



DOCUMENTO PRE-FINAL

Convenio Desempeño 2020-2021:
Monitoreo de la especie plaga *Didymosphenia geminata* en
cuerpos de agua de la zona centro sur austral de Chile,
Etapa V, 2020-2021

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / AGOSTO 2021



DOCUMENTO PRE-FINAL

Convenio Desempeño 2020-2021:
Monitoreo de la especie plaga *Didymosphenia geminata* en
cuerpos de agua de la zona centro sur austral,
Etapa V, 2020-2021

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Agosto 2021

REQUERENTE
SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y
EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO

Subsecretaría de Economía y
Empresas de Menor Tamaño
Julio Pertuze Salas

EJECUTOR
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Director Ejecutivo
Luis Parot Donoso

Jefe División Investigación en Acuicultura
Leonardo Guzmán Méndez

JEFA DE PROYECTO
Alejandra Oyanedel Pérez

AUTORÍA
Alejandra Oyanedel Pérez
Pablo Ordóñez Navarrete
Rodrigo Rojas Espinoza

COLABORADORES
Andrea Echeverría Ramírez
Carolina Sotomayor
Lino Cáceres
Gustavo Lopetegui



RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento corresponde al Documento pre-final comprometido en el estudio “Monitoreo de la Especie Plaga *Didymosphenia geminata* en Cuerpos de Agua de la Zona Centro Sur Austral, Etapa V 2020-2021”. Se presenta de forma preliminar los resultados para cada uno de los objetivos específicos planteados, así como cada una de las actividades realizadas durante las campañas de muestreo correspondientes a la época de primavera-verano y la época otoño-invierno. Dado que se trata de documento pre-final, se da cuenta de todos los datos, análisis y resultados preliminares de la información generada a partir del trabajo de campo y del trabajo de gabinete durante todo el periodo de duración del estudio.

El objetivo general de este estudio fue “Realizar monitoreo y prospección de la presencia de la especie plaga *Didymosphenia geminata* en ríos de importancia para la acuicultura y pesca recreativa, en las regiones del Biobío, de La Araucanía, de Los Ríos, de Los Lagos, de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, y de Magallanes y de la Antártica Chilena”. Además, se definieron cuatro objetivos específicos que contemplan 1) Conocer la distribución geográfica de *Didymosphenia geminata* a nivel de microcuenca y las variables que favorecen a su dispersión y permanencia en los ríos chilenos, 2) Determinar la dinámica espacio-temporal de la densidad de *Didymosphenia geminata* dentro de la comunidad de microalgas bentónicas. 3) Determinar la relación de la especie *Didymosphenia geminata* con otros componentes bentónicos de relevancia para la sustentabilidad ambiental/ecológica de los sistemas afectados por la plaga. 4) Identificar y evaluar las diferentes vías de dispersión de la plaga en base a las actividades locales. El estudio abarcó ocho regiones administrativas y se extiende desde la Región del Maule, hasta Tierra del Fuego, en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena. La totalidad de las actividades asociadas al trabajo de campo de la campaña de primavera-verano se ejecutaron entre el 14 de octubre de 2020 y el 30 de enero de 2021, en tanto que las actividades asociadas al trabajo de campo de la campaña de otoño-invierno se realizaron entre el 8 de abril de 2021 y el 7 de julio de 2021. Durante la campaña de primavera-verano se muestrearon 168 estaciones en total, de las cuales 102 correspondieron a estaciones permanentes, 48 correspondieron a nuevas estaciones y 18 estaciones de prospección. Durante la campaña de otoño-invierno se muestreó un total de 50 estaciones, de las cuales 19 corresponden a estaciones permanentes, 19 a estaciones nuevas y 13 de prospección.

A la fecha de entrega de este informe, el trabajo de campo de las campañas de primavera-verano y otoño-invierno, se encuentra completamente finalizado. La totalidad de las muestras obtenidas durante la campaña de primavera-verano y durante la campaña de otoño-invierno cuentan con los respectivos análisis de laboratorio finalizados. Como anexo se entregan los listados taxonómicos de microalgas planctónicas, microalgas bentónicas, diatomeas bentónicas, macroinvertebrados bentónicos, mapas regionales, fotografías, tablas y figuras. La base de datos con la totalidad de los resultados será entregada en el informe final de la presente Etapa.



ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	ANTECEDENTES	3
3.	OBJETIVOS	5
3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	5
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
4.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN	6
5.	REQUERIMIENTOS METODOLÓGICOS	11
5.1.	OBJETIVO ESPECÍFICO 1: <i>Conocer la distribución geográfica de Didymosphenia geminata a nivel de microcuenca y las variables que favorecen a su dispersión y permanencia en los ríos chilenos.....</i>	11
5.2.	OBJETIVO ESPECÍFICO 2: <i>Determinar la dinámica espacio-temporal de la densidad de Didymosphenia geminata dentro de la comunidad de microalgas bentónicas</i>	13
5.3.	OBJETIVO ESPECÍFICO 3: <i>Determinar la relación de la especie Didymosphenia geminata con otros componentes bentónicos de relevancia para la sustentabilidad ambiental/ecológica de los sistemas afectados por la plaga.....</i>	13
5.4.	OBJETIVO ESPECÍFICO 4: <i>Identificar y evaluar las diferentes vías de dispersión de la plaga en base a las actividades locales.....</i>	14
6.	RESULTADOS.....	15
6.1.	OBJETIVO ESPECÍFICO 1: Conocer la distribución geográfica de <i>Didymosphenia geminata</i> a nivel de microcuenca y las variables que favorecen a su dispersión y permanencia en los ríos chilenos.	15
6.2.	OBJETIVO ESPECÍFICO 2: Determinar la dinámica espacio-temporal de la densidad de <i>Didymosphenia geminata</i> dentro de la comunidad de microalgas bentónicas.....	33
6.3.	OBJETIVO ESPECÍFICO 3: Determinar la relación de la especie <i>Didymosphenia geminata</i> con otros componentes bentónicos de relevancia para la sustentabilidad ambiental/ecológica de los sistemas afectados por la plaga.....	33
6.4.	OBJETIVO ESPECÍFICO 4: Identificar y evaluar las diferentes vías de dispersión de la plaga en base a las actividades locales.....	35
7.	BIBLIOGRAFÍA	40
8.	ANEXOS	42
8.1.	ANEXO 1 MAPAS	43
8.2.	ANEXO 2 TABLAS	50
8.3.	ANEXO 3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	91
8.1.	ANEXO 4 FOTOGRAFÍAS DE TRABAJO EN TERRENO.....	94



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de estaciones contempladas en los Términos Técnicos de Referencia de la Etapa V para la primera (C1) y segunda campaña (C2) de monitoreo. Los códigos y nombres de cuenca fueron obtenidos del inventario Público de Cuencas Hidrográficas de la Dirección General de Aguas (DGA).	6
Tabla 2. Número de estaciones permanentes y de prospección muestreadas durante la primera y segunda campaña de monitoreo de la Etapa V, realizadas en las épocas de primavera-verano y otoño-invierno, respectivamente. Los códigos y nombres de cuenca fueron obtenidos del inventario Público de Cuencas Hidrográficas y Lagos de la DGA.....	16
Tabla 3. Número de estaciones muestreadas durante la primera y segunda campaña de monitoreo, realizadas en las épocas de primavera-verano y otoño-invierno, por cada cuenca y región administrativa.....	18
Tabla 4. Número de estaciones por cuenca (CC), subcuenca (SC) y micro cuenca (MC) muestreadas primera campaña (C1) y segunda campaña (C2), identificando la categoría de cada MC (Categoría Res. Ex.) de acuerdo a las Resoluciones Exentas 719/2021. Los códigos y nombres de cuenca fueron obtenidos del inventario Público de Cuencas Hidrográficas de la Dirección General de Aguas (DGA).	24
Tabla 5. Servicios turísticos por comuna registrados en SERNATUR en la cuenca del río Bueno. Consultado en: https://www.sernatur.cl/ (elaboración propia).....	36
Tabla 6. Identificación de posibles impactos asociados a floraciones masivas de <i>D. geminata</i> en los cuerpos de agua de la cuenca de río Bueno.	37
Tabla 7. 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.....	38
Tabla 8. Detalle en la toma de muestras para cuantificar la cantidad de células que pueden ser transportadas por actividades de pesca recreativa e investigación	39



ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Distribución geográfica de las estaciones de muestreo propuestas originalmente en el TTR para la Etapa V del presente Monitoreo. De norte a sur en *Lámina superior izquierda* cuencas de los ríos: Biobío, Toltén, Valdivia, Bueno, Puelo. *Lámina superior derecha* cuencas de los ríos: Yelcho, Palena y Costeras Límite Décima Región, Costeras e Islas entre Río Palena y Río Aysén, Aysén, Baker. *Lámina inferior izquierda* cuencas de los ríos: Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemburg e islas al oriente, *Lámina inferior derecha*: Tierra del Fuego. 7
- Figura 2.** Distribución de las estaciones de monitoreo desde la región del Maule hasta Tierra del Fuego, durante la campaña de primavera-verano (superior) y otoño-invierno (inferior) de la Etapa V. Las figuras verdes corresponden a la ubicación referencial de las estaciones de muestreo distribuidas en cada una de las cuencas incluidas en campaña primavera-verano y las figuras moradas corresponden a la ubicación referencial de las estaciones de muestreo incluidas en la campaña otoño-invierno..... 17
- Figura 3.** Estaciones afectadas por la plaga *Didymosphenia geminata* dentro del área de estudio de la Etapa V del monitoreo. Izquierda: área comprendida entre las cuencas del Maule y Puelo. Derecha: área comprendida entre la cuenca del Yelcho a Tierra del Fuego. 22
- Figura 4.** Distribución de *D. geminata* (Dg+) en el componente fitoplanctónico a través de las cuencas hidrográficas monitoreadas en campaña 1. Las figuras rojas representan la presencia de Didymo, mientras que las verdes representan las estaciones donde la especie no fue detectada. Izquierda: cuencas de la zona centro-sur (cuenca del Maule a Puelo), derecha: cuencas de la zona austral (cuenca del Yelcho a Tierra del Fuego). 23
- Figura 5.** Patrón espacial de la abundancia relativa de *D. geminata* calculada para cada cuenca monitoreada. Las barras mostaza corresponden a los valores promedio de la (a) Abundancia relativa en fitobentos y (b) abundancia relativa en diatomeas y (c) abundancia relativa floraciones. Para cada barra se muestra el valor del error estándar asociado a cada media. Las cuencas correspondientes: 73 Río Maule, 81 Río Itata, 83 Río Bio-Bio, 91 Río Imperial, 94 Río Toltén, 101 Río Valdivia, 103 Río Bueno, 104 Cuencas e Islas entre R. Bueno y R. Puelo, 105 Río Puelo, 106 Costeras entre R. Puelo y R. Yelcho, 107 Río Yelcho, 109 Islas Chiloé y Circundantes, 110 Río Palena y Costeras Límite Décima Región, 111 Costeras e Islas entre R. Palena y R. Aisén, 113 Río Aisén, 114 Costeras e Islas entre R Aisén y R Baker y Canal Gral. Martínez, 115 Río Baker, 116 Costeras e Islas entre R. Baker y R. Pascua, 117 Río Pascua, 122 Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemburg e islas al oriente, 124 Costeras e Islas entre R Hollemburg, Golfo Alte. Laguna Blanca, 125 Costeras entre Lag. Blanca (inc), Seno Otway, canal Jerónimo y Magallanes, 126 Vertiente del Atlántico y 128 Tierra del Fuego. 30
- Figura 6.** Proporción de estaciones invadidas por cuenca registradas. Las barras azules indican la totalidad de estaciones muestreadas por cuenca, mientras que las barras mostaza muestran la cantidad de estaciones con presencia de *D. geminata*. Las cuencas correspondientes; A) en muestras de fitoplancton, B) fitobentos, C) diatomeas, y D) floraciones algales. Las cuencas corresponden a 73 Río Maule, 81 Río Itata, 83 Río Bio-Bio, 91 Río Imperial, 94 Río Toltén, 101 Río Valdivia, 103 Río Bueno, 104 Cuencas e Islas entre R. Bueno y R. Puelo, 105 Río Puelo, 106 Costeras entre R. Puelo y R. Yelcho, 107 Río Yelcho, 109 Islas Chiloé y Circundantes, 110 Río Palena y Costeras Límite Décima Región, 111 Costeras e Islas entre R. Palena y R. Aisén, 113 Río Aisén, 114 Costeras e Islas entre R Aisén y R Baker y Canal Gral. Martínez, 115 Río Baker, 116 Costeras e Islas entre R. Baker y R. Pascua, 117 Río Pascua, 122 Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemburg e islas al oriente, 124 Costeras e Islas entre R Hollemburg, Golfo Alte. Laguna Blanca, 125 Costeras entre Lag. Blanca (inc), Seno Otway, canal Jerónimo y Magallanes, 126 Vertiente del Atlántico y 128 Tierra del Fuego. 30



oriente, 124 Costeras e Islas entre R Hollemburg, Golfo Alto. Laguna Blanca, 125 Costeras entre Lag. Blanca (inc), Seno Otway, canal Jerónimo y Magallanes, 126 Vertiente del Atlántico y 128 Tierra del Fuego. 31

32

Figura 7. Variables durante la primera y segunda campaña. Las barras naranjas corresponden al valor promedio en obtenidos en la primera campaña (C1) y las barras azules corresponden a los valores promedio obtenidos en la segunda campaña (C2). Para cada barra se muestra el valor del error estándar asociado a cada media. Las variables corresponden a A) Temperatura (°C), B) Oxígeno disuelto (mg/L), C) pH, D) Log TDS (ppm), E) el Log de la conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) y F Log Turbidez. Para cada barra se muestra el valor del error estándar asociado a cada media. Las cuencas correspondientes: 73 Río Maule, 81 Río Itata, 83 Río Bio-Bio, 91 Río Imperial, 94 Río Toltén, 101 Río Valdivia, 103 Río Bueno, 104 Cuencas e Islas entre R. Bueno y R. Puelo, 105 Río Puelo, 106 Costeras entre R. Puelo y R. Yelcho, 107 Río Yelcho, 109 Islas Chiloé y Circundantes, 110 Río Palena y Costeras Límite Décima Región, 111 Costeras e Islas entre R. Palena y R. Aisén, 113 Río Aisén, 114 Costeras e Islas entre R Aisén y R Baker y Canal Gral. Martínez, 115 Río Baker, 116 Costeras e Islas entre R. Baker y R. Pascua, 117 Río Pascua, 122 Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemburg e islas al oriente, 124 Costeras e Islas entre R Hollemburg, Golfo Alto. Laguna Blanca, 125 Costeras entre Lag. Blanca (inc), Seno Otway, canal Jerónimo y Magallanes, 126 Vertiente del Atlántico y 128 Tierra del Fuego. 32

Figura 8. Distribución de *D. geminata* (Dg+) en el fitobentos, a través de las cuencas hidrográficas monitoreadas en campaña 1. Las figuras rojas representan la presencia de Didymo, mientras que las verdes representan las estaciones donde la especie no fue detectada. Izquierda: cuencas de la zona centro-sur (cuenca del Maule a Puelo), derecha: cuencas de la zona austral (cuenca del Yelcho a Tierra del Fuego)..... 34

Figura 9. Distribución geográfica de las microcuencas monitoreadas de la cuenca del río Bueno. Las áreas amarillas representan las microcuencas declaradas en Riesgo de Plaga, las rojas corresponden a las microcuencas declaradas como Área de Plaga, según la Resolución Exenta N° 719/2021 (SUBPESCA). 35



1. INTRODUCCIÓN

Didymosphenia geminata es una especie de diatomea dulceacuícola nativa del hemisferio norte y es reconocida a nivel global por sus características invasoras. En Chile, fue registrada por primera vez en el año 2010 y fue declarada especie plaga ese mismo año, 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 seguimiento de las áreas con presencia de la microalga y prospección de potenciales ecosistemas donde pudiese estar presente. Dada las características ambientales de los sistemas acuáticos continentales chilenos, que favorecen la dispersión de esta especie, se requiere continuar con la prospección para la detección y seguimiento en sectores contiguos a las áreas declaradas plaga, y así identificar oportunamente nuevas áreas de distribución para esta diatomea. Adicionalmente, esta especie invasora requiere mantener una vigilancia con frecuencia estacional de las variaciones de su abundancia y de las variables ambientales relacionadas con su proliferación, analizar el efecto sobre los ecosistemas fluviales y lacustres, mantener un programa de difusión de resultados y la aplicación de medidas de bioseguridad para la contención de su dispersión.

Debido a que *D. geminata* produce proliferaciones mucilaginosas masivas que cubren el sustrato fluvial y zonas litorales lacustres, es considerada como una especie plaga en países como Estados Unidos, Polonia, Noruega, Nueva Zelanda, Argentina y desde el año 2010 en Chile. En la última década los países afectados por la plaga han dirigido importantes esfuerzos para contener su dispersión, generar conocimiento respecto de los impactos económicos (Bransson, 2006) y sobre los factores que condicionan su dispersión y colonización. Algunas evidencias sugieren efectos sobre las comunidades bentónicas de macroinvertebrados debido a que modifica la composición taxonómica y abundancia de individuos (Gillis & Chalifour 2010, Kilroy *et al.* 2009). También en el hemisferio norte se han identificado efectos sobre especies ícticas de interés para la acuicultura y pesca recreativa, como *Salmo salar* y *Salmo trutta*, sobre las cuales las masas mucilaginosas interfieren 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 *D. geminata* degradan la estética de los ríos y lagos, reduciendo el interés por la pesca deportiva, impactando el turismo y debilitando el comercio asociado a esta actividad (Beville *et al.* 2012).

Entre las variables que influyen sobre la distribución de *D. geminata*, la baja concentración de fósforo ha sido identificada como una de las variables químicas más relevantes (Bothwell *et al.* 2009; Lindstrøm & Skulberg 2008). En ríos de Nueva Zelanda se ha observado que las proliferaciones masivas ocurren en aguas dulceacuícolas con concentraciones de Fosforo Soluble Reactivo menores a 5 mg m⁻³. Se ha señalado que la capacidad de *D. geminata* para proliferar en aguas con esta característica, se relaciona con la presencia de una enzima monofosforoesterasa en los tallos mucilaginosos. Esta enzima le otorga una ventaja comparativa a *D. geminata* respecto a otras especies de microalgas bentónicas, ya que le permite obtener fósforo inorgánico a partir de fosforo orgánico disuelto, promoviendo su proliferación y dominancia en la comunidad perifítica (Ellwood & Whitton 2007; Whitton *et al.* 2009; Bray 2016).

Existe amplio consenso acerca de que el principal vector para la dispersión de esta diatomea invasora es el ser humano que, a través del desarrollo de actividades acuáticas sin medidas de bioseguridad, han contribuido



importantemente a la propagación de la plaga hacia distintas ecorregiones en el mundo (Kilroy, 2004; Spaulding & Elwell 2007; Bothwell & Kilroy, 2011). El equipamiento para pesca deportiva e.g. waders de neopreno, botas de vadeo con suela de fieltro, han sido identificados como los fómites importantes (Bothwell *et al.* 2009). 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 (Berney *et al.* 2010). Estas condiciones definen parte del hábitat ocupado por especies salmonídeas, por tanto, esta superposición de hábitats sustenta la hipótesis de la dispersión de *D. geminata* a través de la indumentaria utilizada en la pesca recreativa. También existen otros agentes dispersores de *D. geminata*, por ejemplo, salmónidos (Reinoso-Guerra *et al.* 2021), las especies invasoras *Neovison vison* y *Castor canadensis* que podrían constituir nuevos vectores para dispersión de esta diatomea, al menos, en los ríos de la Patagonia Chilena (Leone *et al.* 2014; Pinto *et al.* 2017).

El presente estudio contempló la realización de monitoreo, prospección y evaluación de los efectos que las proliferaciones masivas de *D. geminata* 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 abarcó desde la Región del Maule hasta la Región de Magallanes, incorporando ríos y lagos invadidos o con riesgo a ser invadidos por Didymo. El número y distribución de estaciones fue acordado entre el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) y la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), siguiendo los criterios indicados en el “Manual de Monitoreo e Identificación de la Microlaga Bentónica *Didymosphenia geminata*” (Díaz *et al.* 2016), así como por criterios científicos-técnicos propuestos por IFOP. Sin embargo, el número definitivo de estaciones de monitoreo y prospección depende de aspectos logísticos que fueron evaluados en las actividades de campo.

El número total de estaciones muestreadas en la Etapa V fue 168 para la campaña de primavera-verano y 50 para la segunda campaña. Gran parte de las estaciones contempladas correspondió a estaciones de monitoreo que corresponden aquellas donde se ha detectado la presencia de *D. geminata* en monitoreos previos, y que permitieron evaluar la evolución de la plaga en las áreas afectadas. No obstante, también fueron incorporadas las estaciones de seguimiento, las cuales se localizaron en cuencas contaminadas, sin registro de proliferación masiva de *D. geminata*, y que permitieron estimar los patrones de distribución de la plaga. En tanto, también fueron incorporadas algunas estaciones de prospección que corresponden a estaciones sin antecedentes previos y que son definidas en base a los requerimientos de SUBPESCA y sugerencias de IFOP.

Se espera que el estudio proporcione la información necesaria para la gestión adecuada de esta plaga, a través de la actualización del rango de distribución nacional y regional de la especie plaga, de 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, bases cartográficas, 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 fluvial y litoral lacustre de sistemas acuáticos oligotróficos. 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, *D. geminata* se distribuye en todos los continentes excepto África y Antártica (Ejaz et al., 2021).

