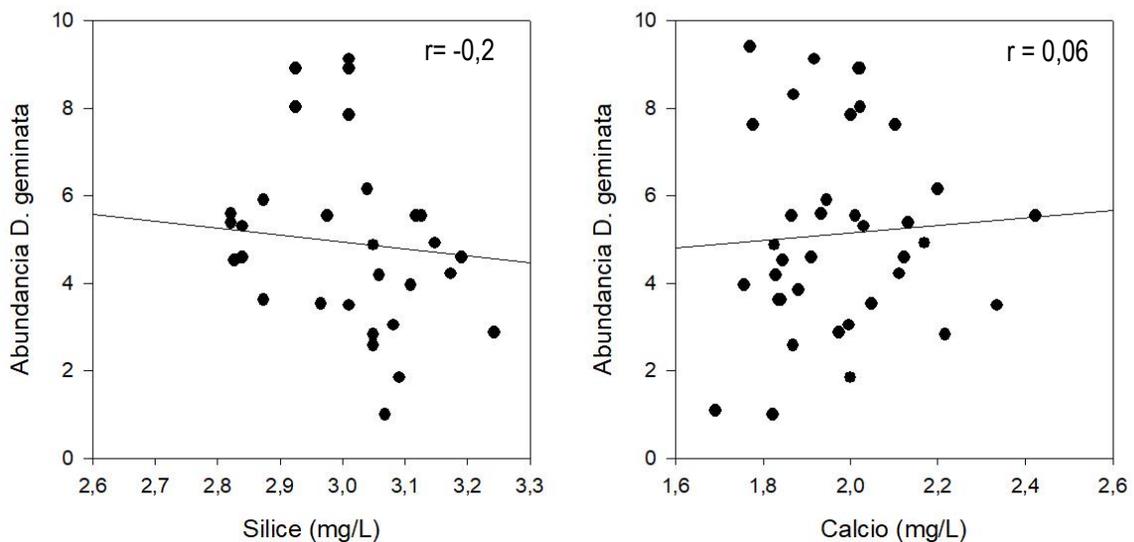


**Figura 45.** Gráfico del Análisis de Redundancia basado en distancia (dbRDA) basado en los principales parámetros identificados por BEST en relación a las variaciones de *D. geminata* en las cuencas monitoreadas. Los vectores indican la dirección de los parámetros en el ordenamiento de los datos.



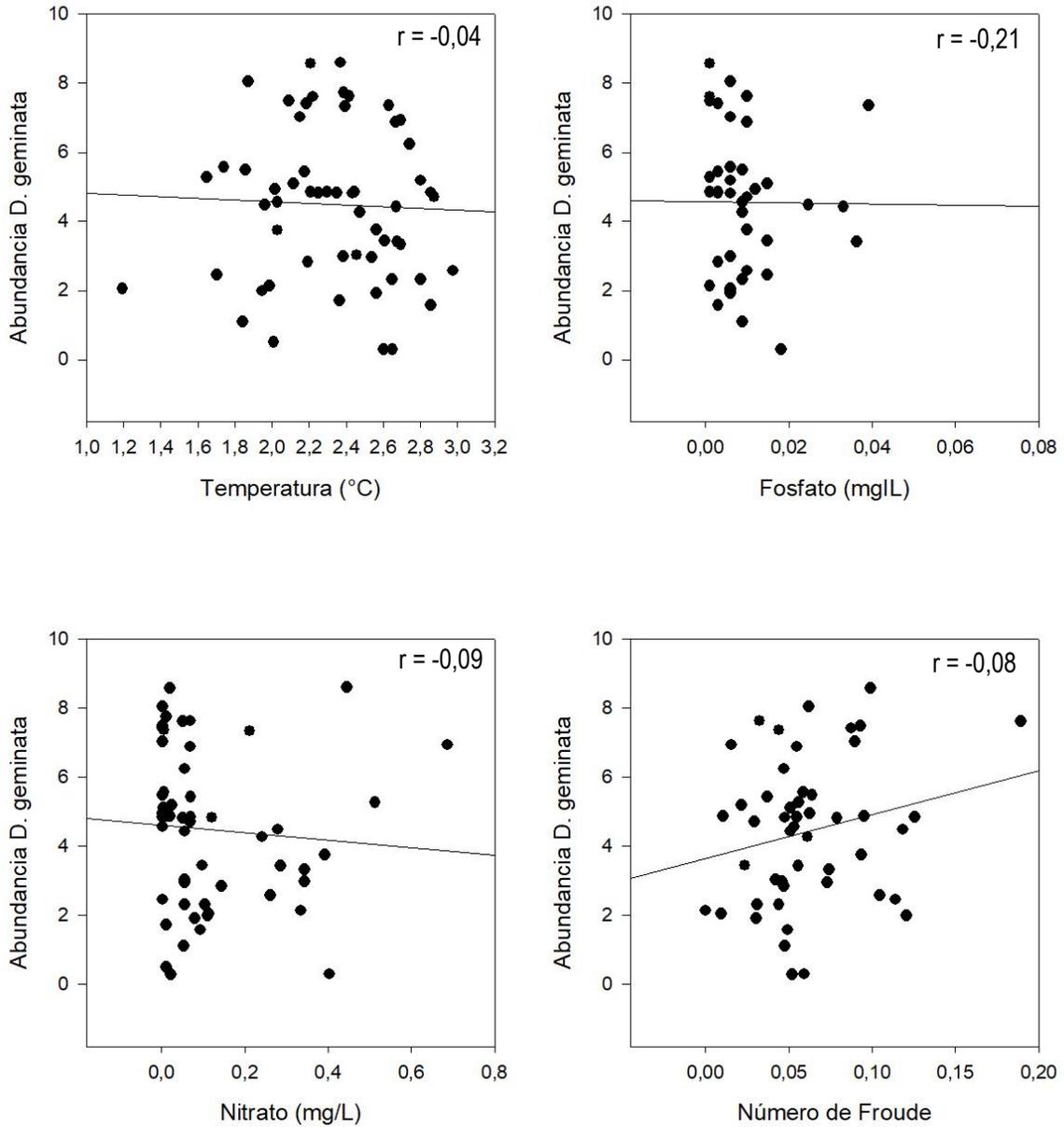
Finalmente, dado que existe un efecto importante de la latitud sobre los datos ambientales, se analizó separadamente una cuenca del grupo norte y una cuenca del grupo sur. Para el caso de las cuencas del norte se trabajó con la cuenca del río Biobío y como representante de las cuencas del sur se utilizó la cuenca del río Aysén. Los resultados para cada cuenca se detallan a continuación:

1. Cuenca del río Biobío: Se analizó una matriz de distancia calculada para cada sitio de monitoreo. Los resultados de BEST indicaron que, en la cuenca del río Biobío, el mejor set de variables implicadas en el ordenamiento espacial de los datos de abundancia de *D. geminata* fueron el Sílice y el Calcio que en su conjunto arrojaron un valor de  $R=0.152$ ;  $p=0.1\%$ , que es el valor máximo de  $R$  obtenido en este análisis. Sin embargo, este valor se considera muy bajo para poder caracterizar la variable biológica de interés.



**Figura 46.** Correlaciones de Sílice y Calcio con la abundancia de *D. geminata*. Los parámetros fueron identificados por BEST y en un contexto multivariado presentan un  $R=0.152$ .

2. Cuenca del río Aysén: Al igual que en el caso anterior, se analizó una matriz de distancia a escala geográfica de sitio. Los resultados de BEST mostraron que, en la cuenca del río Aysén, el set de variables que mejor explica el ordenamiento espacial de los datos de abundancia de *D. geminata* está constituido por la temperatura, número de Froude, fosfato y nitrato, exhibiendo un valor  $R=0.270$ .



**Figura 47.** Correlaciones de S3lice y Calcio con la abundancia de *D. geminata*. Los par3metros fueron identificados por BEST y en un contexto multivariado presentan un  $R=0,27$ .



#### 6.4 Objetivo específico IV

*Analizar de manera comparativa el efecto de la especie plaga *D. geminata* en cuerpos de agua con y sin su presencia.*

Parte de este objetivo se cumplió durante la ejecución de la Etapa I en la cual se observó que las comunidades de microalgas bentónicas y fitoplanctónicas con y sin la presencia de *D. geminata* muestran una marcada dinámica espacio-temporal al considerar la totalidad de los datos históricos generados en distintos monitoreos de esta plaga desde año 2010. Según estos resultados, las abundancias de taxa como *Achnanthydium* muestran una relación directa con la presencia de la especie. A nivel comunitario, se observó que los efectos de *D. geminata* sobre el fitobentos fueron significativos a través de las distintas cuencas y épocas.

En el presente informe se analizaron los datos generados durante la Etapa I y Etapa II del presente Monitoreo, con énfasis en los resultados obtenidos en Etapa II. Con el fin de identificar los efectos de *D. geminata* sobre la comunidad completa de fitobentos, así como sobre la comunidad de diatomeas, se compararon las estaciones de una misma cuenca libres e invadidas esta especie considerando las épocas de primavera-verano y la época de otoño-invierno. Cabe destacar que en el modelo de análisis estadístico se examinaron por separado los datos de la comunidad de diatomeas y los datos de la comunidad del fitobentos, y dado que el objetivo es identificar efecto comparando las comunidades invadida y no invadidas de una misma cuenca se excluyeron las cuencas del (73) Maule, (81) Itata, (91) Imperial, (104) Cuencas e Islas entre río Bueno y río Puelo, (124) Costeras e Islas entre R Hollemberg y (126) Vertiente del Atlántico, dado que, de acuerdo a nuestros resultados, no registraron la presencia de la especie.

#### Fitobentos

Al ordenar los datos de densidad de microalgas bentónicas en un espacio multivariado considerando la Etapa como factor de agrupamiento y con un 36.2% de variación, se observó que la estructura de la comunidad de microalgas bentónicas registrada y descritas en cada una de las Etapas fue significativamente distinta entre ellas (Simprof  $p= 0,05$ ) (PCO y Cluster) (Fig. 48). Al proyectar la presencia-ausencia de *D. geminata* sobre el mismo patrón de ordenamiento se observó que en ambas épocas existe una fuerte segregación entre los sitios invadidos y los sitios no invadidos por didymo, infiriendo que *D. geminata* persiste en los ríos invadidos y que la presencia de la especie tiene efectos sobre la estructuración comunitaria de las cuencas (Fig. 49).

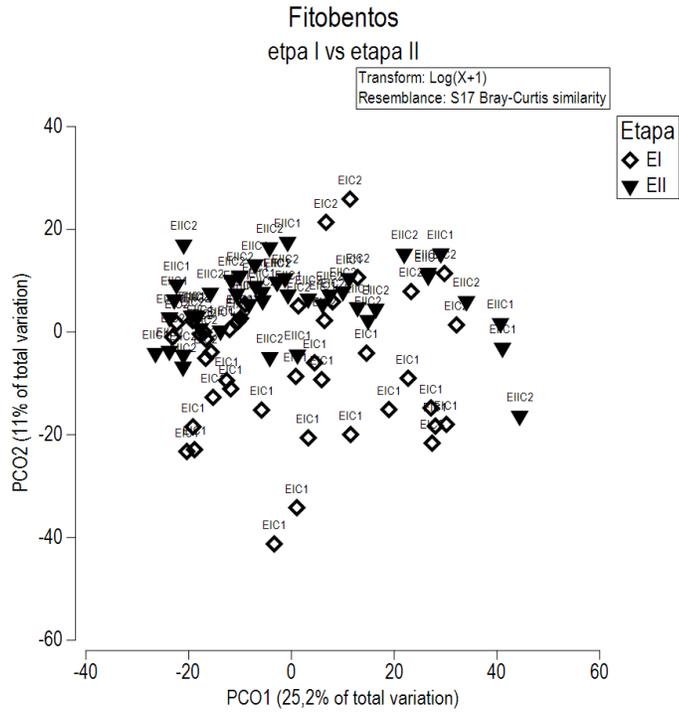


Figura 48. Análisis de coordenadas principales (PCO) para los datos de densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) para fitobentos registrados durante las campañas de las dos etapas del Monitoreo.

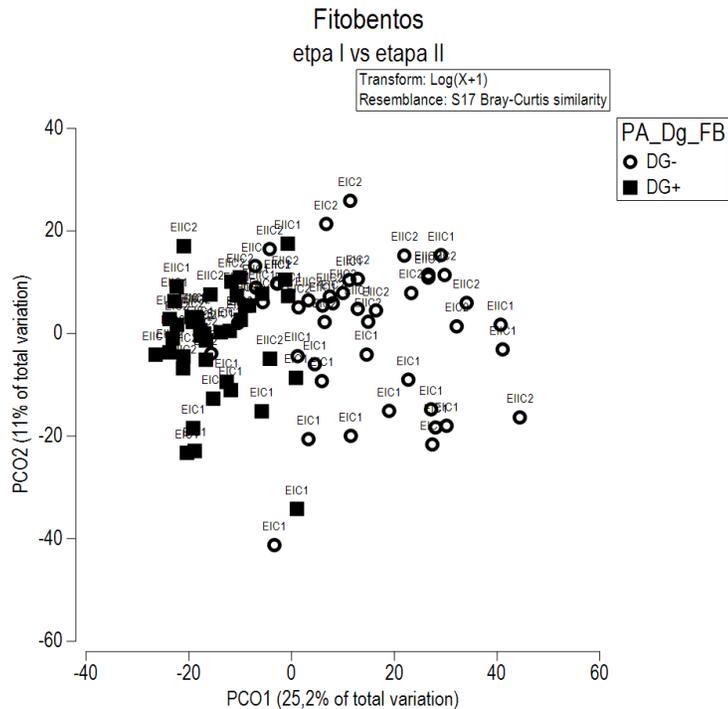


Figura 49. Análisis de coordenadas principales (PCO) para los datos de densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) para fitobentos registrados durante las campañas de las dos etapas del Monitoreo.



Al evaluar estadísticamente esta ordenación, los resultados mostraron que *D. geminata* tuvo un efecto significativo sobre la estructura de la comunidad y, dado que existió una variación significativa en la estructura comunitaria de las microalgas bentónicas entre las cuencas, el efecto de *D. geminata* también varió a través de las cuencas (Tabla 16). Los resultados también revelaron que el efecto de *D. geminata* fue independiente del factor temporal época (Tabla 17), indicando que la estructura de las comunidades invadidas registradas durante la época de primavera-verano tendió a mantenerse estable respecto a la época otoño-invierno de una misma etapa.

**Tabla 16.** Análisis de Varianza Basada en Permutaciones (PERMANOVA) para datos de densidad (cel./mm<sup>2</sup>) de la comunidad completa de microalgas bajo un modelo jerárquico anidado con 3 factores (Et: Etapa con dos niveles, PA: Presencia/Ausencia de *D. geminata* con dos niveles, Cu(Et): Cuenca anidado en Etapa con 12 niveles)

Source	Df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms
Et	1	4987	4987	2,8889	0,003	999
PA	1	17406	17406	19,249	0,001	998
Cu(Et)	22	39404	1791,1	2,2643	0,001	997
Et x PA	1	847,39	847,39	0,9371	0,51	998
Cu(Et) x PA	20	18156	907,8	1,1476	0,077	997
Res	43	34015	791,04			
Total	88	1,16E+05				

**Tabla 17.** Análisis de Varianza Basada en Permutaciones (PERMANOVA) para datos de densidad (cel./mm<sup>2</sup>) bajo un modelo jerárquico anidado con 3 factores (Et: Etapa con dos niveles, PA: Presencia/Ausencia de *D. geminata* con dos niveles, Ca(Et): Campaña anidado en Etapa con 2 niveles)

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms
Et	1	5538,3	5538,3	1,7776	0,188	6
PA	1	18720	18720	30,657	0,064	904
Ca(Et)	2	6246,8	3123,4	3,02	0,001	999
Et x PA	1	932,24	932,24	1,5267	0,272	897
Ca(Et) x PA	2	1218,1	609,03	0,58886	0,972	997
Res	81	83774	1034,2			
Total	88	1,16E+05				

Dado que existieron diferencias entre las distintas cuencas invadidas por *D. geminata* se examinó cuenca a cuenca la ordenación de los sitios invadidos respecto a los no invadidos, así como los parámetros comunitarios básicos Riqueza (S) y Diversidad (H'Log<sub>e</sub>) para comparar la estructura de las comunidades bajo la presencia o la ausencia de esta diatomea bentónica invasora.

Respecto al parámetro comunitario Riqueza (S) (Tabla 18), se observó que el promedio general indicó que los sitios invadidos de todas cuencas concentran los valores más altos de riqueza, y que durante la época de primavera-verano se registraron los valores más altos de riqueza, en el conjunto de sitios "invadidos", mientras que durante la época de otoño-invierno se registraron los valores más altos en el conjunto de sitios no invadidos. En 10 de las 12 cuencas invadidas por *D. geminata* se observó que, tanto la época de primavera-verano como en la época de otoño-invierno los sitios invadidos registraron valores más altos de



riqueza que en los sitios “no invadidos”. La excepción a esta tendencia durante la época de primavera-verano la constituyeron las cuencas del río Yelcho (103) donde la riqueza se mantiene constante entre ambos grupos y Tierra del Fuego (128), donde los sitios “no invadidos” mostraron valores de riqueza más alto. Durante la época de otoño-invierno, se observó que en la cuenca del Río Toltén (94) la riqueza fue mayor en el conjunto de sitios no invadidos y que en la cuenca del río Yelcho (107) la riqueza no varió entre el grupo de los sitios invadidos y los no invadidos.

**Tabla 18.** Valores de riqueza de fitobentos registradas durante las campañas de muestreo de la Etapa II del Monitoreo.

Cuenca	Primavera Verano				Otoño Invierno			
	sitios no invadidos		sitios invadidos		sitios no invadidos		sitios invadidos	
	N° de sitios	Riqueza	N° de sitios	Riqueza	N° de sitios	Riqueza	N° de sitios	Riqueza
83	15	11 ± 5,3	4	16 ± 2,2	17	13 ± 4	4	19 ± 3,8
94	6	11 ± 4,2	2	13 ± 0,7	8	12 ± 4,4		
101	3	10 ± 9,1	4	16 ± 1,8	5	13 ± 5,9	2	21 ± 0,7
103	5	12 ± 3,6	4	18 ± 3,5	8	9 ± 4,5	1	14
105	3	5 ± 4,6	4	12 ± 3,4	4	9 ± 2,2	4	12 ± 4,7
107	1	13	6	13 ± 2,4	1	14	6	14 ± 4,1
110	6	6 ± 3,1	6	15 ± 2,2	3	8 ± 2,1	9	13 ± 2,9
111	6	10 ± 5,8	3	20 ± 2,6	5	8 ± 6,5	2	12 ± 4,9
113	3	9 ± 7,5	21	14 ± 2,8	9	9 ± 4	13	14 ± 3
115	5	4 ± 2,6	1	12	2	2 ± 1,4	4	9 ± 3,7
122	5	7 ± 3,4	2	15 ± 0,7	7	8 ± 2,9	3	14 ± 6,4
128	6	15 ± 3,8	2	12 ± 1,4	6	13 ± 5,2	7	17 ± 2,1

En la relación a la diversidad ( $H'Log_e$ ) (Tabla 19) se aprecia un patrón similar al de riqueza, donde en general los sitios invadidos por *D. geminata* concentraron valores más alto de diversidad en comparación al conjunto de sitios no invadidos. Además, se observó que durante la época de primavera-verano los sitios invadidos concentraron valores más alto de diversidad y que durante la época de otoño-invierno se registraron los valores de diversidad más altos en el conjunto de sitios no invadidos. Durante la época de primavera-verano en 10 de las 12 cuencas afectadas por la plaga los valores de diversidad de los sitios invadidos fueron más altos que los registrados en los sitios “no invadidos”. Las únicas excepciones la constituyeron las cuencas de los ríos Toltén (94) y Tierra del Fuego (128) donde los valores de diversidad del conjunto de sitios “no invadidos” fueron más altos que los registrados en el conjunto de sitios invadidos. Durante la época de otoño-invierno 5 de las 12 cuencas invadidas por *D. geminata* muestran que los sitios invadidos concentraron valores más altos de diversidad, las excepciones las constituyeron las cuencas de los ríos Toltén (94), Valdivia (101), Puelo (105), Yelcho (107), Palena (111), Serrano (122) y Tierra del Fuego (128), donde los valores registrados en el conjunto de sitios no invadidos fueron mayores que en los sitios invadidos.



**Tabla 19.** Valores de diversidad de fitobentos registrados durante las campañas de muestreo de la Etapa II del Monitoreo.

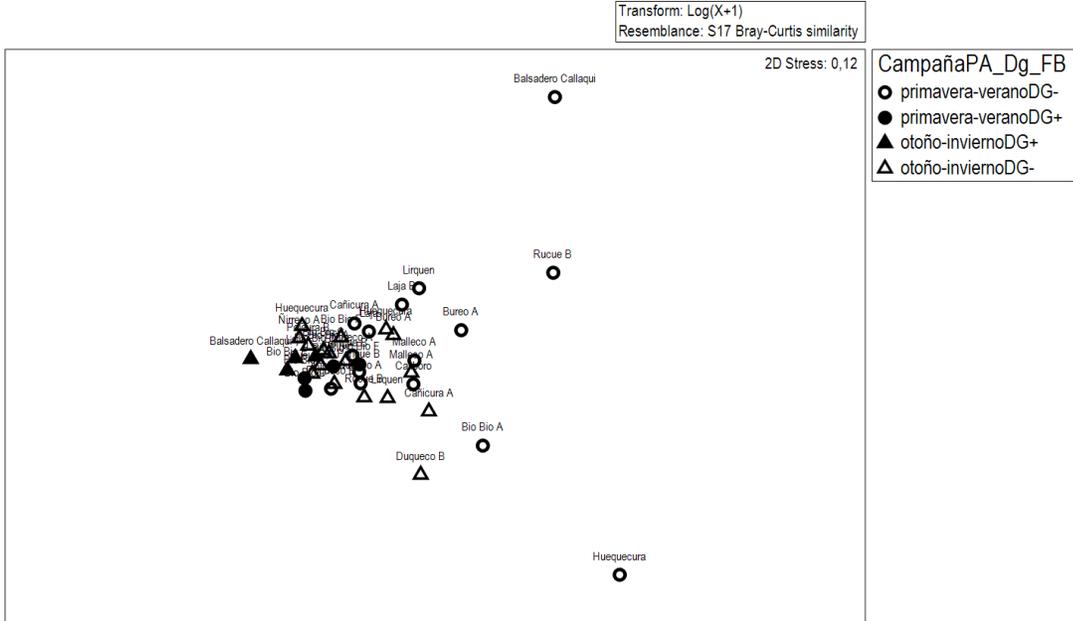
.Cuenca	Primavera Verano				Otoño Invierno			
	sitios no invadidos		sitios invadidos		sitios no invadidos		sitios invadidos	
	N° de sitios	Diversidad (H' <sub>log<sub>e</sub></sub> )	N° de sitios	Diversidad (H' <sub>log<sub>e</sub></sub> )	N° de sitios	Diversidad (H' <sub>log<sub>e</sub></sub> )	N° de sitios	Diversidad (H' <sub>log<sub>e</sub></sub> )
83	15	1,7 ± 0,6	4	2,1 ± 0,3	17	1,6 ± 0,5	4	1,9 ± 0,4
94	6	1,6 ± 0,5	2	1,5 ± 0,1	8	1,8 ± 0,4		0 ± 0
101	3	1,1 ± 1	4	2,1 ± 0,3	5	1,8 ± 0,5	2	1,7 ± 0,3
103	5	1,3 ± 0,7	4	1,7 ± 0,8	8	1,3 ± 0,4	1	2
105	3	0,9 ± 0,9	4	2 ± 0,5	4	1,7 ± 0,3	4	1,6 ± 0,5
107	1	1,5	6	1,9 ± 0,3	1	1,8	6	1,4 ± 0,4
110	6	1,1 ± 0,6	6	2 ± 0,2	3	1,6 ± 0,4	9	1,9 ± 0,3
111	6	1,5 ± 0,9	3	1,6 ± 0,3	5	1,6 ± 0,7	2	1,1 ± 1,3
113	3	1 ± 0,9	21	1,7 ± 0,5	9	1,7 ± 0,3	13	1,8 ± 0,6
115	5	1 ± 0,7	1	1,9	2	0,4 ± 0,5	4	1,1 ± 0,8
122	5	0,9 ± 0,5	2	1,7 ± 0,2	7	1,6 ± 0,3	3	1,4 ± 0,5
128	6	1,9 ± 0,3	2	1,6 ± 0,5	6	1,9 ± 0,5	7	1,6 ± 0,4

En la ordenación de los datos de densidad de microalgas por cuencas (Fig. 50-61), se empleó el factor presencia-ausencia de *D. geminata* (PA\_DG) como factor de agrupación, el cual fue proyectado gráficamente junto con el factor Época para explorar la estructura espacio-temporal la distribución y por tanto el efecto de *D. geminata* sobre la comunidad de microalgas.

En general, y basándonos en los resultados de la comunidad completa de fitobentos en todas las cuencas los sitios invadidos por *D. geminata*, éstos tendieron a albergar comunidades de microalgas bentónicas con estructuras distintas a la de los sitios invadidos. El patrón de ordenación multivariada mostró ausencia de estructuración temporal en la mayoría de las cuencas, lo cual permite inferir que en los sitios invadidos por *D. geminata* la estructura comunitaria de las microalgas bentónicas incluyendo distintos Phyla se mantuvo constante entre las épocas, a excepción de la cuenca del Río Puelo (105) y Cuencas Costeras (110) donde se observó que la estructura de los sitios invadidos tiende a cambiar con la época.

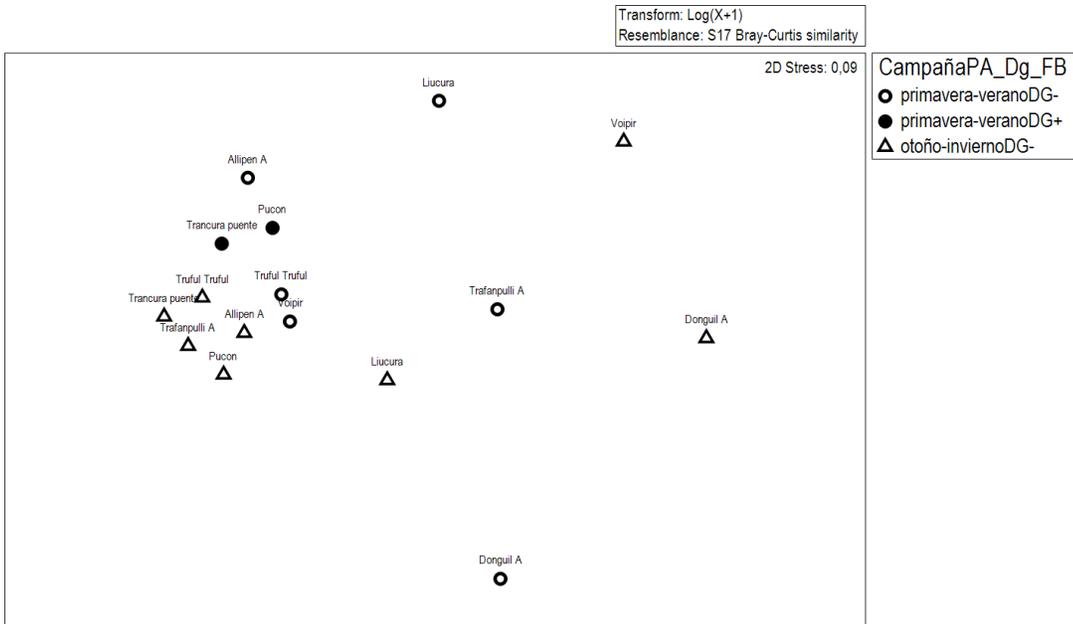


### Fitobentos Biobío



**Figura 50.** Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para los datos de densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) para fitobentos registrados en la cuenca del Río Biobío durante la Etapa II del Monitoreo.

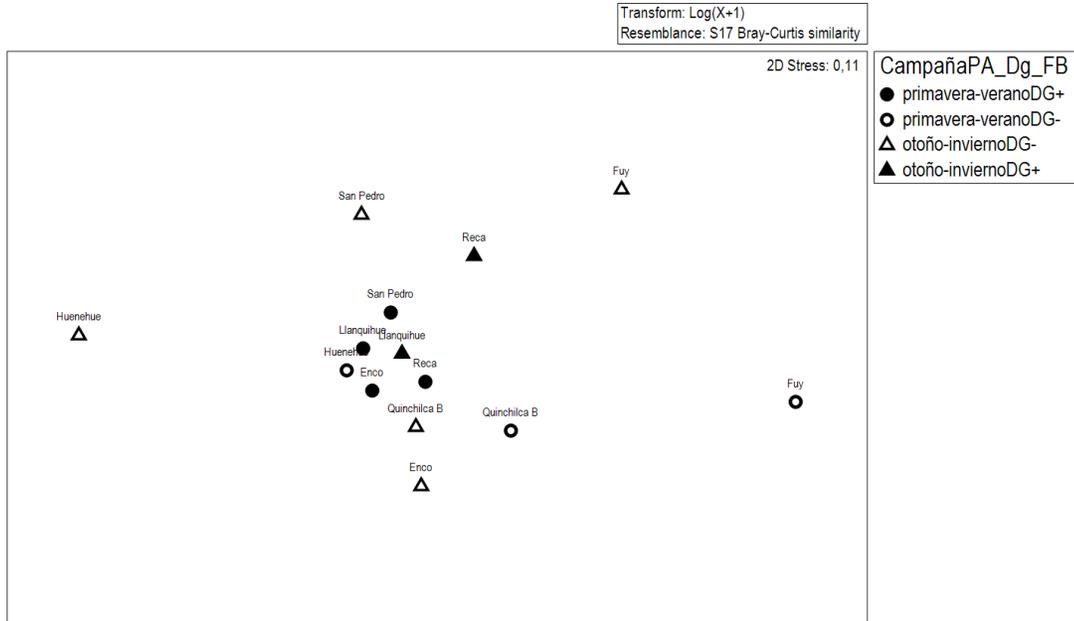
### Fitobentos Toltén



**Figura 51.** Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para los datos de densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) para fitobentos registrados en la cuenca del Río Toltén durante la Etapa II del Monitoreo.

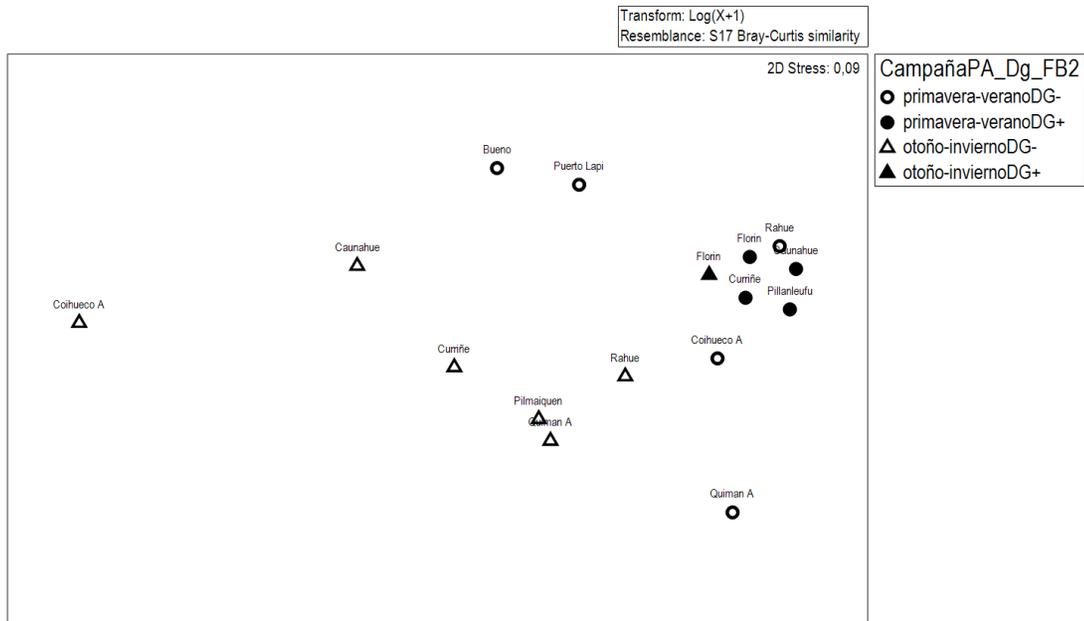


### Fitobentos Valdivia

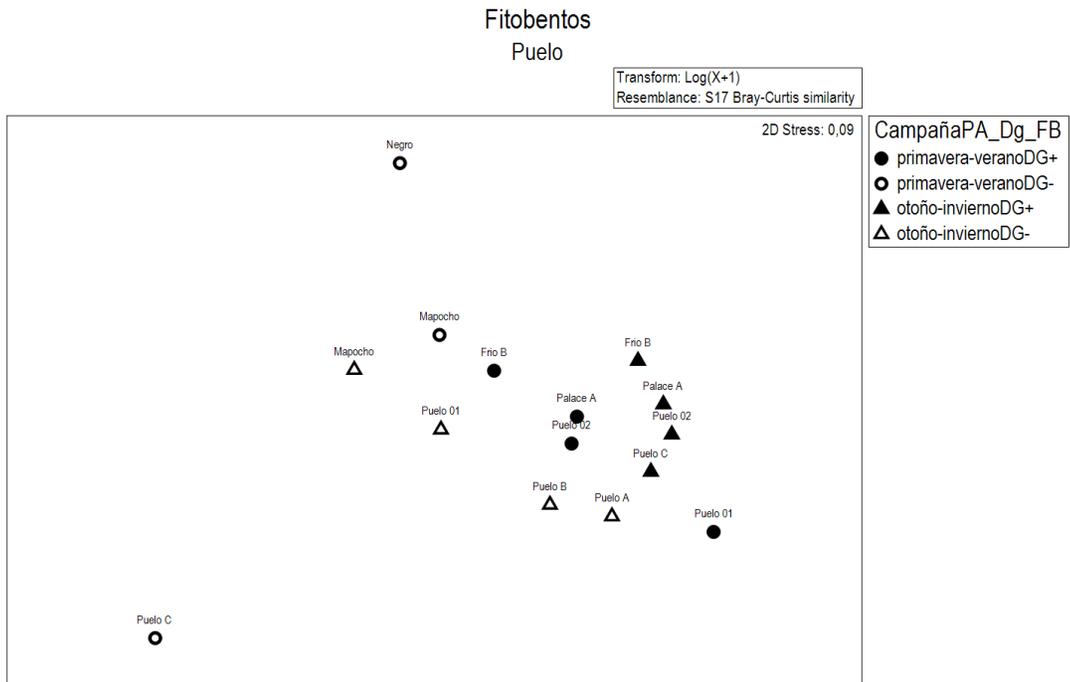


**Figura 52.** Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para los datos de densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) para fitobentos registrados en la cuenca del Río Valdivia durante la Etapa II del Monitoreo.