Históricamente, esta microalga ha sido descrita en cuerpos de aguas frías, pobres en nutrientes y aguas claras, donde crece adherida sobre el sustrato fluvial 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 *D. geminata*. 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 *D. geminata* 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 *D. geminata* fue registrada en los Ríos Futaleufú y Río Espolón en la Región de Los Lagos. De acuerdo al Reglamento Sobre Plagas Biológicas DS N°345 de 2010, la SUBPESCA declara como “Área de Plaga” por Res. Ex. N°3064 de 2010, ambos sectores afectados. A partir de este año, la plaga muestra 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, Res. Ex. N°183/2019), 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° 2450/2018), Costeras entre Río Andrew y Río Hollemburg e Islas al Oriente (Res.Ex. N° 918 de 2015, Res. Ex. N° 3709) y Río Bueno (Res. Ex. N° 3709). Actualmente, se ha declarado como “Área Plaga” todas las cuencas andinas entre el Río Biobío (Región del Biobío) y Río Azopardo (Región de Magallanes) de acuerdo a Res. Ex. N°2743/2019 y la Res. Ex. N°719/2021 (SUBPESCA).

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, desde 2011, SUBPESCA ha encargado diferentes estudios y programas de investigación a instituciones como Poch, Amakaik y Fundación CEQUA; iniciativas que han dado como principales resultados la adaptación de protocolos de muestreos, protocolos de bioseguridad, manuales de monitoreo y actividades de difusión.



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 el monitoreo en ríos de cuencas prospectadas en estudios anteriores, y en ríos de cuencas donde no se tenga certeza de la presencia de la microalga. A fin de lograr resultados comparables con estudios previos, se utiliza la metodología indicada en el “Manual para el Monitoreo e Identificación de la Microlaga Bentónica *Didymosphenia geminata*” de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Díaz et al, 2016). Este programa de Monitoreo cuenta con tres Etapas ejecutadas por el IFOP y desarrolla una metodología que ha consistido en la obtención de muestras fitoplanctónicas, fitobentónicas, macrozoobentos, calidad de agua y descripción del hábitat fluvial y ribereño en campañas de terreno coincidentes con las épocas de primavera-verano y otoño-invierno. En cada punto de muestreo se estableció la presencia/ausencia de *D. geminata* en la columna de agua y su cuantificación en la comunidad diatomológica bentónica y en la comunidad completa del fitobentos, así como el registro *in situ* de parámetros de la columna de agua, muestras para análisis de calidad de agua en laboratorio, muestras cuantitativas de macro-invertebrados y caracterización del hábitat fluvial y usos adyacentes. Los datos generados a partir de las muestras biológicas y de calidad de agua fueron analizados con herramientas estadísticas y de modelación. Los datos recogidos de la descripción del hábitat se usaron como información complementaria para la discusión de las características que propician la aparición o mantención de la especie en cuencas afectadas por la plaga. Para el análisis de la información generada por las actividades del propio monitoreo, se consideraron los resultados de estudios previos y las metodologías utilizadas en estudios de similares características, no obstante, la metodología final fue consensuada con la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.



3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar monitoreo y prospección de la presencia de la especie plaga *Didymosphenia geminata* en ríos de importancia para la acuicultura y pesca recreativa, en las regiones del Biobío, de La Araucanía, de Los Ríos, de Los Lagos, de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, y de Magallanes y de la Antártica Chilena.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Conocer la distribución geográfica de *Didymosphenia geminata* a nivel de microcuenca y las variables que favorecen a su dispersión y permanencia en los ríos chilenos.
- II. Determinar la dinámica espacio-temporal de la densidad de *Didymosphenia geminata* dentro de la comunidad de microalgas bentónicas.
- III. Determinar la relación de la especie *Didymosphenia geminata* con otros componentes bentónicos de relevancia para la sustentabilidad ambiental/ecológica de los sistemas afectados por la plaga.
- IV. Identificar y evaluar las diferentes vías de dispersión de la plaga en base a las actividades locales.



4. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN

En este punto se incluyó información sobre el diseño de muestreo considerado en la Etapa V del Monitoreo, incorporando datos acerca de la ubicación de las estaciones, los períodos específicos en los cuales se trabajó y cómo fueron distribuidas las 191 estaciones que fueron comprometidas originalmente en los Términos Técnicos de Referencia de esta Etapa.

Localización de las estaciones de monitoreo

De acuerdo a los Términos Técnicos de Referencia de la Etapa V del Monitoreo, se realizaron actividades de seguimiento y prospección en un área geográfica comprendida entre el río Claro (Región del Maule) y el río Azopardo (Región de Magallanes y la Antártica Chilena), donde originalmente se planeó muestrear en un total de 132 estaciones, abarcando 15 cuencas (ver Tabla 1). Las estaciones de monitoreo fueron localizadas tratando de mantener, al menos, una estación por cada microcuenca incluida en las Resoluciones Exenta N° 2743/2019 y 719/2021 (SUBPESCA) que declara una serie de microcuencas en las categorías Áreas de Plaga y Riesgo de Plaga. La ubicación definitiva de las estaciones de monitoreo y prospección fue consensuada entre IFOP y SUBPESCA considerando criterios científico-técnicos y financieros.

Las divisiones espaciales de las cuencas (cc), subcuencas (sc) y microcuencas (mc) fueron tomadas del inventario Nacional de Cuencas Hidrográficas de la Dirección General de Aguas (DGA). Esta información fue trabajada en SIG y Google Earth para la elaboración de bases de datos, cartografía, figuras y todo tipo de análisis que empleó los códigos identificadores de las cuencas hidrográficas. La microcuenca como unidad de trabajo de este monitoreo es relevante ya que permitió generar información en una escala espacial conocida, comparable y utilizable para otras investigaciones en ecosistemas dulceacuícolas. Además, la microcuenca como unidad espacial mínima de trabajo permite aportar información a SUBPESCA en el proceso de elaboración de las declaraciones de Plaga y Riesgo de Plaga, contribuyendo de este modo a la gestión de esta especie plaga.

Tabla 1. Número de estaciones contempladas en los Términos Técnicos de Referencia de la Etapa V para la primera (C1) y segunda campaña (C2) de monitoreo. Los códigos y nombres de cuenca fueron obtenidos del inventario Público de Cuencas Hidrográficas de la Dirección General de Aguas (DGA).

CC	Cuenca	C1	C2
83	R. Biobío	14	15
91	R. Imperial	2	-
94	R. Toltén	5	-
101	R. Valdivia	8	-
103	R. Bueno	4	4
104	Cuencas e Islas entre R. Bueno y R. Puelo	1	-
105	R. Puelo	6	-
107	R. Yelcho	7	-
110	Palena y Costeras Límite Décima Región	10	-
111	Costeras e Islas entre Río Palena y Río Aysén	3	-
113	R. Aysén	16	16
115	R. Baker	12	-
117	R. Pascua	1	-
122	Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemburg e islas al oriente	2	-
128	Tierra del Fuego	7	-
Número total de estaciones		98	34

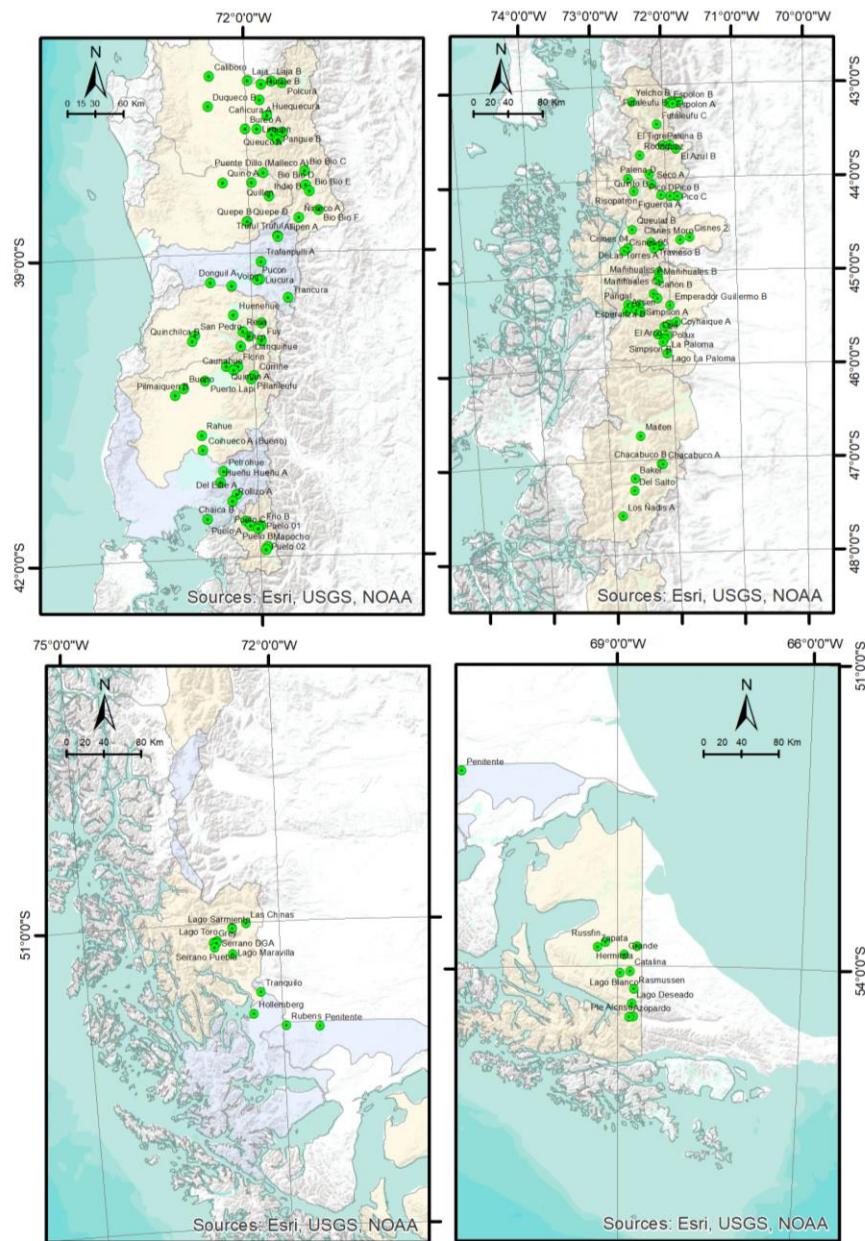


Figura 1. Distribución geográfica de las estaciones de muestreo propuestas originalmente en el TTR para la Etapa V del presente Monitoreo. De norte a sur en lámina superior izquierda cuencas de los ríos: Biobío, Toltén, Valdivia, Bueno, Puelo. Lámina superior derecha cuencas de los ríos: Yelcho, Palena y Costeras Límite Décima Región, Costeras e Islas entre Río Palena y Río Aysén, Aysén, Baker. Lámina inferior izquierda cuencas de los ríos: Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemburg e islas al oriente, Lámina inferior derecha: Tierra del Fuego.



Duración de la Etapa V del Monitoreo

Las actividades de muestreo ejecutadas durante la Etapa V del monitoreo, al igual que en las etapas anteriores, estuvieron organizadas en 2 campañas: la primera se realizó en la época de primavera-verano, y la segunda campaña fue realizada en otoño-invierno. La primera campaña fue realizada entre los días 13 de octubre 2020 y el 30 de enero de 2021, durante la cual se muestreó en 168 estaciones de monitoreo estuvieron localizadas en el más amplio rango geográfico considerado en este Monitoreo, abarcando entre las regiones del Maule y Magallanes y la Antártica Chilena.

La segunda campaña fue realizada entre los días 8 de abril de 2021 y el 6 de julio de 2021, durante la cual se muestreó 50 estaciones correspondientes a las cuencas del río Biobío (Región del Biobío y Araucanía), río Bueno (Región de Los Ríos y Los Lagos), Isla Chiloé y circundantes (Región de Los Lagos) y río Aysén (Región de Aysén). Cabe destacar que en la campaña de otoño-invierno de la Etapa V se trabajó en un rango geográfico reducido de acuerdo a los Términos Técnicos de Referencia (ver Figura 1).

Selección de las estaciones de monitoreo

El número total de muestras y la ubicación de las estaciones de monitoreo incorporadas en la primera y segunda campaña de la Etapa V fueron acordados entre SUBPESCA e IFOP. Empleando criterios científicos, técnicos y financieros, se determinó como número máximo un total de 98 estaciones de monitoreo para la campaña de primavera-verano y 34 estaciones para la campaña de otoño-invierno. De acuerdo a los resultados obtenidos en etapas previas y a los objetivos del monitoreo, en la Etapa V se definieron los tipos de estaciones de muestreo, de manera de clarificar qué tipo de datos se obtiene en cada una de ellas y qué requerimientos de gestión permiten cubrir, qué hipótesis permiten responder y de qué forma se puede mejorar el diseño de la red de monitoreo. Las características de cada tipo de estación incorporada en ambas campañas de la Etapa V del monitoreo se detallan a continuación:

- Estaciones de monitoreo permanente con presencia de *D. geminata* fueron aquellas estaciones donde se tuvo registro de la presencia de la plaga previamente, y correspondió a estaciones ubicadas en microcuencas declaradas como Área de Plaga o Área en Riesgo de Plaga por alguna de las dos últimas Resoluciones de Plaga. Son estaciones que han sido monitoreadas de manera permanente desde la Etapa I, con la obtención de muestras en todas las campañas o en la mayoría de ellas, y donde se realizó un muestreo completo de todos los componentes estipulados en los Términos Técnicos de Referencia (fitobentos, fitoplancton, diatomeas, floraciones, macroinvertebrados, columna de agua).
- Estaciones de monitoreo permanente sin presencia de *D. geminata*. Corresponden a aquellas estaciones que han sido muestreadas de manera permanente y que no han presentado la plaga hasta la fecha de muestreo de esta Etapa. Al igual que en las estaciones mencionadas previamente, en éstas se obtuvieron muestras en todas las campañas o en la mayoría de ellas, y también se realizó un muestreo completo de todos los componentes estipulados en los Términos Técnicos de Referencia (fitobentos, fitoplancton, diatomeas, floraciones, macroinvertebrados, columna de agua).
- Estaciones de monitoreo nuevas sin información sobre la presencia de *D. geminata*. En esta categoría caben todas aquellas estaciones nuevas, que se incorporaron por primera vez a la red de monitoreo, de las



cuales no se tenía información de la presencia de la plaga. Correspondió a estaciones que fueron ubicadas en microcuenca cercanas a aquellas declaradas como plaga, por lo tanto, existe una alta probabilidad de que la plaga esté presente. Estas estaciones son móviles y permiten mantener actualizadas las áreas con presencia de *D. geminata*. Se obtuvieron muestras en algunas estaciones, y se realizó un muestreo completo de todos los componentes estipulados (fitobentos, fitoplancton, diatomeas, floraciones, macroinvertebrados, columna de agua).

- Estaciones de prospección. Este tipo de estaciones fueron ubicadas en sitios donde existieron denuncias de sospecha de la plaga en SERNAPESCA, o en sitios donde el hábitat dominante coincide con los requerimientos de hábitat de la especie plaga. En el segundo caso, se trabajó con la información recabada en terreno durante las campañas previas.

Las estaciones de monitoreo permanente permitieron conocer las dinámicas espaciales y temporales de esta especie plaga. La localización de estas estaciones fue determinada en la Etapa I del Monitoreo utilizando como base el listado de estaciones que fueron muestreadas previamente por otras iniciativas de monitoreo, el cual fue proporcionado por SUBPESCA. Además, existe un conjunto de estaciones permanentes que no presentan la plaga, las cuales posibilitan detectar de manera temprana la plaga en una microcuenca determinada. Por otro lado, existen estaciones móviles que contribuyen al conocimiento del estado de las áreas contiguas a las microcuenca que presentan la plaga. Por último, las estaciones de prospección son aquellas estaciones destinadas al muestreo en áreas donde existan denuncias de sospecha de la presencia de la plaga recibidas por el Servicio Nacional de Pesca, o donde el equipo de trabajo considere que existen las condiciones ambientales idóneas para la presencia de la microalga.

Complementariamente, se aplicó una serie de criterios que fueron elaborados sobre la base del trabajo en terreno y laboratorio, y sobre las denuncias recibidas por SUBPESCA, a través de SERNAPESCA, que permitieron asignar estaciones de prospección y reubicar estaciones de monitoreo, si fuese necesario, con el fin de conocer nuevos ecosistemas y hábitats afectados por la plaga, actualizar el rango de distribución geográfica de *D. geminata*, y detectar la presencia de la plaga en el hábitat bentónico en las microcuenca donde solo se ha encontrado en el fitoplancton.

Los criterios que fueron empleados en la selección de los ríos para su monitoreo y prospección durante la Etapa V fueron los siguientes:

- a. Presencia de Didymo en alguna de las campañas previas: Los ríos que registraron la presencia de Didymo fueron evaluados para su incorporación en la red de seguimiento.
- b. Accesibilidad: Los ríos considerados para su prospección deben contar con acceso público. En último caso se considerarán estaciones dentro de propiedades privadas, cuando exista autorización oficial para ingresar.
- c. Hábitat óptimo: Los ríos que presenten una accesibilidad adecuada, y que además presenten condiciones ambientales que coincidan con los requerimientos de hábitat de la especie *D. geminata* (e.g. sistemas expuestos a la luz solar, bajo nivel de alteración ribereña, relevancia para las actividades turísticas y la conservación de la biodiversidad)



- d. Uso de suelo compatible: Se priorizarán sectores compatibles con la actividad turística acuática y acuicultura, excluyendo zonas de desarrollo intensivo de actividades agrícolas, ganaderas, forestales y de extracción de áridos.
- e. Denuncias: Utilizando información proporcionada por el Servicio Nacional de Pesca, basado en denuncias de sospecha de la presencia de Didymo, se establecerán estaciones de prospección en aquellas microcuencas que cumplan con los requisitos b, c y d nombrados como criterios de selección.



5. REQUERIMIENTOS METODOLÓGICOS

A continuación, se detallan todos los aspectos metodológicos empleados en el cumplimiento de los cuatro objetivos propuestos en la Etapa V de este monitoreo, en concordancia con los Términos Técnicos de Referencia.

5.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1: *Conocer la distribución geográfica de Didymosphenia geminata a nivel de microcuenca y las variables que favorecen a su dispersión y permanencia en los ríos chilenos.*

A través de este objetivo se actualizó la distribución geográfica de *D. geminata* utilizando la información obtenida en cada campaña de monitoreo. La distribución de *D. geminata* se basó en los datos de presencia-ausencia resultantes del análisis de muestras fitoplanctónicas y bentónicas (integrando la información proveída por los análisis de diatomeas, fitobentos y floraciones). Para el cumplimiento de este objetivo, se confeccionaron mapas regionales donde se muestra la distribución de Didymo en cada cuenca y microcuenca que fue monitoreada y prospectada. Dichos mapas fueron incorporados en el presente informe como figuras. En el documento de Informe Final, la cartografía también estará contenida en un “shape” de la distribución completa de la especie para ser utilizado en SIG, y además se entregará esta información como una base de datos históricos del monitoreo de la especie considerando las variables ambientales que se registren.

Los métodos de muestreo y análisis para cada uno de los cuatro tipos de muestras de microalgas que fueron obtenidas en cada estación de monitoreo, tomaron como base en las recomendaciones del “Manual para el Monitoreo e Identificación de la Microalga Bentónica *Didymosphenia geminata* 2 edición” (Díaz et al., 2016), y son detallados a continuación para cada tipo de muestra:

Fitoplancton

A partir del análisis cualitativo del fitoplancton se determinó la presencia de *D. geminata* en la columna de agua de ríos y lagos distribuidos en toda el área de estudio contemplada en esta etapa del monitoreo. Las muestras de fitoplancton fueron colectadas mediante una red de fitoplancton estándar (37 µm) suspendida e instalada en forma horizontal contra la corriente. La red se mantuvo instalada durante 3, 5 o 10 minutos de acuerdo a la carga sedimentológica en suspensión de cada sitio de muestreo. Las muestras fueron etiquetadas debidamente, fijadas con lugol (2%) y almacenadas hasta su identificación taxonómica. Una vez en el laboratorio, esta muestra fue homogenizada mediante agitación, para obtener una gota sin diluir que fue observada usando un microscopio óptico. Luego fue analizada para poder detectar adecuadamente las células de Didymo en deriva en ríos o suspendidas en la columna de agua de lagos.

Fitobentos

Con la finalidad de determinar la presencia de la fase microscópica bentónica de *D. geminata*, se obtuvieron dos tipos de muestras de fitobentos a partir del sustrato de fondo en cada uno de los sitios de muestreo para (1) describir la comunidad completa del fitobentos y (2) identificar a nivel de especie el grupo de las diatomeas (Bacillariophyceae). Para la obtención de la muestra (1) de la comunidad completa, se seleccionaron 5 rocas del lecho fluvial o lacustre sobre las que se removió el film de microalgas, utilizando un cepillo, sobre un área de 4 cm². Las muestras fueron integradas en un tubo de polietileno y fijadas en Lugol (2%). Para identificar el grupo de las Bacillariophyceae (2) se obtuvo una segunda muestra con el mismo método descrito, sin embargo,



ésta fue fijada en etanol (95%). Si bien, el Manual para el Monitoreo e Identificación de la Microalga Bentónica *D. geminata* sugiere el uso de Formalina (4%) para la fijación y conservación de las muestras, durante el presente monitoreo se prescindió de este fijador debido a su alto grado de toxicidad y por ser reconocido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como un agente carcinogénico. En cambio, se incorporará el uso de etanol al 95% que no afecta las estructuras celulares que constituyen caracteres taxonómicos, por lo cual no altera los resultados finales del análisis taxonómico.

Se obtuvo una tercera muestra (3) fitobentónica con el fin de analizar y caracterizar la fase macroscópica de *D. geminata*. Para ello se tomó una muestra de floración o proliferación algal bentónica masiva, utilizando un cepillo para ser depositada en un frasco de polietileno y preservada en lugol (2%). En laboratorio se procedió a identificar la composición de especies de la floración algal detectada.

Una vez finalizado el análisis taxonómico de todas las muestras, se determinó el rango de distribución de *D. geminata* como componente del fitoplancton o del fitobentos, el cual fue proyectado en mapas de distribución geográfica. Para determinar el rango geográfico de *D. geminata* en el fitoplancton se utilizaron los datos de presencia-ausencia de la especie obtenidos desde las muestras de fitoplancton. En cambio, para definir la distribución de Didymo en el bentos, se integraron los datos de presencia-ausencia obtenidos a partir de la muestra de fitobentos (comunidad completa de microalgas) y de la comunidad de diatomeas. En relación a las floraciones masivas y en base a los resultados de las etapas previas, se ha constatado que la ausencia de la forma macroscópica de *D. geminata* (floraciones) no es sinónimo de ausencia de ésta en la comunidad del bentos o del ensamble fitoplanctónico. Por lo tanto, la información basada en las floraciones de *D. geminata* no ha sido utilizado como criterio único para concluir respecto a la presencia o la ausencia de la especie en los ríos y lagos monitoreados, sino que la presencia de la especie ha sido determinada incorporando toda la información taxonómica de las tres muestras de microalgas.

Los métodos que serán empleados para la medición y registro de las variables ambientales para cada estación de monitoreo son descritos en los próximos tres puntos que corresponden a las actividades de trabajo de campo asociadas a la descripción del hábitat, registro de variables *in situ* y análisis de laboratorio.

Descripción del hábitat y variables in situ

Para la descripción visual del hábitat, se consideraron variables cualitativas y cuantitativas del hábitat fluvial como la proporción y tipo de sustrato, velocidad de corriente (m/s), profundidad, tipo de cauce, tipo de hábitat basado en características hidrológicas del tramo de río muestreado (i.e. rápido, lento, somero, profundo), condiciones meteorológicas, claridad del agua , y algunas variables biológicas como el tipo de crecimiento algal, categorías de espesor y porcentaje de cobertura en relación al tramo muestreado.

En cuanto a las variables físicas y químicas de cada uno de los ríos y lagos muestreados, se midieron *in situ* el pH, conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxígeno disuelto (mg/L), sólidos disueltos (ppm) y velocidad de la corriente (m/s).



Análisis de laboratorio

En cada una de las estaciones de muestreo se obtuvieron muestras de agua para la determinación de variables químicas, entre las que se incluyeron el calcio (mg/L), nitrato (mg/L), nitrito (mg/L), nitrógeno total (mg/L), fosfato (mg/L), fósforo total (mg/L), silicato (mg/L) y turbidez (UTN). La determinación de las concentraciones de tales variables fue derivada a un laboratorio de análisis certificado por el Instituto Nacional de Normalización (INN) que cuente con los métodos y límites de detección acreditados por el INN. 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 marcadamente más bajas que en otras áreas geográficas.

5.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2: *Determinar la dinámica espacio-temporal de la densidad de Didymosphenia geminata dentro de la comunidad de microalgas bentónicas*

Con el fin de incorporar la variabilidad natural de las comunidades de microalgas bentónicas en presencia de *D. geminata*, se analizaron preliminarmente los datos de la comunidad completa del fitobentos, los datos de la comunidad de diatomeas y los datos de floraciones algales. La presencia de *D. geminata* en el fitoplancton fue incluida como factor de agrupamiento.

Este objetivo ha sido abordado a partir de análisis comunitarios y especie-específicos para estudiar la variabilidad comunitaria de las microalgas bentónicas en presencia de *D. geminata*. Se emplearon técnicas multivariadas no paramétricas utilizando factores temporales como las épocas de muestreo, los años u otros factores que resulten relevantes en este ámbito. También se han considerado factores relacionados con la espacialidad, como las distintas microcuencas, subcuencas y cuencas muestreadas, así como las distintas unidades biogeográficas, y otros factores que se consideren importantes en el transcurso del estudio. Los datos de densidad fueron analizados preliminarmente a través de análisis de similitud, análisis de varianza u otros para cuantificar el efecto de los factores de interés, y su respectiva significancia estadística. Se aplicaron técnicas de ordenación para visualizar el efecto de los factores.

5.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 3: *Determinar la relación de la especie Didymosphenia geminata con otros componentes bentónicos de relevancia para la sustentabilidad ambiental/ecológica de los sistemas afectados por la plaga.*

Dado que *D. geminata* tiene efectos sobre la comunidad de diatomeas se calcularon índices comunitarios u otros afines que representen la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y la comunidad completa del fitobentos, que permitan estimar el efecto de *D. geminata* sobre distintos componentes bentónicos en distintas escalas espaciales.

Muestreo y análisis de macroinvertebrados bentónicos

Junto con las muestras de microalgas bentónicas y planctónicas, se obtuvieron muestras de macroinvertebrados para estimar al efecto de *D. geminata* sobre otros componentes del bentos. Estas muestras fueron obtenidas mediante técnicas cuantitativas de muestreo con una red surber (250 µm trama de malla). Las muestras fueron



almacenadas en una bolsa hermética y preservadas en etanol al 95% para su posterior cuantificación e identificación taxonómica en laboratorio.

5.4. OBJETIVO ESPECÍFICO 4: *Identificar y evaluar las diferentes vías de dispersión de la plaga en base a las actividades locales.*

En base a la información territorial disponible y a las observaciones en terreno se busca establecer cuáles son las vías más probables de dispersión para cada sector, para lograr concientizar sobre los medios de dispersión de esta plaga.

En base a la información recogida durante la ejecución de las etapas previas de este monitoreo, se ha trabajado en la identificación conceptual de los efectos de la presencia de *D. geminata* sobre las actividades económicas realizadas en una cuenca hidrográfica. Durante las etapas del monitoreo se analizaron los efectos de *D. geminata* sobre las comunidades bentónicas de microalgas y macroinvertebrados, y la relación de esta especie con las variables ambientales medidas durante las campañas de monitoreo. Además, se detallaron las principales vías de acción de los vectores y fómites, y cómo éstos contribuyen a la dispersión de la plaga dependiendo de las características ambientales de las cuencas. El desarrollo de este objetivo ha sido orientado para definir conceptualmente cuáles son los principales impactos potenciales sobre los distintos componentes del ecosistema y sobre las actividades económicas asociadas a cada uno de ellos, y a su vez, de qué forma interaccionan estas actividades y la plaga.

Las características ambientales de la cuenca del río Bueno la convierten en un excelente modelo para abordar este objetivo. En esta cuenca existe un desarrollo importante de la actividad turística en torno a los ecosistemas de agua dulce, pero también presenta actividades como la ganadería, agricultura, acuicultura, silvicultura, protección de áreas silvestres, entre otras, que pueden resultar afectadas en distinto grado por la presencia de una plaga como *D. geminata*. Dentro de un esquema conceptual, será posible dilucidar cuáles son las principales vías en que una cuenca podría verse afectada por una especie invasora dulceacuícola. Se espera que lo anterior también contribuya a generar las bases que sustenten futuros estudios que aborden la cuantificación de los impactos de *D. geminata* en términos energéticos y/o económicos.



6. RESULTADOS

6.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1: Conocer la distribución geográfica de *Didymosphenia geminata* a nivel de microcuenca y las variables que favorecen a su dispersión y permanencia en los ríos chilenos.

Los resultados de este objetivo se estructuraron para definir, primeramente, el rango de distribución de *D. geminata* en ríos y lagos de Chile, caracterizar espacialmente las comunidades de diatomeas y las variables ambientales en el área de estudio, para luego identificar cuáles de estas variables se encuentran asociadas a la dispersión de *D. geminata* y su colonización en ríos chilenos.

En la presente sección se detallan los resultados preliminares obtenidos para cada uno de los objetivos planteados para la Etapa V del Monitoreo en los Términos Técnicos de Referencia. En este documento se informan algunos análisis parciales sin discusión y conclusiones asociadas. De manera previa a los resultados de cada objetivo, se explica detalladamente la red de monitoreo considerada en las dos campañas ejecutadas durante esta Etapa.

Estaciones muestreadas y periodos de muestreo

Las campañas de obtención de muestras se encuentran finalizadas a la fecha de entrega de este informe. La programación de trabajo de campo no sufrió modificaciones, y fue posible muestrear todas las estaciones comprometidas en los Término Técnicos de Referencia. Durante la primera campaña, realizada en la época de primavera-verano, entre el 13 de octubre de 2020 y el 30 de enero de 2021, se muestrearon 168 estaciones en total (ver Figura 2 superior y Tabla 2), las cuales fueron distribuidas en 24 cuencas ubicadas entre la Región del Maule y la Región de Magallanes y la Antártica Chilena. Además, se incorporaron 18 estaciones de prospección que estuvieron distribuidas en nueve cuencas hidrográficas ubicadas en regiones de la zona sur y austral del país.

Posteriormente, durante la segunda campaña ejecutada en la época de otoño-invierno, en el mes de abril de 2021, se muestrearon 38 estaciones ubicadas en las cuencas del río Biobío, Bueno y Aysén (ver Figura 2 inferior y Tabla 2). También es importante destacar que el número de estaciones muestreadas en ambas campañas fue diferente, existiendo una reducción programada en la cantidad de estaciones de la campaña de otoño-invierno (Tablas 1 y 2). Dentro del número total de estaciones, se muestrearon 9 estaciones de prospección en las cuencas de los ríos Biobío, Bueno y Aysén, y 6 estaciones en ríos de la Isla de Chiloé que corresponde a la cuenca número 109, de acuerdo a la nomenclatura de la DGA.

En la Tabla 3 se muestra la distribución de las estaciones muestreadas diferenciadamente por cuenca, campaña y región administrativa, donde también es posible advertir que existen cuencas que son administradas por más de una región. Las estaciones distribuidas por cada cuenca microcuenca muestreada y región administrativa, están contenidas en las Figuras 1 a 11 del Anexo 1.



Tabla 2. Número de estaciones permanentes y de prospección muestreadas durante la primera y segunda campaña de monitoreo de la Etapa V, realizadas en las épocas de primavera-verano y otoño-invierno, respectivamente. Los códigos y nombres de cuenca fueron obtenidos del Inventario Público de Cuenca Hidrográficas y Lagos de la DGA.

CC	Cuenca	C1	C2
73	Río Maule	5	0
81	Río Itata	5	0
83	Río Bío-Bío	19	17
91	Río Imperial	6	0
94	Río Toltén	8	0
101	Río Valdivia	10	0
103	Río Bueno	12	9
104	Cuencas e Islas entre R. Bueno y R. Puelo	5	0
105	Río Puelo	6	0
106	Costeras entre R. Puelo y R. Yelcho	7	0
107	Río Yelcho	5	0
109	Islas Chiloé y Circundantes	0	6
110	Río Palena y Costeras Limite Decima Región	12	0
111	Costeras e Islas entre R. Palena y R. Aisén	7	0
113	Río Aisén	24	17
114	Costeras e Islas entre R. Aisén y R. Baker y Canal Gral. Martínez	1	1
115	Río Baker	7	0
116	Costeras e Islas entre R. Baker y R. Pascua	1	0
117	Río Pascua	2	0
122	Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemburg e islas al oriente	9	0
124	Costeras e Islas entre R. Hollemburg, Golfo Alte. Laguna Blanca	1	0
125	Costeras entre Lag. Blanca (inc), Seno Otway, canal Jerónimo y Magallanes	2	0
126	Vertiente del Atlántico	2	0
128	Tierra del Fuego	12	0
Total	24	168	50
			218

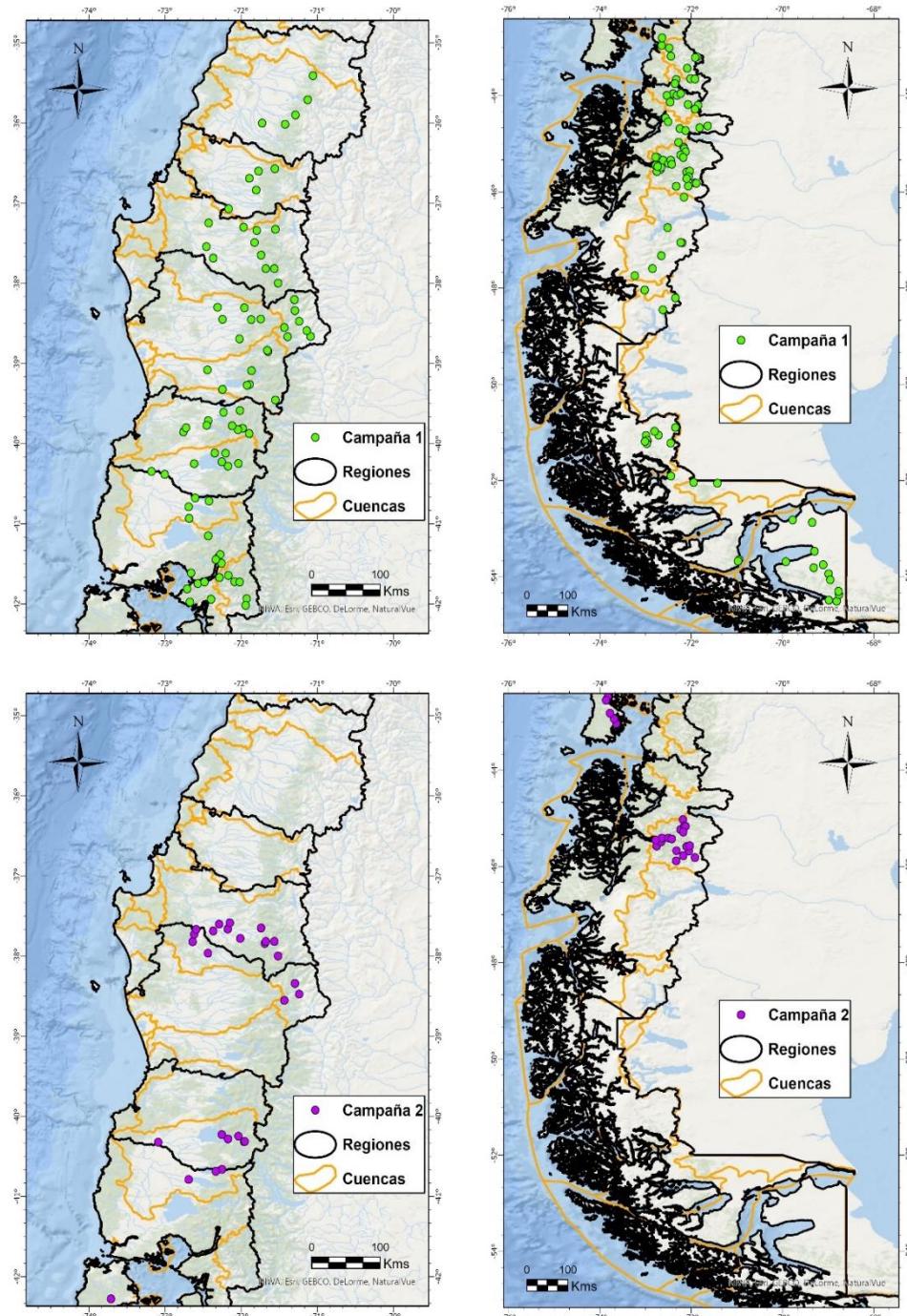


Figura 2. Distribución de las estaciones de monitoreo desde la región del Maule hasta Tierra del Fuego, durante la campaña de primavera-verano (superior) y otoño-invierno (inferior) de la Etapa V. Las figuras verdes corresponden a la ubicación referencial de las estaciones de muestreo distribuidas en cada una de las cuencas incluidas en campaña primavera-verano y las figuras moradas corresponden a la ubicación referencial de las estaciones de muestreo incluidas en la campaña otoño-invierno.

**Tabla 3.** Número de estaciones muestreadas durante la primera y segunda campaña de monitoreo, realizadas en las épocas de primavera-verano y otoño-invierno, por cada cuenca y región administrativa.

Cuenca	Maule		Ñuble		Bío-Bío		La Araucanía		Los Ríos		Los Lagos		Aysén		Magallanes		Total
	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	
73	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
81	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
83	-	-	-	-	12	10	7	7	-	-	-	-	-	-	-	-	36
91	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
94	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
101	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	10
103	-	-	-	-	-	-	-	-	7	6	5	3	-	-	-	-	21
104	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	5
105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	6
106	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	7
107	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	5
109	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	6
110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	9	-	-	-	12
111	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	7
113	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	17	-	-	-	-	41
114	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	2
115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	7
116	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
117	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2
122	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	9
124	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2
126	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2
128	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	12
Total general	5	0	5	0	12	10	21	7	17	6	31	9	51	18	26	0	218

A continuación, se detalla el número de estaciones muestreadas en cada una de las regiones administrativas y la cobertura de esta Etapa del Monitoreo respecto a las microcuencas declaradas Área de Plaga y Riesgo de Plaga por las Res. Ex. 2743/2019 y la 719/2021 (Tabla 4).

a) Región del Maule

Durante la campaña de primavera-verano (primera campaña) se muestrearon 5 estaciones en la cuenca del río Maule (Figura 1 del Anexo 1), abarcando 3 subcuencas y 5 microcuencas. Una de las microcuencas monitoreadas (7370, estación Radal 02 y Radal 01) se encuentra declarada plaga a través de la Res. Ex. 719/2021, las cuatro restantes permanecen libres de plaga. Cuatro de las estaciones muestreadas tuvieron las



mismas localizaciones que en campañas previas, excepto la estación “Longaví” que corresponde a una estación nueva que reemplazó a la estación “Malcho” por presentar problemas de acceso. Además, se tomó una muestra de floración algal en la estación “Radal 01” donde se observó un desarrollo importante de Didymo sobre sustrato rocoso. Las estaciones monitoreadas se encuentran, principalmente, en el sector precordillerano de la cuenca, excepto la estación Longaví que se encuentra en el Valle Central, muy próxima a la Ruta 5. La campaña de otoño-invierno (segunda campaña), de acuerdo a los Términos Técnicos de Referencia, no contempla monitoreo en esta cuenca.

b) Región del Ñuble

En esta región se muestrearon 5 estaciones pertenecientes la cuenca del río Itata (Figura 2 del Anexo 1), las cuales se distribuyeron, mayoritariamente, en las cercanías de la ciudad de Chillán en la subcuenca del río Ñuble, y en 5 microcuencas distintas. En esta cuenca existe una microcuenca (8131, estación Diguillín A) declarada en Riesgo de Plaga y una microcuenca (8124, estación Itata) declarada como Plaga, a través de la Res. Ex. 719/2021. Durante la segunda campaña esta cuenca no fue muestreada.

c) Región del Biobío

Durante la primera campaña se muestreó un total de 12 estaciones en la porción de la cuenca que corresponde a esta región administrativa (Figura 3 del Anexo 1). 12 de estaciones correspondieron a estaciones de monitoreo que fueron ubicadas para abarcar 12 microcuencas, que correspondieron en su mayoría a microcuencas declaradas como Plaga (7) y en Riesgo de Plaga (2) por la Res. Ex. 719/2021.

Posteriormente, durante la campaña de otoño-invierno, se muestrearon 10 estaciones en total, de las cuales 8 correspondieron a estaciones de monitoreo y 2 a estaciones de prospección. Las estaciones de monitoreo abarcaron 4 microcuencas declaradas Áreas de Plaga (8316, 8317, 8313, y 8312) y dos microcuencas que se mantienen sin la presencia de Didymo (8315 y 8333). Las 2 estaciones de prospección, por su parte, abarcan otras 2 microcuencas de las que no se tenía información sobre la presencia de esta especie plaga (ver Tabla 4).

d) Región de La Araucanía

En la primera campaña, se muestreó en la parte alta de la cuenca del río Biobío, sector de Lonquimay (Figura 4 del Anexo 1), las cuencas del río Toltén y río Imperial (Figura 4 del Anexo 1). En la cuenca del río Biobío se muestrearon 7 estaciones en las cercanías de Lonquimay, donde cada estación está localizada en una microcuenca declarada Área de Plaga a través de la Res. Ex. 719/2021. En la cuenca del río Imperial se muestreó un total de 6 estaciones que fueron ubicadas en 3 microcuencas declaradas como Área de Plaga, 2 microcuencas declaradas como Riesgo de Plaga, y una microcuenca que ha permanecido sin Didymo desde el año 2016. En la cuenca del río Toltén un total de 8 estaciones, abarcando 3 microcuencas declaradas Área de Plaga, 3 microcuencas consideradas Riesgo de Plaga y 2 estaciones donde Didymo no está presente.



Posteriormente, en la campaña de invierno, en la cuenca del río Biobío se muestrearon 7 estaciones de las cuales, 3 estaciones correspondieron a estaciones de monitoreo, ubicadas cada una en una microcuenca declarada Área de Plaga por la Res. Ex. 719/2021. Las cuatro estaciones restantes fueron localizadas en microcuencas sin información sobre la presencia de *D. geminata*. Las cuencas de los ríos Imperial y Toltén no fueron muestreadas durante esta época.

e) Región de los Ríos

En el transcurso de la primera campaña, se muestrearon las cuencas del río Valdivia y río Bueno (Figura 5 del Anexo 1). En la cuenca del río Valdivia se muestreó un total de 10 estaciones, incluida 1 estación de prospección, gran parte de ellas estuvieron distribuidas en la zona alta de la cuenca. Las estaciones de monitoreo fueron localizadas cada una en una microcuenca distinta, cubriendo de este modo, 7 microcuencas declaradas Área de Plaga, 2 como Riesgo de Plaga y una estación donde no se tenía información.