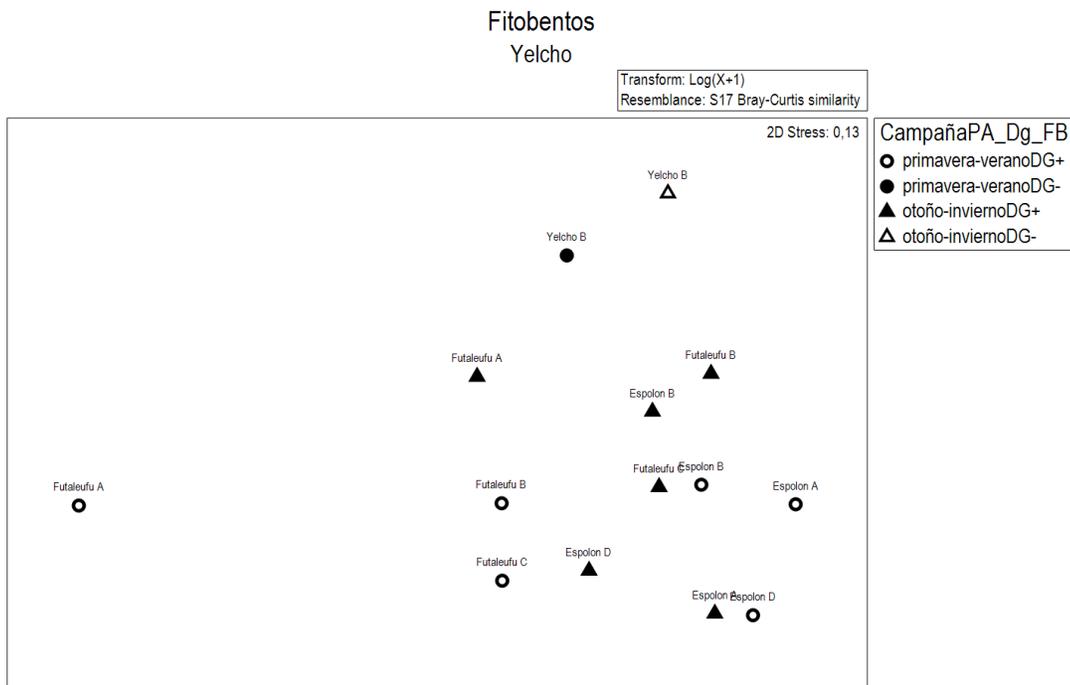
### Fitobentos Bueno



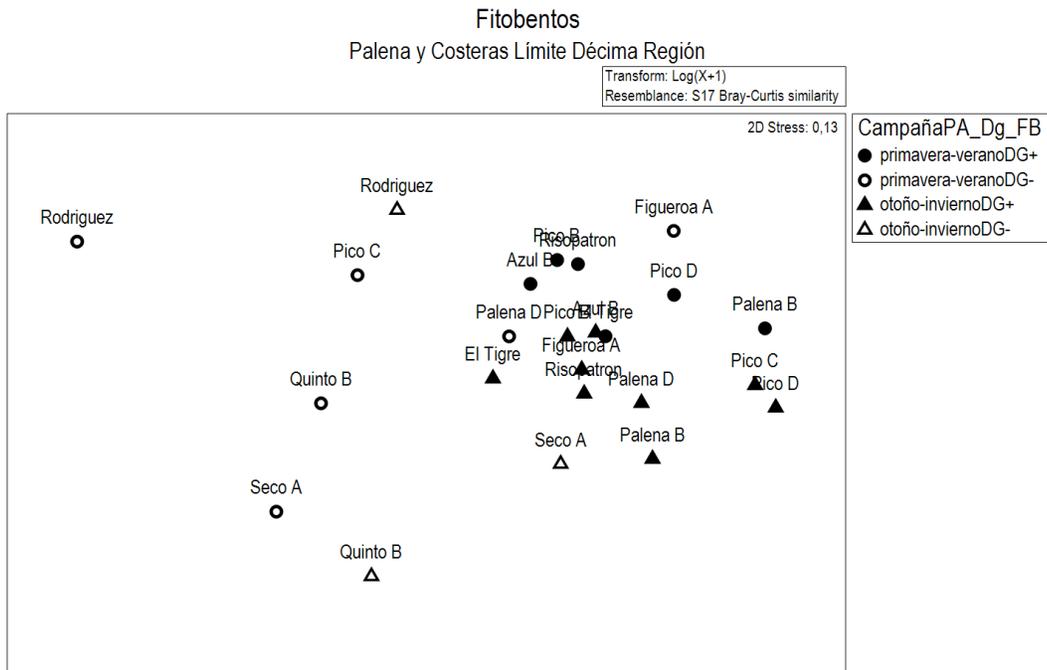
**Figura 53.** Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para los datos de densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) para fitobentos registrados en la cuenca del Río Bueno durante la Etapa II del Monitoreo.



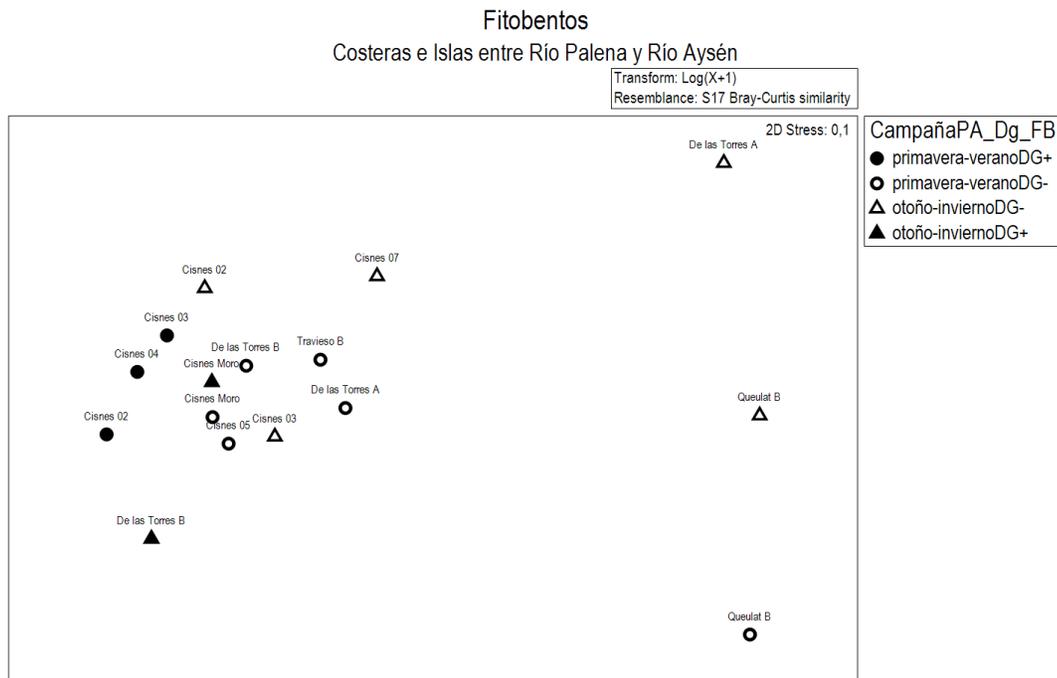
**Figura 54.** Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para los datos de densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) para fitobentos durante en la cuenca del Río Puelo durante la Etapa II del Monitoreo.



**Figura 55.** Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para los datos de densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) para fitobentos registrados en la cuenca del Río Yelcho durante la Etapa II del Monitoreo.



**Figura 56.** Escalamiento multidimensional no m3trico (nMDS) para los datos de densidad de c3lulas (cel./mm<sup>2</sup>) para fitobentos registrados en la cuenca del R3o Palena y Costeras L3mite D3cima Regi3n durante la Etapa II del Monitoreo.



**Figura 57.** Escalamiento multidimensional no m3trico (nMDS) para los datos de densidad de c3lulas (cel./mm<sup>2</sup>) para fitobentos registrados en las cuencas Costeras e Islas entre r3o Palena y r3o Ays3n durante la Etapa II del Monitoreo.



### Fitobentos Aysén

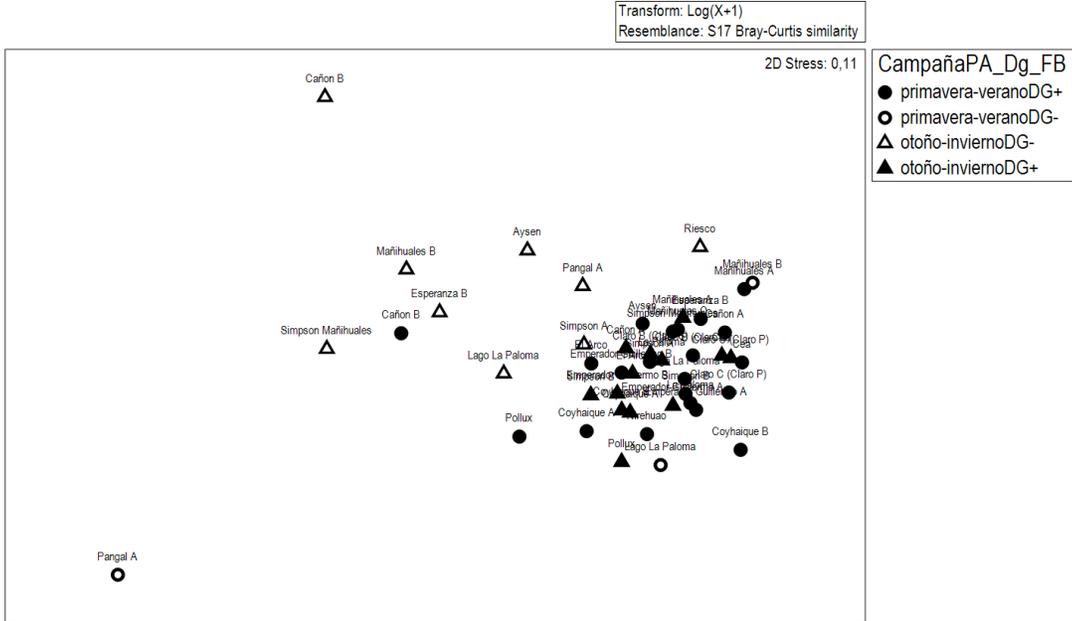


Figura 58. Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para los datos de densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) para fitobentos registrados en la cuenca del Río Aysén durante la Etapa II del Monitoreo.

### Fitobentos Baker

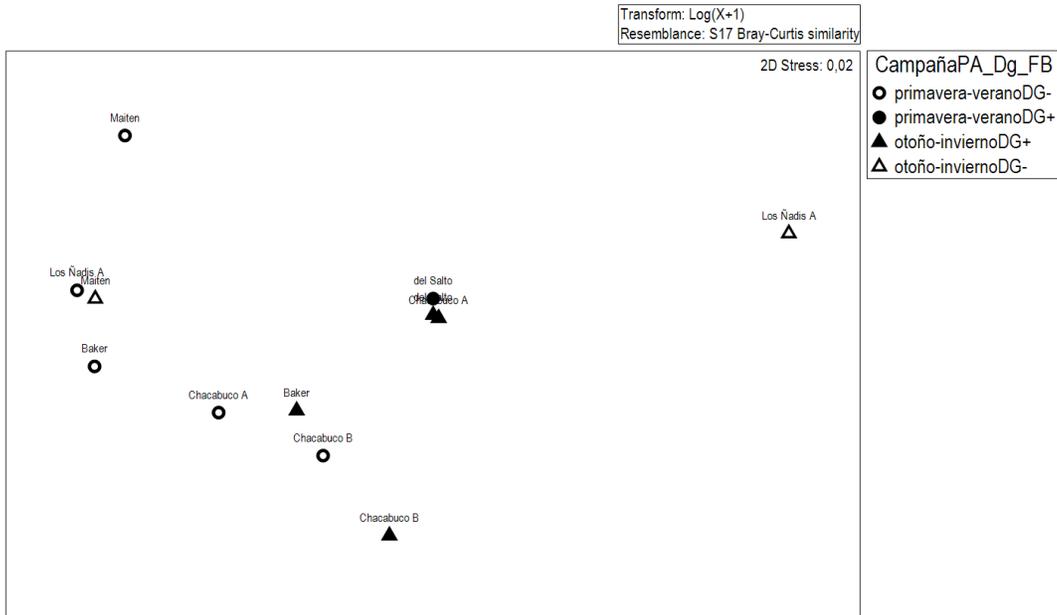
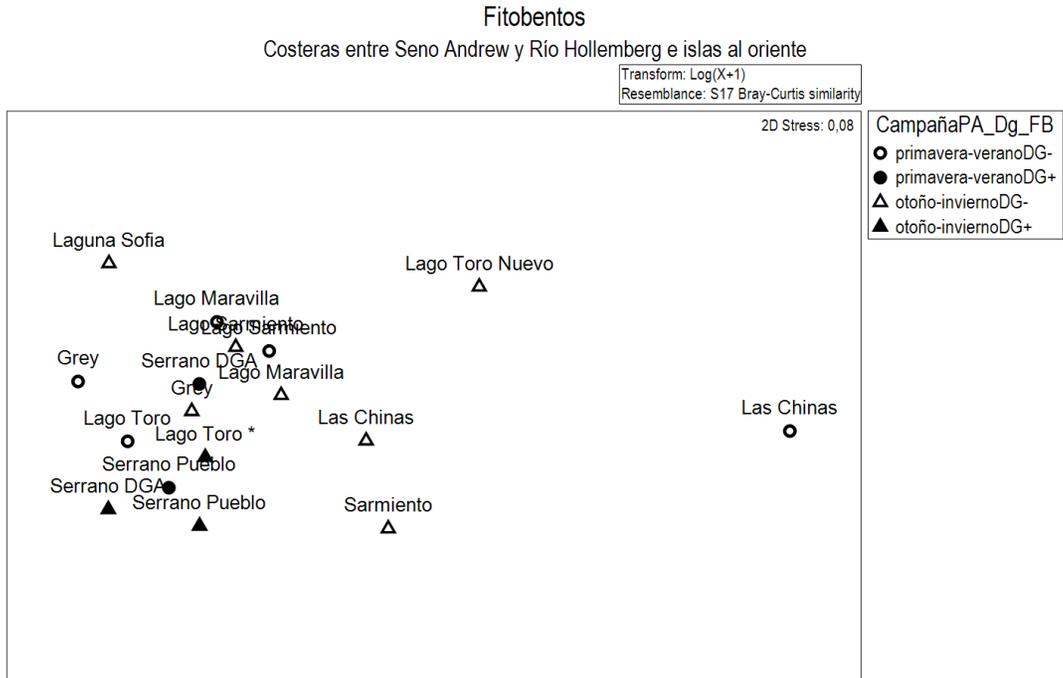


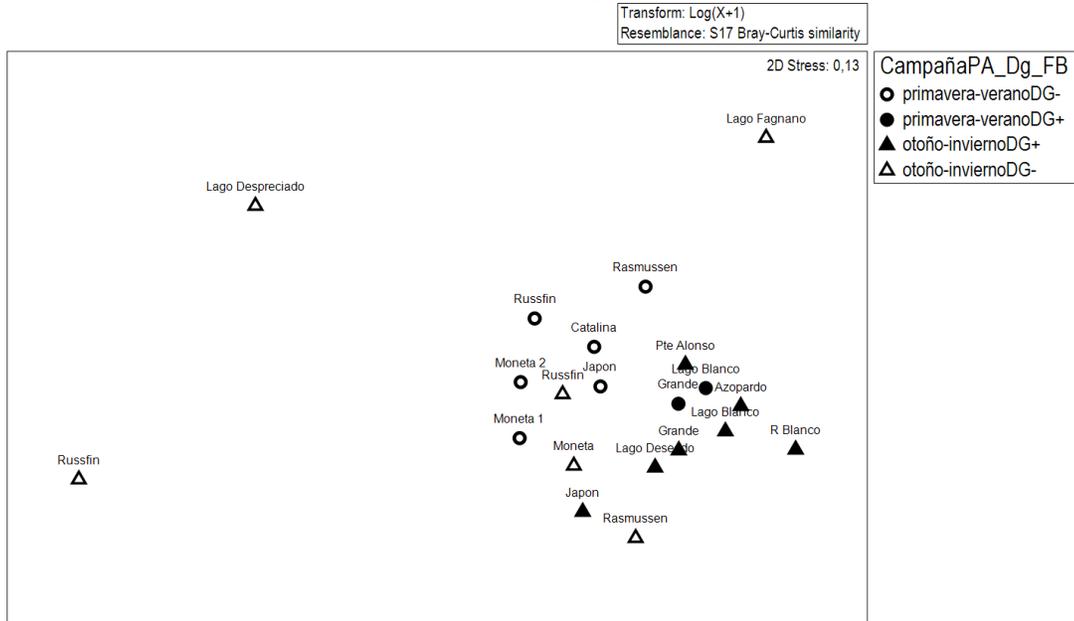
Figura 59. Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para los datos de densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) para fitobentos registrados en la cuenca del Río Baker durante la Etapa II del Monitoreo.



**Figura 60.** Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para los datos de densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) para fitobentos registrados en las cuencas Costeras entre Seno Andrew y río Hollemberg e Islas al Oriente durante la Etapa II del Monitoreo.



Fitobentos  
Tierra del Fuego



**Figura 61.** Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para los datos de densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) para fitobentos registrados en Tierra del Fuego durante la Etapa II del Monitoreo.

En relación a la composición taxonómica y a la contribución de las especies a la similitud interna del conjunto de “sitios invadidos” y “no invadidos”, el análisis SIMPER (Tablas. 20-31) mostró que en más del 80% de las cuencas, las especies del Phylum Bacillariophyta son los taxa que más contribuyen a la similitud y que, por tanto, responden a la presencia de esta diatomea en la comunidad de microalgas del bentos fluvial y lacustre. Dado que *D. geminata* desencadena respuestas en cierto grupo taxonómico compuesto fundamentalmente por diatomeas, se observó que la similitud de los sitios invadidos distribuidos a través de toda el área afectada por la cuenca, es mayor que la similitud del conjunto de sitios no invadidos.

**Tabla 20.** Análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) de la comunidad completa de microalgas bentónicas del río Biobío.

Group DG-	Abundancia promedio	Similitud promedio	% contribución	% contribución acumulada
<i>Gomphonema</i>	2,82	6,6	17,83	17,83
<i>Navicula</i>	2,39	4,88	13,18	31,01
<i>Rhoicosphenia</i>	2,15	4,4	11,89	42,9
<i>Fragilaria</i>	2,36	3,78	10,22	53,12
<i>Diatoma</i>	2,46	3,1	8,36	61,48
<i>Achnantheidium</i>	1,72	2,69	7,27	68,75



Group DG-	Abundancia promedio	Similitud promedio	% contribución	% contribución acumulada
<i>Nitzschia</i>	1,8	2,33	6,29	75,04
<b>Group DG+</b>				
<i>Fragilaria</i>	5,45	7,8	13,3	13,3
<i>Navicula</i>	4,73	6,63	11,3	24,6
<i>Diatoma</i>	5,05	6,31	10,76	35,36
<i>Encyonema</i>	4,58	6,2	10,56	45,92
<i>Achnanthydium</i>	3,62	5,02	8,55	54,47
<i>Melosira</i>	4,25	4,22	7,2	61,67
<i>Nitzschia</i>	3,95	3,98	6,79	68,46
<i>Gomphonema</i>	2,93	3,37	5,75	74,21

**Tabla 21.** Análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) de la comunidad completa de microalgas bentónicas del río Toltén.

Group DG-	Abundancia promedio	Similitud promedio	% contribución	% contribución acumulada
<i>Gomphonema</i>	2,58	6,14	18,23	18,23
<i>Fragilaria</i>	2,07	4,28	12,71	30,94
<i>Achnanthydium</i>	2	3,91	11,62	42,56
<i>Navicula</i>	1,87	3,91	11,61	54,18
<i>Diatoma</i>	2,36	3,71	11,02	65,19
<i>Rhoicosphenia</i>	1,95	3,11	9,24	74,43
<b>Group DG+</b>				
<i>Gomphonema</i>	4,73	12,68	18,3	18,3
<i>Rhoicosphenia</i>	4,31	12,58	18,15	36,44
<i>Diatoma</i>	3,72	12,08	17,43	53,88
<i>Cocconeis</i>	2,29	6,56	9,47	63,34
<i>Navicula</i>	2,21	6,56	9,47	72,81

**Tabla 22.** Análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) de la comunidad completa de microalgas bentónicas del río Valdivia.

Group DG+	Abundancia promedio	Similitud promedio	% contribución	% contribución acumulada
<i>Gomphonema</i>	4,79	7,18	12,99	12,99
<i>Didymosphenia</i>	3,36	5,89	10,66	23,65
<i>Fragilaria</i>	4,24	5,84	10,56	34,21
<i>Achnanthydium</i>	3,99	5,1	9,24	43,45
<i>Cymbella</i>	3,35	4,85	8,77	52,22
<i>Diatoma</i>	3,38	4,04	7,31	59,54



<b>Group DG+</b>	<b>Abundancia promedio</b>	<b>Similitud promedio</b>	<b>% contribución</b>	<b>% contribución acumulada</b>
<i>Encyonema</i>	2,64	3,66	6,63	66,17
<i>Gomphoneis</i>	2,53	3,46	6,26	72,43
<b>Group DG-</b>				
<i>Gomphonema</i>	4,45	8,7	29,97	29,97
<i>Fragilaria</i>	4,01	6,11	21,07	51,05
<i>Achnanthydium</i>	2,91	2,61	8,98	60,03
<i>Navicula</i>	2,09	1,76	6,05	66,08
<i>Cymbella</i>	2,37	1,42	4,9	70,98

**Tabla 23.** Análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) de la comunidad completa de microalgas bentónicas del río Bueno.

<b>Group DG-</b>	<b>Abundancia promedio</b>	<b>Similitud promedio</b>	<b>% contribución</b>	<b>% contribución acumulada</b>
<i>Gomphonema</i>	3,14	7,52	26,32	26,32
<i>Achnanthydium</i>	3,47	5,68	19,89	46,21
<i>Rhoicosphenia</i>	2,04	3,47	12,17	58,38
<i>Encyonema</i>	1,97	2,27	7,95	66,33
<i>Fragilaria</i>	1,28	1,84	6,46	72,79
<b>Group DG+</b>				
<i>Fragilaria</i>	5,45	8,11	11,92	11,92
<i>Gomphonema</i>	5,09	7,72	11,34	23,25
<i>Diatoma</i>	4,97	6,18	9,07	32,33
<i>Gomphoneis</i>	3,67	5,88	8,64	40,96
<i>Encyonema</i>	3,54	5,68	8,34	49,31
<i>Ulothrix filamento</i>	3,57	5,43	7,97	57,28
<i>Didymosphenia</i>	3,35	4,93	7,24	64,52
<i>Achnanthydium</i>	3,24	4,42	6,48	71,01

**Tabla 24.** Análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) de la comunidad completa de microalgas bentónicas del río Puelo.

<b>Group DG+</b>	<b>Abundancia promedio</b>	<b>Similitud promedio</b>	<b>% contribución</b>	<b>% contribución acumulada</b>
<i>Achnanthydium</i>	4,25	7,56	17,78	17,78
<i>Fragilaria</i>	3,68	6,93	16,28	34,06
<i>Gomphonema</i>	3,1	6,92	16,28	50,33
<i>Didymosphenia</i>	3,02	5,73	13,46	63,8
<i>Hannaea</i>	1,92	2,96	6,96	70,76
<b>Group DG-</b>				
<i>Achnanthydium</i>	1,39	6,38	32,65	32,65
<i>Fragilaria</i>	1,67	5,61	28,73	61,38
<i>Gomphonema</i>	0,74	2,19	11,19	72,57



**Tabla 25.** Análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) de la comunidad completa de microalgas bentónicas del río Yelcho.

Group DG+	Abundancia promedio	Similitud promedio	% contribución	% contribución acumulada
<i>Fragilaria</i>	5,2	9,37	18,65	18,65
<i>Achnanthydium</i>	5,13	8,45	16,83	35,47
<i>Tabellaria</i>	3,85	6,23	12,4	47,87
<i>Navicula</i>	3,13	5,67	11,28	59,15
<i>Didymosphenia</i>	2,9	4,75	9,46	68,61
<i>Fragilaria teratológica</i>	3,05	4,43	8,82	77,43
<b>Group DG-</b>				
<i>Tabellaria</i>	5,5	13,36	21,82	21,82
<i>Gomphonema</i>	4,13	8,99	14,67	36,49
<i>Distrionella</i>	3,99	8,58	14,02	50,5
<i>Achnanthydium</i>	3,39	8,12	13,25	63,76
<i>Fragilaria</i>	3,35	6,84	11,16	74,92

**Tabla 26.** Análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) de la comunidad completa de microalgas bentónicas del río Palena.

Group DG+	Abundancia promedio	Similitud promedio	% contribución	% contribución acumulada
<i>Fragilaria</i>	3,92	9,25	18,41	18,41
<i>Achnanthydium</i>	3,71	8,67	17,25	35,66
<i>Gomphonema</i>	3,16	6,15	12,22	47,88
<i>Encyonema</i>	3,05	5,62	11,17	59,05
<i>Hannaea</i>	2,83	5,52	10,99	70,04
<b>Group DG-</b>				
<i>Fragilaria</i>	1,92	9,04	30,69	30,69
<i>Gomphonema</i>	1,95	8,14	27,65	58,33
<i>Hannaea</i>	1,46	4,49	15,25	73,58

**Tabla 27.** Análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) de la comunidad completa de microalgas bentónicas en cuencas Costeras e Islas entre río Palena y río Aysén.

Group DG+	Abundancia promedio	Similitud promedio	% contribución	% contribución acumulada
<i>Fragilaria</i>	3,88	10,15	25,12	25,12
<i>Gomphonema</i>	3,08	8,35	20,67	45,78
<i>Encyonema</i>	1,95	3,32	8,21	54
<i>Didymosphenia</i>	1,78	2,47	6,11	60,1
<i>Epithemia</i>	1,45	2,36	5,83	65,94
<i>Tabellaria</i>	1,03	1,94	4,79	70,73



Group DG+	Abundancia promedio	Similitud promedio	% contribución	% contribución acumulada
<b>Group DG-</b>				
<i>Fragilaria</i>	1,75	8,6	35,64	35,64
<i>Gomphonema</i>	1,53	7,67	31,76	67,4
<i>Hannaea</i>	0,65	1,43	5,94	73,34

**Tabla 28.** Análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) de la comunidad completa de microalgas bentónicas del río Aysén.

Group DG+	Abundancia promedio	Similitud promedio	% contribución	% contribución acumulada
<i>Fragilaria</i>	4,19	7,87	17,6	17,6
<i>Encyonema</i>	3,83	7,31	16,36	33,96
<i>Gomphonema</i>	3,2	6,38	14,27	48,23
<i>Achnanthydium</i>	3,7	4,92	11,01	59,24
<i>Navicula</i>	2,6	4,7	10,52	69,77
<i>Didymosphenia</i>	2,49	3,56	7,96	77,72
<b>Group DG-</b>				
<i>Fragilaria</i>	2,52	7,67	36,04	36,04
<i>Achnanthydium</i>	1,85	3,78	17,76	53,79
<i>Encyonema</i>	1,26	3,26	15,31	69,1
<i>Navicula</i>	0,52	1,65	7,74	76,84

**Tabla 29.** Análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) de la comunidad completa de microalgas bentónicas del río Baker.

Group DG-	Abundancia promedio	Similitud promedio	% contribución	% contribución acumulada
<i>Gomphonema</i>	0,82	16,34	78,54	78,54
<b>Group DG+</b>				
<i>Diatoma</i>	4,15	11,28	30,43	30,43
<i>Didymosphenia</i>	3,05	5,91	15,94	46,38
<i>Fragilaria</i>	2,93	4,2	11,33	57,71
<i>Gomphonema</i>	2,72	3,8	10,24	67,95
<i>Achnanthydium</i>	3,34	3,31	8,93	76,88



**Tabla 30.** Análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) de la comunidad completa de microalgas bentónicas cuencas Costeras entre Seno Andrew y río Holleberg e islas al oriente.

Group DG-	Abundancia promedio	Similitud promedio	% contribución	% contribución acumulada
<i>Fragilaria</i>	3,39	8,44	29,4	29,4
<i>Diatoma</i>	3,14	8,09	28,16	57,56
<i>Gomphonema</i>	2,05	4,29	14,93	72,5
<b>Group DG+</b>				
<i>Achnanthydium</i>	5,59	8,77	17,16	17,16
<i>Diatoma</i>	5,24	8,36	16,35	33,51
<i>Gomphonema</i>	3,32	5,66	11,07	44,58
<i>Fragilaria</i>	3,79	5,04	9,85	54,43
<i>Encyonema</i>	3,84	4,92	9,62	64,05
<i>Didymosphenia</i>	3,01	4,3	8,41	72,46

**Tabla 31.** Análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) de la comunidad completa de microalgas bentónicas de Tierra del Fuego.