Mientras que en la cuenca del río Bueno se muestreó un total de 7 de estaciones. Durante la segunda campaña, el río Valdivia no fue incorporado en el monitoreo, en cambio, en la cuenca del río Bueno se muestrearon 6 estaciones, dado que no fue posible acceder al río en la estación Bueno, a causa del aumento de caudal propio de la época de invierno en el curso principal del río Bueno.

f) Región de Los Lagos

Durante la primera campaña se muestrearon 5 cuencas: río Bueno, Cuencas e Islas entre río Bueno y río Puelo, río Puelo (Figura 6 del Anexo 1), río Palena y Costeras Límite Décima Región y río Yelcho (Figura 7 del Anexo 1), sumando un total de 31 estaciones de muestreo. En el sector correspondiente a la cuenca del río Bueno se ubicaron 5 estaciones de muestreo, en Cuencas e Islas entre río Bueno y río Puelo se distribuyeron 4 estaciones, en río Puelo se distribuyeron 6 estaciones de muestreo, en río Yelcho 5 estaciones y en río Palena y Costeras Límite X Región se distribuyeron 3 estaciones de monitoreo.

En el transcurso de la segunda campaña, en esta región se muestrearon 3 estaciones correspondientes a la cuenca del río Bueno.

g) Región de Aysén

En esta región se muestrearon las cuencas: río Palena y Costeras Límite Región de Los Lagos, Costeras e Islas entre río Palena y río Aysén, río Aysén y río Baker, con un total de 51 estaciones muestreadas en la primera campaña (Figura 8 y 9 del Anexo 1). En la cuenca del río Palena y Costeras Límite Región de Los Lagos se distribuyeron 9 estaciones, en la cuenca del río Aysén 24 estaciones y 7 estaciones en la cuenca del río Baker, 1 estación, Costeras e islas entre R. Baker y 2 estaciones en cuenca R. Pascua y río Pascua. De este modo, se muestrearon 17 subcuencas y 48 microcuencas. Luego, durante la campaña de invierno se realizó el muestreo en la cuenca del río Aysén, con un total de 18 estaciones distribuidas en 8 subcuencas y 17 microcuencas.



h) Región de Magallanes

Se muestreó en 4 cuencas durante la primera campaña: Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemburg e islas al oriente, Costeras e Islas entre R Hollemburg- Golfo Alto. Laguna Blanca, Vertiente del Atlántico y Cuencas de Tierra del Fuego (Figuras 10 y 11 del Anexo 1). En las cuencas Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemburg e islas al oriente se muestrearon 8 estaciones. En cuencas Costeras e Islas entre R Hollemburg- Golfo Alto. Laguna Blanca se muestrearon 1 estaciones, en cuencas de la Vertiente del Atlántico se muestrearon 2, 2 en Costeras entre Lag. Blanca (inc), Seno Otway, Canal Gerónimo y Magallanes, y en Tierra del Fuego se muestrearon 12 estaciones. La distribución espacial de las estaciones permitió monitorear 25 microcuencas, de las cuales 8 se encuentran en categoría de Área de Plaga, de acuerdo a la Res. Ex. N° 719/2021.

Rango de distribución de *D. geminata* en cuencas hidrográficas de Chile

De acuerdo a los resultados obtenidos en ambas campañas de monitoreo realizadas en la Etapa V, la presencia de *D. geminata* se registró en las regiones del Maule, Ñuble, Biobío, La Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y de la Antártica Chilena. La Región del Maule constituye el límite septentrional de la distribución de *D. geminata*, en específico la microcuenca del río Claro (7370), en el Parque Nacional Radal Siete Tazas. Por otro lado, el límite austral para la especie se ubica en la Región de Magallanes, en el río Azopardo (12825). Tal como se describe, *D. geminata* se extiende a través de un rango latitudinal de aproximadamente 2200 km (Figura 5), independientemente de si fue encontrada en el hábitat planctónico o bentónico. Además, la especie plaga fue encontrada en gran parte de las estaciones prospectadas, por tanto, al interior de las cuencas el área afectada aumenta, a medida que incrementa el número de estaciones prospectadas.

A diferencia de campañas anteriores, se registró por primera vez la especie plaga en la cuenca del río Itata (81) en la Región del Ñuble, mientras que *D. geminata* continúa ausente en las cuencas Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemburg e islas al oriente (122), Costeras e Islas entre R Hollemburg, Golfo Alto. Laguna Blanca (124) y Vertiente del Atlántico (126) de la Región de Magallanes y la Antártica Chilena.

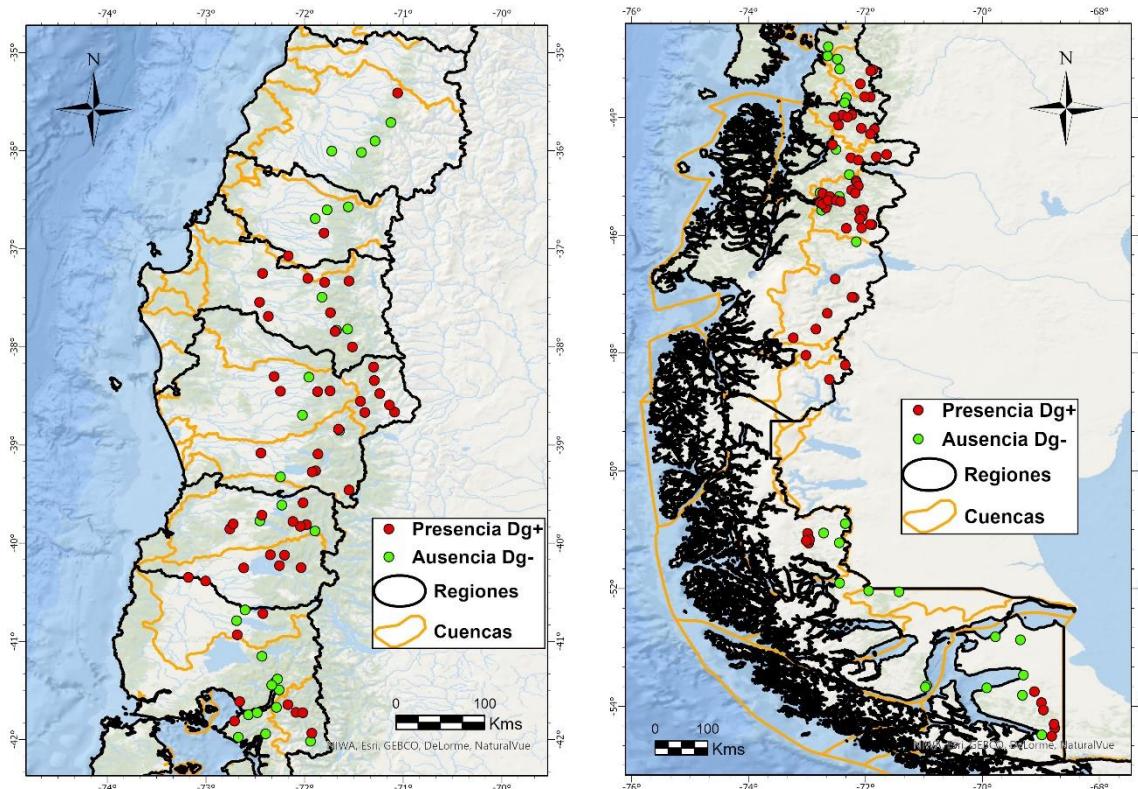


Figura 3. Estaciones afectadas por la plaga *Didymosphenia geminata* dentro del área de estudio de la Etapa V del monitoreo. Izquierda: área comprendida entre las cuencas del Maule y Puelo. Derecha: área comprendida entre la cuenca del Yelcho a Tierra del Fuego.

En adelante, se describirá la distribución geográfica de Didymo encontrada en cada uno de los componentes analizados taxonómicamente. En el caso de la pesquisa de la presencia de Didymo en el fitoplancton, se analizaron 217 muestras provenientes mayoritariamente de ríos y se encontró que en 134 estaciones la microalga estuvo presente (Figura 4), lo cual equivale a 16 de 24 cuencas y a 114 de 176 microcuencas muestreadas. La presencia de la plaga fue registrada en distintas proporciones del número total de estaciones por cuenca. Es posible afirmar que Didymo está presente en fitoplancton entre en el río Claro (microcuenca 7370) y el río Azopardo, Tierra del Fuego (microcuenca 12825). No obstante, el rango de distribución no fue continuo, de acuerdo a los resultados de esta Etapa, las cuencas donde no se encontró *D. geminata* fueron: 104 Cuencas e Islas entre R. Bueno y R. Puelo, 106 Costeras entre R. Puelo y R. Yelcho, 109 Islas Chiloé y Circundantes, 114 Costeras e Islas entre R. Aisén y R Baker y Canal Gral. Martínez, 116 Costeras e Islas entre R. Baker y R. Pascua, 124 Costeras e Islas entre R Hollemburg, Golfo Alte. Laguna Blanca, 125 Costeras entre Lag. Blanca(inc), Seno Otway, canal Jerónimo y Magallanes, 126 Vertiente del Atlántico. En todas las cuencas restantes del área de estudio, la proporción de estaciones invadidas superó el 64% del número total de

estaciones (Figura 4). Cada una de las estaciones que presentó *D. geminata* en fitoplancton puede ser consultada en la Tabla 4. Analizar la presencia de *D. geminata* en fitoplancton separadamente de fitobentos es relevante dado que permite generar la información necesaria para las resoluciones que declaran áreas en Riesgo de Plaga, basadas en la presencia de Didymo en fitoplancton, y Área de Plaga, que se basa en la presencia de *D. geminata* en el bentos, las cuales emanan de la SUBPESCA.

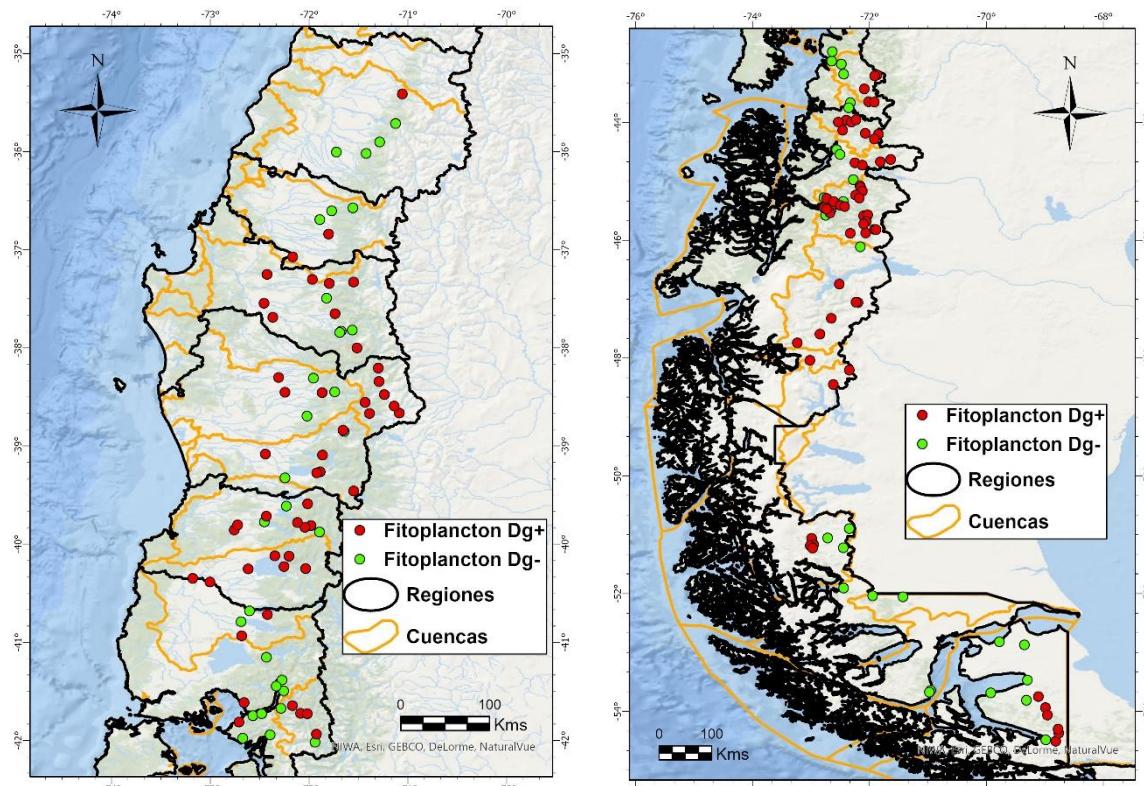


Figura 4. Distribución de *D. geminata* (Dg+) en el componente fitoplancónico a través de las cuencas hidrográficas monitoreadas en campaña 1. Las figuras rojas representan la presencia de Didymo, mientras que las verdes representan las estaciones donde la especie no fue detectada. Izquierda: cuencas de la zona centro-sur (cuenca del Maule a Puelo), derecha: cuencas de la zona austral (cuenca del Yelcho a Tierra del Fuego).

Respecto a *D. geminata* como parte de la comunidad de microalgas bentónicas, se analizaron 176 muestras de fitobentos, 162 muestras de diatomeas y 159 muestras de floraciones. El número de muestras bentónicas obtenidas estuvo determinado por las condiciones ambientales y de acceso específicas de cada sistema muestreado. En el caso de las muestras de floraciones, éstas no se encuentran presentes en todas las estaciones de monitoreo, por lo tanto, el número de este tipo de muestras fue siempre inferior al resto de las muestras de microalgas.

En cuanto a fitobentos, Didymo estuvo presente en 95 de las 176 estaciones donde se obtuvo muestras, en 15 de 24 cuencas y en 79 de 176 microcuencas monitoreadas, y el número de estaciones afectadas por la plaga muestra que la mayor cantidad de estaciones invadidas se encuentra en la cuenca del río Aysén (113) y Biobío



(83) (Figura 8). Las mayores abundancias relativas de *D. geminata* promediadas por cuenca en el fitobentos están concentradas en las cuencas de Yelcho (107), Aysén (113), Baker (115) y Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemburg e islas al oriente (122) con valores distantes de lo que ocurre en las otras cuencas invadidas, donde las abundancias registradas fueron menores. Las abundancias relativas por estación de muestreo (Figura 6) también revelan que los valores máximos para este parámetro fueron detectados en las cuencas de Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemburg e islas al oriente (122) y Aysén (113), sugiriendo una tendencia de mayor desarrollo de esta especie plaga en esta área geográfica.

La distribución geográfica de Didymo en fitobentos abarcó el rango entre la cuenca del río Claro hacia el sur, específicamente, desde la estación Radal 02 (microcuenca 7370) hasta el río Azopardo en Tierra del Fuego (microcuenca 12825) (Figura 8). En este rango, la cuenca Cuencas e Islas entre R. Bueno y R. Puelo (104), Costeras entre R. Puelo y R. Yelcho (106), Islas Chiloe y Circundantes (109), Costeras e Islas entre R Aisen y R Baker y Canal Gral. Martinez (114), Costeras e Islas entre R Hollemburg, Golfo Alte. Laguna Blanca (124), Costeras entre Lag. Blanca(inc), Seno Otway, canal Jeronimo y Magallanes (125) y Vertiente del Atlántico (126).

Tabla 4. Número de estaciones por cuenca (CC), subcuenca (SC) y micro cuenca (MC) muestreadas primera campaña (C1) y segunda campaña (C2), identificando la categoría de cada MC (Categoría Res. Ex.) de acuerdo a las Resoluciones Exentas 719/2021. Los códigos y nombres de cuenca fueron obtenidos del Inventario Público de Cuencas Hidrográficas de la Dirección General de Aguas (DGA).

CC	Nombre de la cuenca	SC	MC	Categoría Res Ex	C1	C2
73	Río Maule		732	7321	Libre	1
				7351	Libre	1
		735	7354	Libre	1	
			7355	Libre	1	
			737	7370	Plaga	1
81	Río Itata		810	8106	Libre	1
			811	8112	Libre	1
				8117	Libre	1
			812	8124	Plaga	1
			813	8131	Riesgo	1
83	Río Bio-Bio			8300	Plaga	1
				8301	Plaga	1
				8302	Plaga	1
			830	8303	Plaga	1 1
				8304	Plaga	1 1
				8306	Plaga	1 1
				8307	Plaga	1
			831	8312	Plaga	1 1
				8313	Plaga	1 1



CC	Nombre de la cuenca	SC	MC	Categoría Res Ex	C1	C2
			8315	Libre	1	1
			8316	Plaga	1	1
			8317	Plaga	1	1
			8319	Libre		2
			8321	Libre	1	
		832	8323	Libre	1	
			8324	Riesgo	1	
			8331	Libre	1	
		833	8333	Libre	1	1
			834	Libre	1	
			8351	Libre	1	
		835	8352	Libre	1	
			8358	Libre	1	
			8371	Plaga	1	
		837	8376	Plaga	1	
			8380	Plaga	1	
		838	8382	Riesgo	1	
91	Río Imperial		910	9106	Riesgo	1
			911	9110	Libre	1
				9120	Plaga	1
		912	9122	Plaga	1	
				9123	Plaga	1
			913	9130	Riesgo	1
94	Río Tolten			9400	Riesgo	1
		940	9401	Libre	1	
				9405	Riesgo	1
				9412	Plaga	1
		941	9414	Plaga	1	
				9418	Plaga	1
		942	9421	Riesgo	1	
				9423	Libre	1
101	Río Valdivia			10100	Riesgo	1
				10103	Plaga	1
		1010	10104	Plaga	1	
				10105	Plaga	1
				10107	Plaga	1



CC	Nombre de la cuenca	SC	MC	Categoría Res Ex	C1	C2
			10108	Plaga	1	
			10111	Libre	1	
		1011	10112	Riesgo	1	
			10113	Plaga	1	
		1012	10122	Plaga	1	
			10301	Plaga	1	1
			10302	Libre	1	
			10303	Libre	1	
		1030	10304	Plaga	1	1
			10305	Plaga	1	
			10306	Libre	1	1
			10307	Plaga	1	
103	Río Bueno	1031	10310	Plaga	1	
			10311	Plaga	1	
			10322	Libre	1	
		1032	10323	Libre	2	1
			10328	Riesgo	1	
		1033	10330	Libre	1	
		1034	10340	Libre	1	1
			10343	Plaga	1	
104	Cuencas e Islas entre R.Bueno y R. Puelo	1044	10441	Riesgo	1	
			10443	Riesgo	1	
		1045	10454	Riesgo	1	
		1046	10460	Libre	1	
			10461	Libre	1	
105	Río Puelo		1050	10503	Plaga	1
				10511	Libre	1
		1051	10512	Plaga	1	
			10514	Riesgo	1	
		1052	10520	Plaga	1	
			10522	Libre	1	
106	Costeras entre R.Puelo y R.Yelcho		1060	10600	Riesgo	3
			1061	10610	Libre	1
		1063	10630	Libre	1	
		1068	10681	Libre	1	
			10683	Libre	1	



CC	Nombre de la cuenca	SC	MC	Categoría Res Ex	C1	C2
107	Río Yelcho		10701	Plaga	1	
		1070	10702	Plaga	1	
			10703	Plaga	1	
		1071	10710	Plaga	1	
			10712	Libre	1	
109	Isla Chiloe y Circundantes		10901	Libre	1	
		1090	10902	Libre	3	
			10904	Libre	1	
			10906	Libre	1	
			11020	Plaga	1	
110	Río Palena y Costeras Limite Decima Region	1102	11021	Plaga	1	
			11023	Libre	1	
			11024	Riesgo	1	
			11031	Libre	1	
			11032	Plaga	1	
		1103	11033	Plaga	1	
			11034	Libre	1	
			11035	Libre	2	
		1104	11040	Plaga	1	
			11041	Plaga	1	
111	Costeras e Islas entre R.Palena y R.Aisén		1113	11130	Libre	2
			11141	Plaga	1	
			11143	Plaga	1	
		1114	11144	Plaga	1	
			11145	Libre	1	
			11147	Plaga	1	
			11302	Plaga	1	1
113	Río Aisén		11303	Plaga	1	1
		1130	11304	Plaga	1	1
			11305	Plaga	1	1
			11307	Plaga	1	1
			11308	Plaga	1	
			11311	Libre	1	
		1131	11312	Libre	1	1
			11313	Plaga	1	
			11314	Plaga	1	1



CC	Nombre de la cuenca	SC	MC	Categoría Res Ex	C1	C2
			11315	Plaga	1	1
			11316	Plaga	1	1
			11318	Plaga	1	1
		1132	11320	Plaga	1	1
			11330	Plaga	1	
			11331	Libre	1	1
		1133	11332	Libre	2	
			11335	Libre	1	
			11336	Libre	2	1
			11337	Plaga	1	1
			11340	Plaga	1	
		1134	11341	Libre	2	
			11342	Plaga	1	1
114	Costeras e Islas entre R Aisén y R Baker y Canal Gral. Martínez	1140	11400	Libre	1	1
		1150	11503	Libre	1	
		1152	11522	Plaga	1	
			11534	Plaga	1	
115	Río Baker	1153	11535	Plaga	1	
			11538	Plaga	1	
		1154	11544	Plaga	1	
			11549	Plaga	1	
116	Costeras e Islas entre R. Baker y R. Pascua	1161	11614	Libre	1	
117	Río Pascua	1170	11700	Libre	1	
			11701	Libre	1	
			12280	Libre	1	
			12281	Libre	1	
			12282	Libre	2	
122	Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemburg e islas al oriente	1228	12283	Libre	1	
			12284	Libre	1	
			12286	Plaga	1	
			12287	Plaga	1	
			12289	Plaga	1	
124	Costeras e Islas entre R Hollemburg, Golfo Alte. Laguna Blanca	1240	12400	Libre	1	
125	Costeras entre Lag. Blanca (inc), Seno Otway, canal Jerónimo y Magallanes	1258	12581	Libre	1	
			12582	Libre	1	
126	Vertiente del Atlántico	1260	12600	Libre	1	