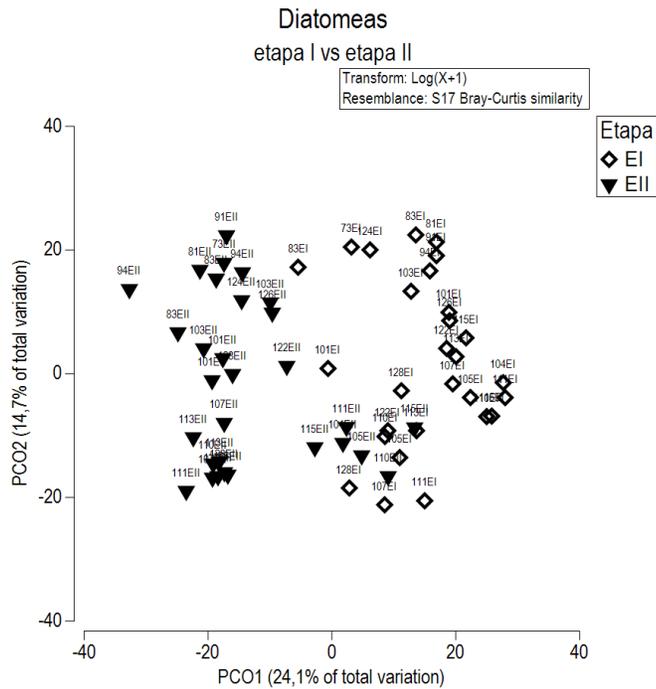
Group DG-	Abundancia promedio	Similitud promedio	% contribución	% contribución acumulada
<i>Fragilaria</i>	3,36	7,01	20,91	20,91
<i>Gomphonema</i>	2,83	4,22	12,57	33,48
<i>Nitzschia</i>	2,46	3,86	11,53	45,01
<i>Diatoma</i>	2,46	2,87	8,56	53,57
<i>Navicula</i>	1,71	2,21	6,59	60,16
<i>Ulnaria</i>	2,04	2,1	6,27	66,43
<i>Achnanthydium</i>	1,2	1,5	4,49	70,92
<b>Group DG+</b>				
<i>Achnanthydium</i>	5,91	8,23	15,98	15,98
<i>Fragilaria</i>	4,83	7,41	14,39	30,36
<i>Diatoma</i>	5,26	7,16	13,9	44,26
<i>Encyonema</i>	3,85	4,79	9,31	53,57
<i>Didymosphenia</i>	3,22	4,68	9,1	62,67
<i>Tabellaria</i>	3,57	4,28	8,31	70,98

### Diatomeas bentónicas

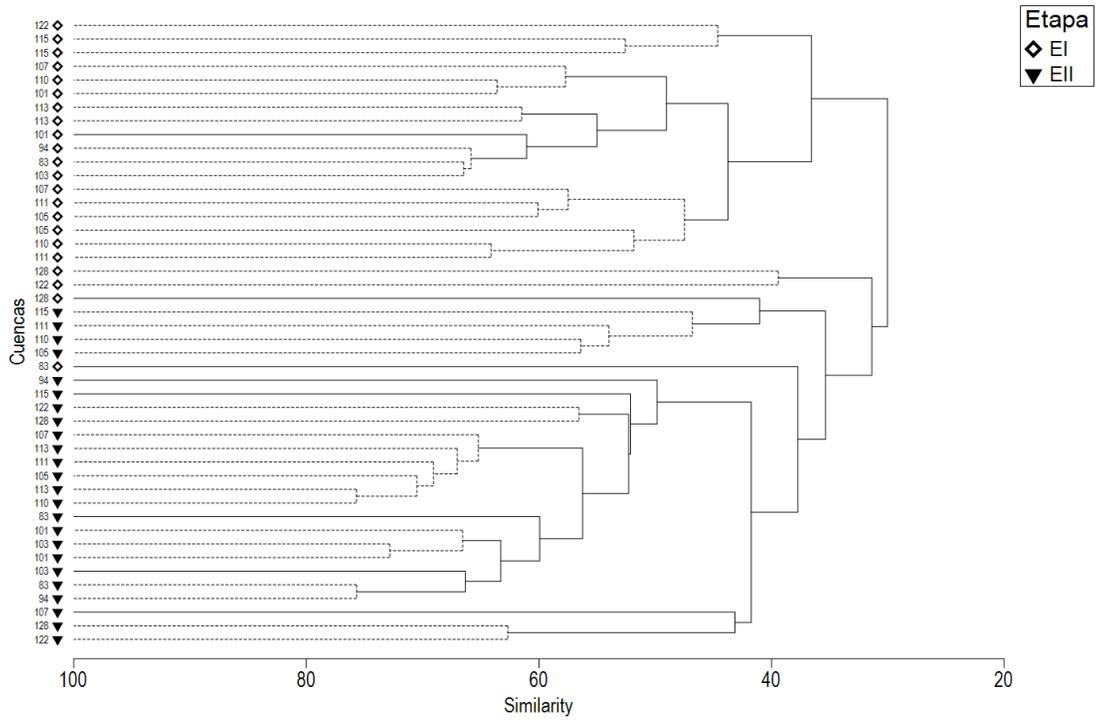
Al ordenar los datos de densidad de diatomeas bentónicas en un espacio multivariado considerando la Etapa como factor de agrupamiento con un 38.8% de variación, se observó que la estructura de la comunidad de diatomeas registrada y descritas en cada una de las Etapas es significativamente distinta entre ellas (Simprof  $p= 0,05$ ) (Fig. 62 y Fig. 63). Al proyectar la presencia-ausencia de *D. geminata* sobre el mismo patrón de ordenamiento se observó que en ambas épocas existió una fuerte segregación entre los sitios invadidos y los sitios no invadidos por didymo (Fig. 64), infiriendo que *D. geminata* persistió en los ríos



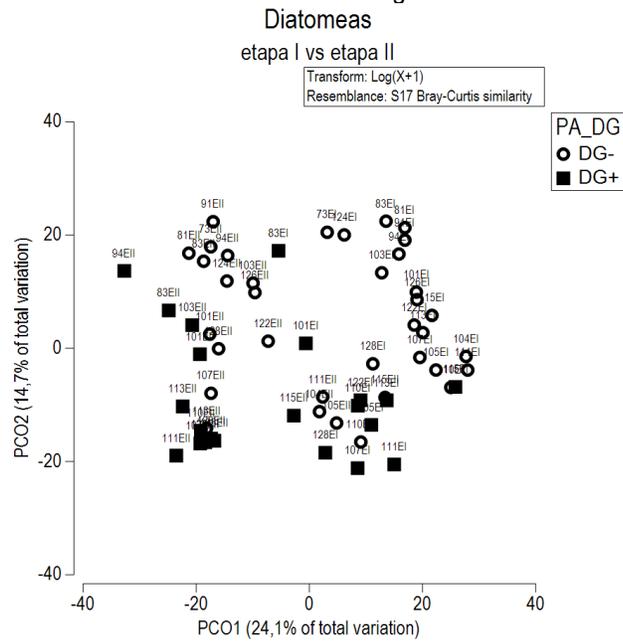
invasivos y que la presencia de la especie tuvo efectos sobre la estructuración comunitaria de las cuencas. Al evaluar estadísticamente esta ordenación, los resultados mostraron que *D. geminata* tiene un efecto significativo sobre la estructura de la comunidad y, dado que existió una variación significativa en la estructura comunitaria de las diatomeas bentónicas entre las cuencas, el efecto de *D. geminata* también varió a través de las cuencas (Tabla 32). Los resultados también revelaron que el efecto de *D. geminata* fue independiente del factor temporal época (Tabla 33), indicando que la estructura de las comunidades registradas durante la época de primavera-verano tendió a mantenerse estable respecto a la época otoño-invierno de una misma etapa.



**Figura 62.** Análisis de coordenadas principales (PCO) para los datos de densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) para diatomeas registrados durante las campañas de las dos etapas del Monitoreo.



**Figura 63.** Análisis de clasificaci3n para los datos de densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) para diatomeas registrados durante las campañas de las dos etapas del Monitoreo. Las líneas discontinuas indican ausencia de diferencias significativas.



**Figura 64.** Análisis de coordenadas principales (PCO) para los datos de densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) para diatomeas registrados durante las campañas de las dos etapas del Monitoreo.



**Tabla 32.** Análisis de Varianza Basada en Permutaciones (PERMANOVA) para datos de densidad (cel./mm<sup>2</sup>) de la comunidad de diatomeas bentónicas bajo un modelo jerárquico anidado con 3 factores (Et: Etapa con dos niveles, PA: Presencia/Ausencia de *D. geminata* con dos niveles, Cu(Et): Cuenca anidado en Etapa con 12 niveles).

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms
Et	1	9386,7	9386,7	8,5549	0,001	999
PA	1	5445,6	5445,6	10,23	0,001	996
Cu(Et)	22	24760	1125,5	2,1142	0,001	998
Et x PA	1	747,63	747,63	1,4045	0,148	997
Res	20	10647	532,33			
Total	45	52118				

**Tabla 33.** Análisis de Varianza Basada en Permutaciones (PERMANOVA) para datos de densidad (cel./mm<sup>2</sup>) de la comunidad de diatomeas bentónicas bajo un modelo jerárquico anidado con 3 factores (Et: Etapa con dos niveles, PA: Presencia/Ausencia de *D. geminata* con dos niveles, Ca(Et): Campaña anidado en Etapa con 2 niveles).

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms
Et	1	4785,7	4785,7	1,0278	0,301	3
PA	1	3314,3	3314,3	1,95	0,25	163
Ca(Et)	1	2462,1	2462,1	3,0794	0,004	998
Et x PA	1	1071	1071	0,94577	0,441	163
Ca(Et) x PA	1	970,01	970,01	1,2133	0,285	996
Res	40	31981	799,52			
Total	45	52118				

Dado que existieron diferencias entre las distintas cuencas invadidas por *D. geminata* se examinó cuenca a cuenca la ordenación de los sitios invadidos respecto a los no invadidos, así como los parámetros comunitarios básicos para comparar la estructura de las comunidades bajo la presencia o la ausencia de esta diatomea bentónica invasora.

Respecto al parámetro comunitario Riqueza (S) (Tabla 34) se observó que el promedio general indica que los sitios invadidos de todas cuencas concentran los valores más altos de riqueza, y que durante la época de primavera-verano se registraron los valores más altos de riqueza, tanto en el conjunto de los sitios "invadidos" y como en el conjunto de sitios no invadidos. En 9 de las 12 cuencas invadidas por *D. geminata* se observó que, tanto la época de primavera-verano como en la época de otoño-invierno los sitios invadidos registraron valores más altos de riqueza que en los sitios "no invadidos". La excepción a esta tendencia la constituyen las cuencas del río Bueno (103) y Tierra del Fuego, donde los sitios "no invadidos" muestran valores de riqueza más altos que los sitios afectados por la plaga. Durante la época de otoño-invierno, se observó que en las cuencas del Río Puelo (105) y Tierra del Fuego (128) los sitios "no invadidos" por *D. geminata* muestran los valores más alto de riqueza.



**Tabla 34.** Valores de riqueza calculados para la comunidad de diatomeas.

Cuenca	Primavera Verano				Otoño Invierno			
	sitios no invadidos		sitios invadidos		sitios no invadidos		sitios invadidos	
	N° de sitios	Riqueza	N° de sitios	Riqueza	N° de sitios	Riqueza	N° de sitios	Riqueza
83	16	14 ± 4	4	26 ± 1,7	15	16 ± 4,3	6	21 ± 7
94	7	13 ± 2,5	1	15	7	13 ± 6	1	21
101	3	12 ± 10,1	4	16 ± 3,3	4	14 ± 6,9	3	16 ± 6
103	5	18 ± 5,6	5	15 ± 3,1	6	9 ± 4,9	3	9 ± 1,2
105	3	6 ± 0,6	4	15 ± 6,1	2	11 ± 0	6	10 ± 3,1
107	1	17	6	18 ± 4,4	1	15	6	16 ± 6,2
110	2	4 ± 0,7	9	16 ± 3,2	4	6 ± 4,7	8	18 ± 6,5
111	4	14 ± 5,6	4	16 ± 2,9	3	5 ± 6,9	2	10 ± 0,7
113	2	10 ± 0,7	20	16 ± 3,6	8	10 ± 3,9	16	15 ± 4,3
115	3	5 ± 4	2	16 ± 0,7			5	7 ± 3,8
122	5	10 ± 6,3	1	14	7	10 ± 3	2	16 ± 0,7
128	6	17 ± 6,7	1	8	4	19 ± 3,7	7	17 ± 2,4

En la relación a la diversidad ( $H'Log_e$ ) (Tabla 35) se apreció un patrón similar donde, en general, los sitios invadidos por *D. geminata* concentraron valores más alto de diversidad en comparación al conjunto de sitios no invadidos. Sin embargo, a diferencia de la Riqueza los valores se mantuvieron constantes entre las épocas. Durante la época de primavera-verano en 9 de las 12 cuencas afectadas por la plaga los valores de diversidad de los sitios invadidos fueron más altos que los registrados en los sitios "no invadidos". Las únicas excepciones la constituyeron las cuencas de los ríos Toltén (94) y Tierra del Fuego (128) donde los valores de diversidad del conjunto de sitios "no invadidos", son más altos que los registrados en el conjunto de sitios invadidos. Durante la época de otoño-invierno 8 de las 12 cuencas invadidas por *D. geminata* muestran que los sitios invadidos concentran valores más altos de diversidad, las excepciones las constituyen las cuencas de los ríos Valdivia (101), Puelo (105), Yelcho (107) y Tierra del Fuego (128).



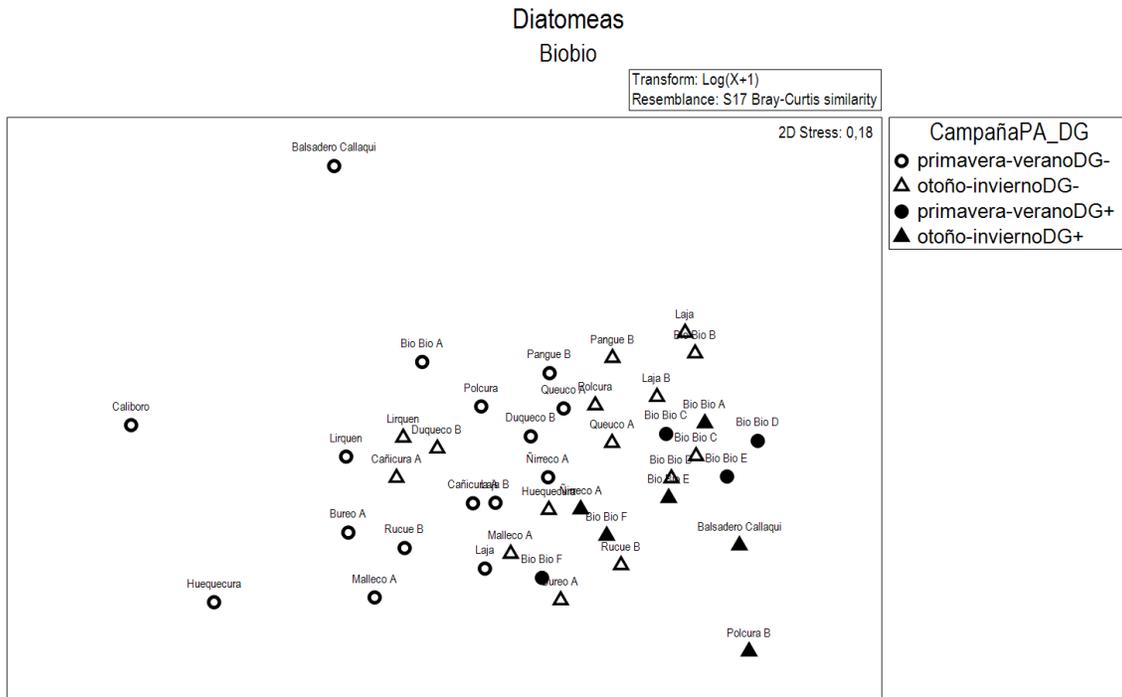
**Tabla 35.** Valores de diversidad de Shannon ( $H'_{log_e}$ ) calculado para la comunidad de diatomeas.

Cuenca	Primavera Verano				Otoño Invierno			
	sitios no invadidos		sitios invadidos		sitios no invadidos		sitios invadidos	
	N° de sitios	Diversidad ( $H'_{log_e}$ )	N° de sitios	Diversidad ( $H'_{log_e}$ )	N° de sitios	Diversidad ( $H'_{log_e}$ )	N° de sitios	Diversidad ( $H'_{log_e}$ )
83	16	2,1 ± 0,4	4	2,6 ± 0,3	15	2 ± 0,3	6	2,4 ± 0,2
94	7	1,6 ± 0,5	1	1,5	7	1,6 ± 0,8	1	2,3
101	3	1,7 ± 1	4	1,8 ± 0,3	4	1,9 ± 0,7	3	1,6 ± 0,8
103	5	1,9 ± 0,6	5	1,8 ± 0,6	6	1,4 ± 0,7	3	1,7 ± 0,1
105	3	1,2 ± 0,2	4	2,2 ± 0,3	2	1,7 ± 0,2	6	1,5 ± 0,4
107	1	1,5	6	2,3 ± 0,3	1	2,1	6	1,7 ± 0,2
110	2	0,8 ± 0,1	9	2,1 ± 0,5	4	1,3 ± 0,5	8	2,2 ± 0,3
111	4	1,8 ± 0,2	4	2,3 ± 0,2	3	0,7 ± 1,2	2	1,6 ± 0,3
113	2	1,1 ± 0,6	20	2,1 ± 0,3	8	1,8 ± 0,4	16	2,1 ± 0,4
115	3	1 ± 0,7	2	1,8 ± 0,1			5	1,1 ± 0,5
122	5	1,3 ± 0,6	1	1,4	7	1,7 ± 0,3	2	2,2 ± 0,2
128	6	2,1 ± 0,5	1	1,6	4	2,5 ± 0,2	7	2,1 ± 0,2

En la ordenación de los datos por cuencas se empleó el factor presencia-ausencia de *D. geminata* (PA\_DG) como factor de agrupación, el cual fue proyectado gráficamente junto con el factor Época para estructura espacio-temporal la distribución y por tanto en el efecto de *D. geminata* sobre la comunidad de diatomeas.

En la ordenación de los datos de densidad de diatomeas (cel./mm<sup>2</sup>), a través de un escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) correspondiente a la cuenca del Río Biobío (Fig. 65), se observó que los ríos con presencia de la *D. geminata* se distribuyeron hacia los sectores cordilleranos y precordilleranos de la cuenca. Principalmente, los sitios afectados se distribuyeron en los ríos pertenecientes a la Región de la Araucanía (Biobío C, Biobío D, Biobío D y Biobío F) y en el sector de Alto Biobío en las cercanías de Ralco. A pesar de que existieron variaciones entre las épocas respecto a la presencia ausencia de *D. geminata*, como lo observado en la estación Balsadero Callaqui o la estación Polcura, en general, la estructura de los “sitios invadidos” y “no invadidos” tendieron a mantenerse entre la época de primavera-verano y la época otoño-invierno, y que los “sitios invadidos” tienen menor dispersión grupal que el observado en el conjunto de sitios “no invadidos”.

En relación la composición taxonómica de la comunidad, el análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) (Tabla 36) mostró que los taxa *Achnanthydium minutissimum*, *Fragilaria recapitellata* y *Navicula cryptotenella* son las especies que conjuntamente contribuyeron con un 32% a la similitud comunitaria entre los sitios invadidos distribuidos en toda la cuenca del río Biobío. *D. geminata* contribuyó con un 8% a esta similitud.



**Figura 65.** Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para los datos de densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) diatomeas registrados en la cuenca del Río Biobío durante la Etapa II del Monitoreo.

**Tabla 36.** Análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) de diatomeas cuenca del Río Biobío.

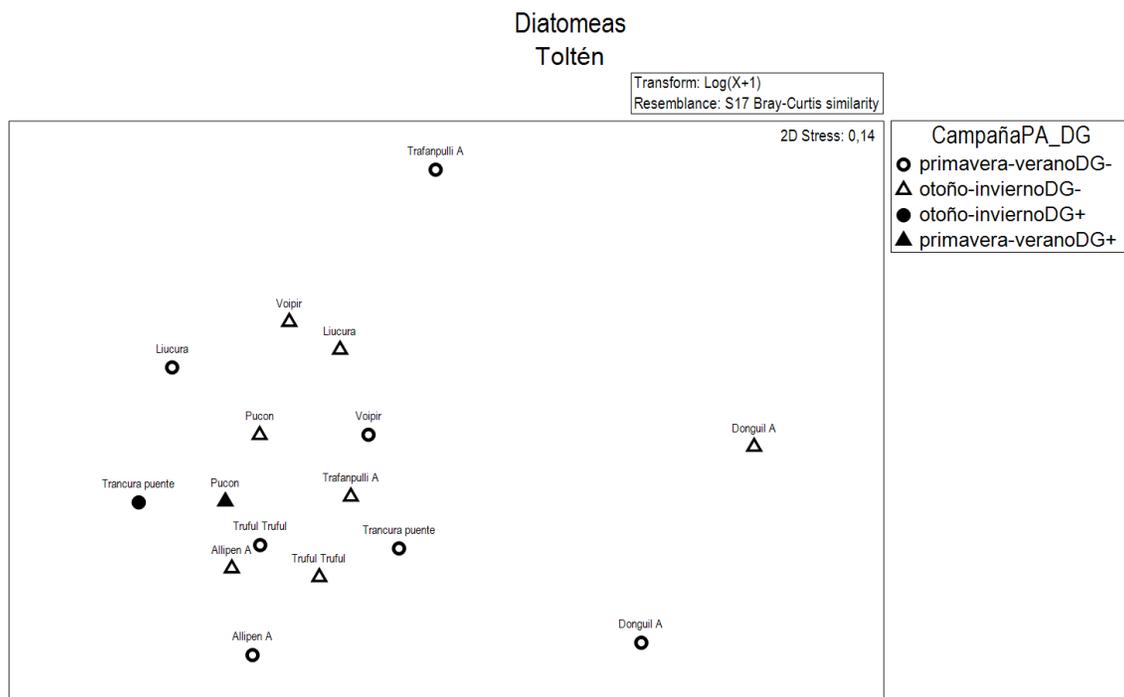
Group DG-	Abundancia promedio	Similitud promedio	% contribución	% contribución acumulada
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	4,62	6,07	16,55	16,55
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	4,36	5,82	15,87	32,42
<i>Cocconeis lineata</i> (ex <i>C placentula</i> v <i>lineata</i> )	3,43	4,52	12,34	44,76
<i>Fragilaria recapitellata</i>	2,97	2,31	6,29	51,05
<i>Navicula cryptotenella</i>	2,65	2,1	5,73	56,77
<i>Gomphoneis minuta</i>	2,67	2,05	5,59	62,36
<i>Epithemia adnata</i>	2,39	1,95	5,32	67,68
<i>Diatoma moniliformis</i>	3,17	1,89	5,17	72,85
<b>Group DG+</b>				
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	6,35	5,42	12,2	12,2
<i>Fragilaria recapitellata</i>	6,12	4,76	10,71	22,91
<i>Navicula cryptotenella</i>	4,97	3,82	8,6	31,51
<i>Didymosphenia geminata</i>	4,54	3,59	8,09	39,59
<i>Encyonema lange-bertalotii</i>	3,96	2,3	5,18	44,78
<i>Diatoma moniliformis</i>	4,7	2,29	5,17	49,94



Group DG-	Abundancia promedio	Similitud promedio	% contribución	% contribución acumulada
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	3,68	2,23	5,03	54,97
<i>Gomphoneis minuta</i>	4,03	2,05	4,62	59,58
<i>Nitzschia dissipata</i>	3,77	1,86	4,2	63,78
<i>Melosira varians</i>	3,96	1,81	4,07	67,85
<i>Fragilaria capucina</i>	2,95	1,52	3,42	71,27

En la ordenación de los datos de densidad de diatomeas (cel./mm<sup>2</sup>), a través de un escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) correspondiente a la cuenca río Toltén (Fig. 66), se registraron sólo 2 estaciones con *D. geminata* como componente de la comunidad diatomeas. La presencia de la especie persistió entre las épocas de la Etapa II y ambas estaciones se caracterizaron por distribuirse en una misma subcuenca y estar sometidas a una fuerte presión antrópica asociada a la pesca informal y deportes acuáticos como el rafting y el kayaking.

En relación a la composición taxonómica de la comunidad, el análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) (Tabla 37), los taxa especies que más contribuyeron a la similitud entre ambos grupos de sitios son *Cocconeis lineata* (ex *C. placentula* v *lineata*) y *Gomphoneis minuta*, que en conjunto contribuyeron con un 28% a la similitud. *Didymosphenia geminata* contribuyó con un 11.09% a esta similitud. Sin embargo, este resultado debe ser interpretado considerando que se dispone de un número de réplicas insuficientes para una interpretación concluyente.



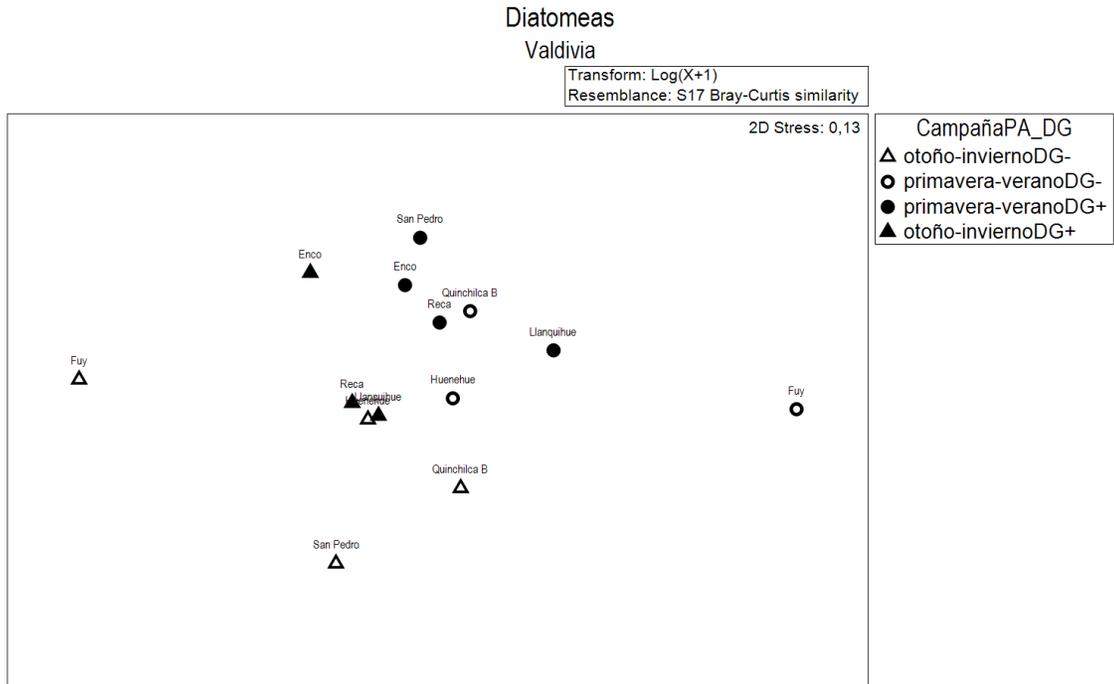
**Figura 66.** Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para los datos de densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) diatomeas registrados en la cuenca del Río Toltén durante la Etapa II del Monitoreo.

**Tabla 37.** Análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) de la comunidad de diatomeas del río Toltén.

Group DG-	Abundancia promedio	Similitud promedio	% contribución	% contribución acumulada
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	4,79	8,6	25,43	25,43
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	3,5	5,03	14,86	40,29
<i>Navicula cryptotenella</i>	2,7	2,93	8,65	48,94
<i>Cocconeis lineata</i> (ex <i>C placentula v lineata</i> )	2,47	2,28	6,74	55,68
<i>Gomphoneis minuta</i>	2,44	1,8	5,32	61
<i>Nitzschia dissipata</i>	2,33	1,62	4,8	65,8
<i>Encyonema silesiacum</i>	2,03	1,59	4,7	70,5
<b>Group DG+</b>				
<i>Cocconeis lineata</i> (ex <i>C placentula v lineata</i> )	5,96	6,75	15,31	15,31
<i>Gomphoneis minuta</i>	5,62	5,96	13,52	28,83
<i>Didymosphenia geminata</i>	4,66	5,25	11,92	40,75
<i>Nitzschia palea</i>	4,15	4,79	10,86	51,62
<i>Fragilaria recapitellata</i>	4,2	4,79	10,86	62,48
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	5,88	4,6	10,45	72,93

En la ordenación de los datos de densidad de diatomeas (cel./mm<sup>2</sup>), a través de un escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) correspondiente a la cuenca del Río Valdivia (Fig. 67), se observó de forma clara que la estructura de la comunidad de diatomeas registrada durante la época de primavera-verano fue distinta a la de otoño-invierno, y que los “sitios invadidos” de ambas épocas tendieron a agruparse hacia el mismo sector del espacio multivariado.

En relación a la composición taxonómica de la comunidad, el análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) (Tabla 38), los taxa *Fragilaria capucina*, *Achnanthydium minutissimum*, *Didymosphenia geminata* y *Ulnaria ulna* contribuyeron en conjunto con un 47% a la similitud comunitaria entre los sitios invadidos distribuidos en toda la cuenca del río Valdivia. *D. geminata* contribuyeron con un 11 % a esta similitud.



**Figura 67.** Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para los datos de densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) diatomeas registrados en la cuenca del Río Valdivia durante la Etapa II del Monitoreo.

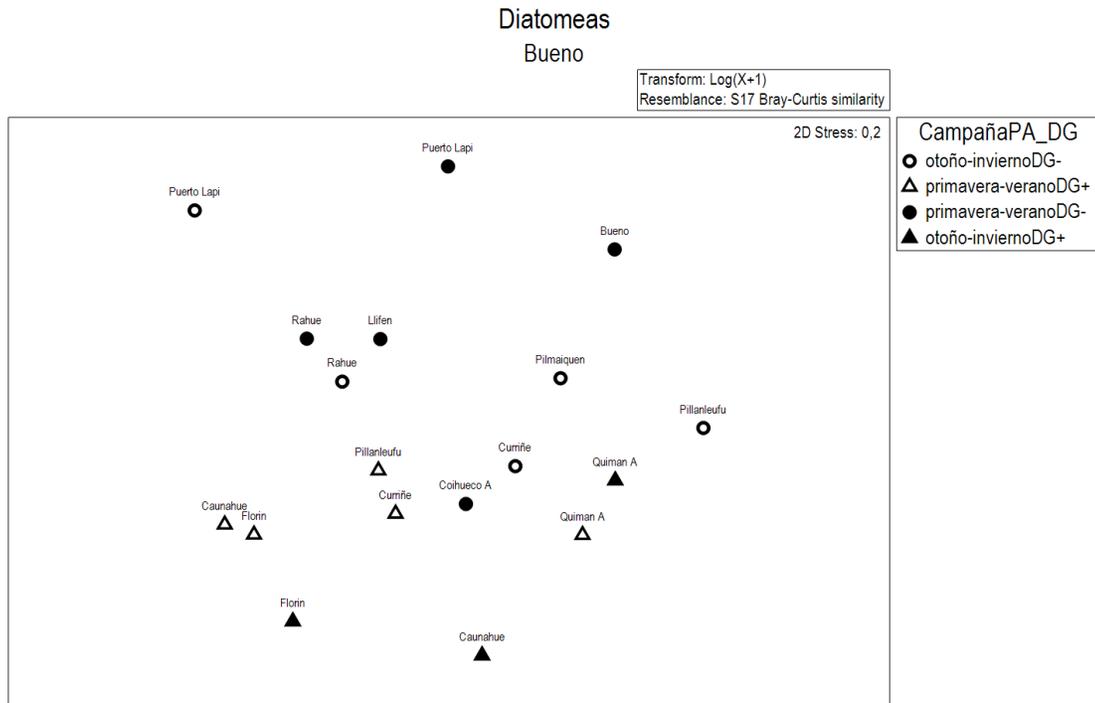


**Tabla 38.** Análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) de la comunidad de diatomeas del río Valdivia.  
Valdivia

Group DG-	Abundancia promedio	Similitud promedio	% contribución	% contribución acumulada
<i>Cymbella cistula</i>	4,07	4,03	15,85	15,85
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	5,01	3,11	12,22	28,07
<i>Ulnaria ulna</i>	3,52	2,86	11,26	39,33
<i>Gomphonema pumilum</i>	3,53	2,48	9,74	49,07
<i>Cocconeis lineata (ex C placentula v lineata)</i>	3,49	2,33	9,15	58,21
<i>Hannaea arcus</i>	3,24	1,5	5,89	64,1
<i>Gomphoneis minuta</i>	3,24	1,03	4,05	68,15
<i>Tabellaria flocculosa</i>	2,43	0,92	3,61	71,77
<b>Group DG+</b>				
<i>Fragilaria capucina</i>	4,56	5,75	13,32	13,32
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	5,18	5,35	12,41	25,73
<i>Didymosphenia geminata</i>	3,99	4,79	11,11	36,85
<i>Ulnaria ulna</i>	3,58	4,39	10,18	47,03
<i>Gomphoneis minuta</i>	3,64	4,05	9,38	56,41
<i>Cocconeis lineata (ex C placentula v lineata)</i>	3,27	3,05	7,08	63,49
<i>Hannaea arcus</i>	3,44	2,8	6,49	69,98
<i>Fragilaria recapitellata</i>	2,69	1,58	3,66	73,65

En la ordenación de los datos de densidad de diatomeas (cel./mm<sup>2</sup>), a través de un escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) correspondiente a la cuenca del Río Bueno (Fig. 68), no fue posible observar una segregación clara entre el conjunto de sitios invadidos del conjunto de sitios no invadidos y la ordenación muestra que la presencia de *D. geminata* no persistió en todas las estaciones a través de la época de primavera-verano y la de otoño-invierno, por tanto, se observó una gran dispersión interna en el grupo de sitios invadidos.

En relación a la composición taxonómica de la comunidad, el análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) (Tabla 39), los taxa *Achnanthydium minutissimum*, *Didymosphenia geminata* y *Fragilaria recapitellata* contribuyen en conjunto con un 45% a la similitud comunitaria entre los sitios invadidos distribuidos en toda la cuenca del río Bueno. *D. geminata* contribuyó con un 33 % a esta similitud.



**Figura 68.** Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para los datos de densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) diatomeas registrados en la cuenca del Río Bueno durante la Etapa II del Monitoreo.

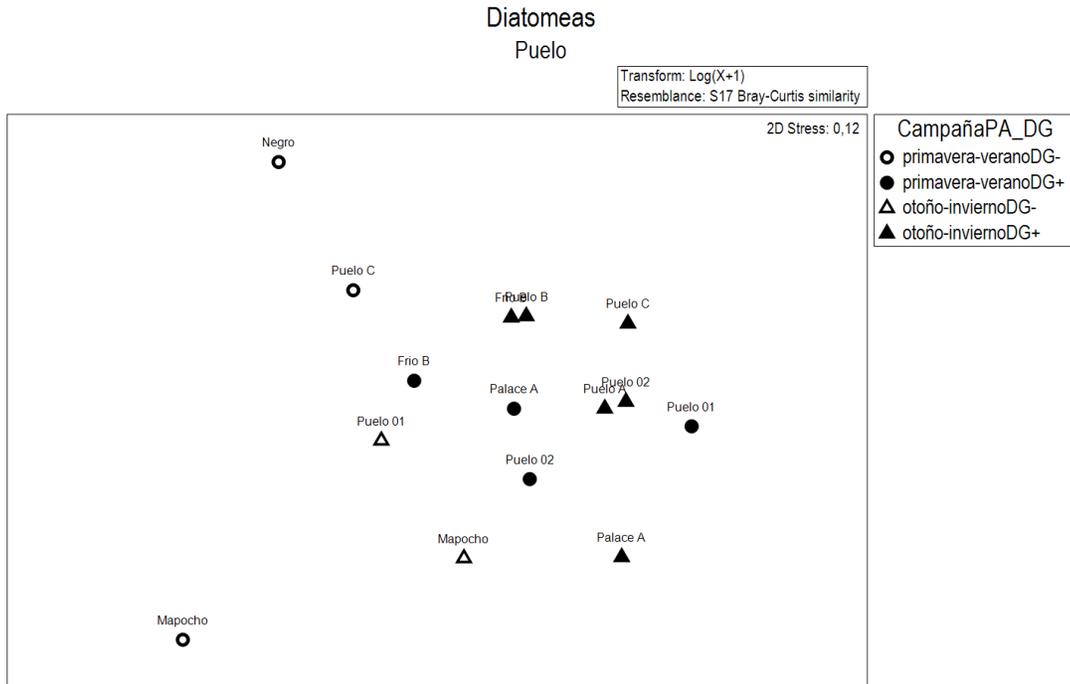


**Tabla 39.** Análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) de la comunidad de diatomeas del río Bueno.

Group DG-	Abundancia promedio	Similitud promedio	% contribución	% contribución acumulada
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	5,04	8,72	29,9	29,9
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	3,26	5,33	18,28	48,18
<i>Reimeria sinuata</i>	2,51	2,92	10,03	58,21
<i>Encyonema lange-bertalotii</i>	1,7	1,2	4,11	62,32
<i>Nitzschia dissipata</i>	1,78	1,14	3,92	66,24
<i>Navicula cryptotenella</i>	1,75	1,04	3,55	69,79
<i>Cymbella cistula</i>	1,95	1,03	3,53	73,32
<b>Group DG+</b>				
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	5,18	6,52	17,13	17,13
<i>Didymosphenia geminata</i>	4,06	6,21	16,31	33,44
<i>Fragilaria recapitellata</i>	3,65	4,55	11,95	45,39
<i>Cocconeis lineata (ex C placentula v lineata)</i>	2,6	2,91	7,65	53,04
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	2,73	2,63	6,9	59,94
<i>Reimeria sinuata</i>	2,29	2,19	5,76	65,7
<i>Ulnaria ulna</i>	2,55	2,02	5,3	71

En la ordenación de los datos de densidad de diatomeas (cel./mm<sup>2</sup>), a través de un escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) correspondiente a la cuenca del río Puelo (Fig.69), se observó una clara segregación entre los sitios invadidos y los sitios no invadidos por *D. geminata*. De acuerdo a la ordenación de los datos se observó que en general no existieron diferencias fuertes entre la época de primavera-verano y la de otoño-invierno. Sin embargo, en el conjunto de sitios invadidos algunas estaciones tendieron a mostrar una estructuración comunitaria distinta entre las dos épocas.

En relación a la composición taxonómica de la comunidad, el análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) (Tabla 40), los taxa *Achnanthydium minutissimum* y *Fragilaria capucina* contribuyeron en conjunto con un 41% a similitud del grupo de sitios invadidos. *D. geminata* contribuyó con un 15% a la similitud.



**Figura 69.** Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para los datos de densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) diatomeas registrados en la cuenca del Río Bueno durante la Etapa II del Monitoreo.

**Tabla 40.** Análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) de la comunidad de diatomeas del río Puelo.

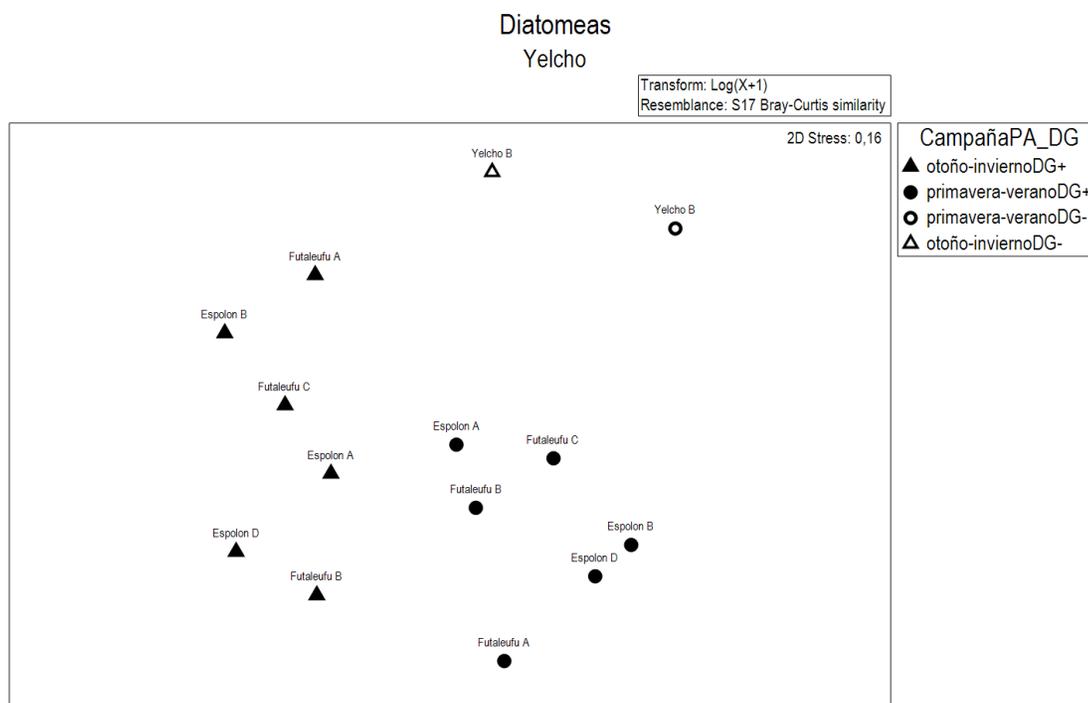
	Abundancia promedio	Similitud promedio	% contribución	% contribución acumulada
<b>Group DG-</b>				
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	3,49	10,14	34,36	34,36
<i>Fragilaria capucina</i>	2,6	6,88	23,32	57,68
<i>Cocconeis lineata</i> (ex <i>C placentula</i> v <i>lineata</i> )	1,98	3,21	10,89	68,57
<i>Ulnaria ulna</i>	1,45	2,67	9,06	77,63
<b>Group DG+</b>				
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	6,59	11,39	25,18	25,18
<i>Fragilaria capucina</i>	4,97	7,31	16,17	41,35
<i>Didymosphenia geminata</i>	4,36	7,09	15,68	57,03
<i>Hannaea arcus</i>	4,3	6,64	14,69	71,72

En la ordenación de los datos de densidad de diatomeas (cel./mm<sup>2</sup>), a través de un escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) correspondiente a la cuenca del río Yelcho (Fig.70), se observó que en más del 90% de las estaciones se registró *D. geminata* como componente de la comunidad de diatomeas.



La única excepción la constituyó la estación Yelcho B, la cual corresponde al desagüe del lago Yelcho. El patrón general mostró que el sitio sin registro positivo en la comunidad de diatomeas bentónicas albergó comunidades con una estructura distinta a la de los sitios invadidos. En esta cuenca se observó una fuerte segregación temporal en la estructura comunitaria, ya que los datos se ordenaron en función a la época de primavera-verano (círculos) o la época de primavera-verano (triángulos).

En relación a la composición taxonómica de la comunidad, el análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) (Tabla 41), los taxa *Achnanthydium minutissimum*, *Didymosphenia geminata* y *Tabellaria flocculosa* contribuyeron en conjunto con un 46% a la similitud del grupo de sitios invadidos. *D. geminata* contribuyó con un 34% a la similitud del grupo.



**Figura 70.** Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para los datos de densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) diatomeas registrados en la cuenca del Río Yelcho durante la Etapa II del Monitoreo.



**Tabla 41.** Análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) de la comunidad de diatomeas del río Yelcho.

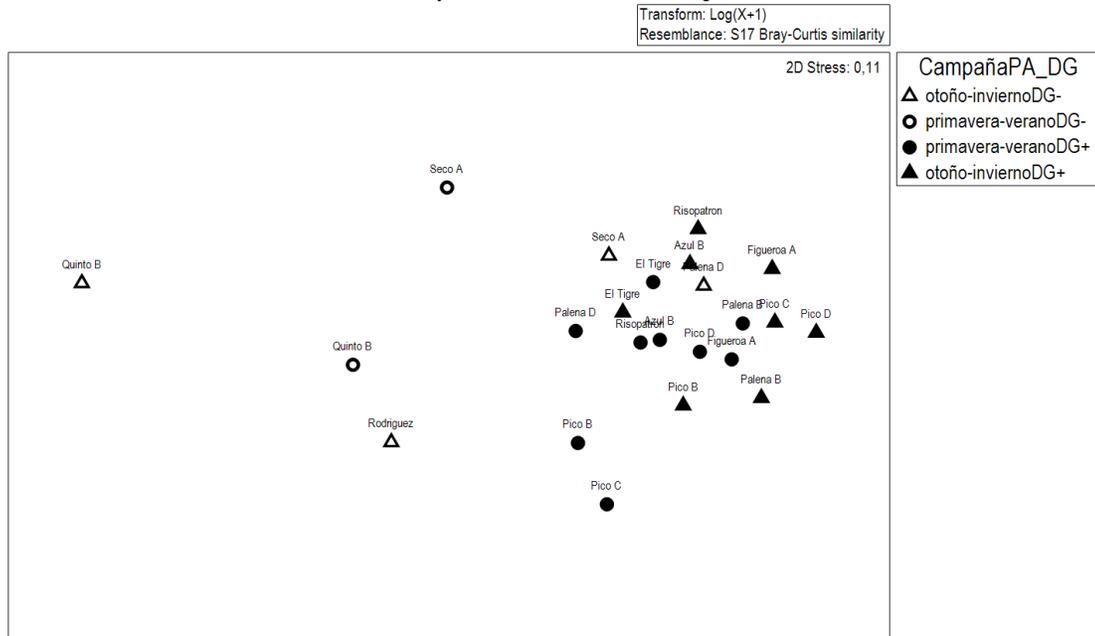
	Abundancia promedio	Similitud promedio	% contribución	% contribución acumulada
<b>Group DG+</b>				
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	6,35	8,31	19,78	19,78
<i>Didymosphenia geminata</i>	4,68	5,99	14,26	34,03
<i>Tabellaria flocculosa</i>	5,12	5,17	12,3	46,33
<i>Ulnaria ulna</i>	3,1	3,08	7,33	53,66
<i>Cymbella cistula</i>	2,47	2,16	5,14	58,8
<i>Encyonopsis subminuta</i>	3,2	2,08	4,94	63,74
<i>Encyonema lange-bertalotii</i>	2,37	1,53	3,65	67,39
<i>Fragilaria capucina</i>				
<i>Teratologica</i>	2,56	1,47	3,5	70,89
<b>Group DG-</b>				
<i>Tabellaria flocculosa</i>	7,92	9,82	27,52	27,52
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	6,49	8,18	22,91	50,43
<i>Fragilaria capucina</i>	6,02	7,69	21,55	71,98

En la ordenación de los datos de densidad de diatomeas (cel./mm<sup>2</sup>), a través de un escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) correspondiente a las cuencas del Río Palena y Costeras Límite X Región (Fig.71) y cuencas Costeras e Islas entre río Palena y río Aysén (Fig. 72) se observó un patrón general caracterizado porque el conjunto de sitios invadidos albergó comunidades con estructuras distintas a la del conjunto de sitios no invadidos. En ambas cuencas se observó que en el grupo de sitios invadidos la estructura entre las épocas de primavera-verano y la de otoño-invierno tiende a cambiar. Sin embargo, esta segregación tiende a ser más evidente en la Costeras Límite X Región y Costeras e Islas entre río Palena y río Aysén, mientras que en la cuenca del río Palena la estructura tiende a mantenerse constante en ambas épocas.

En relación a la composición taxonómica de la comunidad, el análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) (Tabla 42), las taxa *Achnanthydium minutissimum*, *Fragilaria capucina* y *Tabellaria flocculosa* contribuyen en conjunto con 41% de la similitud del conjunto de sitios invadidos de la cuenca del Río Palena y Costeras Límite X Región y donde *D. geminata* contribuye con un 9,4%. En las cuencas Costeras Límite X Región y Costeras e Islas entre río Palena y río Aysén (Tabla 43) las especies *Achnanthydium minutissimum*, *Epithemia adnata* y *Hannaea arcus* contribuyen en conjunto con 41% a la similitud del grupo de sitios invadidos donde *D. geminata* con 9,6% a la similitud



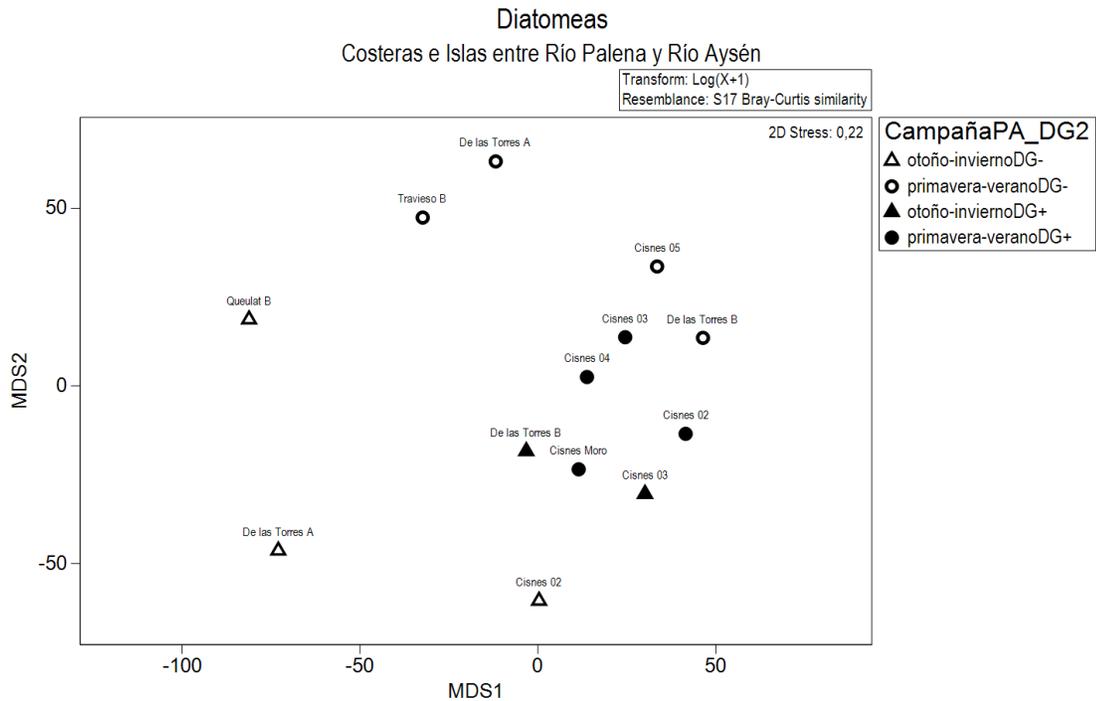
Diatomeas  
Palena y Costeras Límite Décima Región



**Figura 71.** Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para los datos de densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) diatomeas registrados en la cuenca del Río Palena y Costeras Límite décima Región durante la Etapa II del Monitoreo.

**Tabla 42.** Análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) de la comunidad de diatomeas del río Palena y Costeras Límite Décima Región.

Group DG-	Abundancia promedio	Similitud promedio	% contribución	% contribución acumulada
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	3,38	8,06	34,11	34,11
<i>Hannaea arcus</i>	3,11	4,76	20,16	54,27
<i>Fragilaria capucina</i>	2,6	4,64	19,65	73,91
<b>Group DG+</b>				
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	5,66	7,07	16,3	16,3
<i>Fragilaria capucina</i>	4,75	5,66	13,05	29,35
<i>Tabellaria flocculosa</i>	4,76	5,45	12,56	41,92
<i>Hannaea arcus</i>	4,38	4,93	11,36	53,27
<i>Didymosphenia geminata</i>	3,83	4,08	9,4	62,68
<i>Encyonema silesiacum</i>	3,2	2,57	5,92	68,59
<i>Navicula cryptotenella</i>	2,97	2,06	4,75	73,35



**Figura 72.** Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para los datos de densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) diatomeas registrados en la cuenca Costeras e Islas entre río Palena y río Aysén durante la Etapa II del Monitoreo.

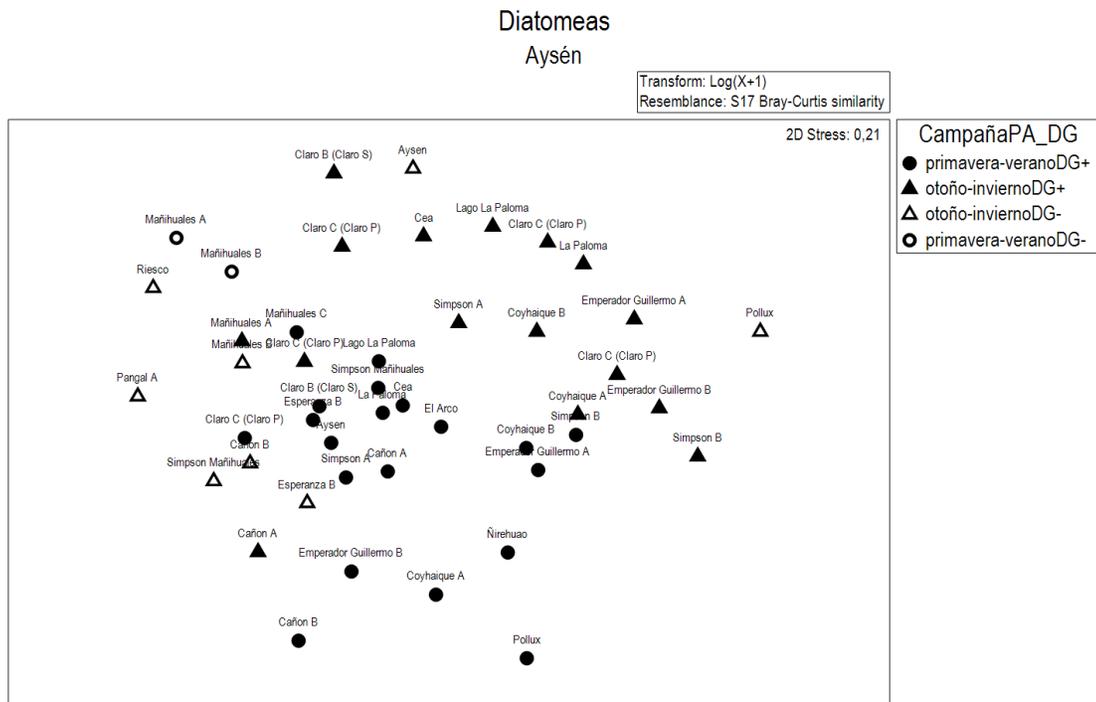
**Tabla 43.** Análisis de porcentaje de similitud y contribuci3n de especies (SIMPER) de la comunidad de diatomeas cuencas Costeras e Islas entre río Palena y río Aysén.

Group DG-	Abundancia promedio	Similitud promedio	% contribuci3n	% contribuci3n acumulada
<i>Tabellaria flocculosa</i>	3,3	3,38	26,77	26,77
<i>Fragilaria capucina</i>	2,35	2,72	21,56	48,34
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	2,73	2,5	19,82	68,16
<i>Epithemia adnata</i>	2,01	0,54	4,27	72,43
<b>Group DG+</b>				
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	5,87	9,72	17,04	17,04
<i>Epithemia adnata</i>	4,49	7,43	13,02	30,07
<i>Hannaea arcus</i>	4,58	6,72	11,78	41,85
<i>Tabellaria flocculosa</i>	4,06	5,61	9,84	51,69
<i>Didymosphenia geminata</i>	3,65	5,48	9,6	61,29
<i>Cymbella cistula</i>	2,77	3,98	6,98	68,27
<i>Cocconeis lineata</i> (ex <i>C. placentula</i> v <i>lineata</i> )	3,23	3,8	6,67	74,93



En la ordenación de los datos de densidad de diatomeas ( $\text{cel./mm}^2$ ), a través de un escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) correspondiente a la cuenca del río Aysén (Fig. 73), más del 80% de las estaciones tienen registros positivos para la *D. geminata* y en general se observó que la estructura comunitaria de las diatomeas tiende a ser distinta a la del conjunto de sitios no invadidos. El grupo de sitios invadidos mostró además el efecto de la época, ya que los datos asociados a la época de primavera-verano tendieron a segregarse de los datos asociados a la época de otoño-invierno (a excepción de la estación Cañon A).

En relación a la composición taxonómica de la comunidad, el análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) (Tabla 44), los taxa *Achnanthydium minutissimum*, *Didymosphenia geminata*, *Cocconeis lineata* (ex *C. placentula* v *lineata*) y *Fragilaria capucina* contribuyeron en conjunto con un 46% a la similitud del grupo de sitios no invadidos. *D. geminata* contribuyó con un 13,03% a la similitud.



**Figura 73.** Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para los datos de densidad de células ( $\text{cel./mm}^2$ ) diatomeas registrados en la cuenca Río Aysén durante la Etapa II del Monitoreo.

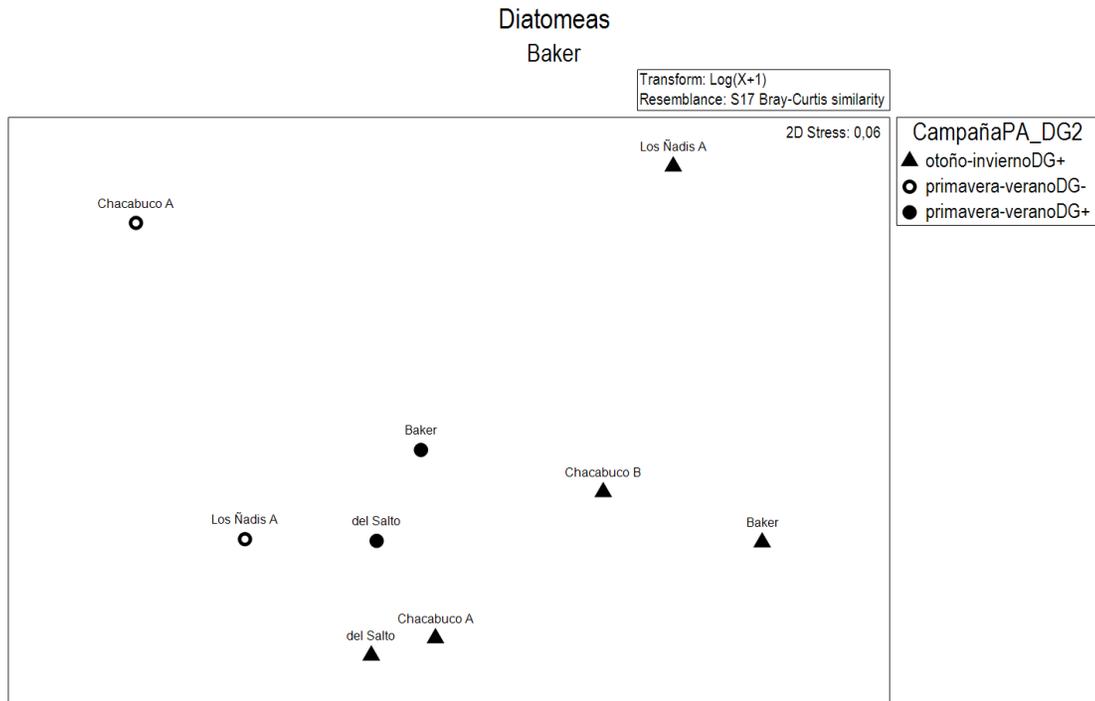


**Tabla 44.** Análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) de la comunidad de diatomeas del río Aysén.

Group DG+	Abundancia promedio	Similitud promedio	% contribución	% contribución acumulada
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	5,9	6,06	15,27	15,27
<i>Didymosphenia geminata</i>	5	5,17	13,03	28,3
<i>Cocconeis lineata</i> (ex <i>C placentula</i> v <i>lineata</i> )	4,01	3,9	9,81	38,11
<i>Fragilaria capucina</i>	4,11	3,44	8,66	46,77
<i>Tabellaria flocculosa</i>	4,04	3,25	8,17	54,94
<i>Encyonema silesiacum</i>	3,14	2,35	5,93	60,87
<i>Ulnaria ulna</i>	3,31	2,12	5,34	66,21
<i>Hannaea arcus</i>	2,73	1,87	4,7	70,92
<b>Group DG-</b>				
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	6,08	10,29	26,13	26,13
<i>Hannaea arcus</i>	4,87	7,87	19,99	46,12
<i>Tabellaria flocculosa</i>	5,05	6,22	15,79	61,92
<i>Ulnaria ulna</i>	3,48	2,78	7,07	68,99
<i>Fragilaria capucina</i>	2,73	2,27	5,76	74,75

En la ordenación de los datos de densidad de diatomeas (cel./mm<sup>2</sup>), a través de un escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) correspondiente a la cuenca del Río Baker (Fig. 74), se observó que el patrón general indicó que existe una segregación entre el conjunto de sitios invadidos y no invadidos por *D. geminata*. La ordenación de los datos mostró que además la estructura comunitaria en los sitios invadidos es distinta entre las épocas y que durante la época de otoño-invierno en número de sitios afectados por la plaga se incrementó al igual que la dispersión interna del grupo.

En relación a la composición taxonómica de la comunidad, el análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) (Tabla 45), los taxa *Didymosphenia geminata*, *Achnanthydium minutissimum*, y *Diatoma moniliformis* contribuyeron en conjunto con un 57% a la similitud del grupo. *D. geminata* contribuyó con un 32 a la similitud de este grupo, indicando que ejerció un gran efecto sobre la comunidad de diatomeas bentónicas.



**Figura 74.** Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para los datos de densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) diatomeas registrados en la cuenca Río Baker durante la Etapa II del Monitoreo.

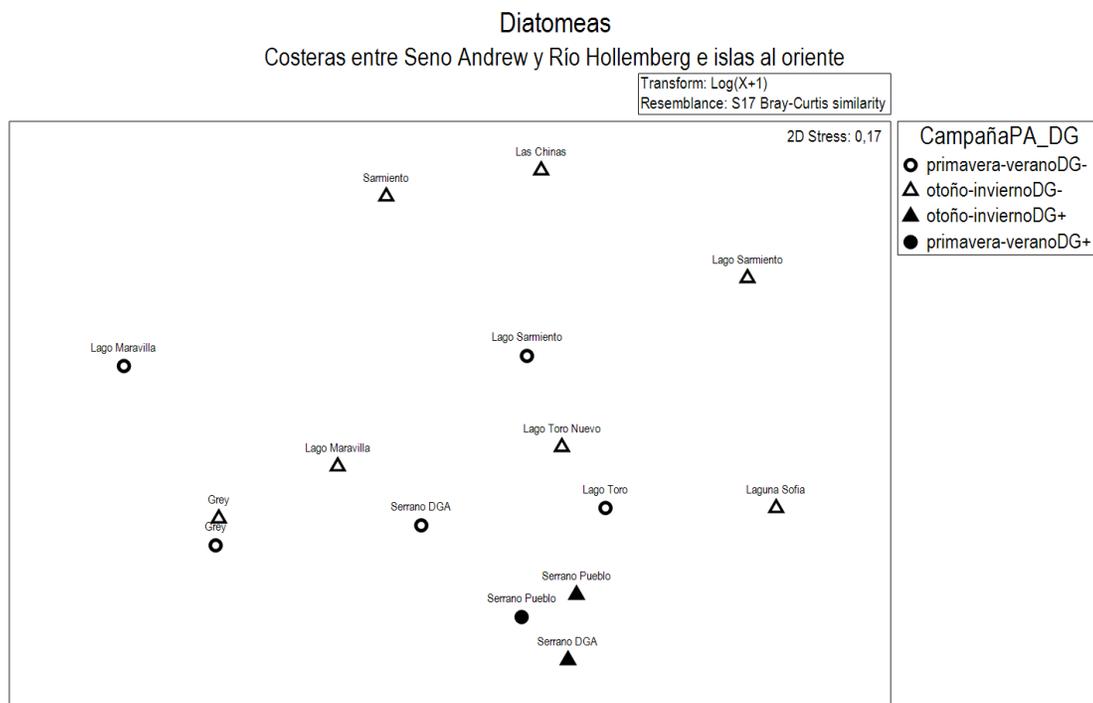
**Tabla 45.** Análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) de la comunidad de diatomeas del río Baker.

Group DG+	Abundancia promedio	Similitud promedio	% contribución	% contribución acumulada
<i>Didymosphenia geminata</i>	4,06	6,92	32,76	32,76
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	4,14	2,84	13,44	46,2
<i>Diatoma moniliformis</i>	3,4	2,37	11,22	57,42
<i>Fragilaria capucina</i>	2,88	1,98	9,38	66,8
<i>Encyonema lange-bertalotii</i>	2,78	1,62	7,68	74,48
<b>Group DG-</b>				
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	3,05	2,07	61,33	61,33
<i>Ulnaria ulna</i>	3,05	1,3	38,67	100

En la ordenación de los datos de densidad de diatomeas (cel./mm<sup>2</sup>), a través de un escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) correspondiente a las cuencas Costeras entre Seno Andrew y río Holleberg e Islas al Oriente se observó que el patrón general muestra que el conjunto de sitios invadidos (río Serrano) albergaron comunidades con estructura comunitaria distinta al conjunto de sitios no invadidos, la cual se mantuvo entre las épocas.



En relaci3n a la composici3n taxon3mica de la comunidad, el an3lisis de porcentaje de similitud y contribuci3n de especies (SIMPER) (Tabla 46), los taxa *Achnantheidium minutissimum* y *Fragilaria tenera* contribuyeron en conjunto con un 45% a la similitud del grupo. *D. geminata* contribuy3 con un 12% a la similitud del grupo.



**Figura 75.** Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para los datos de densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) diatomeas registrados en la cuenca Costeras entre Seno Andrew y río Hollemberg e Islas al Oriente durante la Etapa II del Monitoreo.

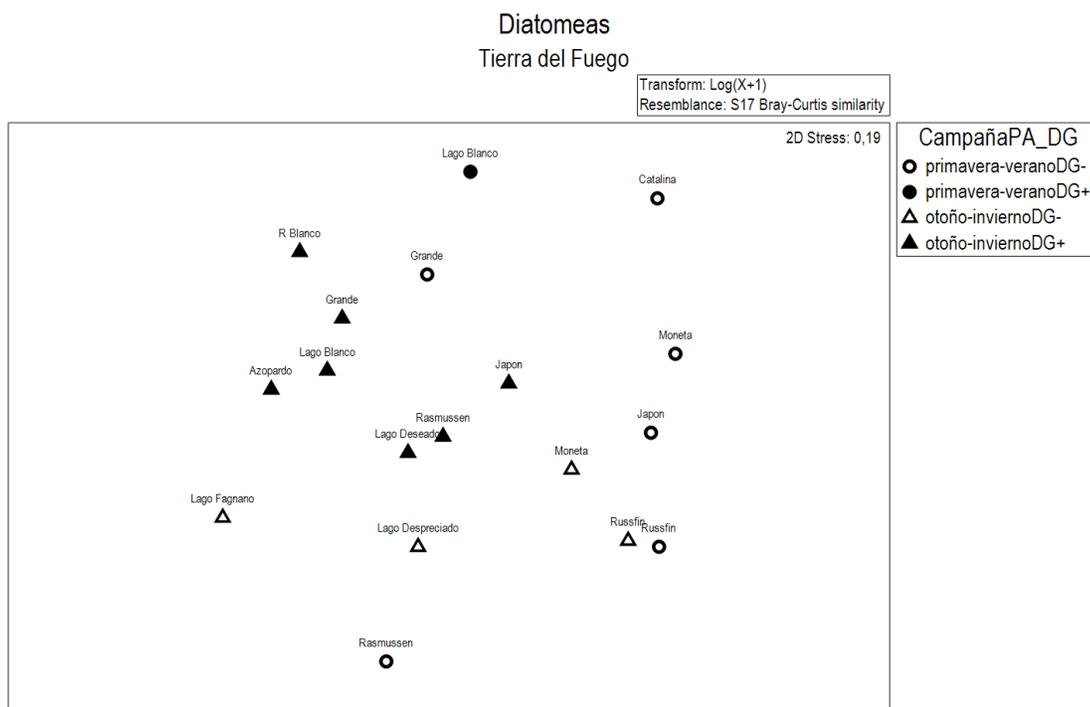
**Tabla 46.** An3lisis de porcentaje de similitud y contribuci3n de especies (SIMPER) de la comunidad de diatomeas cuencas Costeras entre Seno Andrew y río Hollemberg e islas al oriente.