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

CC	Nombre de la cuenca	SC	MC	Categoría Res Ex	C1	C2
128	Tierra del Fuego	1262	12622	Libre	1	
		1280	12802	Libre	1	
			12805	Libre	1	
		1281	12815	Libre	1	
			12818	Libre	1	
		1282	12825	Plaga	1	
		1283	12830	Libre	1	
			12871	Libre	1	
			12872	Libre	1	
		1287	12873	Plaga	1	
			12875	Plaga	1	
			12876	Plaga	1	
			12879	Plaga	1	
Total		24	70	176	160	46

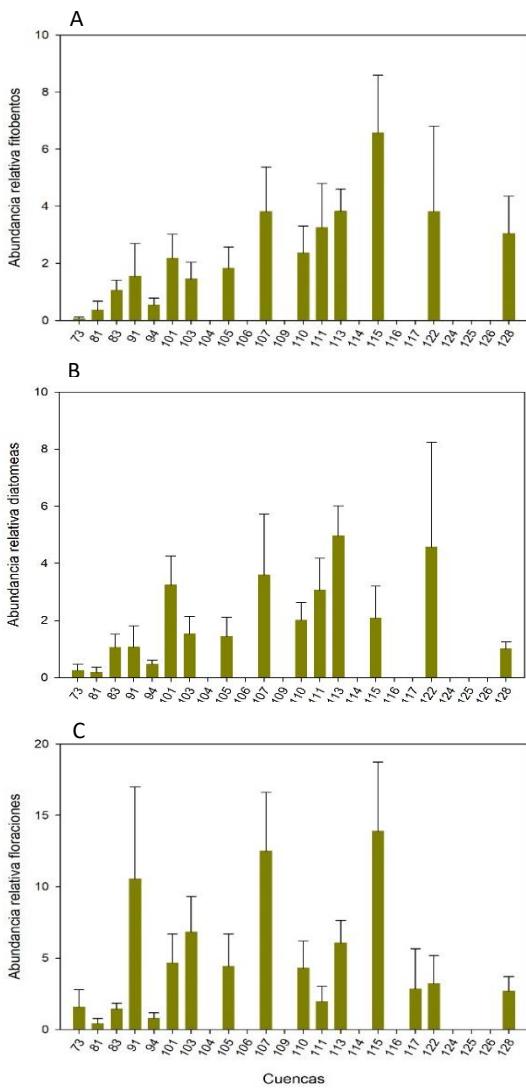


Figura 5. Patrón espacial de la abundancia relativa de *D. geminata* calculada para cada cuenca monitoreada. Las barras mostaza corresponden a los valores promedio de la (a) Abundancia relativa en fitobentos y (b) abundancia relativa en diatomeas y (c) abundancia relativa floraciones. Para cada barra se muestra el valor del error estándar asociado a cada media. Las cuencas correspondientes: 73 Río Maule, 81 Río Itata, 83 Río Bio-Bio, 91 Río Imperial, 94 Río Toltén, 101 Río Valdivia, 103 Río Bueno, 104 Cuencas e Islas entre R. Bueno y R. Puelo, 105 Río Puelo, 106 Costeras entre R. Puelo y R. Yelcho, 107 Río Yelcho, 109 Islas Chiloé y Circundantes, 110 Río Palena y Costeras Limite Décima Región, 111 Costeras e Islas entre R. Palena y R. Aisén, 113 Río Aisén, 114 Costeras e Islas entre R Aisén y R Baker y Canal Gral. Martínez, 115 Río Baker, 116 Costeras e Islas entre R. Baker y R. Pascua, 117 Río Pascua, 122 Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemburg e islas al oriente, 124 Costeras e Islas entre R Hollemburg, Golfo Alte. Laguna Blanca, 125 Costeras entre Lag. Blanca (inc), Seno Otway, canal Jerónimo y Magallanes, 126 Vertiente del Atlántico y 128 Tierra del Fuego.

Para identificar las variables asociadas a la dispersión y colonización de *D. geminata* se obtuvieron datos midiendo in situ en la columna de agua y a través de análisis de laboratorio, y además, a partir de la descripción cualitativa del hábitat fluvial y ribereño en cada una de las estaciones. En total se registraron 19 variables ambientales durante la campaña de primavera-verano: temperatura (°C), pH, conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$), sólidos disueltos totales (ppm), saturación de Oxígeno (%) y concentración de Oxígeno (mg/L) que fueron medidas in situ (Figs. 5 y 6; Tabla 3, Anexo 2); PO₄ (mg/L), PT (mg/L), NO₂ (mg/L), NO₃ (mg/L), NKT (mg/L), Ca (mg/L), Si total (mg/L) y turbiedad (NTU) las cuales fueron analizadas en laboratorio (Figs. 7 y 8; Tabla 3, Anexo 2). Las variables cualitativas de la descripción del hábitat fluvial y ribereño no fueron incluidas en este informe de avance.

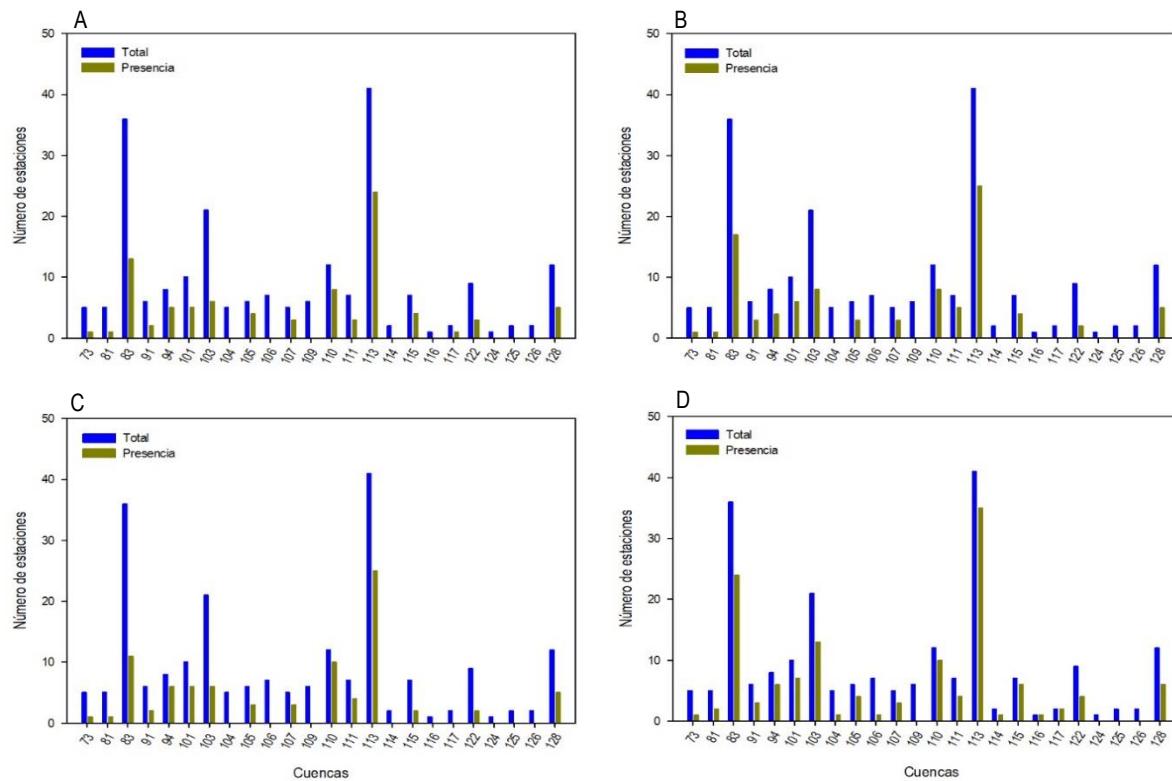


Figura 6. Proporción de estaciones invadidas por cuenca registradas. Las barras azules indican la totalidad de estaciones muestreadas por cuenca, mientras que las barras mostaza muestran la cantidad de estaciones con presencia de *D. geminata*. Las cuencas correspondientes; A) en muestras de fitoplancton, B) fitobentos, C) diatomeas, y D) floraciones algales. Las cuencas corresponden a 73 Río Maule, 81 Río Itata, 83 Río Bio-Bio, 91 Río Imperial, 94 Río Toltén, 101 Río Valdivia, 103 Río Bueno, 104 Cuencas e Islas entre R. Bueno y R. Puelo, 105 Río Puelo, 106 Costeras entre R. Puelo y R. Yelcho, 107 Río Yelcho, 109 Islas Chiloé y Circundantes, 110 Río Palena y Costeras Límite Décima Región, 111 Costeras e Islas entre R. Palena y R. Aisén, 113 Río Aisén, 114 Costeras e Islas entre R. Aisén y R. Baker y Canal Gral. Martínez, 115 Río Baker, 116 Costeras e Islas entre R. Baker y R. Pascua, 117 Río Pascua, 122 Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemburg e islas al oriente, 124 Costeras e Islas entre R. Hollemburg, Golfo Alte. Laguna Blanca, 125 Costeras entre Lag. Blanca (inc), Seno Otway, canal Jerónimo y Magallanes, 126 Vertiente del Atlántico y 128 Tierra del Fuego.

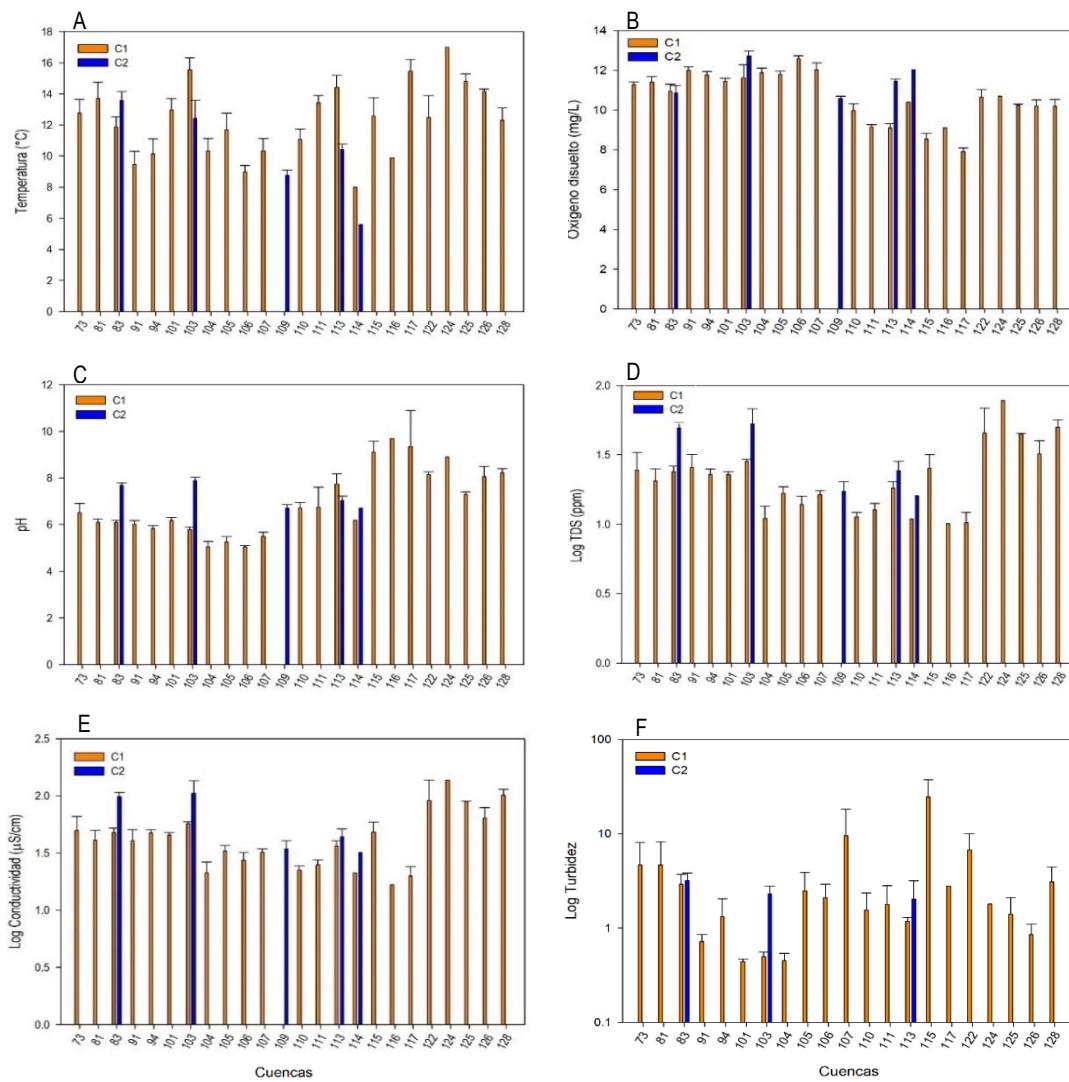


Figura 7. Variables durante la primera y segunda campaña. Las barras naranjas corresponden al valor promedio obtenido en la primera campaña (C1) y las barras azules corresponden a los valores promedio obtenidos en la segunda campaña (C2). Para cada barra se muestra el valor del error estándar asociado a cada media. Las variables corresponden a A) Temperatura (°C), B) Oxígeno disuelto (mg/L), C) pH, D) Log TDS (ppm), E) el Log de la conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) y F Log Turbidez. Para cada barra se muestra el valor del error estándar asociado a cada media. Las cuencas correspondientes: 73 Río Maule, 81 Río Itata, 83 Río Bio-Bio, 91 Río Imperial, 94 Río Toltén, 101 Río Valdivia, 103 Río Bueno, 104 Cuencas e Islas entre R. Bueno y R. Puelo, 105 Río Puelo, 106 Costeras entre R. Puelo y R. Yelcho, 107 Río Yelcho, 109 Islas Chiloé y Circundantes, 110 Río Palena y Costeras Limite Décima Región, 111 Costeras e Islas entre R. Palena y R. Aisén, 113 Río Aisén, 114 Costeras e Islas entre R. Aisén y R. Baker y Canal Gral. Martínez, 115 Río Baker, 116 Costeras e Islas entre R. Baker y R. Pascua, 117 Río Pascua, 122 Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemburg e islas al oriente, 124 Costeras e Islas entre R. Hollemburg, Golfo Alto. Laguna Blanca, 125 Costeras entre Lag. Blanca (inc), Seno Otway, canal Jerónimo y Magallanes, 126 Vertiente del Atlántico y 128 Tierra del Fuego.



6.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2: Determinar la dinámica espacio-temporal de la densidad de *Didymosphenia geminata* dentro de la comunidad de microalgas bentónicas.

Con el fin de incorporar la variabilidad de las comunidades de microalgas bentónicas y su relación con la dinámica espacio-temporal de *D. geminata*, se obtuvieron tres tipos de muestras, tal como es señalado en el punto anterior. (1) Una muestra dirigida a la caracterización de la comunidad fitobentónica, (2) la segunda muestra fue tomada para identificar las especies del grupo específico de las diatomeas (Bacillariophyceae) y (3) una tercera muestra se obtuvo con el fin de identificar las principales especies que componen las floraciones algales. Las dos primeras muestras fueron tomadas a partir de una superficie de 4 cm² en 5 rocas del lecho fluvial y lacustre. La muestra de fitobentos fue integrada en un frasco de polietileno con tapa rosca y contratapa. Las muestras destinadas a la descripción del fitobentos fue fijada en lugol (2%), mientras que las muestras de diatomeas fueron fijadas en etanol (95%) en un tubo falcon de 15 mL con tapa rosca. La muestra de floraciones algales fue obtenida tomando un volumen de 2cc integrando muestras de todas las floraciones visibles en la estación monitoreada. Las muestras fueron fijadas en lugol (2%) en un tubo falcon de 15 mL con tapa rosca.

Con los resultados obtenidos a partir de la determinación taxonómica y la cuantificación de los taxa, se llevarán a cabo distintos análisis comunitarios y especie-específicos para estudiar la variabilidad de la densidad de las microalgas bentónicas. Los análisis serán realizados en tres matrices biológicas: diatomeas, fitobentos y proliferaciones masivas de microalgas (floraciones). Para los análisis de la estructura, composición comunitaria, y los ensambles de diatomeas, se emplearán técnicas multivariadas no paramétricas utilizando factores asociados a la temporalidad como las épocas de muestreo y los años. También se utilizarán factores relacionados con la espacialidad, como las distintas microcuencas, subcuencas y cuencas muestreadas y una representación biogeográfica basada en conjuntos de cuencas (Zonas). Los datos de densidad serán analizados a través de ANOSIM (Análisis de Similitud) para determinar diferencias significativas entre los distintos niveles de los factores puestos a prueba, y su respectiva significancia estadística. Se aplicarán técnicas de ordenación para visualizar las distintas agrupaciones encontradas.

6.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 3: Determinar la relación de la especie *Didymosphenia geminata* con otros componentes bentónicos de relevancia para la sustentabilidad ambiental/ecológica de los sistemas afectados por la plaga.

En este objetivo se trabajará con las comunidades fitobentónicas y de macrozoobentos para estudiar el efecto de la especie plaga sobre su estructura y composición, y las variaciones espaciales de las relaciones identificadas. En el caso de fitobentos, la muestra proveniente de 5 rocas fue identificada a nivel de género. Las muestras provenientes de las 5 rocas fueron integradas en un frasco de polietileno con tapa rosca y contratapa y fijadas en lugol (2%). En tanto, los macroinvertebrados bentónicos fueron muestreados en el mismo sitio donde se obtuvieron las muestras de microalgas. Utilizando una red Surber de área 0.09m² y abertura de malla de 250 (Merrit et al. 1996), se tomaron muestras cuantitativas de zoobentos (Merrit et al. 1996). Las muestras fueron fijadas en alcohol (70%) y almacenadas hasta su identificación en laboratorio, siguiendo literatura especializada para lograr el menor nivel taxonómico posible.

Se pondrá a prueba el efecto de la presencia de *D. geminata* sobre los componentes bentónicos utilizando técnicas de análisis multivariados, se analizará una matriz de abundancia relativa por cada componente

bentónico que fueron registradas en cada una de las estaciones de monitoreo. Los datos serán transformados utilizando raíz cuarta para realzar las especies con abundancias bajas, y luego se construirá una matriz de similitud de Bray & Curtis (Bray & Curtis, 1958) para estudiar los patrones espaciales de las similitudes entre estaciones. Posteriormente, se pondrá a prueba el efecto de una serie de factores sobre la estructura y composición de los componentes bentónicos a través de la rutina ANOSIM incluida en PRIMER (Clark & Warwick 1994). Se incorporarán análisis de ordenación multivariado para una mejor visualización de la distribución espacial de los datos en relación a los factores empleados.

Las diferencias que sean encontradas serán representadas a través de un NMDS, donde se podrá observar que las estaciones agrupadas en algunas de las categorías, presenta una composición de microalgas marcadamente distinta al resto de las categorías y zonas, por lo que se realizará un nuevo NMDS para visualizar las similitudes entre los grupos.

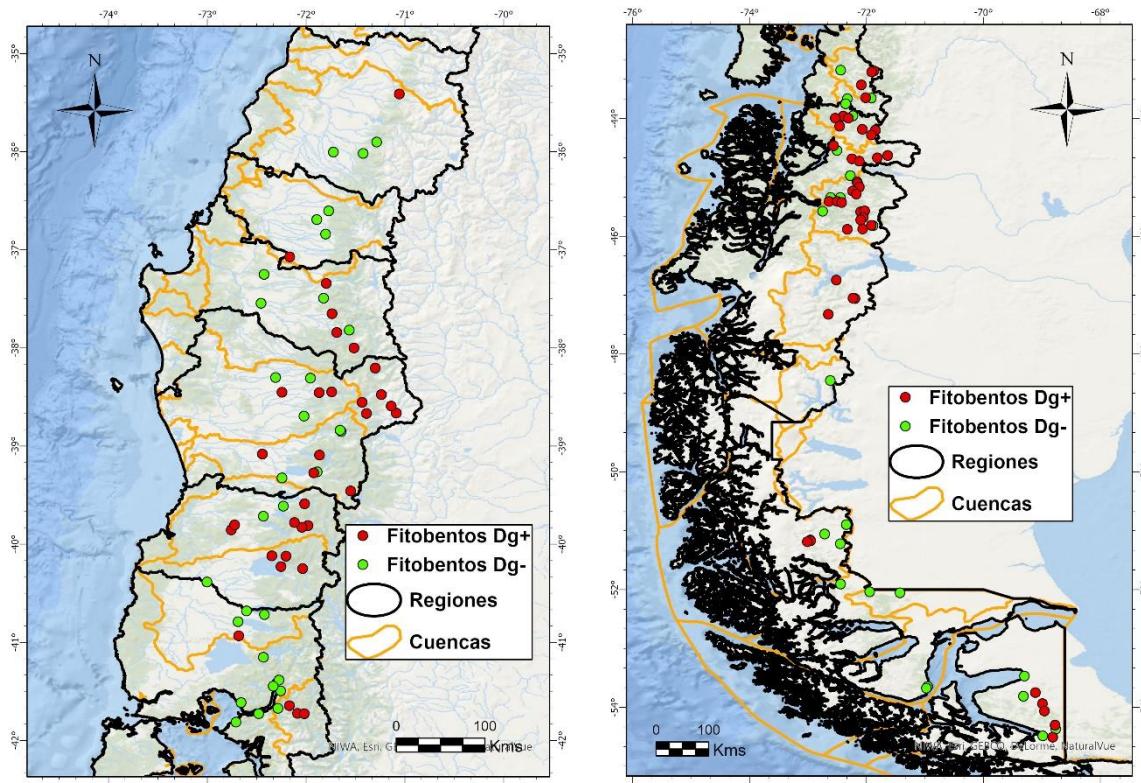


Figura 8. Distribución de *D. geminata* (Dg+) en el fitobentos, a través de las cuencas hidrográficas monitoreadas en campaña 1. Las figuras rojas representan la presencia de Didymo, mientras que las verdes representan las estaciones donde la especie no fue detectada. Izquierda: cuencas de la zona centro-sur (cuenca del Maule a Puelo), derecha: cuencas de la zona austral (cuenca del Yelcho a Tierra del Fuego).