Group DG-	Abundancia promedio	Similitud promedio	% contribuci3n	% contribuci3n acumulada
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	4,72	7,25	31,52	31,52
<i>Diatoma tenuis</i>	4,03	4,14	17,99	49,51
<i>Diatoma moniliformis</i>	3,45	3,17	13,78	63,3
<i>Cymbella cistula</i>	2,39	1,97	8,58	71,87
<b>Group DG+</b>				
<i>Diatoma tenuis</i>	8,49	8,67	16,5	16,5
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	7,9	8,02	15,25	31,75
<i>Fragilaria tenera</i>	7,15	7,25	13,78	45,53
<i>Didymosphenia geminata</i>	6,37	6,8	12,93	58,47
<i>Tabellaria flocculosa</i>	6,56	6,1	11,59	70,06



En la ordenación de los datos de densidad de diatomeas (cel./mm<sup>2</sup>), a través de un escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) correspondiente a los sitios distribuidos en Tierra del Fuego (Fig. 76), el patrón general mostró que el conjunto de sitios con presencia de *D. geminata* alberga comunidades de diatomeas bentónicas diferente a la del conjunto de sitios no invadidos. Se observó que durante la época de otoño-invierno el número de sitios con presencias se incrementa.

En relación a la composición taxonómica de la comunidad, el análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) (Tabla 47) mostró que los taxa *Achnanthydium minutissimum*, *Diatoma tenuis* y *Ulnaria ulna* contribuyeron en conjunto con un 46% a la similitud del grupo. *D. geminata* contribuyó con un 12% a la similitud del grupo.



**Figura 76.** Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para los datos de densidad de células (cel./mm<sup>2</sup>) diatomeas registrados en Tierra del Fuego durante la Etapa II del Monitoreo.

**Tabla 47.** Análisis de porcentaje de similitud y contribución de especies (SIMPER) de la comunidad de diatomeas de Tierra del Fuego.

Group DG-	Abundancia promedio	Similitud promedio	% contribución	% contribución acumulada
<i>Ulnaria ulna</i>	5,3	4,81	14,79	14,79
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	5,84	4,4	13,51	28,3



Group DG-	Abundancia promedio	Similitud promedio	% contribución	% contribución acumulada
<i>Fragilaria capucina</i>	5,18	4,07	12,49	40,79
<i>Distrionella germainii</i>	4,56	3,09	9,5	50,29
<i>Staurosirella pinnata</i>	4,25	2,68	8,22	58,51
<i>Nitzschia dissipata</i>	3,17	1,83	5,63	64,15
<i>Diatoma tenuis</i>	3,11	1,32	4,06	68,21
<i>Reimeria sinuata</i>	2,17	1	3,08	71,29
<b>Group DG+</b>				
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	8,2	7,28	17,11	17,11
<i>Diatoma tenuis</i>	7,66	6,83	16,06	33,17
<i>Ulnaria ulna</i>	7,14	5,8	13,63	46,8
<i>Didymosphenia geminata</i>	6,16	5,47	12,85	59,66
<i>Tabellaria flocculosa</i>	6,21	3,77	8,86	68,51
<i>Staurosirella pinnata</i>	5,06	2,28	5,36	73,87

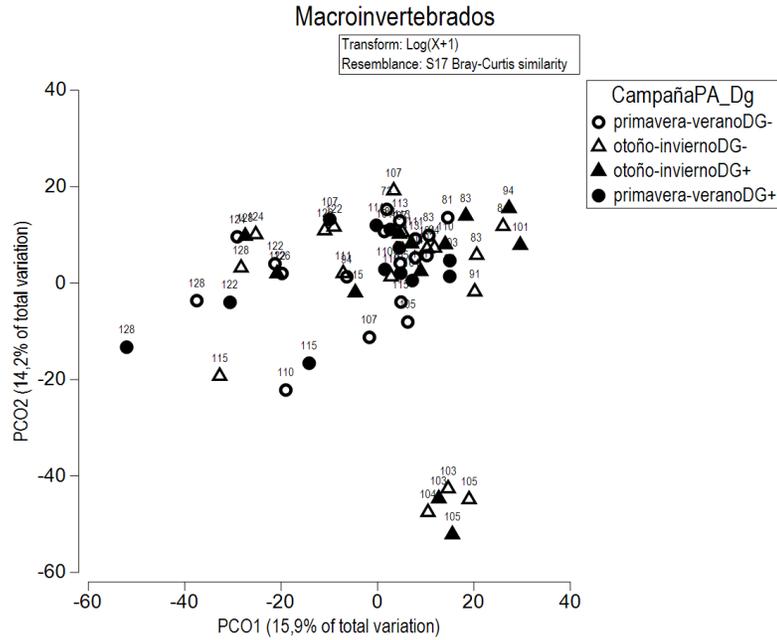
Los resultados señalaron que el efecto de *D. geminata* sobre las comunidades de diatomeas bentónicas varía través de las cuencas donde se observó distintas respuestas dadas por las dinámicas comunitarias de las especies residentes en cada cuenca. Sin embargo, se observó un grupo frecuente de especies cuyas densidades se relacionaron con la presencia de *D. geminata*. La más frecuente fue *Achnanthydium minutissimum* la cual estuvo presente en el grupo de sitios invadidos de todas las cuencas y en general fue la especie que más contribuyó a la disimilitud entre el grupo de sitios invadidos y no invadidos en cada cuenca. Junto con ésta, se encontraron otras especies como *Fragilaria capucina*, *Tabellaria flocculosa* y *Ulnaria ulna* cuya respuesta frente a la presencia de *D. geminata* se expresó en toda la comunidad de diatomeas y determinó una estructura significativamente distinta a la observada en los sitios no invadidos.

Al comparar la similitud intragrupo del conjunto de sitios invadidos y el conjunto de sitios no invadidos de cada cuenca se observó que los grupos de sitios invadidos alcanzan porcentajes de similitud mayor que en los grupos de sitios no invadidos. Esta similitud estuvo dada por la presencia de *D. geminata* y por el incremento de la densidad de cierto grupo de diatomeas que tendió a estar presente en todos los sitios de todas las cuencas invadidas conduciendo a una comunidad más similar y, por lo tanto, homogénea a través toda el área invadida por *Didymosphenia geminata*.

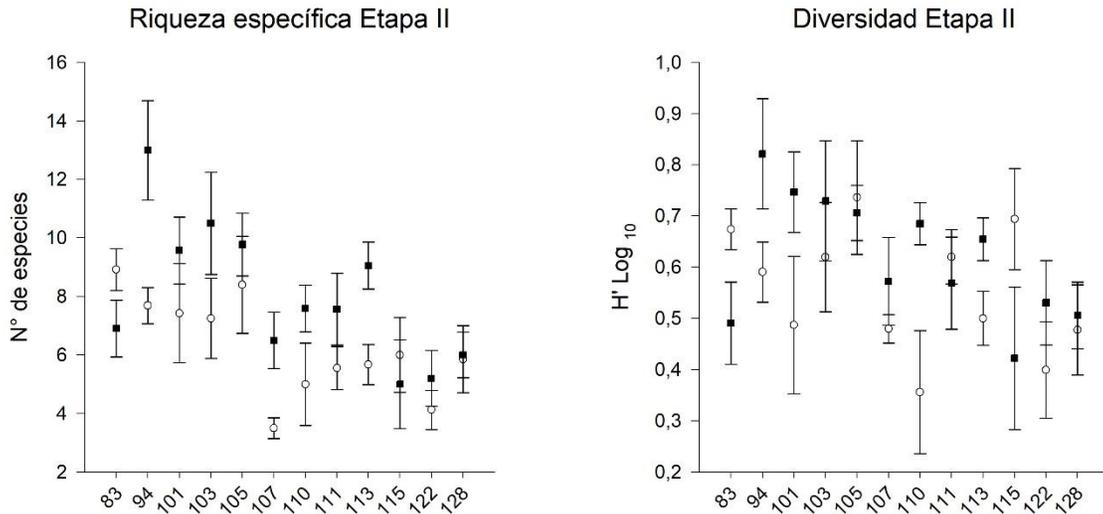
### Macroinvertebrados bentónicos

La presencia de *D. geminata* es evidente en la comunidad de microalgas bentónicas, tanto en la comunidad completa considerando todos los taxa y en la comunidad de diatomeas bentónicas, lo cual sugiere efectos sobre otros componentes del bentos como los macroinvertebrados bentónicos.

Al proyectar los datos de densidad de macroinvertebrados bentónicas (ind/m<sup>2</sup>) registrados durante la Etapa II del presente Monitoreo (Fig. 77), no fue posible distinguir claramente los sitios invadidos de aquellos no invadidos. Sin embargo, los sitios de todas las cuencas y de las épocas de primavera-verano y otoño-invierno tienden a agruparse en el espacio multivariado y de acuerdo a los parámetros comunitarios básicos Riqueza (S) y Diversidad (H' Loge) los sitios invadidos tienden a albergar comunidades de macroinvertebrados con mayor número de especies y más diversas que los sitios no invadidos (Fig. 78).



**Figura 77.** Análisis de coordenadas principales (PCO) para los datos de densidad macroinvertebrados bentónicos (ind/m<sup>2</sup>) registrados durante las campañas de la Etapa II.



**Figura 78.** Parámetros comunitarios de las comunidades de macroinvertebrados por cuencas. Los círculos negros corresponden a los sitios donde se detectó la presencia de *D. geminata* en el fitobentos y en la comunidad de diatomeas.



Durante la Etapa II del presente se registraron 112 taxa macroinvertebrados pertenecientes a las clases Annelida, Cus-tacea, Insecta Malacostraca y Mollusca. Del total de taxa identificados 40 fueron identificados hasta el nivel de especie los cuales pertenecen principalmente a los 3rdenes Plecoptera y Ephemeroptera (Fig. 79-80).

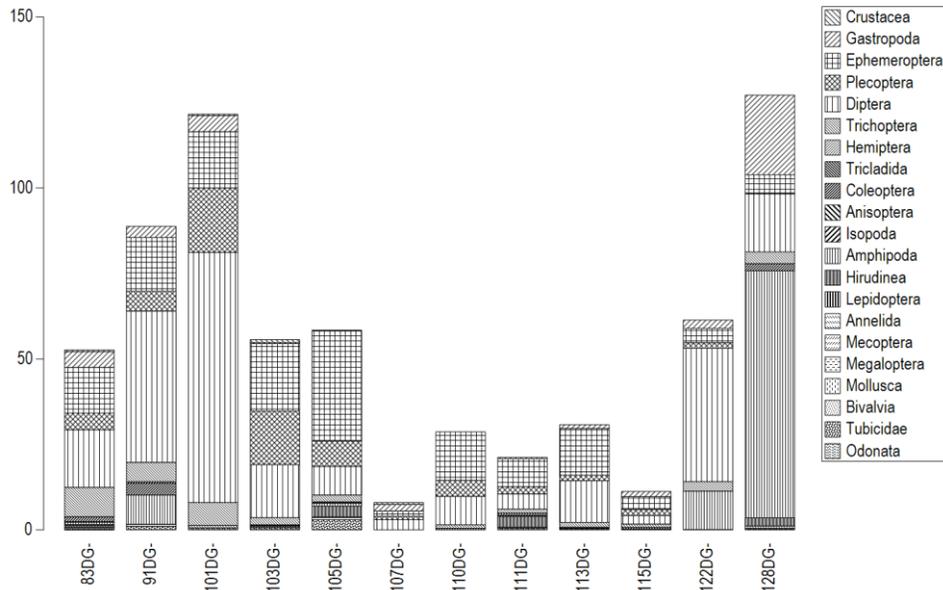


Figura 79. Proporci3n de taxa registrados en los sitios no invadidos por *D. geminata* en cada una de las cuencas afectadas por la plaga e incluida en este programa de Monitoreo.

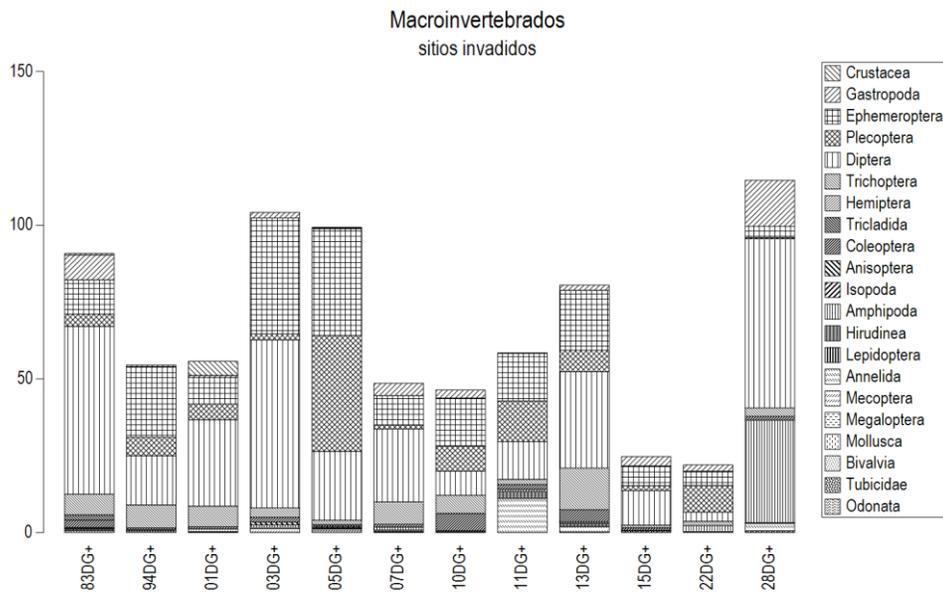


Figura 80. Proporci3n de taxa registrados en los sitios invadidos por *D. geminata* en cada una de las cuencas afectadas por la plaga e incluida en este programa de Monitoreo.



Respecto a los taxa que contribuyeron a este patrón y a la similitud interna de los grupos, los taxa que más contribuyeron a la similitud del conjunto de sitios no invadidos fueron *Chironomidae*, *Smicridea sp*, *Meridialaris diguillina*, *Andesiops torrens*, *Hyaella sp*, y *Limnoperla jaffueli* que en conjunto contribuyen con un 70% a la similitud de grupo. Respecto a la similitud interna del grupo de sitios invadidos los taxa *Chironomidae*, *Meridialaris diguillina*, *Smicridea sp*, *Andesiops torrens*, *Elmis sp* y *Simullium sp* constituyeron el grupo que contribuyó con un 73% a la similitud interna del grupo.

### 6.5 Objetivo específico V

*Coordinar difusión de los resultados, en al menos un seminario de carácter nacional*

Esta actividad se ejecutó el 12 de octubre 2018 y previa a esta actividad, parte del equipo de investigadoras asociadas al Monitoreo participó en actividades de difusión nacionales e internacionales, donde se dieron a conocer los principales resultados del Monitoreo, así como los alcances de la Etapa II del presente estudio:

- Taller de Difusión del Programa de Monitoreo de la especie plaga *Didymosphenia geminata* en cuerpos de agua de la zona centro sur austral. II etapa 2017-2018  
Esta actividad se realizó en la ciudad de Puerto Montt la cual contó con 17 asistentes entre los cuales se encontraban funcionarios de SUBPESCA, SERNAPESCA e instituciones vinculadas a actividades de investigación de la Región de Los Lagos. La invitación fue extensiva a diversos investigadores y profesionales de los Servicios de las regiones donde se desarrolla del Monitoreo. Sin embargo, no fue posible contar con la presencia de estos invitados.
- VIII Congreso Argentino de Limnología (CAL) 16-20 de septiembre 2018, Luján, Argentina, exposición de trabajo titulado “*Didymosphenia geminata* sobre la estructura de las comunidades de diatomeas bentónicas en ríos chilenos”
- Curso Latinoamericano en Análisis de Datos Multivariados para Biología, Ecología y Ciencias Ambientales usando PRIMER v7 & PERMANOVA *add on 4* – 15 de junio, 2018.

En este curso se mostraron los principales resultados de la Etapa I del Monitoreo y se recibieron recomendaciones para aplicar nuevos análisis y herramientas estadísticas en el tratamiento de los datos generados en el presente estudio.

- Curso Latinoamericano en Análisis de Datos Multivariados para Biología, Ecología y Ciencias Ambientales usando PRIMER v7 & PERMANOVA *add on 28* de noviembre -8 de diciembre de 2017.

En este curso se mostraron los principales resultados de la Etapa I del Monitoreo y se recibieron recomendaciones para aplicar nuevos análisis y herramientas estadísticas en el tratamiento de los datos generados en el presente estudio.

- Seminario “Nuevas miradas en el problema de infección de los ríos por *D. geminata*, Didymo en Chile”- 15 de diciembre de 2017  
Reunión organizada por Universidad Mayor sede Temuco, en la cual se expusieron los principales resultados de la Etapa I del Monitoreo a parte de la comunidad científica que actualmente se



encuentra desarrollando investigación en *D. geminata*, así como autoridades relacionadas con la gestión de esta plaga.



## 7. DISCUSIÓN

Los resultados de la Etapa II del presente Monitoreo mostraron que la especie plaga *D. geminata* está presente en los principales sistemas hidrográficos chilenos distribuidos entre la Región del Biobío y Magallanes. Los resultados en relación a la distribución de la especie son congruentes con los reportados en la Etapa I del presente Monitoreo y en los informes técnicos asociados a monitoreos previos ejecutados por POCH, Amakaik y la Fundación CEQUA. La información generada confirmó la presencia de la especie plaga en las cuencas de los ríos Biobío (83), Imperial (94), Valdivia (101), Bueno (103), Puelo (105), Yelcho (107), cuencas Costeras Límite X Región (110), cuencas Costeras e Islas Río Palena-Río Aysén (111), Aysén (113), Baker (115), Cuencas Costeras Seno Andrew y río Hollemberg (122) y Tierra del Fuego (128).

De acuerdo a los datos generados durante la Etapa II del presente programa de Monitoreo, *D. geminata* mantiene un proceso de dispersión dentro del área afectada por la plaga. Esto fue detectado específicamente en la cuenca del Río Biobío donde se detectó la presencia de la especie en estación “Laja” que pertenece a la subcuenca Río Laja Alto (hasta bajo junta río Rucúe) (837) y en la estación “Polcura” perteneciente a la subcuenca Laja Bajo (838). Este registro corresponde al registro más septentrional en el contexto del monitoreo de esta plaga, ejecutado desde el año 2010. Al respecto, la literatura señala que para Chile el límite norte de la distribución de *D. geminata* corresponde a la localidad de Mejillones en la Región de Antofagasta, cuyo registro data desde 1964 bajo el nombre de *Gomphonema geminatum*, mientras que hacia el sur, el registro de esta especie en el Lago Sarmiento, Región de Magallanes correspondería al límite sur de su distribución (Blanco & Ector, 2009; Rivera, Basualto, & Cruces, 2013). Sin embargo, posteriormente a la fecha de publicación de estos trabajos no se han reportado nuevos registros para estas localidades, por lo tanto, la presencia de *D. geminata* no ha sido confirmada fuera del rango geográfico comprendido entre la cuenca del Río Biobío y Tierra del Fuego.

Es importante destacar los registros de *D. geminata* en el Parque Nacional Torres del Paine donde durante la época de otoño-invierno se detectó la presencia de la especie en el sector del Lago Toro que forma parte de esta área protegida. En base a observaciones *in situ* durante las actividades de muestreo, el avance de la plaga aguas arriba del río Serrano puede relacionarse con la pesca deportiva y deportes acuáticos como el kayaking o rafting, los cuales cuentan con un protocolo de prevención y desinfección deficiente o inexistente.

Los resultados muestran que *D. geminata* se distribuye de forma continua entre la Cuenca del Río Biobío y Tierra del Fuego. Sin embargo, a escala de cuenca se observó una distribución heterogénea de los sitios afectados por la plaga. En ríos de la zona central, *D. geminata* tiende a distribuirse hacia las zonas altas de las cuencas afectando principalmente ríos cordilleranos y precordilleranos de bajo orden, similar a la distribución descrita en la Etapa I de este Monitoreo. En cuencas de la zona sur austral, se observó una tendencia distinta, donde *D. geminata* muestra una distribución más homogénea, con registros positivos tanto en la zona alta, como en la zona media y baja de las cuencas. Los estudios de descripción y modelación de hábitat, señalan que *D. geminata* se desarrolla principalmente en ríos y lagos con aguas pobres en nutrientes y con hábitat considerados prístinos o con bajos niveles de intervención antrópica (Spaulding & Elwell, 2007). En Chile, estas condiciones tienden a mantenerse principalmente en los sistemas hidrográficos patagónicos y en las zonas altas de las cuencas entre la Región del Maule y Los Lagos, los cuales coinciden con la distribución descrita para *D. geminata* en Chile desde al año 2010 a la fecha.



En toda el área de estudio *D. geminata* se registró como componente de la comunidad completa de microalgas bentónicas y/o como componente de la comunidad de diatomeas en fase microscópica y/o en fase macroscópica. Generalmente, en todas las estaciones donde *D. geminata* formó parte de la comunidad del bentos también estuvo presente en la columna de agua. El mayor número de estaciones afectadas por la plaga se concentra en la porción sur de la Región de Los Lagos y la Región de Aysén, en la cuenca del Río Palena y Costeras Límite X Región, Costeras e Islas río Palena-río Aysén, río Aysén y río Baker, donde. La literatura señala que los ríos de la Patagonia constituyen un área en extremo vulnerable a la proliferación de esta plaga debido a que representa la porción más extensa del hábitat potencial de *D. geminata* en Sudamérica y por la fuerte presión derivada de la pesca deportiva y turismo (Reid & Torres, 2014; Reid *et al.*, 2012; Segura, 2011). Es importante mencionar que los primeros registros de proliferaciones de *D. geminata* fueron reportados en los ríos Futaleufú y Espolón en el año 2010 y desde esa fecha se ha observado un avance progresivo de la plaga hacia ríos de la zona central. En relación a la dispersión de esta especie, se postula que la principal vía de dispersión la constituye la vía humana a través de la indumentaria asociada a la pesca deportiva (Bothwell, Lynch, Wright, & Deniseger, 2009). En relación a los factores ambientales que controlan su desarrollo, las concentraciones de fósforo reactivo por debajo de 0.002 mg/L (equivalente a 2 ppb) han sido identificadas como causa más probable de las proliferaciones de *D. geminata* (Bothwell, Taylor & Kilroy, 2014).

Los resultados generados a partir de los datos obtenidos durante las dos campañas de muestreo que contempla este Monitoreo, muestran que la presencia de *D. geminata* persiste en todas las cuencas monitoreadas desde el año 2010, excepto la cuenca del río Imperial donde no se ha detectado la presencia de *D. geminata* durante la Etapa I y Etapa II. Sin embargo, estos resultados no pueden ser interpretados como la ausencia de *D. geminata* en esta cuenca, dado que esta ausencia puede estar relacionada con deficiencias en el diseño de muestreo o a la variabilidad natural del sistema, así como factores locales del hábitat determinan que la especie se distribuya en otros sectores de la cuenca.

La relación de *D. geminata* con las variables ambientales es un aspecto que está en constante avance. Sin embargo, los estudios ecológicos de las especies invasoras dulceacuícolas constituyen un desafío relevante dada la amplia variabilidad de contextos ambientales de las cuencas que existen a lo largo del territorio. Las tendencias generales de nuestros resultados muestran que existen diferencias importantes en cuanto a la disponibilidad de nutrientes y a la variabilidad de los parámetros fisicoquímicos que reflejan la diversidad de mecanismos y procesos que operan a distintas escalas espaciales.

Los análisis históricos de *D. geminata* y las variables del hábitat demuestran que es importante definir una escala geográfica para determinar la relación entre estos dos componentes. A escala espacial de subcuenca y cuenca hidrográfica, se encontró que el pH parece ser relevante para explicar las variaciones de *D. geminata*, lo cual es coincidente con lo encontrado en otros estudios realizados. Sin embargo, el pH no permite explicar del todo la abundancia de *D. geminata* puesto que, a través de la amplitud de la escala espacial utilizada, la variación de este parámetro obedece a aspectos de distinto origen, tanto naturales como antropogénicos. Al contrario, analizar este tipo de relaciones ecológicas en unidades geográficas discretas permite identificar las variables que inciden en la abundancia de *D. geminata* de acuerdo a las características locales de cada cuenca. En el caso de la cuenca del río Aysén, estas variables fueron la temperatura del agua que intrínsecamente refleja la gran diversidad de ecosistemas que existen en dicha cuenca, el número de Froude que forma parte de las variables físicas del hábitat y es un indicador del estrés hidráulico al que están sometidos los organismos reofílicos, mientras que el fosfato y el nitrato pueden ser reflejo de condiciones naturales y/o antropogénicas de la calidad del agua del río.



En relación a los efectos sobre las comunidades de microalgas bentónicas los resultados obtenidos indican que la presencia de *D. geminata* afecta de forma diferenciada por cuenca la densidad de microalgas bentónicas promoviendo la abundancia de taxa epibiontes y episammicos, como *Achnanthydium* sp y otras diatomeas que incrementan la similitud de los sitios invadidos. Si bien los resultados muestran que el efecto de didymo depende de la cuenca, se observó que todos los sitios de todas las cuencas donde *D. geminata* está presente, tienden a ser más similares entre ellos que con los sitios no invadidos de sus respectivas cuencas. Por lo tanto, la invasión de *D. geminata* está conduciendo al incremento de similitud comunitaria y a la pérdida de heterogeneidad de las comunidades de microalgas bentónicas.

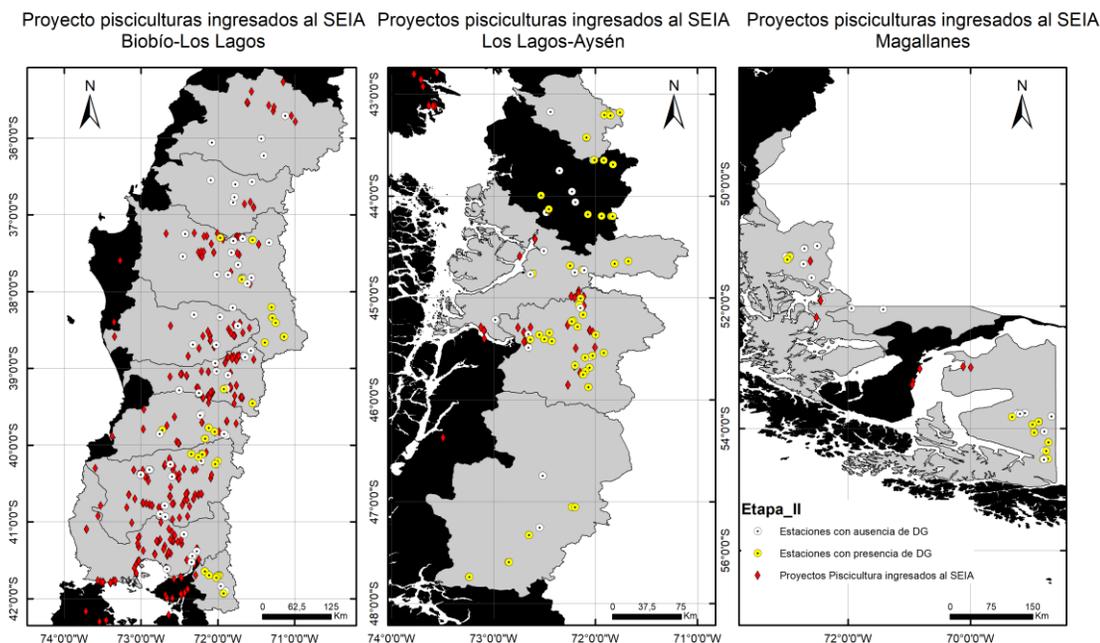
Respecto a otros componentes del bentos fluvial, tales como macroinvertebrados bentónicos no fue posible obtener resultados concluyentes respecto al efecto a la relación entre *D. geminata* y las distintas clases invertebrados acuáticos. Sin embargo, los análisis multivariados muestran un patrón similar al descrito para las microalgas, es decir, mayor similitud comunitaria entre los sitios invadidos independientes de la cuenca donde se distribuyan. De la literatura se desprende que *D. geminata* afecta la composición taxonómica, los procesos de transferencia de energía entre los distintos niveles tróficos, y por tanto, los impactos asociados a las proliferaciones de *D. geminata* son transferidos a través de toda la red trófica fluvial (Gillis & Chalifour, 2010). El alcance de este estudio y el diseño de muestreo, limitó el análisis de los impactos sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, por lo tanto, este objetivo debe ser profundizado en futuras etapas del monitoreo y diseñar mediciones o experimentos dirigidos a describir y/o poner a prueba el efecto de *D. geminata* sobre otros componentes del bentos.

El efecto de *D. geminata* sobre diversas actividades económicas asociadas a los ecosistemas límnicos se encuentran bien documentada para aquellas relacionadas con fines recreacionales (Beville *et al.* 2012), mientras que aquellas asociadas a la acuicultura carecen de estudios concluyentes. Sin embargo, se ha planteado que la producción y el transporte de ovas entre cuencas, puede transferir accidentalmente células de didymo desde un río invadido a otro no invadido (Bhatt *et al.* 2008). Esto ocurre cuando el agua usada como medio de transporte de las ovas contiene células de didymo, las cuales son diseminadas hacia otros hábitats. Este tipo de evidencia permite reconocer que *D. geminata* constituye una amenaza para las actividades y servicios asociados a los sistemas límnicos la cual debe ser abordada y evaluada con metodologías de tipo cualitativo fundamentados en estudios de investigación básica (Campbell 2005). En ríos de Columbia Británica, Polonia, Canadá, principalmente, las floraciones de *D. geminata* obstruyen ductos de captación y devolución de agua, generando costos económicos adicionales y permanentes a la industria acuícola e hidroeléctrica (Kawecka & Sanecki 2003, Campbell 2005). Algunos estudios que abordan los riesgos asociados a las especies invasoras sostienen que el costo económico es el riesgo más importante y a la vez más difícil de evaluar (Campbell 2005), particularmente cuando se trata de actividades de uso consuntivo y/o no consuntivo de agua como lo es la acuicultura<sup>1</sup>.

El caso particular de Chile representa una oportunidad única y compleja dada la extensión geográfica del área invadida por la plaga y que se sobrepone con el desarrollo de la actividad acuícola en la fase de producción de ovas (Fig. 81). Este escenario constituye una oportunidad excepcional para la gestión e investigación enfocadas en las amenazas e impactos de didymo sobre la acuicultura; aspectos que son abordados en la ejecución de las dos Etapas precedentes, así como Etapa actual y futuras del presente Monitoreo.

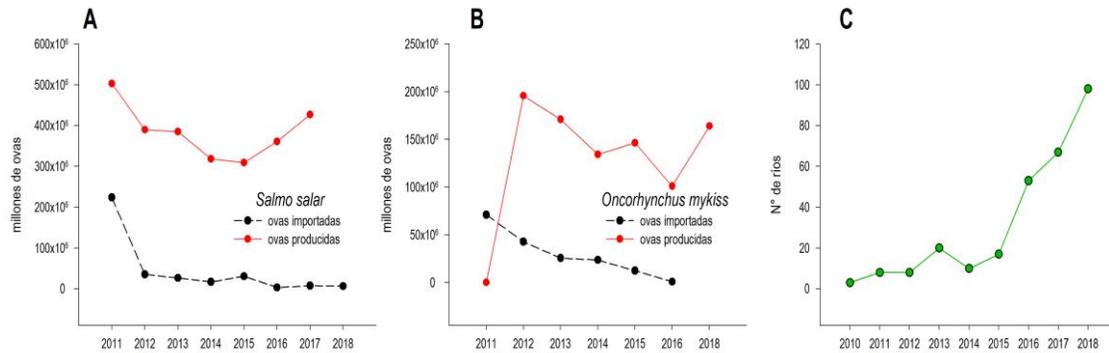
---

<sup>1</sup> De acuerdo a información recabada a partir de Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) publicadas en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)



**Figura 81.** Distribución de los proyectos piscicultura *aprobados* o *en calificación* ingresados desde 1999 a 2018 al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) bajo las tipologías n3, n5, o8, a1, g3 destinados a la producción directa de ovas y faenas asociadas. Fuente: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

La producción de ovas en Chile ha experimentado un fuerte incremento a partir del año 2011 (Fig. 82), punto de partida para la producción local de especies como *Salmo salar*, *Salmo trutta*, *Oncorhynchus mykiss*, *Oncorhynchus kisutch*, *Oncorhynchus tshawytscha*, patrón que coincide con la expansión de *D. geminata* en ríos del sur de Chile. En este Monitoreo no se propone un efecto de causalidad entre ambos fenómenos. Sin embargo, se reconoce y se destaca la necesidad de estudiar esta relación abordando múltiples factores, incluyendo variables químicas e.g. calidad de agua, variables ecológicas e.g. parámetros comunitarios, variables socioambientales e.g. usos, entre otras, que permitan abordar esta problemática con un enfoque ambiental multivariado y considerando que cada una de las cuencas invadidas por *D. geminata* en Chile constituye una unidad hidrológica particular.



**Figura 82.** Millones de ovas importadas (línea discontinua) y producidas en Chile (línea continua) para el periodo 2011-2018 para las especies (A) *Salmo salar*, (B) *Oncorhynchus mykiss*, fuente: SERNAPESCA. En (C) se muestra el número de ríos invadidos por *D. geminata* en Chile desde 2011 hasta 2018.

Los riesgos para las diversas actividades econ3micas desarrolladas en las cuencas invadidas por *D. geminata* son principalmente de carácter econ3mico debido a que es necesario destinar recursos para la prevenci3n, contenci3n, desinfecci3n y difusi3n de la plaga. Al igual que para otros sistemas hidrográficos del mundo, en Chile, las actividades recreacionales son las actividades inmediatamente afectadas por el desarrollo de proliferaciones de didimo y en las que su efecto es fácil de percibir. En otras, como es el caso de la acuicultura, tanto los riesgos como efectos, requieren un esfuerzo complejo para su identificaci3n y evaluaci3n. Sin embargo, un río invadido por esta diatomea representa el riesgo de convertir a la actividad acuícola en un nuevo vector para la especie e incrementar los costos asociados en prevenir o eliminar las floraciones alojados en ductos de captaci3n o restituci3n de aguas.

La identificaci3n de vectores y fuentes responsables de las introducciones de especies no nativas en un territorio es un importante prerrequisito para el desarrollo de estrategias efectivas para el manejo de este tipo de especies (Kolar & Lodge 2002; Fofonoff *et al.* 2003; Lodge *et al.* 2006; Rollins *et al.* 2006). Aminorar la acci3n de los vectores ha sido identificada como la parte más crítica, directamente manejable y de gran impacto dentro de la secuencia de la invasi3n, ya que permite impedir que se prolongue la liberaci3n de especies o individuos en un área libre de plaga y/o en áreas que han sido declaradas área de plagas, pero presentan una baja presi3n de propágulos (Carlton & Ruiz 2005). En este mismo sentido, se requiere evaluar en un contexto cuenca-específico cuáles son las vías de acci3n de los vectores, su frecuencia, intensidad y temporalidad, con el fin de establecer medidas de acci3n funcionales.

La secuencia de etapas que preceden a una invasi3n fue descrita en la figura 34 *sensu* Lockwood *et al.* (2005) para el caso de la invasi3n de la diatomea *D. geminata*. Antes de que esta plaga lograra generar los impactos que se describen en los resultados del objetivo IV (secci3n 6.4), primeramente, las células viables fueron transferidas a través de uno o más vectores hacia un tramo de río o hacia un lago. Dado que las condiciones ambientales del sistema afectado fueron favorables, la plaga logr3 establecerse, generar poblaciones autosustentables y luego incrementar su tamaño poblacional y posteriormente expandir su rango geográfico. Sin embargo, esta secuencia puede ser acelerada si la presi3n de propágulo aumenta en frecuencia y/o en intensidad, ya que de este modo se logra maximizar la probabilidad de éxito en el establecimiento de las poblaciones y el incremento en el rango geográfico de éstas. En otras palabras, el número de diatomeas que ingresan a un ecosistema es determinante en la viabilidad de las poblaciones y el éxito del establecimiento de la plaga. Sin embargo, Lockwood *et al.* (2005) no consideran la importancia de la escala espacial en la que operan los vectores en el establecimiento de una plaga como *D. geminata* en una cuenca hidrográfica.



De acuerdo a lo anterior, existe una estrecha relaci3n entre las propiedades de los vectores y f3mites que actúan en cada cuenca, y la presi3n de propágulo. La figura 35 representa c3mo afectan, en distintos escenarios, la frecuencia de un vector (unidades/área) y la intensidad medida como área geográfica afectada por un vector, sobre la presi3n de propágulo o número de células de *D. geminata* que potencialmente ingresan a un sistema (Carlton & Ruiz, 2005). Esta última es reconocida como uno de los factores más importantes que intervienen en el éxito de una invasi3n (Lonsdale 1999; Ruiz *et al.* 2000; Puth & Post 2005; Drake & Lodge 2006), y es definida como una medida del número de individuos que son liberados en un área donde la especie no es nativa (Carlton 1996). La causa de su relevancia se debe a que su incremento conduce a un incremento en la probabilidad de dispersi3n de individuos, establecimiento de nuevas poblaciones y consecuentemente el éxito de la invasi3n (Leung *et al.* 2004).

Finalmente, los datos obtenidos durante la ejecuci3n de la presente Etapa del Monitoreo de la plaga *D. geminata* indican que la especie mantiene un proceso de dispersi3n activa hacia el sector norte de la Cuenca Biobío la cual está asociada principalmente a actividades de turismo y en sectores de la cuenca del río Serrano en la Regi3n de Magallanes. En relaci3n a los efectos sobre las comunidades bentónicas nuestros resultados nos permiten concluir que *D. geminata* homogeniza las comunidades conduciéndolas a una p3rdida de heterogeneidad ecológica que podrían afectar la funci3n y sustentabilidad de las cuencas afectadas por la esta plaga.



## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- AMAKAIK. (2012) Monitoreo de la presencia de la plaga de diatomea *Didymosphenia geminata* en Ríos de las Regiones de Los Lagos y de Aysén.
- Battarbee R.W. (1986) Diatom analysis. *Handbook of Holocene palaeoecology and palaeohydrology*, 527-570.
- Bergey E.A., Cooper J.T. & Phillips B.C. (2010) Substrate characteristics affect colonization by the bloom-forming diatom *Didymosphenia geminata*. *Aquatic Ecology*, **44**, 33-40.
- Beville S.T., Kerr G.N. & Hughey K.F. (2012) Valuing impacts of the invasive alga *Didymosphenia geminata* on recreational angling. *Ecological Economics*, **82**, 1-10.
- Bhatt J.P., Bhaskar A. & Pandit M.K. (2008) Biology, distribution and ecology of *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) Schmidt an abundant diatom from the Indian Himalayan rivers. *Aquatic Ecology*, **42**, 347-353.
- Blanco S. & Ector L. (2009) Distribution, ecology and nuisance effects of the freshwater invasive diatom *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) M. Schmidt: a literature review. *Nova Hedwigia*, **88**, 347-422.
- Bothwell M.L. & Kilroy C. (2011) Phosphorus limitation of the freshwater benthic diatom *Didymosphenia geminata* determined by the frequency of dividing cells. *Freshwater Biology*, **56**, 565-578.
- Bothwell M.L., Lynch D.R., Wright H. & Deniseger J. (2009) On the boots of fishermen: The history of Didymo blooms on Vancouver Island, British Columbia. *Fisheries*, **34**, 382-388.
- Bothwell M.L. & Taylor B.W. (2017) Blooms of benthic diatoms in phosphorus-poor streams. *Frontiers in Ecology and the Environment*, **15**, 110-111.
- Bothwell M.L., Taylor B.W. & Kilroy C. (2014) The Didymo story: the role of low dissolved phosphorus in the formation of *Didymosphenia geminata* blooms. *Diatom Research*, **29**, 229-236.
- Campbell M.L. (2005) Organism impact assessment (OIA) for potential impacts of *Didymosphenia geminata*. *All Oceans Ecology*, Melbourne.
- Carlton, J.T., Ruiz, G.M., 2005. Chapter 3: vector science and integrated vector management in bioinvasion ecology: conceptual frameworks. In: Mooney, H.A. (Ed.), *Invasive Alien Species: A New Synthesis*. 63:36
- CEQUA. (2016) Transferencia técnica para generar medidas de prevención y evitar el ingreso de la plaga didymo (*Didymosphenia geminata*) en la Región de Magallanes y Antártica Chilena. (Ed S.D.P.Y. Acuicultura), p. 400.
- CIEN. (2010a) Monitoreo de *Didymosphenia geminata* Informe I. Río Futaleufú.
- CIEN. (2010b) Monitoreo de *Didymosphenia geminata*. Informe II. Yelcho.



- CIEN. (2010c) Monitoreo de *Didymosphenia geminata*. Informe III. Río Espolón.
- CIEN. (2011a) La distribución de la diatomea *Didymosphenia geminata* en las cuencas de los ríos Aysén y Baker, Región de Aysén del General Carlos Ibañez del Campo. Informe Final. 32.
- CIEN. (2011b) Prospección de la especie *Didymosphenia geminata* (Lynbye) M. Schmidt 1899, en ríos de la Cuenca del Futaleufú y Palena en la Región de los Lagos, verano 2010. Informe Final. 62.
- Díaz C., Molina X. & Montecino V. (2012) Manual para el Monitoreo e Identificación de la Microalga Bentónica *Didymosphenia geminata*. Subsecretaría de Pesca. U. Chile-POCH SA <http://www.subpesca.cl/publicaciones/606/w3-article-80177.html>.
- Ellwood N. & Whitton B. (2007) Importance of organic phosphate hydrolyzed in stalks of the lotic diatom *Didymosphenia geminata* and the possible impact of atmospheric and climatic changes. *Hydrobiologia*, **592**, 121-133.
- Fofonoff, P.W., G.M. Ruiz, B. Steves, and J.T. Carlton. 2003. In ships or on ships? Mechanisms of transfer and invasion for non-native species to the coasts of North America. Pages 152 to 182 in: G.M. Ruiz and J.T. Carlton, editors. Invasive species: vectors and management strategies. Washington, DC: Island Press.
- Gillis C.-A. & Chalifour M. (2010) Changes in the macrobenthic community structure following the introduction of the invasive algae *Didymosphenia geminata* in the Matapedia River (Québec, Canada). *Hydrobiologia*, **647**, 63-70.
- James D.A. & Chipps S.R. (2016) Influence of *Didymosphenia geminata* Blooms on Prey Composition and Associated Diet and Growth of Brown Trout. *Transactions of the American Fisheries Society*, **145**, 195-205.
- Kawecka B. & Sanecki J. (2003) *Didymosphenia geminata* in running waters of southern Poland—symptoms of change in water quality? *Hydrobiologia*, **495**, 193-201.
- Kilroy C., Larned S. & Biggs B. (2009) The non-indigenous diatom *Didymosphenia geminata* alters benthic communities in New Zealand rivers. *Freshwater Biology*, **54**, 1990-2002.
- Kilroy C. & Unwin M. (2011) The arrival and spread of the bloom-forming, freshwater diatom, *Didymosphenia geminata*, in New Zealand. *Aquatic Invasions*, **6**, 249-262.
- Larson A.M. & Carreiro J. Relationship between nuisance blooms of *Didymosphenia geminata* and measures of aquatic community composition in Rapid Creek, South Dakota. In: *Proceedings of the 2007 International Workshop on Didymosphenia geminata*. Canadian Technical Report on Fisheries and Aquatic Sciences, pp. 45-492008.
- Lodge, D.M., Williams, S., MacIsaac, H.J., Hayes, K.R., Leung, B., Reichard, S., Mack, R.N., Moyle, P.B., Smith, M., Andow, D.A., Carlton, J.T., McMichael, A. (2006), "Biological invasions: Recommendations for U.S. policy and management", *Ecological Applications*, **16**(6): 2035–2054. 3.1, 4.6, 5.3, 6, 6.1, 6.2, 6.3, 6.3, 7.1, 7.2



- Leone P.B., Cerda J., Sala S. & Reid B. (2014) Mink (*Neovison vison*) as a natural vector in the dispersal of the diatom *Didymosphenia geminata*. *Diatom Research*, **29**, 259-266.
- Lindstrøm E.-A. & Skulberg O. (2008) *Didymosphenia geminata*—a native diatom species of Norwegian rivers coexisting with the Atlantic salmon. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.*, **2795**, 35-40.
- Merritt R.W. & Cummins K.W. (1996) *An introduction to the aquatic insects of North America*, Kendall Hunt.
- Montecino V., Molina X., Bothwell M., Muñoz P., Carrevedo M., Salinas F., Kumar S., Castillo M., Bizama G. & Bustamante R. (2016) Spatio temporal population dynamics of the invasive diatom *Didymosphenia geminata* in central-southern Chilean rivers. *Science of the Total Environment*, **568**, 1135-1145.
- Montecino V., Molina X., Kumar S., Castillo M.L. & Bustamante R.O. (2014) Niche dynamics and potential geographic distribution of *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) M. Schmidt, an invasive freshwater diatom in Southern Chile. *Aquatic Invasions*, **9**.
- Olivares P., Orellana P., Guerra G., Peredo-Parada M., Chavez V., Ramirez A. & Parodi J. (2015) Water contaminated with *Didymosphenia geminata* generates changes in *Salmo salar* spermatozoa activation times. *Aquatic Toxicology*, **163**, 102-108.
- POCH. (2015) Prospección de la especie plaga *Didymosphenia geminata* en cuerpos de agua de la zona centro-sur austral. Informe final proyecto FIP N°2014-58. *Subsecretaría de Pesca y Acuicultura*.
- POCH & U. de Chile (2011) Prospección de la presencia de *Didymosphenia geminata* en las Regiones de Los Lagos y Aysén. Informe Final.
- POCH & U. de Chile (2012) Prospección de la presencia de *Didymosphenia geminata* en la Subcuenca del río Yelcho y las cuencas del río Palena y Baker. Informe Final.
- Reid B. & Torres R. (2014) *Didymosphenia geminata* invasion in South America: Ecosystem impacts and potential biogeochemical state change in Patagonian rivers. *Acta oecologica*, **54**, 101-109.
- Reid B.L., Hernández K.L., Frangópulos M., Bauer G., Lorca M., Kilroy C. & Spaulding S. (2012) The invasion of the freshwater diatom *Didymosphenia geminata* in Patagonia: prospects, strategies, and implications for biosecurity of invasive microorganisms in continental waters. *Conservation Letters*, **5**, 432-440.
- Rivera P., Basualto S. & Cruces F. (2013) Acerca de la diatomea *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) M. Schmidt: su morfología y distribución en Chile. *Gayana. Botánica*, **70**, 154-158.
- Ruiz, G. & Carlton, J. (2003) Invasion vectors: a conceptual framework for management. *Invasive species: vectors and management strategies* (ed. by G. Ruiz and J. Carlton), pp. 459–504, Island Press, Washington
- Segura P. (2011) A Slimy Invader Blooms in the Rivers of Patagonia. *Science*, **331**, 18-18.



- Spaulding S. & Elwell L. (2007) Increase in nuisance blooms and geographic expansion of the freshwater diatom *Didymosphenia geminata*: recommendations for response. *White Paper. USEPA Region, 8*.
- SUBPESCA. (2011a) Prospección de la presencia de *Didymosphenia geminata* en las regiones de La Araucanía y Los Ríos.
- SUBPESCA. (2011b) Prospección de la Presencia de *Didymosphenia geminata* en las Regiones XIV, X, XI y XII y Elaboración de Material de Difusión Tendiente a su Control.
- Taylor B.W. & Bothwell M.L. (2014) The origin of invasive microorganisms matters for science, policy, and management: the case of *Didymosphenia geminata*. *BioScience*, **64**, 531-538.
- Whitton B., Ellwood N. & Kawecka B. (2009) Biology of the freshwater diatom *Didymosphenia*: a review. *Hydrobiologia*, **630**, 1-37.



### Gestión del Proyecto

- Solicitud de extensión de plazo para entrega de documento prefinal e informe final.
- Retraso muestreo campaña primavera-verano Etapa II por evento climático asociado a aluvión en villa Santa Lucía en la comuna de Chaitén, Región de Los Lagos, dejando aislado a parte del equipo de investigadoras y personal de apoyo mientras se encontraban muestreando las estaciones distribuida en la cuenca del río Futaleufú.
- Reunión de coordinación ejecutada el 26 de febrero de 2018.



# **A N E X O 1**

---

## TABLAS



**Tabla 48**

Número de estaciones por región, cuenca y subcuenca, indicando ubicación geográfica en coordenadas UTM WGS 84 H-19.

ESTACION	Región	Cuenca	Subcuenca	UTM X (H19)	UTM Y (H19)
Pte. Armerillo	Maule	Río Maule	Maule Medio	307996	6045754
Ancoa	Maule	Río Maule	Perquillauquen Alto	293698	6024311
Achibueno	Maule	Río Maule	Río Loncomilla	280354	6012368
Perquillauquen	Maule	Río Maule	Río Loncomilla	222784	6004977
Pte. Malcho	Maule	Río Maule	Río Loncomilla	284200	5987849
Ñuble 2A	Bio Bio	Río Itata	Ñuble Bajo	223175	5950533
Ñuble 1B	Bio Bio	Río Itata	Ñuble Alto	271297	5949450
Niblinto A	Bio Bio	Río Itata	Ñuble Bajo	252143	5945642
Chillan A	Bio Bio	Río Itata	Ñuble Bajo	241756	5935176
Diguillin A	Bio Bio	Río Itata	Itata Medio	249999	5919127
Caliboro	Bio Bio	Río Biobío	Laja Bajo	196257	5871880
Laja	Bio Bio	Río Biobío	Laja Bajo	236809	5867386
Polcura	Bio Bio	Río Bio Bio	Río Laja Alto (hasta bajo junta Río Rucúe)	262201	5866758
Laja B	Bio Bio	Río Biobío	Río Laja Alto (hasta bajo junta Río Rucúe)	274016	5865423
Rucúe B	Bio Bio	Río Biobío	Río Laja Alto (hasta bajo junta Río Rucúe)	252244	5863389
Cañicura A	Bio Bio	Río Biobío	Río Duqueco	250288	5846464
Duqueco B	Bio Bio	Río Biobío	Río Duqueco	194683	5838977
Huequecura	Bio Bio	Río Biobío	Río Bio Bio entre Río Ranquil y Río Duqueco	258513	5829204
Lirquen	Bio Bio	Río Biobío	Río Bio Bio entre Río Ranquil y Río Duqueco	247633	5814454
Bureo A	Bio Bio	Río Biobío	Río Bio Bio entre Río Duqueco y Río Vergara	234715	5814359
Queuco A	Biobío	Río Bio Bio	Río Bio Bio entre Río Ranquil y Río Duqueco	274492	5811094
Bio Bio A	Bio Bio	Río Biobío	Río Bio Bio entre Río Ranquil y Río Duqueco	264422	5809746
Bio Bio B	Bio Bio	Río Bio Bio	Río Bio-Bio entre Río Ranquil y Río Duqueco	264574	5809654
Balsadero Callaqui	Bio Bio	Río Biobío	Río Bio Bio entre Río Ranquil y Río Duqueco	263279	5808378
Pangue B	Bio Bio	Río Biobío	Río Bio Bio entre Río Ranquil y Río Duqueco	269909	5802367
Bio Bio C	La Araucanía	Río Biobío	Río Bio Bio Alto (Hasta despues junta Río Lamin)	298631	5768758
Malleco A	La Araucanía	Río Biobío	Ríos Malleco y Vergara	254336	5766750
Quillen	La Araucanía	Río Imperial	Río Chol Chol	241584	5755846
Quino A	La Araucanía	Río Imperial	Río Lumaco	210648	5755365
Bio Bio D	La Araucanía	Río Biobío	Río Bio Bio Alto (Hasta despues junta Río Lamin)	299708	5753623
Bio Bio E	La Araucanía	Río Biobío	Río Bio Bio Alto (Hasta despues junta Río Lamin)	303838	5746512
Indio B	La Araucanía	Río Imperial	Cautin Alto (hasta antes junta río Quepe)	260721	5740680
Bio Bio F	La Araucanía	Río Biobío	Río Bio Bio Alto (Hasta despues junta Río Lamin)	313772	5726708
Ñirreco A	La Araucanía	Río Biobío	Río Bio Bio Alto (Hasta despues junta Río Lamin)	292370	5717412
Quepe B	La Araucanía	Río Imperial	Río Quepe	237232	5712823
Quepe D	La Araucanía	Río Imperial	Río Quepe	210871	5712228
Truful Truful	La Araucanía	Río Toltén	Río Allipen	269477	5697704
Allipen A	La Araucanía	Río Toltén	Río Allipen	270395	5696170
Trafanpulli A	La Araucanía	Río Toltén	Río Allipen	252157	5669257
Liucura	La Araucanía	Río Toltén	Río Pucón	250745	5649870
Pucón	La Araucanía	Río Toltén	Río Pucón	247841	5648833
Donguil A	La Araucanía	Río Toltén	Toltén Bajo	197991	5645511
Voipir	La Araucanía	Río Toltén	Lago Villarica y Toltén Alto	220393	5642216
Trancura puente	La Araucanía	Río Toltén	Río Pucón	280784	5629442
Huenehue	Los Rios	Río Valdivia	Río Valdivia Alto (hasta desague Lago Panguipulli)	222639	5610318
Reca	Los Rios	Río Valdivia	Río Valdivia Alto (hasta desague Lago Panguipulli)	232971	5592194
San Pedro	Los Rios	Río Valdivia	Río San Pedro (Entre desague L. Panguipulli y Bajo río Quinchilca)	181079	5587149
Llanquihue	Los Rios	Río Valdivia	Río Valdivia Alto (hasta desague Lago Panguipulli)	239645	5586990



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

ESTACION	Región	Cuenca	Subcuenca	UTM X (H19)	UTM Y (H19)
Fuy	Los Ríos	Río Valdivia	Río Valdivia Alto (hasta desagüe Lago Panguipulli)	250321	5583959
Quinchilca B	Los Ríos	Río Valdivia	Río Calle Calle	178757	5581301
Enco	Los Ríos	Río Valdivia	Río San Pedro (Entre desagüe L. Panguipulli y Bajo río Quinchilca)	229447	5576493
Florín	Los Ríos	Río Bueno	Afluentes Lago Ranco	227129	5553900
Quiman A	Los Ríos	Río Bueno	Afluentes Lago Ranco	214746	5553832
Caunahue	Los Ríos	Río Bueno	Afluentes Lago Ranco	222885	5549774
Llifén	Los Ríos	Río Bueno	Afluentes Lago Ranco	222565	5546015
Curriñe	Los Ríos	Río Bueno	Afluentes Lago Ranco	244528	5544258
Pillanleufu	Los Ríos	Río Bueno	Afluentes Lago Ranco	241860	5540131
Puerto Lapi	Los Ríos	Río Bueno	Río Bueno entre Lago Ranco y Río Pilmaiquen	192315	5537822
Bueno	Los Ríos	Río Bueno	Río Bueno entre Lago Ranco y Río Pilmaiquen	169509	5529403
Pilmaiquen	De Los Lagos	Río Bueno	Río Pilmaiquen	160211	5521826
Rahue	De Los Lagos	Río Bueno	Río Rahue hasta antes junta río Negro	188674	5478133
Coihueco A	De Los Lagos	Río Bueno	Río Bueno entre Lago Ranco y río Pilmaiquen	189815	5461900
Petrohue	De Los Lagos	Cuencas e Islas entre río Bueno y río Puelo	Río Petrohue	211235	5437335
Hueñu Hueñu	De Los Lagos	Cuencas e Islas entre R. Bueno y R. Puelo	Río Petrohue	208518	5426727
Del Este	De Los Lagos	Cuencas e Islas entre río Bueno y río Puelo	Costeras entre río Petrohue y río Puelo	226198	5413423
Rollizo	De Los Lagos	Cuencas e Islas entre río Bueno y río Puelo	Costeras entre río Chamiza y río Petrohue	221720	5406345
Chaica B	De Los Lagos	Cuencas e Islas entre río Bueno y río Puelo	Costeras entre río Chamiza y río Petrohue	195143	5386480
Puelo A	De Los Lagos	Río Puelo	Río Puelo Bajo	236052	5384789
Puelo 01	De Los Lagos	Río Puelo	Río Puelo Alto	251704	5379560
Frío B	De Los Lagos	Río Puelo	Río Manso	251825	5379230
Puelo B	De Los Lagos	Río Puelo	Río Puelo Bajo	240904	5379128
Palace A	De Los Lagos	Río Puelo	Río Manso	249923	5378273
Puelo 02	De Los Lagos	Río Puelo	Río Manso	248846	5375973
Negro	De Los Lagos	Río Puelo	Río Puelo Alto	254107	5364104
Mapocho	De Los Lagos	Río Puelo	Río Puelo Alto	259327	5356813
Puelo C	De Los Lagos	Río Puelo	Río Puelo Alto	257367	5353346
Futaleufu A	De Los Lagos	Río Yelcho	Río Futaleufu	275818	5215585
Espolon A	De Los Lagos	Río Yelcho	Río Futaleufu	266529	5214264
Yelcho B	De Los Lagos	Río Yelcho	Río Yelcho	220407	5213914
Espolon D	De Los Lagos	Río Yelcho	Río Futaleufu	267155	5212739
Espolon B	De Los Lagos	Río Yelcho	Río Futaleufu	263341	5212331
Futaleufu B	De Los Lagos	Río Yelcho	Río Futaleufu	268204	5211786
Futaleufu C	De Los Lagos	Río Yelcho	Río Futaleufu	249951	5187066
El Tigre	De Los Lagos	Río Palena y Costeras Límite Décima Región	Río Palena entre Frontera y Río Rosselot	264726	5162915
Palena B	De Los Lagos	Río Palena y Costeras Límite Décima Región	Río Palena entre Frontera y Río Rosselot	257075	5162798
Azul B	De Los Lagos	Río Palena y Costeras Límite Décima Región	Río Palena entre Frontera y Río Rosselot	272042	5158396
Rodríguez	Ayséndel Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Palena y Costeras Límite Décima Región	Río Palena entre Frontera y Río Rosselot	229954	5150301
Quinto B	Ayséndel Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Palena y Costeras Límite Décima Región	Río Rosselot	240812	5127859
Palena D	Ayséndel Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Palena y Costeras Límite Décima Región	Río Palena Bajo	216596	5122565
Seco A	Ayséndel Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Palena y Costeras Límite Décima Región	Río Rosselot	243902	5116521
Risopatron	Ayséndel Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Palena y Costeras Límite Décima Región	Río Palena Bajo	223383	5107868
Figueroa A	Ayséndel Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Palena y Costeras Límite Décima Región	Río Rosselot	254349	5103487



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

ESTACION	Región	Cuenca	Subcuenca	UTM X (H19)	UTM Y (H19)
Pico C	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Palena y Costeras Limite Decima Region	Río Rosselot	272460	5102082
Pico D	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Palena y Costeras Limite Decima Region	Río Rosselot	273917	5101949
Pico B	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Palena y Costeras Limite Decima Region	Río Rosselot	265054	5101914
Queulat B	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Costeras e Islas entre Río Palena y Río Aysén	Costeras entre Seno Ventisquero y Río Cisnes	221504	5062157
Cisnes 02	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Costeras e Islas entre Río Palena y Río Aysén	Río Cisnes	287640	5053527
Cisnes Moro	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Costeras e Islas entre Río Palena y Río Aysén	Río Cisnes	277047	5050406
Cisnes 03	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Costeras e Islas entre Río Palena y Río Aysén	Río Cisnes	242586	5046986
De las Torres B	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Costeras e Islas entre Río Palena y Río Aysén	Río Cisnes	252540	5042683
De las Torres A	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Costeras e Islas entre Río Palena y Río Aysén	Río Cisnes	253677	5042641
Travieso B	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Costeras e Islas entre Río Palena y Río Aysén	Río Cisnes	246518	5039683
Cisnes 04	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Costeras e Islas entre Río Palena y Río Aysén	Río Cisnes	213875	5037307
Cisnes 05	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Costeras e Islas entre Río Palena y Río Aysén	Río Cisnes	212075	5036353
Mañihuales C	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Aysén	Río Maniguales	252144	5011716
Mañihuales A	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Aysén	Río Maniguales	251252	5004373
Mañihuales B	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Aysén	Río Maniguales	252260	5001031
Ñirehuao	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Aysén	Río Maniguales	254665	4993953
Cañon A	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Aysén	Río Maniguales	247361	4987177
Cañon B	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Aysén	Río Maniguales	246336	4986150
Emperador Guillermo A	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Aysén	Río Maniguales	250881	4980718
Esperanza B	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Aysén	Río Maniguales	229667	4973171
Emperador Guillermo B	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Aysén	Río Maniguales	265329	4972436
Pangal A	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Aysén	Río Aisén entre río Riesco y Desembocadura	213636	4970866
Claro C (Claro P)	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Aysén	Río Simpson	221989	4970496



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

ESTACION	Región	Cuenca	Subcuenca	UTM X (H19)	UTM Y (H19)
Simpson Mañihuales	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Aysén	Río Aisén bajo Junta Maniguales Simpson y Río Riesco	226120	4965866
Aysén	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Aysén	Río Aisén entre Río Riesco y Desembocadura	215314	4965309
Simpson A	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Aysén	Río Simpson	231908	4964196
Coyhaique A	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Aysén	Río Simpson	272258	4952916
Coyhaique B	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Aysén	Río Simpson	263650	4949608
Claro B (Claro S)	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Aysén	Río Simpson	258117	4947217
Cea	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Aysén	Río Simpson	250766	4938216
Pollux	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Aysén	Río Simpson	261956	4936419
Simpson B	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Aysén	Río Simpson	258897	4932018
El Arco	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Aysén	Río Simpson	257344	4928636
Lago La Paloma	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Aysén	Río Riesco	261866	4915025
La Paloma	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Aysén	Río Riesco	261965	4915001
Maiten	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Baker	Vertiente Sur Lago Jose Miguel Carrera	231258	4817094
Chacabuco B	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Baker	Río Baker entre Desague L. J. M. Carrera y Río de La Colonia	254751	4784056
Chacabuco A	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Baker	Río Baker entre Desague L. J. M. Carrera y Río de La Colonia	257070	4783646
del Salto	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Baker	Río Baker entre Desague L. J. M. Carrera y Río de La Colonia	224062	4751949
Los Ñadis A	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Baker	Río Baker entre arriba Río de La Colonia y Desembocadura	210718	4721562
Baker	Aysén del Gral Carlos Ibañez del Campo	Río Baker	Río Baker entre arriba Río de La Colonia y Desembocadura	182344	4703958
Las Chinas	Magallanes y la Antártida Chilena	Costeras entre Seno Andrew y Río Holleberg e islas al oriente	Río Serrano	254115	4342577
Sarmiento	Magallanes y la Antártida Chilena	Costeras entre Seno Andrew y Río Holleberg e islas al oriente	Río Serrano	239729	4337320
Lago Sarmiento	Magallanes y la Antártida Chilena	Costeras entre Seno Andrew y Río Holleberg e islas al oriente	Río Serrano	239513	4337125
Lago Toro	Magallanes y la Antártida Chilena	Costeras entre Seno Andrew y Río Holleberg e islas al oriente	Río Serrano	223581	4323492
Grey	Magallanes y la Antártida Chilena	Costeras entre Seno Andrew y Río Holleberg e islas al oriente	Río Serrano	219643	4321811



## INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N EN ACUICULTURA

ESTACION	Regi3n	Cuenca	Subcuenca	UTM X (H19)	UTM Y (H19)
Serrano DGA	Magallanes y la Antartida Chilena	Costeras entre Seno Andrew y Rio Hollemberg e islas al oriente	Rio Serrano	223235	4321226
Serrano Pueblo	Magallanes y la Antartida Chilena	Costeras entre Seno Andrew y Rio Hollemberg e islas al oriente	Rio Serrano	220996	4315994
Lago Maravilla	Magallanes y la Antartida Chilena	Costeras entre Seno Andrew y Rio Hollemberg e islas al oriente	Rio Serrano	239989	4309013
Tranquilo	Magallanes y la Antartida Chilena	Costeras e Islas entre R Hollemberg- Golfo Alte. Laguna Blanca	Costeras del Golfo Almirante Montt y Fiordo Obstruccion	270239	4267678
Hollemberg	Magallanes y la Antartida Chilena	Costeras e Islas entre R Hollemberg	Golfo Alte Laguna Blanca	263220	4243676
Rubens	Magallanes y la Antartida Chilena	Vertiente del Atlantico	Rio Rubens	297803	4231015
Penitente	Magallanes y la Antartida Chilena	Vertiente del Atlantico	Rio Penitente	333545	4230109
Russfin	Magallanes y la Antartida Chilena	Tierra del Fuego	Afluentes Rio Grande y Cuencas Cerradas	487382	4042465
Moneta	Magallanes y la Antartida Chilena	Tierra del Fuego	Afluentes Rio Grande y Cuencas Cerradas	521217	4037939
Japon	Magallanes y la Antartida Chilena	Tierra del Fuego	Afluentes Rio Grande y Cuencas Cerradas	479032	4037164
Grande	Magallanes y la Antartida Chilena	Tierra del Fuego	Afluentes Rio Grande y Cuencas Cerradas	507277	4028396
R Blanco	Magallanes y la Antartida Chilena	Tierra del Fuego	Afluentes Rio Grande y Cuencas Cerradas	500761	4023648
Catalina	Magallanes y la Antartida Chilena	Tierra del Fuego	Afluentes Rio Grande y Cuencas Cerradas	513372	4010529
Lago Blanco	Magallanes y la Antartida Chilena	Tierra del Fuego	Afluentes Rio Grande y Cuencas Cerradas	502739	4008743
Rasmussen	Magallanes y la Antartida Chilena	Tierra del Fuego	Afluentes Rio Grande y Cuencas Cerradas	517869	3991085



**Tabla 49**

Fechas y hora de muestreo por estación. Las celdas vacías indican dato pendiente.