6.4. OBJETIVO ESPECÍFICO 4: Identificar y evaluar las diferentes vías de dispersión de la plaga en base a las actividades locales.

De acuerdo al Inventario Nacional de Cuencas Hidrográficas y lagos de la Dirección General de Aguas (DGA), la cuenca del río Bueno está asignada con el código 103 y, a su vez, se divide en ocho subcuencas: 1030 afluentes del lago Ranco, 1031 río Bueno entre lago Ranco y río Pilmaiquén, 1032 río Pilmaiquén, 1033 río Bueno entre río Pilmaiquén y río Rahue, 1034 río Rahue hasta antes junta río Negro, 1035 río Negro, 1036 río Rahue bajo, 1037 río Bueno bajo, las que son subdivididas por 44 microcuencas. De acuerdo a la Resolución Exenta N° 719/2021 (SUBPESCA), 7 microcuencas se encuentran declaradas como área de plaga (10301, 10304, 10305, 10307, 10310, 10311, 10343) y 1 en riesgo de plaga (10328). Sin embargo, resultados recientes indican que existe *D. geminata* en las microcuencas 10323, 10330, por lo que, en la siguiente Resolución Exenta de declaración de áreas de plaga, estas microcuencas serán incorporadas.

Durante la Campaña 1 de la etapa V del presente monitoreo se muestrearon 11 estaciones las cuales cubrieron 9 microcuencas, siendo de éstas 5 microcuencas declaradas áreas de plaga y 1 en riesgo de plaga (Figura X).

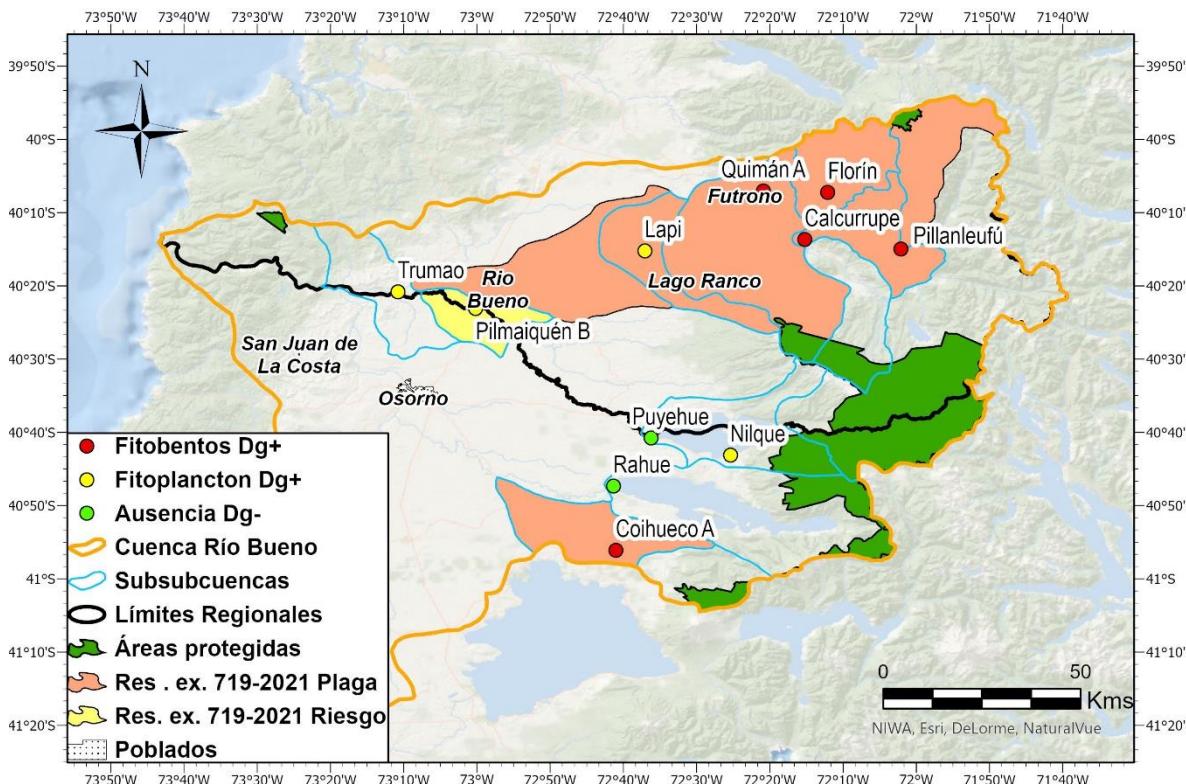


Figura 9. Distribución geográfica de las microcuencas monitoreadas de la cuenca del río Bueno. Las áreas amarillas representan las microcuencas declaradas en Riesgo de Plaga, las rojas corresponden a las microcuencas declaradas como Área de Plaga, según la Resolución Exenta N° 719/2021 (SUBPESCA).



Con el fin de abordar este objetivo es que se requieren desarrollar dos ámbitos para abarcarlo de manera completa: Realizar una aproximación teórica de los impactos de la plaga en la cuenca de río Bueno y, determinar principales vías de dispersión de la plaga.

Si bien, el monitoreo contempla la identificación de actividades o usos que se realizan en los sitios de muestreo, este no se encuentra enfocado en identificar las actividades económicas en las que interviene *D. geminata*, aun así, y por medio de las caracterización visual realizadas en las 11 estaciones de muestreo monitoreadas en la campaña 1 de la presente etapa pertenecientes a la cuenca del río Bueno, se logró identificar las siguientes actividades del entorno: agrícola, ganadería, producción forestal, pesca deportiva, deportes acuáticos, camping-picnic, piscicultura, balneario y planta de tratamiento de aguas servidas como actividades en las que pueden intervenir la plaga. Las actividades identificadas corresponden a la visualización en terreno de la actividad propiamente tal, así como también, signos de que se realiza la actividad habitualmente (heces de animales de ganadería, hilo de pesca, carbón de fogata, micro basurales, entre otros).

A su vez, se cuantificaron las actividades turísticas registradas en el Servicio Nacional de Turismo SERNATUR y que se realizan en las comunas que conforman la cuenca del río Bueno (Tabla 5). Cabe señalar que estas actividades están relacionadas directa e indirectamente con los efectos provocados por la plaga y pueden llegar a ser considerablemente mayor el número por actividad, ya que solo se consideran las actividades registradas en la plataforma del SERNATUR.

Tabla 5. Servicios turísticos por comuna registrados en SERNATUR en la cuenca del río Bueno. Consultado en: <https://www.sernatur.cl/> (elaboración propia).

Región	Comuna	Agencia de viajes	Alojamiento turístico	Arriendo de vehículos	Guías de turismo	Restaurantes y similares	Servicios culturales	Servicios de esparcimiento	Servicios de producción artesanal	Servicios de souvenir	Servicios deportivos	Tour operador	Transporte de pasajeros vía marítima	Transporte de pasajeros vía terrestre	Turismo aventura	Total comunal	Total regional
Los Ríos	Paillaco	0	3	0	0	9	0	2	4	0	0	1	0	0	0	19	439
	Futrono	1	57	8	3	28	0	5	6	0	1	6	0	2	10	127	
	Lago Ranco	2	32	4	10	10	0	7	7	1	2	7	2	3	21	108	
	La Unión	2	25	4	13	20	0	2	9	0	0	5	2	8	12	102	
	Río Bueno	1	23	1	11	22	1	2	11	2	0	4	0	1	4	83	
Los Lagos	Osorno	9	63	8	9	80	1	5	20	1	3	4	1	16	4	224	576
	Pto. Octay	0	39	0	3	15	0	0	3	0	0	4	0	1	10	75	
	Purranque	0	0	0	1	10	0	1	1	0	0	0	0	0	0	13	
	Puyehue	2	63	1	2	21	1	2	1	0	1	0	1	1	4	100	
	Río Negro	0	2	0	3	6	0	0	0	0	0	2	2	0	0	15	
	San Pablo	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	San Juan de la Costa	0	0	0	1	14	0	0	0	0	0	0	1	1	1	18	
	Frutillar	3	64	2	11	21	1	0	6	0	3	4	2	6	6	129	
Total por actividad en la cuenca		20	372	28	67	257	4	26	68	4	10	37	11	39	72		



De las actividades identificadas en la cuenca del río Bueno, derivan diversos problemas que podrían generarse debido a la presencia de floraciones masivas de *D. geminata*. A su vez esto generaría impactos ecológicos y económicos, provocando un detrimiento, por ejemplo, en el abastecimiento de agua potable y disminución de la demanda por servicios asociados al turismo del territorio.

Tabla 6. Identificación de posibles impactos asociados a floraciones masivas de *D. geminata* en los cuerpos de agua de la cuenca de río Bueno.

Impacto
Colapso en sistema de Agua potable rural
Disminución de visitantes por concepto de balneario
Disminución de visitantes por concepto de Belleza escénica
Incremento en el esfuerzo científico para estudios limnológicos
Incurrir en gastos asociados a desinfección de equipos que tuvieron contacto con el agua
Disminución Demanda en servicios de movilización
Disminución en demanda de alojamiento
Disminución en demanda de servicios turísticos
Disminución en demanda de herramientas de pesca
Disminución en demanda de botes
Perjuicio en la posibilidad de aprovechar los beneficios futuros del ecosistema
Generaciones futuras pueden verse afectadas por la presencia de <i>D. geminata</i>
Cambio en la valorización étnica sobre el cuerpo de agua
Cambio de sitios ceremoniales/espirituales
Disminución en la biodiversidad
Generación de trampa de sedimentos y nutrientes
Disminución en la productividad primaria marina
Bienestar personal-familiar
Utilización de recursos estatales, sociales y privados para estudios y mitigación de la plaga

Con el fin de determinar las principales vías de dispersión de la plaga, se han identificado, a lo largo de las campañas de monitoreo, vectores y fómites relacionados a los cuerpos de agua continentales (Tabla 7). Los vectores identificados corresponden a; ser humano, peces, aves y mamíferos, siendo el vector con mayor grado de dispersión el humano. Es por esto que los fómites forman parte importante en la dispersión de *D. geminata*, ya que son elementos inanimados que se utiliza el humano para desarrollar actividades dentro de los cuerpos de agua. Estos elementos pueden alojar y transportar células de *D. geminata*, por lo que es de vital importancia identificarlos con el fin de evitar que su dispersión continúe. Algunos de estos elementos son asociados a actividades tales como la pesca recreativa y actividades de investigación y consultoría, en los cuales se utilizan trajes tipo vadeadores fabricados con distintos materiales (como pvc, neopreno), aparejos de pesca, botes, motores fuera de borda, los que se sumergen por varias horas dentro del agua transformándose en una amenaza al momento de cambiar de sitio (aguas arriba de un río o cambiar de río o lago).



Tabla 7. 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
Turismo			
Pesca recreativa	Personas	Trajes y aparejos de pesca	Tramo / Intercuenca, Inter-regional
Deportes acuáticos	Personas	Kayak, Botes, motos, motor, indumentaria	Tramo / Intercuenca
Camping & Picnic	Personas	Indumentaria, equipamiento	Tramo / Intercuenca
Contemplación	Personas	Indumentaria	Tramo / Intercuenca
Ganadería	Vacunos, caballos, perros		Tramo / Subcuenca
Agricultura		Canales de regadío	Microcuenca / Subcuenca
Piscicultura			
Internación de especies (e.g. ovas)		Estanques, Agua contaminada	Subcuenca / Intercuenca, inter-regional
Escape de peces	Peces	-	Tramo / Intercuenca
Traslado de ovas u otros estadios dentro del país	Peces	Estanques, Agua contaminada	Tramo / Intercuenca
Investigación y consultoría	Personas	Indumentaria, equipamiento	Tramo / Intercuenca, inter-regional
Extracción de áridos	Sedimentos		Tramo / Intercuenca
Otras invasiones	Salmónidos, visón, castor		Tramo / Intercuenca
Fauna silvestre	Aves y mamíferos		Tramo / Intercuenca
Viento		Viento	Tramo / Subcuenca
Macrófitas	Macrófitas		Tramo / Subcuenca
Material flotante en deriva		Troncos, objetos	Tramo / Subcuenca
Facilitadores de la prevalencia de floraciones			
Pulsos de inundación	-	Agua	Tramo / Subcuenca
Generación hidroeléctrica	-	-	Subcuenca, cuenca

Con el fin de determinar la cantidad de células que pueden ser transportadas por actividades de pesca recreativa e investigación (de tipo ecológica e hidrológica) y consultoría, es que se realizará un muestreo el cual contempla la toma de muestras en 2 ríos de caudal bajo y 2 ríos de caudal alto, que a su vez se dividen en 2 ríos con presencia de *D. geminata* en la columna de agua y 2 ríos con presencia de *D. geminata* en el ambiente bentónico.

En cada río se obtendrá un total de 7 muestras asociadas a la determinación de células viables de *D. geminata* por sitio en 2 vadeadores de distinto material (PVC y neopreno) las cuales serán extraídas a través de intervalos de tiempo determinado: 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60 minutos respectivamente (56 muestras en total). Las muestras serán filtradas y fijadas en Lugol al 2% y posteriormente serán cuantificadas todas las células (cél/mm^2).



A su vez, se obtendrán 15 muestras de prueba de desinfección por sitio (30 muestras en total) utilizando: muestra control cloro 2%, detergente lavalozas 5% y sal al 5%. A su vez, se realizarán pruebas utilizando: detergente lavalozas diluido al 2.5%, 5% y 10%, cloro 1%, 2%, 4% y 5%, sal diluida al 2.5%, 5% y 10%, mezcla de cloro-detergente diluido al 2%, 2% Cl-4% DL, 4% Cl-2% DL. Las muestras serán filtradas y fijadas en Lugol al 2%.

Por último, se obtendrán 2 muestras fitoplanctónicas por sitio para cuantificar número de células de *D. geminata* en deriva en la columna de agua (cél/L) (8 muestras en total) extrayendo 1 litro de agua fijadas con Lugol al 2%.

Tabla 8. Detalle en la toma de muestras para cuantificar la cantidad de células que pueden ser transportadas por actividades de pesca recreativa e investigación

Tiempo (min)	Caudal Bajo				Caudal Alto				Objetivo	
	Río 1		Río 2		Río 3		Río 4			
	DG sólo en FP		DG en FB		DG sólo en FP		DG en FB			
	Bota PVC	Bota NP	Bota PVC	Bota NP	Bota PVC	Bota NP	Bota PVC	Bota NP		
5	1	1	1	1	1	1	1	1	Prueba presión de propágulo	
10	1	1	1	1	1	1	1	1	Prueba presión de propágulo	
20	1	1	1	1	1	1	1	1	Prueba presión de propágulo	
30	1	1	1	1	1	1	1	1	Prueba presión de propágulo	
40	1	1	1	1	1	1	1	1	Prueba presión de propágulo	
50	1	1	1	1	1	1	1	1	Prueba presión de propágulo	
60	1	1	1	1	1	1	1	1	Prueba presión de propágulo	
20	1	1	1	1	1	1	1	1	Prueba desinfección	
20	1	1	1	1	1	1	1	1	Prueba desinfección	
20	1	1	1	1	1	1	1	1	Prueba desinfección	
5	1	1	1	1	1	1	1	1	Cuantificación células plancton	



7. BIBLIOGRAFÍA

- Bergey, E. A., J. T. Cooper & B. C. Phillips, (2010). Substrate characteristics affect colonization by the bloom-forming diatom *Didymosphenia geminata*. *Aquatic Ecology* 44(1):33-40.
- Beville Stephen T., Kerr G. N. & Hughey K. F. D. (2012). Valuing impacts of the invasive alga *Didymosphenia geminata* on recreational angling, *Ecological Economics* 82 1–10.
- Bothwell, M. L., D. R. Lynch, H. Wright & J. Deniseger, (2009). On the Boots of Fishermen: The History of Didymo Blooms on Vancouver Island, British Columbia. *Fisheries* 34(8).
- Bothwell, M.L. and Kilroy, C. (2011) Phosphorus limitation of the freshwater benthic diatom *Didymosphenia geminata* determined by the frequency of dividing cells *Freshwater Biology* 56: 565-578.
- Bransson J. (2006). *Didymosphenia geminata* economic impact assessment. Final report to Biosecurity New Zealand. New Zealand Institute of Economic Research NZIER. 22 p.
- Bray, J. R., & Curtis, J. T. (1958). An Ordination of the Upland Forest Communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27(4), 325–349.
- Bray J.P. (2016). The invasión ecology of *Didymosphenia geminata*. Thesis PhD. University of Canterbury.
- 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>.
- DGA (2004). Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad: cuenca del río Bueno. Ministerio de Obras Públicas de Chile. 147 p.
- DGA (2018). Informe técnico: Sectorización y determinación de oferta hídrica del acuífero del río Bueno. Ministerio de Obras Públicas de Chile. 46 p.
- Ejaz, H., Somanader, E., Dave, U., Ehrlich, H. & Rahman, M.A. (2021). Didymo and Its Polysaccharide Stalks: Beneficial to the Environment or Not. *Polysaccharides*, 2, 69–79.
- Ellwood, N. & B. Whitton (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(1):121-133.
- Gillis, C.-A. & M. Chalifour, (2010). Changes in the macrobenthic community structure following the introduction of the invasive algae *Didymosphenia geminata* in the Matapedia River (Québec, Canada). *Hydrobiologia* 647(1):63-70.
- James, D.A. & S.R. Chipps, (2016). Influence of *Didymosphenia geminata* Blooms on Prey Composition and Associated Diet and Growth of Brown Trout. *Transactions of the American Fisheries Society* 145(1):195-205.
- Kawecka, B. & J. Sanecki, (2003). *Didymosphenia geminata* in running waters of southern Poland—symptoms of change in water quality? *Hydrobiologia* 495(1-3):193-201.



Kilroy, C., S. Larned & B. Biggs, (2009). The non-indigenous diatom *Didymosphenia geminata* alters benthic communities in New Zealand rivers. *Freshwater Biology* 54(9):1990-2002.

Kilroy, C. (2004). A new alien diatom, *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) Schmidt: its biology, distribution, effects and potential risks for New Zealand fresh Waters. National Institute of Water and Atmospheric Research, Client Report CHC2004-128, 34 p.

Kilroy, C. & M. Unwin, (2011). The arrival and spread of the bloom-forming, freshwater diatom, *Didymosphenia geminata*, in New Zealand. *Aquatic Invasions* 6(3):249-262.

Larson, A. M. & J. Carreiro, (2008). 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. vol 2795. Citeseer, p 45-49.

Leone, P. B., J. Cerdá, S. Sala & B. Reid, (2014). Mink (*Neovison vison*) as a natural vector in the dispersal of the diatom *Didymosphenia geminata*. *Diatom Research* 29(3):259-266.

Lindstrøm, E.-A. & O. Skulberg, (2008). *Didymosphenia geminata*—a native diatom species of Norwegian rivers coexisting with the Atlantic salmon. In: Proceedings of the 2007 international workshop on *Didymosphenia geminata* Canadian Technical Report on Fisheries and Aquatic Sciences, vol 2795. Citeseer, p 35-40.

Olivares, P., P. Orellana, G. Guerra, M. Peredo-Parada, V. Chavez, A. Ramirez & J. Parodi, (2015). Water contaminated with *Didymosphenia geminata* generates changes in *Salmo salar* spermatozoa activation times. *Aquatic Toxicology* 163:102-108.

Pinto, M., Frangópolos, M., Ruiz, S., Mora, C. (2017). Relationship between viable cell transport of the diatom *Didymosphenia geminata* and other invasive species in Tierra del Fuego Island, Chile. *Marine and Fresh-Water Harmful Algae*. Proceedings of the 17th International Conference on Harmful Algae. International Society for the Study of Harmful Algae 66.

Reid, B. & R. Torres, (2014). *Didymosphenia geminata* invasion in South America: ecosystem impacts and potential biogeochemical state change in Patagonian rivers. *Acta Oecologica* 54:101-109.

Reinoso-Guerra E., Aristizabal J., Arce B., Zurob E., Dennett G., Fuentes R., Suescún AV., Cárdenas L., Rodrigues da Cunha TH., Cabezas R., García-Herrera C. & Parra C. (2021). Nanostructured *Didymosphenia geminata*-based membrane for efficient lead adsorption from aqueous solution. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. Volume 9, Issue 4. 105269, ISSN 2213-3437, <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105269>.

Whitton, B., N. Ellwood & B. Kawecka, (2009). Biology of the freshwater diatom *Didymosphenia*: a review. *Hydrobiologia* 630(1):1-37.