ESTACION	Cuenca	Campaña primavera-verano		Campaña otoño-invierno	
		Fecha	Hora	Fecha	Hora
Pte Armerillo	73	16-12-2017	17:10:17	29-05-2018	10:38:53
Ancoa	73	17-12-2017	13:41:12	29-05-2018	14:34:39
Achibueno	73	17-12-2017	10:44:33	29-05-2018	13:14:04
Perquilauquen	73	17-12-2017	19:44:01	30-05-2018	10:27:55
Pte Malcho	73	17-12-2017	15:24:39	29-05-2018	17:38:13
Ñuble 2A	81	18-12-2017	9:26:21	30-05-2018	12:34:00
Ñuble 1B	81	18-12-2017	14:47:56	30-05-2018	15:50:44
Niblinto A	81	19-12-2017	11:00:30	30-05-2018	17:08:42
Chillan A	81	18-12-2017	17:07:46	31-05-2018	11:19:00
Diguillin A	81	19-12-2017	13:52:05	31-05-2018	10:01:41
Caliboro	83	06-01-2018	13:27:58	31-05-2018	15:08:10
Laja	83	08-01-2018	10:34:26	01-06-2018	15:04:12
Polcura	83	07-01-2018	9:41:34	01-06-2018	16:50:29
Laja B	83	07-01-2018	11:46:02	02-06-2018	10:12:43
Rucúe B	83	07-01-2018	13:14:25	01-06-2018	13:15:41
Cañicura A	83	07-01-2018	15:02:36	01-06-2018	11:05:17
Duqueco B	83	06-01-2018	10:39:26	02-06-2018	16:51:02
Huequecura	83	04-01-2018	17:29:48	04-06-2018	9:48:03
Lirquen	83	05-01-2018	18:00:03	04-06-2018	11:51:40
Bureo A	83	05-01-2018	16:30:47	04-06-2018	13:19:08
Queuco A	83	05-01-2018	8:53:33	03-06-2018	10:29:27
Bio Bio A	83	04-01-2018	13:41:29	03-06-2018	15:16:00
Bio Bio B	83			03-06-2018	14:06:40
Balsadero Callaqui	83	04-01-2018	14:53:36	03-06-2018	12:47:21
Pangue B	83	05-01-2018	10:17:28	03-06-2018	11:43:04
Bio Bio C	83	20-12-2017	12:02:39	05-06-2018	11:22:12
Malleco A	83	03-01-2018	16:24:02	06-06-2018	14:46:30
Quillen	91	14-12-2017	16:37:17	06-06-2018	16:52:18
Quino A	91	14-12-2017	14:25:37	07-06-2018	10:08:23
Bio Bio D	83	20-12-2017	14:16:22	05-06-2018	12:48:04
Bio Bio E	83	20-12-2017	16:05:18	05-06-2018	14:19:06
Indio B	91	03-01-2018	13:49:28	06-06-2018	12:56:35
Bio Bio F	83	03-01-2018	9:29:26	05-06-2018	16:01:17
Ñirreco A	83	03-01-2018	11:34:34	06-06-2018	10:45:45
Quepe B	91	14-12-2017	9:58:27	07-06-2018	12:48:54
Quepe D	91	14-12-2017	11:38:42	07-06-2018	14:18:20
Truful Truful	94	13-12-2017	19:53:12	08-06-2018	11:17:01
Allipen A	94	13-12-2017	18:23:12	08-06-2018	9:53:26
Trafanpulli A	94	13-12-2017	16:18:05	08-06-2018	13:25:35
Liucura	94	12-12-2017	13:49:30	09-06-2018	10:05:07
Pucón	94			09-06-2018	11:29:00
Donguil A	94	13-12-2017	12:07:19	10-06-2018	10:43:55
Voipir	94			10-06-2018	12:02:20
Trancura puente	94	12-12-2017	17:29:54	09-06-2018	13:07:15



ESTACION	Cuenca	Campaña primavera-verano		Campaña otoño-invierno	
		Fecha	Hora	Fecha	Hora
Huenehue	101	08-12-2017	18:00:28	11-06-2018	16:43:44
Reca	101	09-12-2017	14:56:01	11-06-2018	15:05:27
San Pedro	101	08-12-2017	14:57:45	12-06-2018	11:16:59
Llanquihue	101	09-12-2017	17:11:44	11-06-2018	13:53:44
Fuy	101	10-12-2017	9:28:43	11-06-2018	10:51:09
Quinchilca B	101	08-12-2017	14:29:11	12-06-2018	12:16:32
Enco	101	09-12-2017	11:09:38	11-06-2018	12:21:25
Florin	103	05-12-2017	16:12:08	06-07-2018	12:19:54
Quiman A	103	06-12-2017	8:25:20	06-07-2018	13:12:13
Caunahue	103	05-12-2017	14:57:21	05-07-2018	14:39:33
Llifén	103	05-12-2017	15:18:38		
Curriñe	103	05-12-2017	12:01:30	05-07-2018	
Pillanleufu	103	05-12-2017	8:54:44	05-07-2018	11:16:41
Puerto Lapi	103	06-12-2017	10:37:38	06-07-2018	14:37:57
Bueno	103	06-12-2017	13:13:39	04-07-2018	16:06:59
Pilmaiquén	103			04-07-2018	13:45:06
Rahue	103	06-12-2017	17:11:24	10-07-2018	12:56:59
Coihueco A	103	06-12-2017	18:53:04	10-07-2018	15:05:40
Petrohue	104			11-07-2018	11:07:52
Hueñu Hueñu	104			03-07-2018	
Del Este	104			03-07-2018	14:28:46
Rollizo	104			03-07-2018	15:28:07
Chaica B	104	07-12-2017	15:15:37	11-07-2018	14:30:13
Puelo A	105			09-07-2018	17:21:23
Puelo 01	105	27-12-2017	18:00:22	08-07-2018	10:44:10
Frío B	105	27-12-2017	17:07:59	07-07-2018	8:29:00
Puelo B	105			09-07-2018	16:07:12
Palace A	105	28-12-2017	11:05:27	08-07-2018	13:59:26
Puelo 02	105	28-12-2017	12:35:50	08-07-2018	15:24:29
Negro	105	27-12-2017	15:13:41		
Mapocho	105	27-12-2017	11:36:14	09-07-2018	11:17:17
Puelo C	105	27-12-2017	13:39:38	09-07-2018	9:59:59
Futaleufu A	107	14-12-2017	9:12:24	06-05-2018	9:56:37
Espolon A	107	13-12-2017	17:03:13	06-05-2018	11:25:48
Yelcho B	107	13-12-2017	11:17:26	08-05-2018	12:53:48
Espolon D	107			07-05-2018	10:51:27
Espolon B	107	13-12-2017	15:34:38	05-05-2018	14:37:03
Futaleufu B	107	14-12-2017	11:32:55	07-05-2018	9:50:57
Futaleufu C	107	13-12-2017	14:01:57	05-05-2018	12:55:52
El Tigre	110	15-12-2017	9:53:57	05-05-2018	8:25:48
Palena B	110	14-12-2017	17:08:38	04-05-2018	15:36:41
Azul B	110	15-12-2017	11:44:19	05-05-2018	9:58:10
Rodriguez	110	19-01-2018	15:02:46	04-05-2018	11:51:16
Quinto B	110	19-01-2018	17:03:19	04-05-2018	10:13:37
Palena D	110	19-01-2018	18:31:01	04-05-2018	8:28:51
Seco A	110	20-01-2018	16:42:04	03-05-2018	15:36:55
Risopatron	110	21-01-2018	8:43:05	01-05-2018	16:36:53



ESTACION	Cuenca	Campaña primavera-verano		Campaña otoño-invierno	
		Fecha	Hora	Fecha	Hora
Figueroa A	110	20-01-2018	15:24:26	03-05-2018	14:09:30
Pico C	110	20-01-2018	10:12:31	03-05-2018	10:42:25
Pico D	110	20-01-2018	11:46:08	03-05-2018	9:41:59
Pico B	110	20-01-2018	14:16:31	03-05-2018	12:32:56
Queulat B	111	21-01-2018	11:33:07	01-05-2018	14:07:05
Cisnes 02	111	22-01-2018	11:52:16	19-04-2018	10:10:07
Cisnes Moro	111	22-01-2018	13:03:35	19-04-2018	11:34:53
Cisnes 03	111	23-01-2018	13:55:19	01-05-2018	12:16:49
De las Torres B	111	22-01-2018	16:11:00	19-04-2018	15:05:15
De las Torres A	111	22-01-2018	15:41:40	19-04-2018	13:53:51
Travieso B	111	23-01-2018	15:27:29	19-04-2018	16:26:20
Cisnes 04	111	23-01-2018	11:47:19	20-04-2018	9:07:15
Cisnes 05	111	23-01-2018	10:43:08	18-04-2018	15:24:22
Mañihuales C	113	24-01-2018	8:56:11	20-04-2018	11:31:56
Mañihuales A	113	24-01-2018	10:23:16	20-04-2018	14:30:44
Mañihuales B	113	24-01-2018	11:22:29	21-04-2018	9:09:27
Ñirehuao	113	24-01-2018	12:37:33	20-04-2018	13:40:17
Cañon A	113	24-01-2018	17:21:37	01-05-2018	9:34:14
Cañon B	113	24-01-2018	15:20:31	21-04-2018	10:16:16
Emperador Guillermo A	113	25-01-2018	9:05:39	21-04-2018	11:59:32
Esperanza B	113	13-01-2018	16:46:14	22-04-2018	9:10:48
Emperador Guillermo B	113	25-01-2018	11:17:00	21-04-2018	13:12:40
Pangal A	113	13-01-2018	9:45:01	23-04-2018	15:41:29
Claro C (Claro P)	113	13-01-2018	14:04:34	22-04-2018	11:40:42
Simpson Mañihuales	113	13-01-2018	15:35:19	23-04-2018	17:08:01
Aysén	113	13-01-2018	12:03:10	23-04-2018	11:37:24
Simpson A	113	13-01-2018	17:57:43	30-04-2018	15:11:52
Coyhaique A	113	26-01-2018	10:52:11	24-04-2018	9:13:14
Coyhaique B	113	26-01-2018	11:22:04	24-04-2018	10:28:11
Claro B (Claro S)	113	25-01-2018	12:56:15	24-04-2018	16:58:51
Cea	113	14-01-2018	16:24:02	25-04-2018	10:16:37
Pollux	113	14-01-2018	14:32:03	24-04-2018	12:06:21
Simpson B	113	14-01-2018	12:37:53	24-04-2018	14:15:14
El Arco	113	14-01-2018	11:58:16	24-04-2018	15:18:51
Lago La Paloma	113	14-01-2018	10:28:57	25-04-2018	12:45:08
La Paloma	113	14-01-2018	9:52:21	25-04-2018	12:17:46
Maiten	115	17-01-2018	16:11:28	29-04-2018	12:08:06
Chacabuco B	115	17-01-2018	11:49:06	27-04-2018	12:26:52
Chacabuco A	115	17-01-2018	10:59:21	27-04-2018	10:07:42
del Salto	115	16-01-2018	15:59:09	28-04-2018	16:43:34
Los Ñadis A	115	16-01-2018	14:23:04	28-04-2018	15:07:18
Baker	115	16-01-2018	11:43:33	29-04-2018	9:12:06
Las Chinas	122	15-11-2017	12:13:21	30-03-2018	11:27:13
Sarmiento	122	15-11-2017	13:20:31	30-03-2018	13:26:09
Lago Sarmiento	122	15-11-2017	15:06:40	30-03-2018	14:08:38
Lago Toro	122	17-11-2017	15:28:06	01-04-2018	17:25:18
Grey	122	17-11-2017	13:24:49	01-04-2018	16:36:41



ESTACION	Cuenca	Campaña primavera-verano		Campaña otoño-invierno	
		Fecha	Hora	Fecha	Hora
Serrano DGA	122	18-11-2017	12:52:17	31-03-2018	13:58:57
Serrano Pueblo	122	18-11-2017	14:47:39	31-03-2018	10:53:37
Lago Maravilla	122	15-11-2017	18:18:59	01-04-2018	14:03:10
Tranquilo	124	16-11-2017	16:53:51	29-03-2018	14:01:17
Hollemberg	124			02-04-2018	14:25:49
Rubens	126	16-11-2017	15:06:09	29-03-2018	12:05:24
Penitente	126	16-11-2017	13:35:37	29-03-2018	10:17:35
Russfin	128			21-03-2018	11:35:03
Moneta	128	11-11-2017	14:15:13	22-03-2018	9:57:15
Japon	128	12-11-2017	14:25:56	21-03-2018	9:33:12
Grande	128	11-11-2017	15:08:43	21-03-2018	14:29:50
R Blanco	128			22-03-2018	12:21:27
Catalina	128	12-11-2017	17:41:34		
Lago Blanco	128	13-11-2017	9:00:52	23-03-2018	13:46:16
Rasmussen	128	11-11-2017	18:01:04	23-03-2018	10:14:00



**Tabla 50.** Listado de taxa registrados como componentes del fitobentos durante la campaña de primavera-verano del presente Monitoreo.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género			
Bacillariophyta	Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i>			
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira</i>			
		Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i>			
	Bacillariophyceae	Achnanthes	Achnanthaceae	Achnanthaceae	<i>Achnanthes</i>		
			Achnanthidiaceae	Achnanthidiaceae	<i>Achnanthidium</i>		
			Achnanthaceae	Achnanthaceae	<i>Planothidium</i>		
			Cocconeidaceae	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i>		
		Bacillariales	Bacillariaceae	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>		
		Thalassiophysales	Catenulaceae	Catenulaceae	<i>Amphora</i>		
		Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbellaceae	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i>	
				Cymbellaceae	Cymbellaceae	<i>Encyonema</i>	
				Cymbellaceae	Cymbellaceae	<i>Cymbopleura</i>	
			Gomphonemataceae	Gomphonemataceae	Gomphonemataceae	<i>Reimeria</i>	
				Gomphonemataceae	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>	
				Gomphonemataceae	Gomphonemataceae	<i>Gomphoneis</i>	
				Gomphonemataceae	Gomphonemataceae	<i>Didymosphenia</i>	
		Rhoicospheniaceae	Rhoicospheniaceae	Rhoicospheniaceae	<i>Didymosphenia vacio</i>		
		Rhoicospheniaceae	Rhoicospheniaceae	Rhoicospheniaceae	<i>Rhoicosphenia</i>		
		Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>		
		Naviculales	Pleurosigmataceae	Pleurosigmataceae	Pleurosigmataceae	<i>Gyrosigma</i>	
	Sellaphoraceae		Sellaphoraceae	Sellaphoraceae	<i>Sellaphora</i>		
	Naviculaceae		Naviculaceae	Naviculaceae	<i>Navicula</i>		
	Amphipleuraceae		Amphipleuraceae	Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i>		
	Pinnulariaceae		Pinnulariaceae	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i>		
	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia</i>			
	Surirellales	Surirellaceae	Surirellaceae	Surirellaceae	<i>Epithemia</i>		
				Surirellaceae	Surirellaceae	<i>Surirella</i>	
	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilariaceae	<i>Cymatopleura</i>		
				Fragilariaceae	<i>Diatoma</i>		
				Fragilariaceae	<i>Diatoma teratologica</i>		
Fragilariaceae				<i>Fragilaria</i>			
Fragilariaceae				<i>Fragilaria teratológica</i>			
Fragilariaceae				<i>Hannaea</i>			
Fragilariaceae				<i>Ulnaria</i>			
Fragilariaceae				<i>Asterionella</i>			
Fragilariaceae		<i>Distrionella</i>					
Tabellariales		Tabellariaceae	Tabellariaceae	<i>Meridion</i>			
Tabellariales	Tabellariaceae	Tabellariaceae	<i>Tetracyclus</i>				
Tabellariales	Tabellariaceae	Tabellariaceae	<i>Tabellaria</i>				
Rhodophyta	Florideophyceae	Acrochaetiales	Acrochaetiaceae	<i>Audouinella filamento</i>			
Chlorophyta	Ulvophyceae	Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Cladophora filamento</i>			
		Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix filamento</i>			
		Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Stigeoclonium filamento</i>			
	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium filamento</i>		
				Oedogoniaceae	<i>Bulbochaete filamento</i>		
				Oedogoniaceae	<i>Bulbochaete filamento</i>		
		Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Scenedesmaceae	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus celula</i>	
					Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus celula</i>	
					Scenedesmaceae	<i>Tetraedron</i>	
			Hydrodictyceae	Hydrodictyceae	Hydrodictyceae	Hydrodictyceae	<i>Pseudopediastrum célula</i>
						Hydrodictyceae	<i>Pediastrum célula</i>
						Hydrodictyceae	<i>Pediastrum célula</i>
		Selenastraceae	Selenastraceae	Selenastraceae	Selenastraceae	<i>Ankistrodesmus</i>	
					Selenastraceae	<i>Monoraphidium</i>	
					Selenastraceae	<i>Kirchneriella</i>	
Selenastraceae	Selenastraceae	Selenastraceae	<i>Selenastrum</i>				
Charophyta	Conjugatophyceae (Zygnematophyceae)	Zygnematales	Zygnemataceae	Zygnemataceae	<i>Zygnema filamento</i>		
				Zygnemataceae	<i>Spirogyra filamento</i>		
				Zygnemataceae	<i>Mougeotia filamento</i>		
		Desmidiiales	Desmidiaceae	Desmidiaceae	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i>	
					Desmidiaceae	<i>Closterium</i>	
					Desmidiaceae	<i>Staurastrum</i>	
Klebsormidiophyceae	Klebsormidiales	Elakatotrichaceae	Elakatotrichaceae	<i>Elakathotrix</i>			
Euglenophyta (=Phylum Euglenozoa)	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena</i>			
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Chamaesiphonaceae	<i>Chamaesiphon filamento</i>			
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Nostoc filamento</i>			



Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	
			Nostocaceae	<i>Anabaena filamento</i>	
			Rivulariaceae	<i>Calothrix filamento</i>	
			Tolypothrichaceae	<i>Tolypothrix filamento</i>	
		Oscillatoriales		Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena filamento</i>
				Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria filamento</i>
				Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya filamento</i>
				Oscillatoriaceae	<i>Phormidium filamento</i>
Dinophyta	Dinophyceae	Gonyaulacales	Ceratiaceae	<i>Ceratium</i>	
Ochrophyta	Chrysophyceae	Hydrurales	Hydruraceae	<i>Hydrurus filamento</i>	
		Chromulinales	Dinobryaceae	<i>Dinobryon celula</i>	



**Tabla 51.** Listado de especies de diatomeas registradas durante campaña primavera-verano.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie		
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Achnanthes	Achnantheaceae	<i>Planothidium lanceolatum teratologica</i>		
				<i>Planothidium frequentissimum</i>		
				<i>Planothidium delicatum</i>		
				<i>Planothidium lanceolatum</i>		
			Achnantheaceae	<i>Achnantheidium minutissimum teratologica</i>		
				<i>Achnantheidium minutissimum</i>		
				<i>Karayevia oblongella</i>		
			Cocconeidaceae	<i>Cocconeis euglypta (ex C placentula var euglypta)</i>		
				<i>Cocconeis lineata (ex C placentula var lineata)</i>		
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia valdecostata</i>		
				<i>Nitzschia perminuta</i>		
				<i>Nitzschia vermicularis</i>		
				<i>Nitzschia frustulum</i>		
				<i>Nitzschia amphibia</i>		
				<i>Nitzschia lieberthuthii</i>		
				<i>Nitzschia inconspicua</i>		
				<i>Nitzschia subacicularis</i>		
				<i>Nitzschia fonticola</i>		
				<i>Nitzschia palea</i>		
				<i>Nitzschia dissipata</i>		
				Cymbellales	Anomoeoneidaceae	<i>Adlafia bryophila</i>
						Cymbellaceae
		<i>Cymbella tumida</i>				
		<i>Encyonema ventricosum</i>				
		<i>Cymbella cystula</i>				
		<i>Encyonema minutiforme</i>				
		<i>Encyonema minutum</i>				
		<i>Encyonema silesiacum</i>				
		<i>Encyonema lange-bertalotii</i>				
		Gomphonemataceae	<i>Gomphonema truncatum</i>			
			<i>Gomphonema calcifuga</i>			
			<i>Gomphonema subclavatum</i>			
			<i>Geissleria decussis</i>			
			<i>Gomphonema angustatum</i>			
			<i>Gomphonema gracile</i>			
			<i>Gomphonema acuminatum</i>			
			<i>Gomphonema minutum</i>			
			<i>Gomphonema parvulum</i>			
			<i>Encyonopsis microcephala</i>			
			<i>Encyonopsis aff ceratiformis</i>			
			<i>Reimeria sinuata</i>			
			<i>Encyonopsis subminuta</i>			
			<i>Gomphonema minuta</i>			
		<i>Didymosphenia geminata</i>				
		<i>Gomphonema pumilum</i>				
		Rhoicospheniaceae	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>			
		Eunotiales	Eunotiaceae		<i>Eunotia bilunaris</i>	
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria recapitellata teratologica</i>		
				<i>Frustulia vulgaris</i>		
				<i>Frustulia rhomboides</i>		
				<i>Fragilaria capucina var vaucheriae teratologica</i>		
				<i>Frustulia amphipleuroides</i>		
<i>Fragilaria crotonensis</i>						
<i>Fragilaria capucina Teratologica</i>						
<i>Fragilaria recapitellata</i>						
<i>Fragilaria capucina</i>						
<i>Fragilaria tenera</i>						
Staurosiraceae	<i>Staurosirella pinnata</i>					
	<i>Pseudostaurosira pseudoconstruens</i>					
	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i>					
Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria contracta</i>				
		<i>Hannaea arcus</i>				
		<i>Ulnaria ulna</i>				
		<i>Ulnaria acus</i>				
Naviculales	Brachysiraceae	<i>Brachysira neoexilis</i>				



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie
			Cavinulaceae	<i>Cavinula pseudoscutiformis</i>
			Diploneidaceae	<i>Diploneis elliptica</i>
				<i>Diploneis ovalis</i>
			Naviculaceae	<i>Navicula amphiceropsis</i>
				<i>Navicula veneta</i>
				<i>Navicula tripunctata</i>
				<i>Navicula rhynchocephala</i>
				<i>Navicula viridula</i>
				<i>Navicula lanceolata</i>
				<i>Navicula radiosa</i>
				<i>Navicula gregaria</i>
				<i>Navicula cryptocephala</i>
				<i>Navicula capitatoradiata</i>
				<i>Navicula cryptotenella</i>
			Naviculales incertae sedis	<i>Mayamaea atomus</i>
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia borealis</i>
	<i>Distronella germainii</i>			
	Sellaphoraceae	<i>Sellaphora pupula</i>		
	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia gibba</i>	
			<i>Epithemia sorex</i>	
			<i>Epithemia adnata</i>	
	Surirellales	Surirellaceae	<i>Cymatopleura solea</i>	
	Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Asterionella formosa</i>	
			<i>Diatoma vulgare</i>	
			<i>Tetracyclus emarginatus</i>	
			<i>Diatoma moniliformis teratologica</i>	
			<i>Tabellaria fenestrata</i>	
			<i>Diatoma mesodon</i>	
			<i>Diatoma moniliformis</i>	
			<i>Diatoma tenuis</i>	
			<i>Tabellaria floculosa</i>	
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira alpigena</i>
				<i>Aulacoseira distans</i>
<i>Aulacoseira granulata</i>				
Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira varians</i>		
Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	
			<i>Discostella stelligera</i>	
			<i>Cyclotella ocellata</i>	



**Tabla 52.** Listado de taxa registrados como componentes del fitobentos durante la campaña de otoño-invierno del presente Monitoreo.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género		
Bacillariophyta	Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Cyclotella		
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	Aulacoseira		
		Melosirales	Melosiraceae	Melosira		
		Rhizosoleniales	Rhizosoleniaceae	Urosolenia		
		Achnanthes	Achnantheaceae	Achnantheaceae	Achnantheum	
	Cocconeidaceae		Cocconeidaceae	Cocconeis		
	Cavinulaceae		Cavinulaceae	cf Cavinula		
	Naviculales	Sellaphoraceae	Sellaphoraceae	Sellaphora		
		Bacillariales	Bacillariaceae	Denticula		
	Nitzschia					
	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella			
			Encyonema			
			Encyonopsis			
		Gomphonemataceae	Reimeria			
			Gomphonema			
			Gomphoneis			
			Didymosphenia			
			Didymosphenia vacio			
			Didymosphenia pedazo			
			Rhoicospheniaceae	Rhoicosphenia		
	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia			
	Mastogloiales	Mastogloiaceae	Mastogloia			
	Naviculales	Pleurosigmaaceae	Gyrosigma			
		Brachysiraceae	cf Brachysira			
		Naviculaceae	Navicula			
		Diploneidaceae	Diploneis			
		Amphipleuraceae	Frustulia			
Pinnulariaceae		Pinnularia				
Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	Rhopalodia				
Thalassiosiphysales	Catenulaceae	Epithemia				
		Amphora				
Surirellales	Surirellaceae	Cymatopleura				
Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Diatoma			
			Diatoma teratologica			
			Fragilaria			
			Fragilaria teratologica			
			Hannaea			
			Ulnaria			
			Asterionella			
			Distrionella			
	Tabellariales	Tabellariaceae	Tetracyclus			
			Tabellaria			
Rhodophyta	Florideophyceae	Acrochaetiales	Acrochaetiaceae	Audouinella filamento		
Chlorophyta	Chlorophyceae	Tetrasporales	Palmellopsidaceae	Asterococcus		
				Oedogoniales	Oedogoniaceae	Oedogonium filamento
		Sphaeropleales	Scenedesmaceae			Oedocladium filamento
				Hydrodictyceae	Hydrodictyceae	Bulbochaete filamento
		Ulvophyceae	Ulotrichales			Ulotrichaceae
				Klebsormidiophyceae	Klebsormidiales	
Charophyta	Conjugatophyceae (Zygnematophyceae)	Zygnematales	Zygnemataceae			Tetraedron filamento
				Desmidiales	Desmidiaceae	Zygnema filamento
						Spirogyra filamento
		Mougeotia filamento				
		Chlorophyta	Chlorophyceae	Chaetophorales	Chaetophoraceae	Closterium
						Tetrasporales
Sphaeropleales	Selenastraceae					
			Stigeoclonium filamento			
			Sphaerocystis celula			
			Kirchneriella celula			



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género
				Ankistrodesmus célula
				Selenastrum célula
			Hydrodictyceae	Pediastrum
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Oocystis célula
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Chamaesiphonaceae	Chamaesiphon filamento
			Coelosphaeriaceae	Snowella
			Merismopediaceae	Aphanocapsa célula
			Merismopediaceae	Merismopedia célula
		Chroococcales	Chroococcaceae	Chroococcus
		Nostocales	Nostocaceae	Anabaena filamento
				Nostoc filamento
			Tolypothrixaceae	Tolypothrix filamento
			Rivulariaceae	Calothrix filamento
		Oscillatoriales	Pseudanabaenaceae	Pseudanabaena filamento
				Lyngbya filamento
			Oscillatoriaceae	Oscillatoria filamento
				Phormidium filamento
Ochrophyta	Chrysophyceae	Hydrurales	Hydruraceae	Hydrurus filamento
	Xanthophyceae	Tribonematales	Tribonemataceae	Tribonema filamento
Euglenophyta (=Phylum Euglenozoa)	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	Trachelomonas



**Tabla 53.** Listado de diatomeas registrada durante la campaña de otoño-invierno.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Achnanthes	Achnantheaceae	<i>Achnanthes coarctata</i>
				<i>Planothidium delicatulum</i>
				<i>Planothidium lanceolatum</i>
				<i>Planothidium infrequens</i>
			Achnanthidiaceae	<i>Achnanthidium minutissimum</i>
			Cocconeidaceae	<i>Cocconeis pseudothumensis</i>
				<i>Cocconeis euglypta</i> (ex <i>C placentula</i> var <i>euglypta</i> )
				<i>Cocconeis lineata</i> (ex <i>C placentula</i> var <i>lineata</i> )
			Bacillariales	Bacillariaceae
		<i>Nitzschia palea teratologica</i>		
		<i>Nitzschia ovalis</i>		
		<i>Nitzschia subacicularis</i>		
		<i>Nitzschia angustata</i>		
		<i>Nitzschia fonticola</i>		
		<i>Nitzschia aff scalpelliformis</i>		
		<i>Nitzschia pumila</i>		
		<i>Nitzschia vermicularis</i>		
		<i>Nitzschia inconspicua</i>		
		<i>Nitzschia perminuta</i>		
		<i>Nitzschia amphibia</i>		
		<i>Nitzschia palea</i>		
		<i>Nitzschia liebertruhii</i>		
		<i>Nitzschia dissipata</i>		
		Cymbellales		
			<i>Cymbella tumida</i>	
			<i>Cymbella lanceolata</i>	
			<i>Encyonema minutiforme</i>	
			<i>Cymbella cistula</i>	
			<i>Encyonema minutum</i>	
			<i>Encyonema silesiacum</i>	
			<i>Encyonema lange-bertalotii</i>	
			<i>Geissleria decussis</i>	
			Gomphonemataceae	<i>Gomphonema minutum</i>
				<i>Gomphonema acuminatum</i>
				<i>Gomphonema olivaceum</i>
				<i>Gomphonema parvulum</i>
				<i>Encyonopsis microcephala</i>
				<i>Encyonopsis aff cesaliformis</i>
				<i>Reimeria sinuata</i>
				<i>Encyonopsis subminuta</i>
				<i>Gomphonema pumilum</i>
				<i>Didymosphenia geminata</i>
		<i>Gomphoneis minuta</i>		
		Rhoicospheniaceae	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia minor</i>
				<i>Eunotia bilunaris</i>
				<i>Eunotia pectinalis</i>
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Frustulia vulgaris</i>
				<i>Frustulia rhomboides</i>
				<i>Fragilariforma nitzschioides</i>
				<i>Fragilaria capucina Teratologica</i>
				<i>Frustulia amphipleuroides</i>
<i>Fragilaria capucina</i> var <i>vaucheriae</i> teratologica				
<i>Fragilaria crotonensis</i>				
<i>Fragilaria tenera</i>				
<i>Fragilaria recapitellata</i>				
<i>Fragilaria capucina</i>				
<i>Pseudostaurosira brevistriata</i>				
<i>Staurosirella pinnata</i>				
Staurosiraceae	<i>Staurosirella pinnata</i>			
Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Hannaea arcus teratologica</i>		
		<i>Hannaea arcus</i>		
		<i>Ulnaria ulna</i>		
Naviculales	Brachysiraceae	<i>Brachysira neoexilis</i>		
		<i>Brachysira brebissonii</i>		
		<i>Brachysira aff minor</i>		



Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	
				<i>Brachysira vitrea</i>	
			Cavinulaceae	<i>Cavinula pseudoscutiformis</i> <i>Cavinula cocconeiformis</i>	
			Diadesmidaceae	<i>Humidophila contenta</i>	
			Diploneidaceae	<i>Diploneis oblongella</i>	
				<i>Diploneis elliptica</i>	
				<i>Diploneis ovalis</i>	
			Naviculaceae	<i>Navicula gregaria</i>	
				<i>Navicula veneta</i>	
				<i>Navicula tripunctata</i>	
				<i>Navicula viridula</i>	
				<i>Navicula cryptocephala</i>	
				<i>Navicula capitatoradiata</i>	
				<i>Navicula lanceolata</i>	
				<i>Navicula radiosa</i>	
				<i>Navicula cryptotenella</i>	
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia divergens</i> <i>Distronella germainii</i>	
			Sellaphoraceae	<i>Sellaphora pupula</i>	
		Stauroneidaceae	<i>Stauroneis glacilis</i>		
			<i>Stauroneis phoanicenteron</i>		
		Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia gibba</i> <i>Epithemia sorex</i> <i>Epithemia adnata</i>	
		Surirellales	Surirellaceae	<i>Cymatopleura solea</i> <i>Surirella linearis</i>	
		Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Diatoma moniliformis teratologica</i>	
				<i>Tetracyclus emarginatus</i>	
				<i>Diatoma mesodon</i>	
				<i>Diatoma vulgare</i>	
				<i>Diatoma moniliformis</i>	
				<i>Diatoma tenuis</i> <i>Tabellaria flocculosa</i>	
		Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira distans</i> <i>Aulacoseira granulata</i>
			Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira varians</i>
		Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotephanos dubius</i>
					<i>Cyclotella meneghiniana</i>
					<i>Discostella stelligera</i>
					<i>Cyclotella ocellata</i>



**Tabla 54.** Valores de frecuencia y densidad promedio de taxa formadoras de floración detectadas durante la campaña de primavera-verano durante Etapa II del presente monitoreo.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa	Frecuencia	Densidad promedio (cel/mm <sup>2</sup> )						
Bacillariophyta	Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i>	3	0,155						
		Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira</i>	3	3,8						
			Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i>	23	10,085					
			Rhizosoleniales	Rhizosoleniaceae	<i>Urosolenia</i>	2	0,229					
	Bacillariophyceae		Achnanthes	Achnanthidiaceae	<i>Achnanthydium</i>	50	397,696					
				Achnanthaceae	<i>Planothidium</i>	4	0,429					
				Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i>	21	3,912					
			Cymbellales			<i>Nitzschia</i>	36	24,559				
						<i>Cymbella</i>	27	5,038				
						<i>Encyonema</i>	52	89,332				
								Gomphonemataceae	<i>Reimeria</i>	2	0,287	
								<i>Gomphonema</i>	45	9,597		
								<i>Gomphoneis</i>	17	5,774		
								<i>Didymosphenia</i>	59	49,283		
								Rhoicospheniaceae	<i>Rhoicosphenia</i>	15	2,948	
								Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>	11	1,981
							Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i>	45	19,544	
								Diploneidaceae	<i>Diploneis</i>	1	0,008	
										Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i>	14
	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i>	3	0,291								
	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia</i>	13						1,778		
	Fragilariophyceae						<i>Epithemia</i>	16	4,646			
							Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Diatoma</i>	35	108,406	
							<i>Fragilaria</i>	59	209,52			
							<i>Hannaea</i>	35	15,189			
							<i>Ulnaria</i>	29	9,397			
					<i>Distronella</i>	23	4,671					
<i>Meridion</i>					3	0,09						
		Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Tetracyclus</i>	3	0,486						
			<i>Tabellaria</i>	28	63,71							
Rhodophyta	Florideophyceae	Acrochaetiales	Acrochaetiaceae	<i>Audouinella filamento</i>	5	0,429						
Chlorophyta	Ulvophyceae	Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Cladophora filamento</i>	1	0,046						
				Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium filamento</i>	13	5,221				
	Chlorophyceae		Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i> *	5	2,122					
				Scenedesmaceae	<i>Willea</i> *	1	0,034					
						Hydrodictyceae	<i>Pseudopediastrum</i> *	1	0,008			
						Selenastraceae	<i>Ankistrodesmus</i> *	8	3,685			
						Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Stigeoclonium filamento</i>	3	0,889		
			Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Nephrocitium</i> *	1	0,216				
			Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix filamento</i>	22	8,475				
			Charophyta	Conjugatophyceae (Zygnematophyceae)	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Pleurotaenium</i>	1	0,006			
<i>Cosmarium</i>	2	0,14										
<i>Staurastrum</i>	2	0,065										
Closteriaceae	<i>Closterium</i>	1					0,006					
Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Zygnema filamento</i>					5	0,729				
						<i>Spirogyra filamento</i>	12	1,032				
						<i>Mougeotia filamento</i>	13	2,244				
						Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Aphanocapsa</i> *	1	0,081
						Synechococcales	Chamaesiphonaceae	<i>Chamaesiphon filamento</i>	8	11,916		
						Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena filamento</i>	13	1,414		
				<i>Nostoc filamento</i>	1	19,432						
				Tolypothrichaceae	<i>Tolypothrix filamento</i>	2	0,191					
				Oscillatoriales	Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena filamento</i>	27	9,278				
				<i>Phormidium filamento</i>	2	4,305						
				Euglenophyta (=Phylum Euglenozoa)	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas</i>	2	0,103		
				<i>Euglena</i>	1	0,027						
				Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	<i>Dinobryon</i> *	6	0,974		



**Tabla 55.** Valores de frecuencia y densidad promedio de taxa formadoras de floración detectadas durante la campaña de otoño-invierno durante Etapa II del presente monitoreo.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Frecuencia	Densidad promedio (cel/mm <sup>2</sup> )
Bacillariophyta	Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i>	9	0,673
	Coccinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira</i>	8	1,071
		Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i>	30	27,111
		Rhizosoleniales	Rhizosoleniaceae	<i>Urosolenia</i>	1	0,005
	Bacillariophyceae	Achnanthes	Achnanthesiaceae	<i>Achnanthes</i>	80	288,313
		Achnanthes	Achnanthesiaceae	<i>Planothidium</i>	9	0,56
			Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i>	33	3,27
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Denticula</i>	1	0,001
				<i>Nitzschia</i>	61	42,795
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i>	49	6,724
				<i>Encyonema</i>	72	82,996
				<i>Encyonopsis</i>	6	1,216
			Gomphonemataceae	<i>Reimeria</i>	3	0,257
				<i>Gomphonema</i>	75	23,499
				<i>Gomphoneis</i>	39	24,439
				<i>Didymosphenia</i>	58	29,036
				<i>Didymosphenia frústulo sin cloroplastos</i>	3	0,274
			Rhoicospheniaceae	<i>Rhoicosphenia</i>	16	0,934
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>	8	0,386
		Naviculales	Brachysiraceae	<i>Brachysira</i>	4	1,897
			Naviculaceae	<i>Navicula</i>	75	17,196
			Diploneidaceae	<i>Diploneis</i>	3	0,182
			Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i>	13	2,762
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i>	5	0,105
		Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia</i>	24	9,101
				<i>Epithemia</i>	29	2,715
		Thalassiosiphales	Catenulaceae	<i>Amphora</i>	3	0,123
		Surirellales	Surirellaceae	<i>Cymatopleura</i>	2	0,063
	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Diatoma</i>	70	133,872
				<i>Diatoma teratológica</i>	3	0,12
				<i>Fragilaria</i>	101	203,84
				<i>Fragilaria teratológica</i>	13	10,785
				<i>Hannaea</i>	43	16,738
				<i>Ulnaria</i>	52	13,141
				<i>Asterionella</i>	1	0,009
				<i>Distironella</i>	43	6,387
				<i>Meridion</i>	2	0,15
		Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria</i>	44	35,009
Rhodophyta	Florideophyceae	Acrochaetiales	Acrochaetiaceae	<i>Audouinella filamento</i>	5	0,929
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Stigeoclonium filamento</i>	11	1,358
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium filamento</i>	21	5,15
				<i>Bulbochaete filamento</i>	2	0,206
		Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus *</i>	19	5,201
			Hydrodictyceae	<i>Tetraedron</i>	3	0,296
			Selenastraceae	<i>Kirchneriella *</i>	1	0,901
				<i>Ankistrodesmus</i>	9	2,734
				<i>Monoraphidium</i>	2	0,108
				<i>Selenastrum</i>	2	0,188
	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix filamento</i>	47	12,514
		Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Cladophora filamento</i>	2	0,134
		Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Rhizoclonium filamento</i>	2	0,147
Charophyta	Conjugatophyceae (Zygnematophyceae)	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Zygnema filamento</i>	11	1,468
				<i>Spirogyra filamento</i>	17	1,756
				<i>Mougeotia filamento</i>	34	10,566
		Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium</i>	5	0,076
			Desmidiaceae	<i>Sphaeroszma filamento</i>	1	0,06
				<i>Cosmarium</i>	12	0,574
				<i>Staurastrum</i>	3	0,33
				<i>Staurodesmus</i>	1	0,005



Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Frecuencia	Densidad promedio (cel/mm <sup>2</sup> )
			Gonatozygaceae	<i>Gonatozygon</i>	4	0,09
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Chamaesiphonaceae	<i>Chamaesiphon filamento</i>	8	1,226
			Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa</i> *	2	2,163
				<i>Merismopedia</i> *	1	0,004
		Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Gloecapsa</i> *	1	0,012
			Entophysalidaceae	<i>Radiocystis</i> *	1	0,12
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena filamento</i>	10	1,188
				<i>Nostoc filamento</i>	2	115,783
			Tolypothrichaceae	<i>Tolypothrix filamento</i>	8	3,22
			Rivulariaceae	<i>Calothrix filamento</i>	12	0,394
		Oscillatoriales	Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena filamento</i>	35	5,43
			Phormidiaceae	<i>Arthrospira filamento</i>	1	0,009
			Oscillatoriaceae	<i>Lynqbya filamento</i>	4	0,459
				<i>Oscillatoria filamento</i>	2	0,112
				<i>Phormidium filamento</i>	19	3,03
Ochrophyta	Chrysophyceae	Hydrurales	Hydruraceae	<i>Hydrurus filamento</i>	5	0,686
	Xanthophyceae	Tribonematales	Tribonemataceae	<i>Tribonema filamento</i>	2	0,436
Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas</i>	1	0,14



# **ANEXO 2**

---

## **CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**



**Anexo 1  
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

Actividad	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A
<b>Objetivo 1</b>												
Recopilación de información	x	x	x	x								
Muestreos en regiones		x	x	x				x	x	x		
Análisis de la información					x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Objetivo 2</b>												
Identificación de vectores y fómites						x	x	x				
Propuesta de metodología de evaluación									x	x		
<b>Objetivo 3</b>												
Análisis histórico de ríos prospectados	x	x	x									
Establecimiento de relaciones con <i>D. geminata</i>				x	x	x						
<b>Objetivo 4</b>												
Análisis comparativo del efecto de <i>D. geminata</i>								x	x	x		
<b>Objetivo 5</b>												
Difusión de los resultados											x	x





---

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

---

## **A N E X O 3**

---

ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN

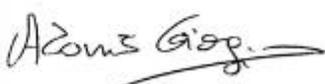


   
**I N E D E S**

 integrando  
ciencia,  
naturaleza  
y sociedad

**Certificado de Asistencia entregado a:**  
**JACQUELINE SALVO PEREIRA**

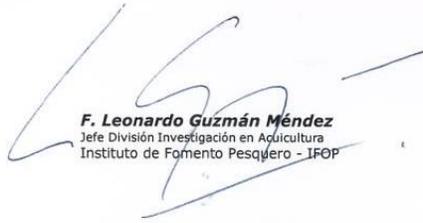
Por el significativo aporte de su ponencia en la modalidad **Oral** durante el VIII Congreso Argentino de Limnología: Integrando Ciencia, Naturaleza y Sociedad realizado en la Universidad de Luján del 16 al 20 de septiembre de 2018, Luján, Buenos Aires.

  
Dr. Adonis Giorgi  
Director INEDES

  
Dra. Claudia Feijó  
Comisi3n organizadora  
CAL 8





  
**F. Leonardo Guzmán Méndez**  
Jefe Divisi3n Investigaci3n en Acuicultura  
Instituto de Fomento Pesquero - IFOP



Saluda atentamente a usted y tiene el agrado de invitarle al Taller de difusi3n de resultados del proyecto **"Monitoreo de la especie plaga *Didymosphenia geminata* en cuerpos de agua de la zona centro sur austral. II Etapa, 2017-2018"**.

Este taller se realizar3 el d3a viernes 12 de octubre de 2018, entre las 09:30 y las 13:00 horas en Auditorium Los Alerces en dependencias de la Asociaci3n Chilena de Seguridad, ubicada en calle Ej3rcito N°360, de la ciudad de Puerto Montt .

S.R.C.:323311334, email: [carolina.sotomayor@ifop.cl](mailto:carolina.sotomayor@ifop.cl)

Puerto Montt, octubre de 2018



**Taller de Difusión "Monitoreo de la especie plaga *Didymosphenia geminata*  
en cuerpos de agua de la zona centro sur austral , II etapa 2017-2018.**

Actividad del 12 de octubre de 2018

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>
Miguel Muñoz Mansblán	
Luis Cayo Olmedo	
Yesica Flores S	
Ricardo Raulme Vera	
Marcela Pinto	
Caroline gojo	
Nicole Tesse R.	
Leonardo Guzmán	
Caroline Sotomayor C.P.	
Macarena Henara A.	
Caroline Aguirre	
Johano opo Raulme	
Alejandro Zambrano	
Sandra Silva K	
David Oporto	
Liliana Díaz G.	
Nicolás Decuma Brinora	

ORGANIZA



**Lista de Invitados** seminario de difusión realizada el 12 de octubre en Puerto Montt

Nombre	email	Cargo
Klaus Kosiel Leiva	kkosiel@mma.gob.cl; paburto@mma.gob.cl	Secretario Regional Ministerial Del Medio Ambiente
Nicole Gesell	ngesell.10@mma.gob.cl	Unidad De Recursos Hídricos De La Seremi De Medio Ambiente
Mónica Saldías De La Guarda	msaldías@mma.gob.cl	Seremi De Medio Ambiente Región De Aysén
Ivonne Mancilla	ivonne.mancilla@sma.gob.cl	Superintendente De Medio Ambiente Región De Los Lagos
Eduardo Rodríguez Sepúlveda.	eduardo.rodriguez@sma.gob.cl	Superintendente De Medio Ambiente Región De Los Ríos
Oscar Leal Sandoval	oscar.leal@sma.gob.cl	Superintendente De Medio Ambiente Región De Aysén
Alejandro Barrientos	abarrientos@subpesca.cl	Encargado Unidad De Gestión Sanitaria Y Plagas (Contra Parte Técnica), Valparaíso
Carla Falcon Simonelli	cgfalcon@economia.cl	Secretario Regional Ministerial De Economía Fomento Y Turismo
Ricardo Sáez	rsaez@sernapesca.cl	Encargado Nacional De Plagas SERNAPELCA, Valparaíso
Francisco Muñoz Le-Bretón	smunozl@economia.cl	Secretario Regional Ministerial De Economía Fomento Y Turismo
Jurgen Betzhold Formigli	jbetzhold@subpesca.cl	Director Regional De SUBPESCA
Cristian Ivan Espinoza Montenegro	cespinoza@subpesca.cl	SUBPESCA Región De Los Ríos
Eduardo Aguilera León	siacloslagos@sernapesca.cl	Dirección Zonal Servicio Nacional De Pesca Y Acuicultura
Leonardo Saavedra	lsaavedra@sernapesca.cl	SERNAPELCA
Claudia Gálvez	cgalvez@sernapesca.cl	Jefe Regional De Acuicultura, SERNAPELCA Reg. Los Lagos
Manuel Masquiarán Stuardo (S)	siacaraucaania@sernapesca.cl	Director Regional SERNAPELCA, Araucanía
Cristian Hudson Matignani	linostroza@sernapesca.cl	Director Regional SERNAPELCA, Aysén
Christian Hinrichsen (S)	siaclosrios@sernapesca.cl	Director Regional SERNAPELCA, Los Ríos
María Isabel Toledo Donoso	isabel.toledo@pucv.cl	Comité Científico Sanitario
Laura González	l.laura.gonzalez@gmail.com	Comité Científico Medio Ambiente
José Luis Blanco	jose.blanco.garcia@gmail.com	Comité Científico Medio Ambiente
Jorge Nimptsch	jorge.nimptsch@uach.cl	Comité Científico Medio Ambiente
Stefan Woelfl	swoelfl@uach.cl	Comité Científico Medio Ambiente
Karina Morales	kmorales@ptovaras.cl	Municipalidad Puerto Varas
Pablo Triviño	pablo.trivino@puertomontt.cl	Municipalidad Puerto Montt, Encargado Dpto. Medio Ambiente
Luis Infante Ayancán	loslagos.oirs@conaf.cl	CONAF Director Regional
Jorge Casanova C.	secplan@muniportoctay.cl	EMA Municipalidad De Puerto Octay
Sr Risco	frisco@muniportono.cl	Municipalidad De Futrono
Eduardo Valderas	evalderas@puyehuechile.cl	Municipalidad De Puyehue
Claudio Donoso	claudio.donosos@imo.cl	Municipalidad De Osorno
Carlos Molinet	cmolinet@uach.cl	Director Instituto De Acuicultura Universidad Austral De Chile, Sede Puerto Montt
Daniel Varela Zapata	dvarela@ulagos.cl	Centro I-Mar Universidad De Los Lagos, Puerto Montt
Oscar Parra	oparra@udec.cl	Académico U. de C. - Facultad Ciencias Ambientales



<b>Nombre</b>	<b>email</b>	<b>Cargo</b>
Silvia Basualto	sbasualt@udec.cl	Académico U. de C. - Facultad Ciencias Ambientales
Ivonne Lee	ivodani@gmail.com	Coordinadora De Investigación Y Postgrado U Santo Tomás
Cristian Saucedo	csaucedo@conservacionpatagonica.cl	Administrador Parque Patagonia-Conservación Patagónica
Posada Puelo Fishing Lodge & Outdoor	paula.matus@posadapuelo.cl	Administrador
Mitico Puelo Lodge	info@miticopuelo.com	Administrador
Parque Tagua Tagua	info@parquetaguatagua.cl	Administrador
Jovita Flores	jfloresgreau@ulagos.cl	Secretaria Depto. Repoblación Y Cultivo U Lagos
Luis Vargas Chacoff	luis.vargas@uach.cl	Comité Pesca Recreativa (CPR) Representante Académico
Adrián Dufflocq Borie	adrian@anglingtours.com	Operadores Turísticos XIV (Cpr)
Javier Atero Fernández	javier.atero@gmail.com	Guías De Pesca XIV (CPR)
Sergio Irrarrazaval Fernández	sirrazaval@amigosdepanguipulli.cl	Organizaciones S/Fines De Lucro XIV (CPR)
Pedro Burgos Vásquez	pburgos@sematur.cl	Director Regional XIV De Turismo
Gladys Lara	glara@uct.cl	Universidad Católica De Temuco



# **ANEXO 4**

---

## GESTIÓN DEL PROYECTO



(D.A.S.) ORD: N° 604

ANT.: Oficio IFOP/DIA/ N° 017/2018/N°0350 de fecha 03 de abril de 2018.  
Memorándum (D.A.C.) N° 448 de fecha 23 de abril de 2018.

MAT.: Solicita gestión que indica.

- Adjuntos -

VALPARAÍSO, 02 MAYO 2018

DE : SUBSECRETARIO DE PESCA Y ACUICULTURA

A : SRA. SUBSECRETARIA DE ECONOMÍA Y EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO

En atención al requerimiento planteado mediante Oficio IFOP adjunto, y el pronunciamiento emitido por el Jefe de la División de Acuicultura de esta Subsecretaría, mediante memorándum (D.A.C.) adjunto, respecto proyecto: "Programa de monitoreo de la especie plaga *Didymosphenia geminata* en cuerpos de agua de la zona centro sur austral II etapa 2017-2018", es que no existen inconvenientes técnicos en modificar las fechas de entrega del informe pre final para el 30 de julio y el informe final para el 31 de octubre, ambas fechas del año 2018.

Saluda atentamente a Ud.,



**EDUARDO RIQUELME PORTILLA**  
Subsecretario de Pesca y Acuicultura

*MUV/pvh*

MUV/pvh  
C: 3891/2018

**DISTRIBUCION**

Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño

IFOP

D.A.P.

D.A.S.

Archivo



448

**MEMORANDUM (D. AC.) N° /2018**

DE : JEFE DIVISIÓN DE ACUICULTURA  
A : JEFE DEPARTAMENTO ANALISIS SECTORIAL  
REF. : MEMORANDUM (D.A.S.) N° 055/2018  
FECHA : 23 de abril de 2018

En relación a lo indicado en REF, para esta División, en base a los antecedentes presentados por el ejecutor del proyecto, no existen inconvenientes técnicos en que se modifique la fecha de entrega del Informe pre final y final del proyecto "Programa de monitoreo de la especie plaga *Didymosphenis geminata* en cuerpos de agua de la zona centro sur austral II etapa 2017-2018" para el día 30 de julio de 2018 y para el día 31 de octubre de 2018 respectivamente. El ejecutor debe cautelar que todos los temas administrativos sean ajustados a las modificaciones solicitadas.

Saluda atentamente a Ud.,

  
JEFE  
DIVISIÓN  
DE  
ACUICULTURA  
**EUGENIO ZAMORANO VILLALOBOS**  
Jefe División de Acuicultura

ABP  
ABP/DSV/dsv.-



**MEMORANDUM (D.A.S.) Nº 055/2018**

DE : JEFE DEPARTAMENTO DE ANÁLISIS SECTORIAL

A : JEFE DIVISIÓN DE ACUICULTURA

REF. : SOLICITA PRONUNCIAMIENTO SOBRE MATERIA QUE INDICA (C.I. 3891 DEL AÑO 2018)

FECHA : 16 de abril de 2018

Agradeceré a Ud., emitir parecer respecto a la solicitud adjunta del IFOP, respecto a la prórroga en la entrega del Pre Informe Final y el Informe Final del estudio: "Programa de monitoreo de la especie plaga *Didymosphenia geminata* en cuerpos de agua de la zona centro sur austral II etapa 2017-2018"

La entrega del documento pre final está programada para el 31 de mayo y el informe final para el 31 de agosto, ambas fechas del año 2018. Se solicita que las nuevas fechas para entregar el documento pre final sea para el 31 de julio y para la entrega del informe final sea el 31 de octubre, ambas del año 2018.

Saluda atentamente a Ud.,

  
**MAURO URBINA VÉLIZ**  
Jefe Departamento de Análisis Sectorial



  
MUV/pvh



0358



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

IFOP/DIA/N° 017/2018/DIR/ 0350  
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA

Ant.: 1.- Decreto MINECON N° 15 de fecha 03 de febrero de 2017.

Adj.: No hay.

Mat.: Convenio de desempeño entre la Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño y el Instituto de Fomento Pesquero.

Valparaíso, 03 de abril de 2018

A : Señor Subsecretario de Pesca y Acuicultura

DE : Director Ejecutivo del Instituto de Fomento Pesquero

La presente tiene por objetivo solicitar prórroga para la entrega del Documento pre final y el Informe final del estudio "Programa de monitoreo de la especie plaga *Didymosphenia geminata* en cuerpos de agua de la zona centro sur austral II Etapa 2017-2018". La entrega del documento pre final está programada para el 31 de mayo 2018, y el informe final para el 31 de agosto 2018.

El motivo de esta solicitud radica en que los plazos indicados coinciden con la ejecución de la segunda campaña de muestreo de la II Etapa del monitoreo, planificada entre el 19 de marzo al 30 de junio de 2018, con los análisis de muestras de fitoplancton, fitobentos, macroinvertebrados y química de agua, dispuestas para los meses de julio y agosto, además del procesamiento de los datos, proyectado para septiembre 2018.

En base a estos argumentos y con el fin de cumplir satisfactoriamente todos los requerimientos señalados en los Términos Técnicos de Referencia (TTR) del estudio mencionado, se solicita que las nuevas fechas de entrega para el Documento pre final sea para el 31 de julio 2018 y para la entrega del Informe final el 31 de octubre 2018.

Finalmente hago presente a usted, la disposición de este Instituto para aclarar o complementar cualquier antecedente relacionado con esta materia.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,

Leonardo Núñez Montaner  
Director Ejecutivo



ARICA IQUIQUE MELILLONES CALDERA COQUIMBO SAN ANTONIO VALPARAISO TALCAHUANO PUERTO MONTT ANCUD HUEHUÉ PUTEMUN PUERTO MONTT CALBUCO COIHAIQUE PUERTO NATALES PUERTO ARENAS

- Distribución:
1. Subsecretaría de Economía y ETM
  2. IFOP



**REUNI3N COORDINACI3N: MONITOREO DE LA ESPECIE  
PLAGA DIDYMOSPHEA GEMINATA EN CUERPOS DE AGUA  
DE LA ZONA CENTRO SUR AUSTRAL. II ETAPA 2018-2019.**

## Acta N° 01/2018

FECHA 26 de febrero de 2018.  
LUGAR Video conferencia

### 1. INICIO y T3RMINO REUNI3N

La Reuni3n inici3 a las 11:30 horas y finaliz3 a las 12:15 horas.

### 2. PARTICIPANTES

Daniel Segura (SUBPESCA)  
Alejandro Barrientos (SUBPESCA)  
Cristian S3nchez (SERNAPELCA)  
Antonio Bossi (SUBPESCA)  
Alejandra Oyanedel (IFOP)

### 3. TEMARIO

- Formato de entrega de informaci3n (base de datos)
- Estaciones de muestreo
- Pr3rroga informe Pre-final y Final.
- Avances Etapa II



## REUNIÓN COORDINACIÓN: MONITOREO DE LA ESPECIE PLAGA DIDYMOSPHENIA GEMINATA EN CUERPOS DE AGUA DE LA ZONA CENTRO SUR AUSTRAL. II ETAPA 2018-2019.

### 4. ACUERDOS Y RECOMENDACIONES

#### DE SUBPESCA A IFOP

- Daniel Segura enviará nuevo formato estandarizado que deberá ser utilizado para la confección de bases de datos generadas por el proyecto.
- Cristian Sánchez se compromete a recabar información acerca de las denuncias existentes hasta el 15 de marzo, con la finalidad de contar con esta información antes de iniciar la segunda campaña de monitoreo de la segunda etapa del proyecto. Además, la idea es poder adicionar algunas estaciones de prospección (que corresponden a 20 estaciones en total en cada campaña) a las 150 estaciones fijas de monitoreo.
- Daniel Segura destaca la importancia de mantener una comunicación fluida respecto a lo que ocurre en el proyecto, especialmente, en caso de existir requerimientos por parte de terceros, o de modificación de los laboratorios de análisis taxonómicos.

#### DE IFOP A SUBPESCA

- Alejandra Oyanedel enviará antecedentes técnicos de la consultora a cargo de los análisis taxonómicos de microalgas.
- Alejandra Oyanedel enviará antecedentes sobre el trabajo colaborativo realizado con Leyla Cárdenas.
- Se plantea la necesidad de solicitar prórroga de los informes de pre-avance y final, debido principalmente a que la ejecución de la segunda campaña de monitoreo coincide con la fecha preparación y entrega de informes. Se acepta la propuesta; Daniel Segura sugiere que la solicitud de prórroga sea enviada cuando la campaña de monitoreo esté en curso.
- Alejandra Oyanedel remitirá datos biológicos de las microalgas correspondientes a la primera campaña de monitoreo de la Etapa II, una vez que los resultados de los análisis taxonómicos sean finalizados.



---

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N EN ACUICULTURA



# **ANEXO 5**

---

FOTOGRAFÍAS



**Figura 83**

Protocolo de desinfecci3n con medios propios y en estaciones de desinfecci3n de SERNAPESCA



**Figura 84**

Remoción de restos de microalgas mucilagenosas y/o filamentosas de indumentaria usada para toma de muestras



**Figura 85**

Aplicaci3n de soluci3n de desinfecci3n en indumentaria de trabajo



# **A N E X O 5**

---

## ACTIVIDADES DE MUESTREO



**Figura 86**

Floraci3n de *D. geminata* en asociaci3n con otros componentes de la comunidad bent3nica de microalgas



**Figura 87**

Fiscalizaci3n en terreno por el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) en estaci3n San Pedro en cuenca del R3o Valdivia



**Figura 88**

Floraci3n de *D. geminata* sobre macr3fita dulceacuícola.



**Figura 89**

Floraci3n de *D. geminata* sobre sustrato dominado por grava.



**Figura 90**

Floración de *D. geminata* sobre sustrato arenoso.



**Figura 91**

Posible vector de *D. geminata* en r3o Serrano Regi3n de Magallanes.



**Figura 92.** Floración de *D. geminata* cubriendo bentos fluvial.



**Figura 93**

Toma de muestra de floración filamentosa.



**Figura 94**

Floraci3n de *D. geminata*.



**Figura 95**

Toma de muestra de fitoplancton.



**Figura 96**

Habito macrosc3pico de *D. geminata* sobre sustrato de grava en matriz arenosa.



**Figura 97**

Muestra de fitobentos para análisis de diatomeas bentónicas.



**Figura 98**

Obtención de muestra de macroinvertebrados usando red kicknet.



**Figura 99**

Toma de muestra de fitoplancton lacustre en Lago Sofia Regi3n de Magallanes.



**Figura 100.**

Registro *in situ* de parámetros de columna de agua.



---

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

---

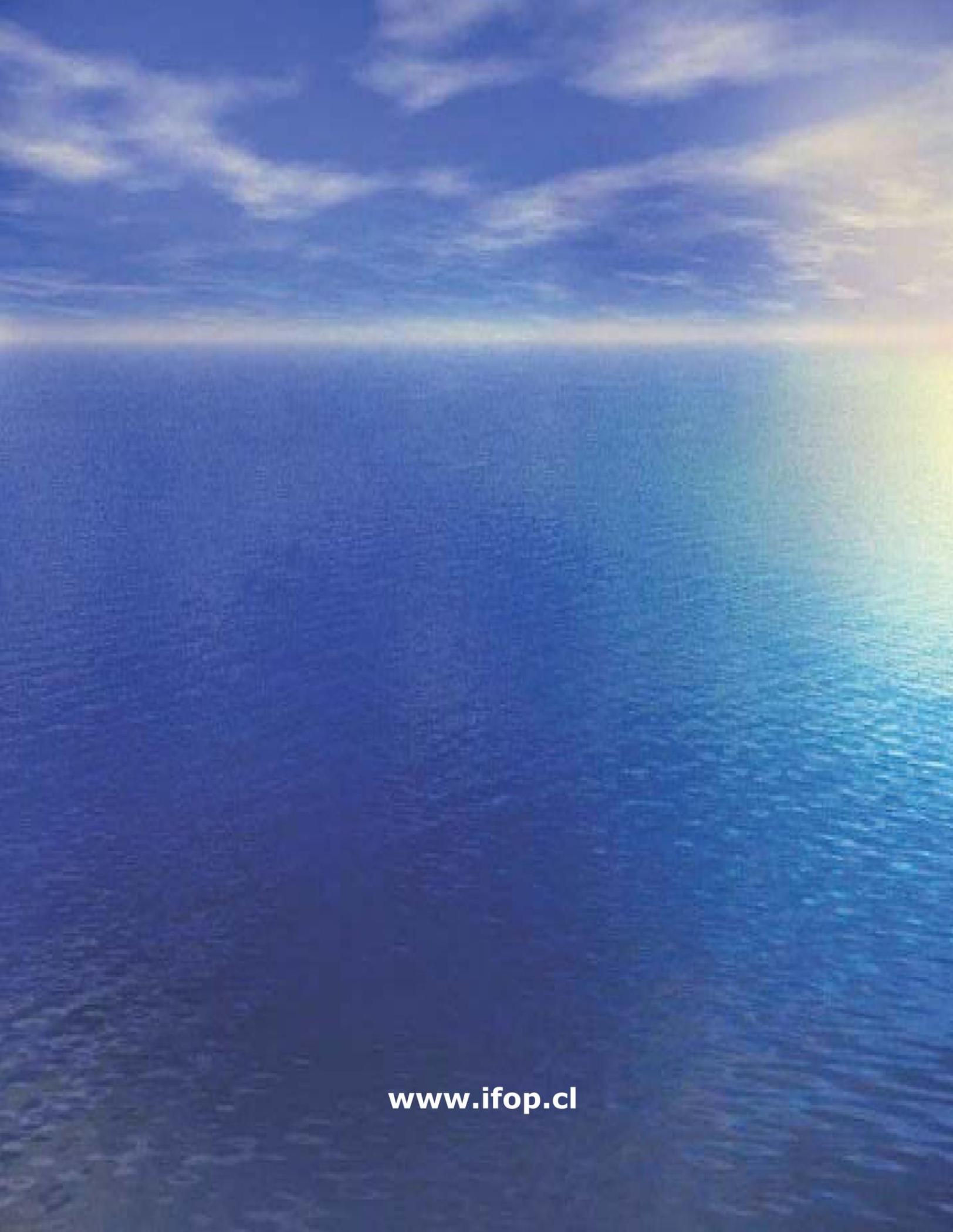


---

**INSTITUTO DE FOMENTO  
PESQUERO**

Blanco 839, Fono 56-32-2151500  
Valparaíso, Chile  
[www.ifop.cl](http://www.ifop.cl)

---



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