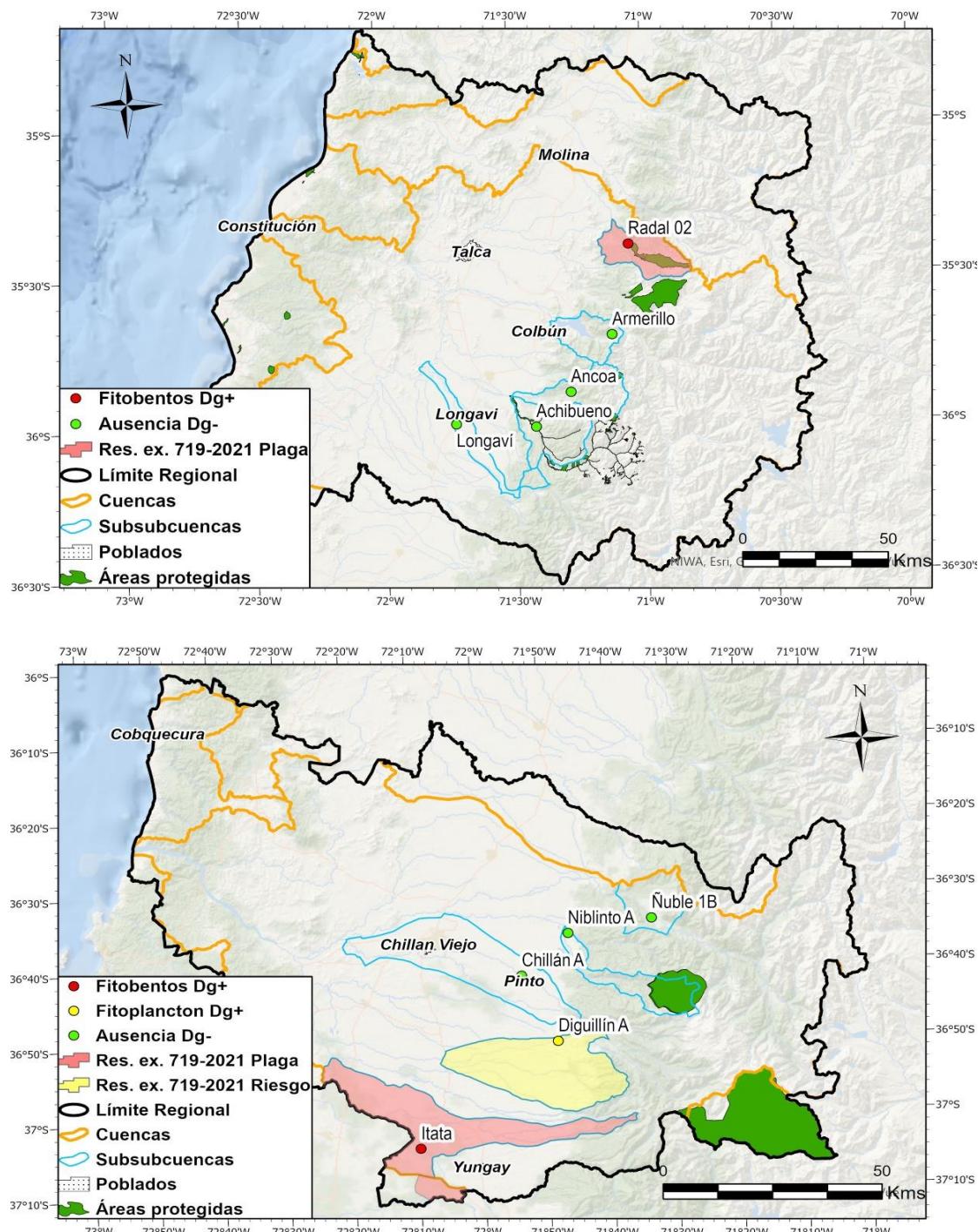
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

8. ANEXOS



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

8.1. ANEXO 1 MAPAS



Figuras 1 y 2: Distribución de estaciones para campaña 1 en regiones de Maule (superior) y Ñuble (inferior) donde se representa la presencia de *D. geminata* (Dg+) en Fitoplancton, Fitobentos y ausencia de ambos, y microcuenca correspondientes a áreas de riesgo y plaga según Res. Ex. 719-2021.

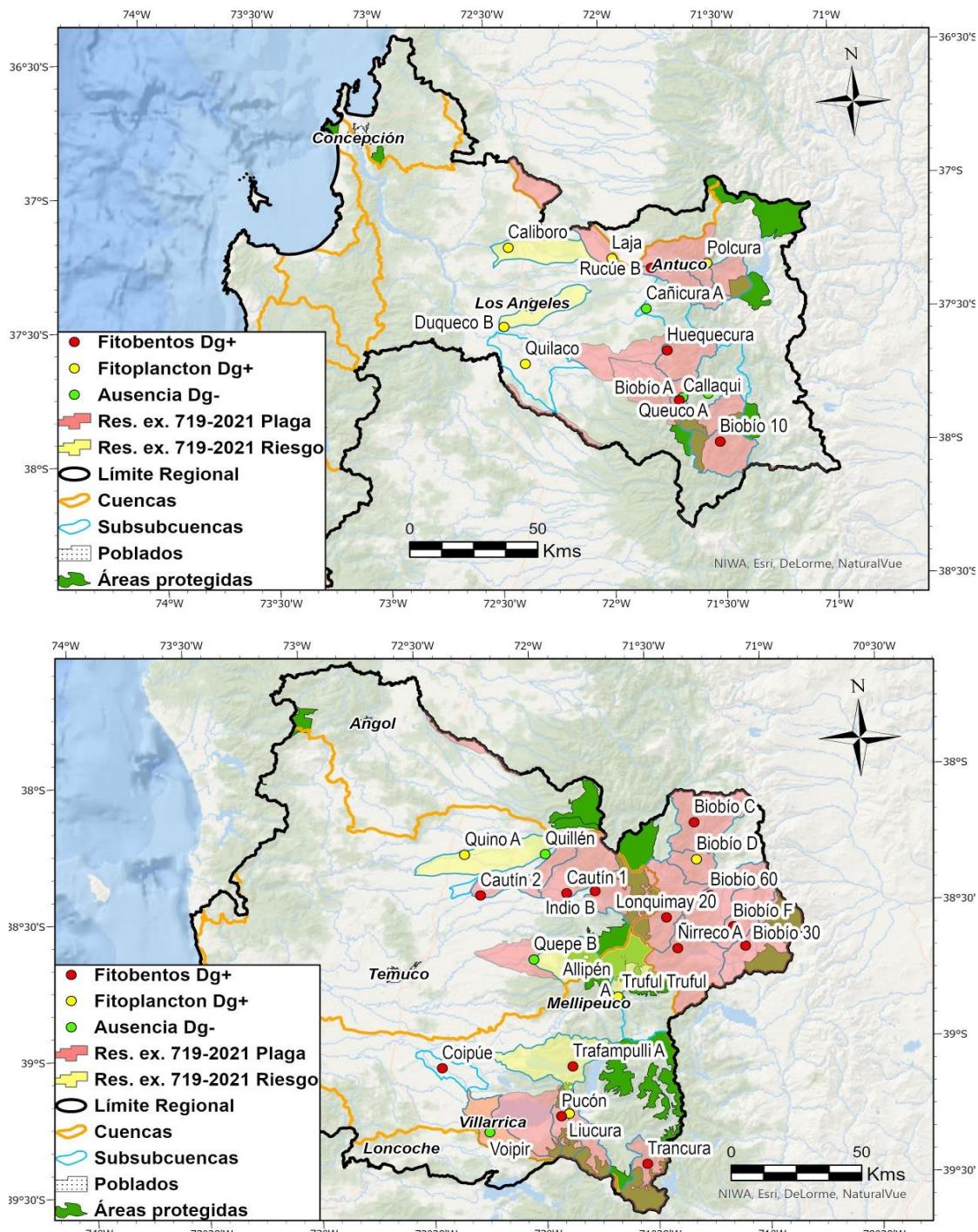


Figura 3 y 4: Distribución de estaciones para campaña 1 en regiones de Biobío (superior) y Araucanía (inferior) donde se representa la presencia de *D. geminata* en Fitoplancton, Fitobentos y ausencia de ambos, y microcuenca correspondientes a áreas de riesgo y plaga según Res. Ex. 719-2021.

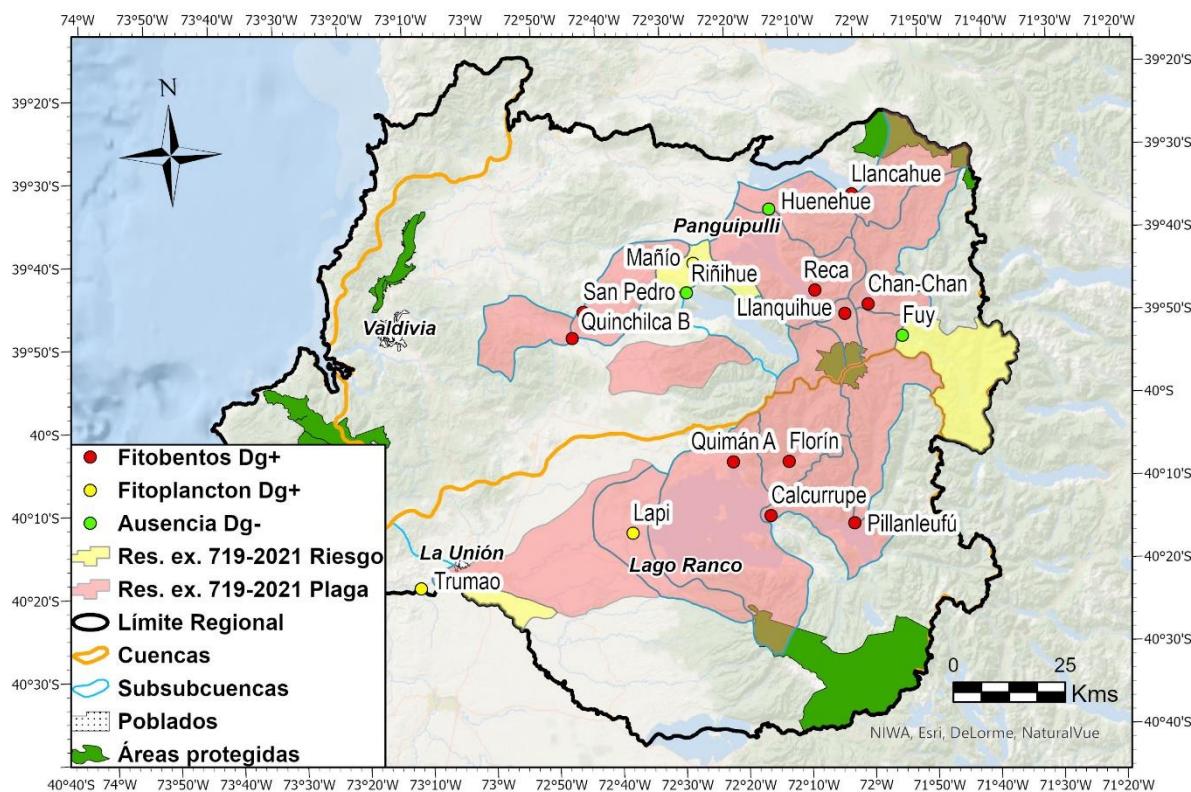


Figura 5: Distribución de estaciones para campaña 1 en región de Los Ríos, donde se representa la presencia de *D. geminata* en Fitoplancton, Fitobentos y ausencia de ambos, y microcuencas correspondientes a áreas de riesgo y plaga según Res. Ex. 719-2021.

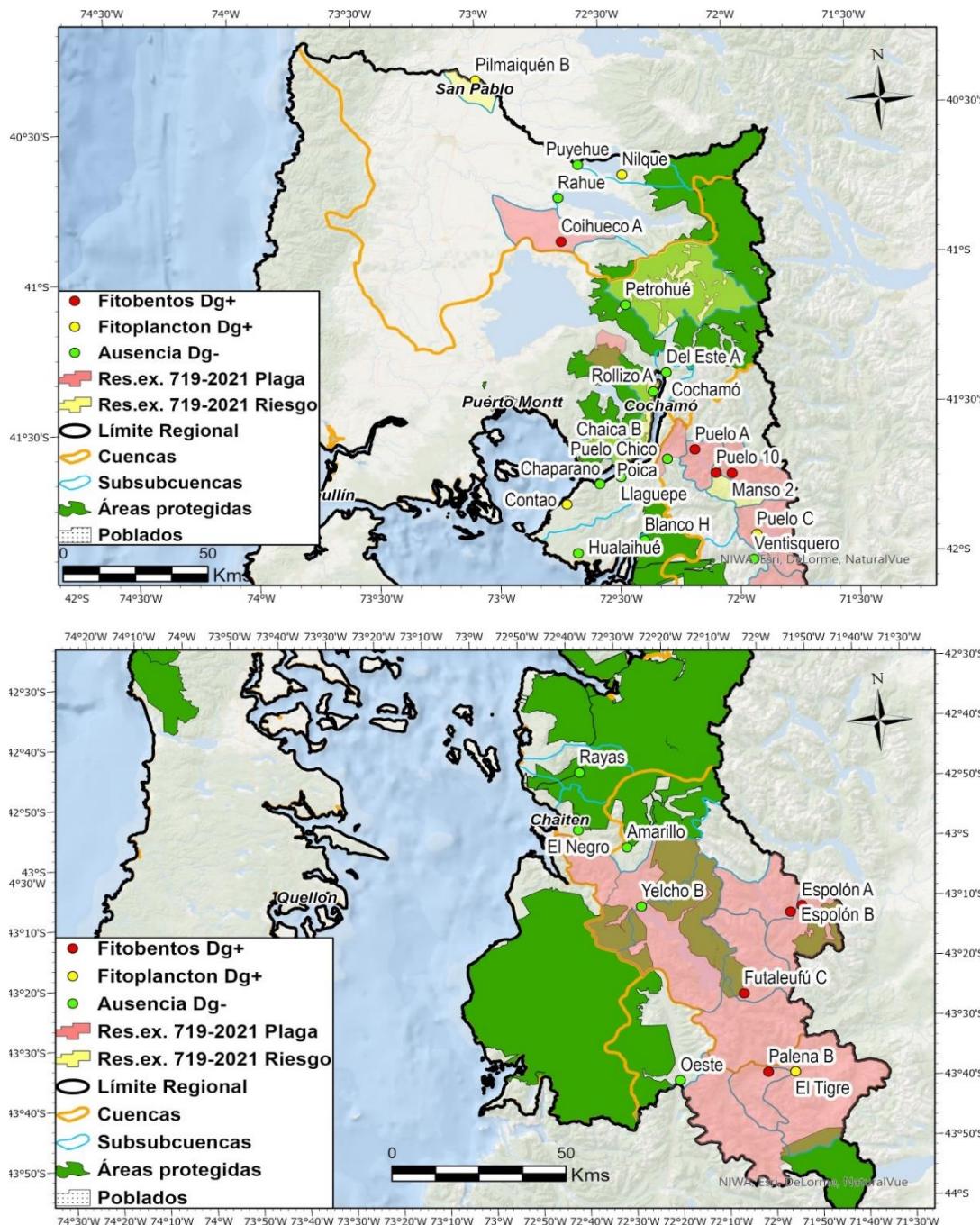


Figura 6 y 7: Distribución de estaciones para campaña 1 en región de Los Lagos divididas en zona norte (figura superior) y zona sur (figura inferior), donde se representa la presencia de *D. geminata* en Fitoplancton, Fitobentos y ausencia de ambos, y microcuencas correspondientes a áreas de riesgo y plaga según Res. Ex. 719-2021.

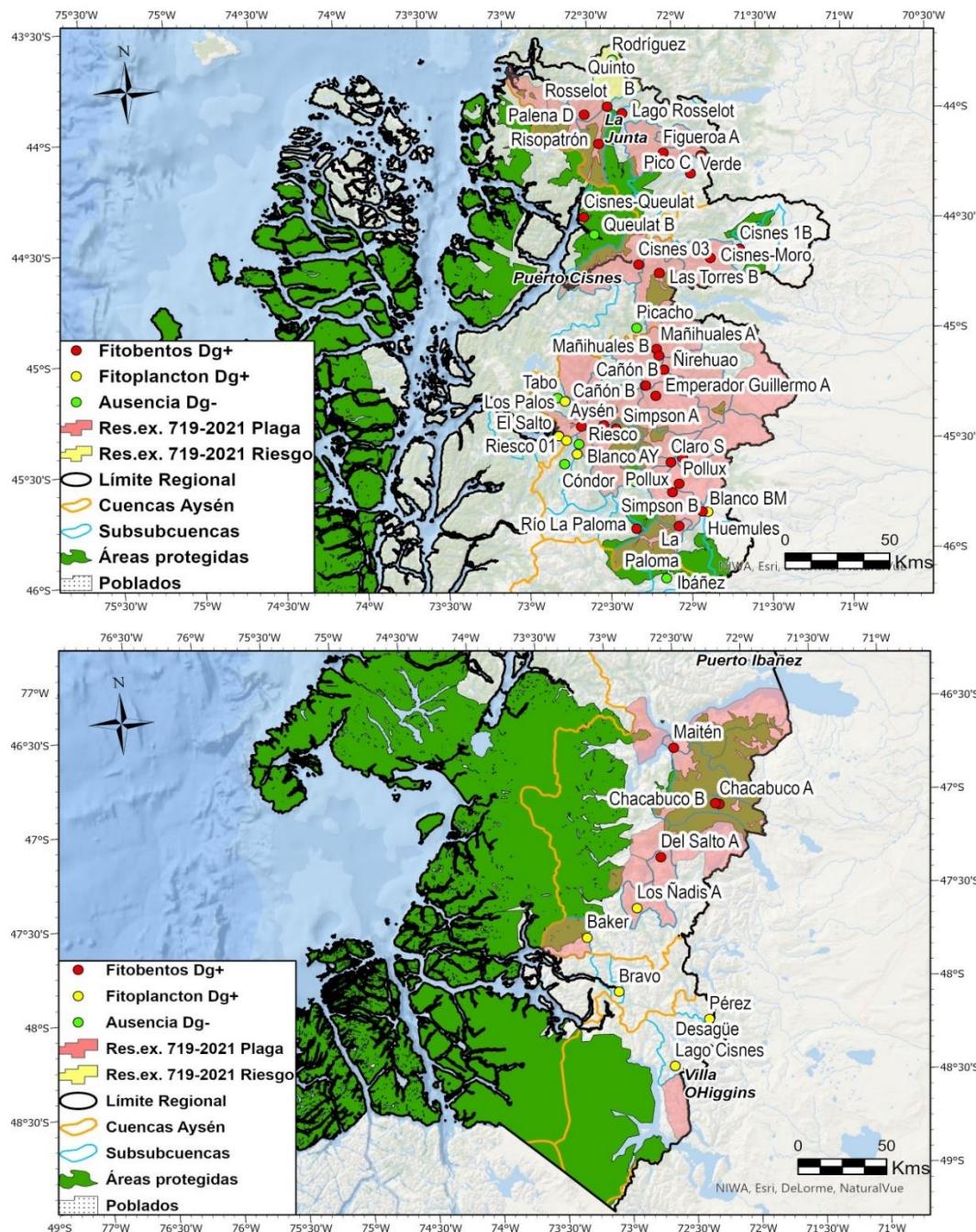


Figura 8 y 9: Distribución de estaciones para campaña 1 en región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo divididas en zona norte (figura superior) y zona sur (figura inferior), donde se representa la presencia de *D. geminata* (Dg+) en Fitoplancton, Fitobentos y ausencia de ambos, y microcuencas correspondientes a áreas de riesgo y plaga según Res. Ex. 719-2021.

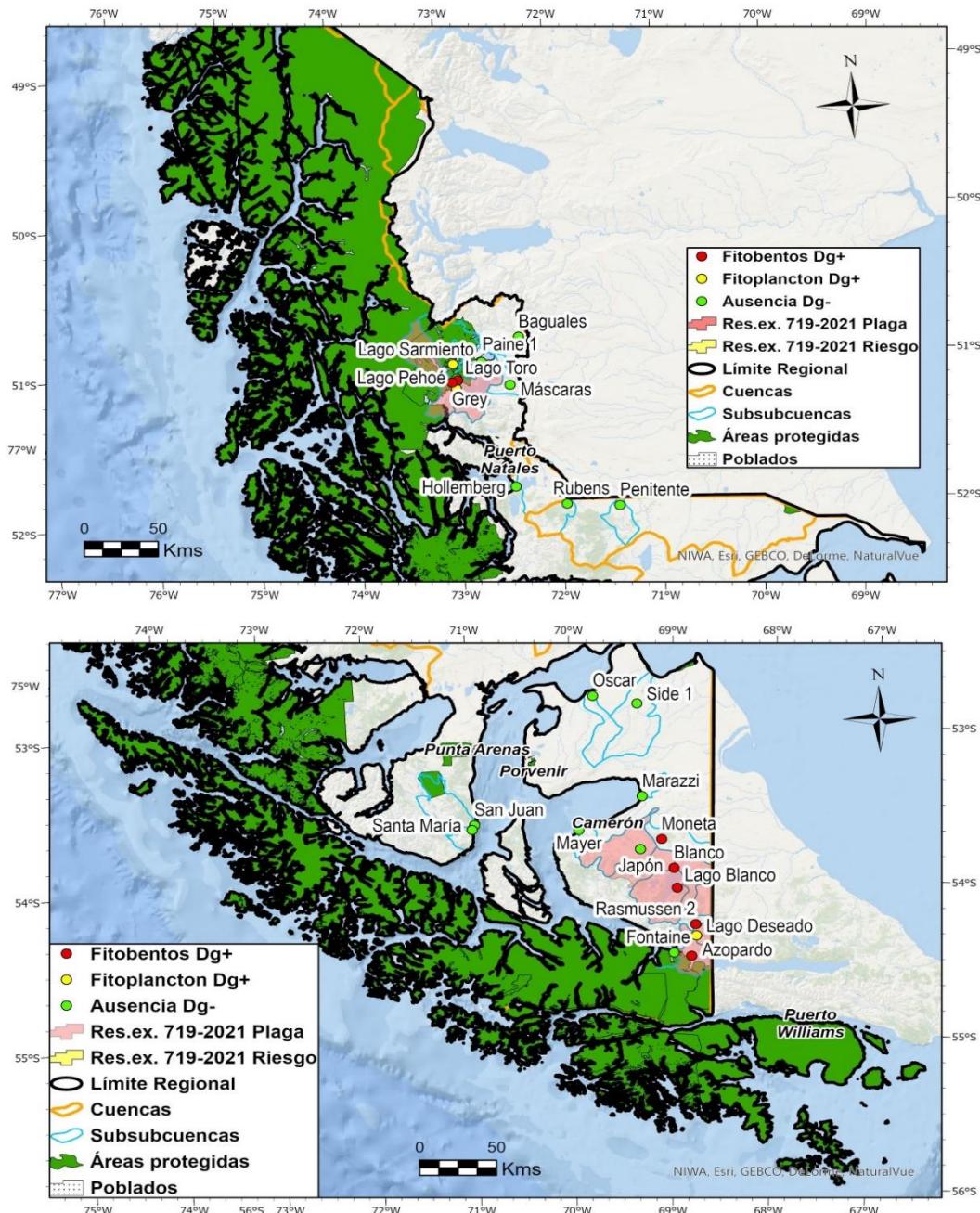


Figura 10 y 11: Distribución de estaciones para campaña 1 en región de Magallanes y Antártica Chilena divididas en zona norte (figura superior) y zona sur (figura inferior), donde se representa la presencia de *D. geminata* (Dg+) en Fitoplancton, Fitobentos y ausencia de ambos, y microcuencas correspondientes a áreas de riesgo y plaga según Res. Ex. 719-2021.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

8.2. ANEXO 2 TABLAS

**Tabla 1**

Detalle de nomenclatura de las estaciones de muestreo donde se indica nombre de la región administrativa, código y nombre de cuenca, código y nombre de la subcuenca, código y nombre de la microcuenca a la que pertenece cada una. Los códigos y nombres fueron obtenidos del Inventario Público de Cuenca de la Dirección General de Aguas (DGA).

Estación	Región	Código de cuenca	Cuenca	Código de subcuenca	Subcuenca	Código de microcuenca	Microcuenca
Radal 02	Maule	73	Río Maule	737	Río Claro	7370	Río Claro Hasta Estero Sin Nombre
Achibueno	Maule	73	Río Maule	735	Río Loncomilla	7354	Río Achibueno Entre Estero de Pejerreyes y Río Ancoa
Ancoa	Maule	73	Río Maule	735	Río Loncomilla	7355	Río Ancoa
Armerillo	Maule	73	Río Maule	732	Maule Medio	7321	Río Maule entre Río Melado y Muro Embalse Colbun
Longaví	Maule	73	Río Maule	735	Río Loncomilla	7351	Río Longaví Entre Río Bullileo y Río Loncomilla (excepto Río Liguay)
Niblinto A	Ñuble	81	Río Itata	811	Ñuble Bajo	8112	Río Nublinta
Ñuble 1B	Ñuble	81	Río Itata	810	Ñuble Alto	8106	Río Ñuble Entre Estero Bullileo y Bajo Junta Estero Pangue
Chillán A	Ñuble	81	Río Itata	811	Ñuble Bajo	8117	Río Chillán Entre Estero Peladillas y Río Ñuble
Diguillín A	Ñuble	81	Río Itata	813	Itata Medio	8131	Río Diguillín entre Río Renegado y bajo junta E. Danquileo
Itata	Ñuble	81	Río Itata	812	Río Itata Alto (Hasta Río Diguillín)	8124	Río Itata entre Estero Trilaleo y Río Diguillín
Cañicura A	Biobío	83	Río Bio-Bio	832	Río Duqueco	8321	Río Duqueco Entre Estero Paulin y Bajo Estero Cañicura
Laja	Biobío	83	Río Bio-Bio	838	Laja Bajo	8380	Río Laja Entre Río Rucue y Estero Alcapan
Polcura	Biobío	83	Río Bio-Bio	837	Río Laja Alto (hasta bajo junta Río Rucue)	8371	Río Laja entre Desague Laja y Río Polcura
Rucué B	Biobío	83	Río Bio-Bio	837	Río Laja Alto (hasta bajo junta Río Rucue)	8376	Río Rucue
Caliboro	Biobío	83	Río Bio-Bio	838	Laja Bajo	8382	Río Caliboro
Duqueco B	Biobío	83	Río Bio-Bio	832	Río Duqueco	8324	Río Duqueco entre bajo Río Coreo y Río Bio-Bio
Biobío 10	Biobío	83	Río Bio-Bio	831	Río Bio-Bio entre Río Ranquil y Río Duqueco	8312	Río Bio-Bio Entre Río Ranquil y Bajo Junta Río Butaco
Biobío A	Biobío	83	Río Bio-Bio	831	Río Bio-Bio entre Río Ranquil y Río Duqueco	8317	Río Bio-Bio entre Río Queuco y Río Lirquén



Estación	Región	Código de cuenca	Cuenca	Código de subcuenca	Subcuenca	Código de microcuenca	Microcuenca
Callaqui	Biobío	83	Río Bio-Bio	831	Río Bio-Bio entre Río Ranquil y Río Duqueco	8313	Río Bio-Bio entre Río Butaco y Río Queuco
Huequecura	Biobío	83	Río Bio-Bio	831	Río Bio-Bio entre Río Ranquil y Río Duqueco	8316	Río Huequecura
Queuco A	Biobío	83	Río Bio-Bio	831	Río Bio-Bio entre Río Ranquil y Río Duqueco	8315	Río Queuco entre Río Niremetun y Río Bio-Bio
Quilaco	Biobío	83	Río Bio-Bio	833	Río Bio-Bio entre Río Duqueco y Río Vergara	8333	Río Bureo entre Río Mulchen y Río Bio-Bio
Quino A	La Araucanía	91	Río Imperial	910	Río Lumaco	9106	Río Quino Bajo Junta Estero Pua
Cautín 1	La Araucanía	91	Río Imperial	912	Cautín Alto (hasta antes junta R. Quepe)	9122	Río Cautín Entre Estero Collico y Bajo Junta Río Blanco
Indio B	La Araucanía	91	Río Imperial	912	Cautín Alto (hasta antes junta R. Quepe)	9120	Río Cautín Bajo Junta Estero Lefuco
Quillén	La Araucanía	91	Río Imperial	911	R. Chol Chol	9110	Río Quillén hasta puente Perquenco
Cautín 2	La Araucanía	91	Río Imperial	912	Cautín Alto (hasta antes junta R. Quepe)	9123	Río Cautín Entre Río Blanco y Estero Guacolda
Quepe B	La Araucanía	91	Río Imperial	913	Río Quepe	9130	Río Quepe bajo Río Calbuco
Biobío 30	La Araucanía	83	Río Bio-Bio	830	Río Bio-Bio Alto (Hasta despues junta Río Lamin)	8301	Río Bio-Bio Entre Río Rucaleuco y Río Pehuenco
Biobío 60	La Araucanía	83	Río Bio-Bio	830	Río Bio-Bio Alto (Hasta despues junta Río Lamin)	8303	Río Bio-Bio Entre Río Pichipehuenco y Río Lonquimay
Biobío C	La Araucanía	83	Río Bio-Bio	830	Río Bio-Bio Alto (Hasta despues junta Río Lamin)	8307	Río Bio-Bio Entre Arriba Junta Río Ranquil y Río Lamin
Biobío D	La Araucanía	83	Río Bio-Bio	830	Río Bio-Bio Alto (Hasta despues junta Río Lamin)	8306	Río Bio-Bio entre Río Lonquimay y Río Ranquil
Biobío F	La Araucanía	83	Río Bio-Bio	830	Río Bio-Bio Alto (Hasta despues junta Río Lamin)	8302	Río Bio-Bio Entre Arriba Junta Río Pehuenco y Bajo Río Pichipehuenco
Allipén A	La Araucanía	94	Río Tolten	940	Río Allipén	9401	Río Zahuelhue y Río Guallerrupe
Lonquimay 20	La Araucanía	83	Río Bio-Bio	830	Río Bio-Bio Alto (Hasta despues junta Río Lamin)	8304	Río Lonquimay



Estación	Región	Código de cuenca	Cuenca	Código de subcuenca	Subcuenca	Código de microcuenca	Microcuenca
Ñirreco A	La Araucanía	83	Río Bio-Bio	830	Río Bio-Bio Alto (Hasta después junta Río Lamin)	8300	Río Bio-Bio Hasta Bajo Junta Río Rucapuco
Coipué	La Araucanía	94	Río Tolten	942	Lago Villarica y Tolten Alto	9423	Río Tolten entre Río Pedregoso y Río Allipen
Trafampulli A	La Araucanía	94	Río Tolten	940	Río Allipen	9405	Río Curaco
Truful Truful	La Araucanía	94	Río Tolten	940	Río Allipen	9400	Río Trafultraful
Liucura	La Araucanía	94	Río Tolten	941	Río Pucon	9414	Río Pucon entre Río Cavisani y Río Curileufu
Pucón	La Araucanía	94	Río Tolten	941	Río Pucon	9418	Río Pucon Entre Río Curileufu y Desembocadura Lago Villarrica
Trancura	La Araucanía	94	Río Tolten	941	Río Pucon	9412	Río Trancura
Chan-Chan	Los Ríos	101	Río Valdivia	1010	Río Valdivia Alto (hasta desague Lago Panguipulli)	10103	Río Neltume entre arriba Río Reyehueico y Río Fui
Fuy	Los Ríos	101	Río Valdivia	1010	Río Valdivia Alto (hasta desague Lago Panguipulli)	10100	Desague Lago Pirehueico
Llancahue	Los Ríos	101	Río Valdivia	1010	Río Valdivia Alto (hasta desague Lago Panguipulli)	10105	Río Coaripe en Desembocadura Lago Calafquen
Voipir	La Araucanía	94	Río Tolten	942	Lago Villarica y Tolten Alto	9421	Río Tolten Entre Desague Lago Villarrica y Río Pedregoso
Huenehue	Los Ríos	101	Río Valdivia	1010	Río Valdivia Alto (hasta desague Lago Panguipulli)	10107	Río Guanehue Entre Desague Lago Calafquen y Lago Panguipulli
Llanquihue	Los Ríos	101	Río Valdivia	1010	Río Valdivia Alto (hasta desague Lago Panguipulli)	10104	Río Llanquihue Entre Junta Ríos Fui y Neltume y Desembocadura en Lago Panguipulli
Reca	Los Ríos	101	Río Valdivia	1010	Río Valdivia Alto (hasta desague Lago Panguipulli)	10108	Lago Panguipulli
Mañío	Los Ríos	101	Río Valdivia	1011	R. San Pedro (Entre desague L. Panguipulli y Bajo R. Quinchilca)	10112	Río San Pedro Entre Desague Lago Ríñihue y Bajo Río Mañío
Quinchilca B	Los Ríos	101	Río Valdivia	1012	Río Calle Calle	10122	Río Calle Calle Entre Junta Río San Pedro y Río Quinchilca Bajo Río Cuiculeufu



Estación	Región	Código de cuenca	Cuenca	Código de subcuenca	Subcuenca	Código de microcuenca	Microcuenca
Riñihue	Los Ríos	101	Río Valdivia	1011	R. San Pedro (Entre desague L. Panguipulli y Bajo R. Quinchilca)	10111	Lago Riñihue
San Pedro	Los Ríos	101	Río Valdivia	1011	R. San Pedro (Entre desague L. Panguipulli y Bajo R. Quinchilca)	10113	Río San Pedro Entre Río Maío y Río Quinchilca
Calcurupe	Los Ríos	103	Río Bueno	1030	Afluentes Lago Ranco	10304	Lago Maihue y Río Calcurupe
Florín	Los Ríos	103	Río Bueno	1030	Afluentes Lago Ranco	10305	Río Caunahue
Nilahue	Los Ríos	103	Río Bueno	1030	Afluentes Lago Ranco	10306	Río Nilahue
Pillanleufú	Los Ríos	103	Río Bueno	1030	Afluentes Lago Ranco	10301	Río Pillanleufú
Quimán A	Los Ríos	103	Río Bueno	1030	Afluentes Lago Ranco	10307	Lago Ranco
Lapi	Los Ríos	103	Río Bueno	1031	Río Bueno entre Lago Ranco y Río Pilmaiquén	10310	Río Bueno Entre Lago Ranco y Bajo Río Ralitran
Pilmaiquén B	Los Lagos	103	Río Bueno	1032	Río Pilmaiquén	10328	Río Pilmaiquén entre Río Chirri y Río Bueno
Puyehue	Los Lagos	103	Río Bueno	1032	Río Pilmaiquén	10323	Lago Puyehue
Trumao	Los Ríos	103	Río Bueno	1033	Río Bueno entre Río Pilmaiquén y Río Rahue	10330	Río Bueno entre Río Pilmaiquén y Río Rahue
Coihueco A	Los Lagos	103	Río Bueno	1034	Río Rahue hasta antes junta Río Negro	10343	Río Coihueco entre Río Blanco y Río Rahue
Nilque	Los Lagos	103	Río Bueno	1032	Río Pilmaiquén	10323	Lago Puyehue
Rahue	Los Lagos	103	Río Bueno	1034	Río Rahue hasta antes junta Río Negro	10340	Lago Rupanco
Cochamó	Los Lagos	104	Cuencas e Islas entre R.Bueno y R. Puelo	1046	Costeras entre Río Petrohue y Río Puelo	10461	Río Cochamo
Del Este A	Los Lagos	104	Cuencas e Islas entre R.Bueno y R. Puelo	1046	Costeras entre Río Petrohue y Río Puelo	10460	Costeras entre Río Petrohue y Río Cochamo
Petrohué	Los Lagos	104	Cuencas e Islas entre R.Bueno y R. Puelo	1045	Río Petrohue	10454	Lago Todos Los Santos
Rollizo A	Los Lagos	104	Cuencas e Islas entre R.Bueno y R. Puelo	1044	Costeras entre Río Chamiza y Río Petrohue	10443	Costeras Entre Río Chilco (Excluido) y Río Petrohue
Chaparano	Los Lagos	106	Costeras entre R.Puelo y R.Yelcho	1060	Costeras entre Río Puelo y Punta Trentelhue	10600	Costeras entre Río Puelo y Punta Trentelhue



Estación	Región	Código de cuenca	Cuenca	Código de subcuenca	Subcuenca	Código de microcuenca	Microcuenca
Llaguepe	Los Lagos	106	Costeras entre R.Puelo y R.Yelcho	1060	Costeras entre Río Puelo y Punta Trentelhue	10600	Costeras entre Río Puelo y Punta Trentelhue
Puelo A	Los Lagos	105	Río Puelo	1052	R. Puelo Bajo	10520	Río Puelo Entre Río Manso y Desague Laguna Tagua Tagua
Puelo Chico Poica	Los Lagos	105	Río Puelo	1052	R. Puelo Bajo	10522	Río Puelo Chico
Puelo 10	Los Lagos	105	Río Puelo	1051	R. Puelo Alto	10514	Río Puelo entre Río Negro y Río Manso
Puelo C	Los Lagos	105	Río Puelo	1051	R. Puelo Alto	10512	Río Puelo entre Arroyo Ventisquero y bajo Río Negro
Ventisquero	Los Lagos	105	Río Puelo	1051	R. Puelo Alto	10511	Río Ventisquero
Manso 2	Los Lagos	105	Río Puelo	1050	Río Manso	10503	Río Manso entre Río Steffen y Río Puelo
Chaica B	Los Lagos	104	Cuencas e Islas entre R.Bueno y R. Puelo	1044	Costeras entre Río Chamaiza y Río Petrohue	10441	Río Lenca
Contao	Los Lagos	106	Costeras entre R.Puelo y R.Yelcho	1060	Costeras entre Río Puelo y Punta Trentelhue	10600	Costeras entre Río Puelo y Punta Trentelhue
El Negro	Los Lagos	106	Costeras entre R.Puelo y R.Yelcho	1068	Costeras Entre R. Negro (incl.) y R. Yelcho	10683	Río Chaitén
Rayas	Los Lagos	106	Costeras entre R.Puelo y R.Yelcho	1068	Costeras Entre R. Negro (incl.) y R. Yelcho	10681	Río Rayas o Blanco
Amarillo	Los Lagos	107	Río Yelcho	1071	Río Yelcho	10712	Río Amarillo
Palena B	Los Lagos	110	Río Palena y Costeras Limite Decima Region	1102	Río Palena entre Frontera y Río Rosselot	11021	Río Palena entre Río Salto y Río Tranquilo
El Tigre	Los Lagos	110	Río Palena y Costeras Limite Decima Region	1102	Río Palena entre Frontera y Río Rosselot	11020	Río Palena entre frontera y bajo Río Salto o Tigre
Espolón A	Los Lagos	107	Río Yelcho	1070	Río Futaleufú	10702	Río Futaleufú entre frontera y Río Azulado
Espolón B	Los Lagos	107	Río Yelcho	1070	Río Futaleufú	10701	Lago Espolón y Río Espolón en junta Río Futaleufú
Futaleufú C	Los Lagos	107	Río Yelcho	1070	Río Futaleufú	10703	Río Futaleufú arriba Río Azulado y Río Azul
Yelcho B	Los Lagos	107	Río Yelcho	1071	Río Yelcho	10710	Lago Yelcho
Blanco H	Los Lagos	106	Costeras entre R.Puelo y R.Yelcho	1063	Costeras entre Río Negro y Río Vodudahue	10630	Costeras entre Río Negro y Río Vodudahue
Hualaihué	Los Lagos	106	Costeras entre R.Puelo y R.Yelcho	1061	Costeras Entre Pta Tentelhue y Río Negro (incl.)	10610	Costeras Entre Punta Tentelhue y Río Negro (Incluido)



Estación	Región	Código de cuenca	Cuenca	Código de subcuenca	Subcuenca	Código de microcuenca	Microcuenca
Oeste	Los Lagos	110	Río Palena y Costeras Limite Decima Region	1102	Río Palena entre Frontera y Río Rosselot	11023	Río FRío
Rodríguez	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	110	Río Palena y Costeras Limite Decima Region	1102	Río Palena entre Frontera y Río Rosselot	11024	Río Palena entre Río FRío y Río Rosselot
Rosselot	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	110	Río Palena y Costeras Limite Decima Region	1103	Río Rosselot	11035	Río Rosselot Entre Desague Lago Rosselot y Río Palena
Lago Rosselot	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	110	Río Palena y Costeras Limite Decima Region	1103	Río Rosselot	11034	Lago Rosselot en desague
Palena D	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	110	Río Palena y Costeras Limite Decima Region	1104	R. Palena Bajo	11040	Río Palena entre Río Rosselot y Río Risopatron
San Juan	Magallanes y de la Antártica Chilena	125	Costeras entre Lag. Blanca(inc), Seno Otway, canal Jeronimo y Magallanes	1258	Costeras e Islas Orientales de la Peninsula Brunswick	12582	Río San Juan
Santa María	Magallanes y de la Antártica Chilena	125	Costeras entre Lag. Blanca(inc), Seno Otway, canal Jeronimo y Magallanes	1258	Costeras e Islas Orientales de la Peninsula Brunswick	12581	Costeras entre Río de Genner y Río San Juan
Figueroa A	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	110	Río Palena y Costeras Limite Decima Region	1103	Río Rosselot	11033	Río Figueroa entre Río Pico y Lago Rosselot
Oscar	Magallanes y de la Antártica Chilena	128	Tierra del Fuego	1280	Costeras del Estrecho Magallanes, entre Frontera y Cabo Monmouth	12805	Río Oscar
Pico C	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	110	Río Palena y Costeras Limite Decima Region	1103	Río Rosselot	11032	Río Pico entre frontera y Río Figueroa



Estación	Región	Código de cuenca	Cuenca	Código de subcuenca	Subcuenca	Código de microcuenca	Microcuenca
Quinto B	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	110	Río Palena y Costeras Limite Decima Region	1103	Río Rosselot	11035	Río Rosselot Entre Desague Lago Rosselot y Río Palena
Side 1	Magallanes y de la Antártica Chilena	128	Tierra del Fuego	1280	Costeras del Estrecho Magallanes, entre Frontera y Cabo Monmouth	12802	Río Side
Verde	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	110	Río Palena y Costeras Limite Decima Region	1103	Río Rosselot	11031	Laguna Verde y Río Figueroa Hasta Río Pico
Japón	Magallanes y de la Antártica Chilena	128	Tierra del Fuego	1287	Afluentes Río Grande y Cuencas Cerradas	12873	Río Grande Hasta confluencia con Río Rusphen (Incluido)
Marazzi	Magallanes y de la Antártica Chilena	128	Tierra del Fuego	1281	Costeras Bahía Inutil (entre Cabo Monmouth y Cabo Nose)	12815	Costeras Entre Río Pantanos (Incluido) y Río Riquelme
Mayer	Magallanes y de la Antártica Chilena	128	Tierra del Fuego	1281	Costeras Bahía Inutil (entre Cabo Monmouth y Cabo Nose)	12818	Costeras Entre Río Green (Incluido) y Río Woodsend
Blanco	Magallanes y de la Antártica Chilena	128	Tierra del Fuego	1287	Afluentes Río Grande y Cuencas Cerradas	12876	Ríos Cochrane y Grande hasta frontera
Lago Blanco	Magallanes y de la Antártica Chilena	128	Tierra del Fuego	1287	Afluentes Río Grande y Cuencas Cerradas	12875	Lago Blanco y Río Blanco
Moneta	Magallanes y de la Antártica Chilena	128	Tierra del Fuego	1287	Afluentes Río Grande y Cuencas Cerradas	12872	Río Herminita y afluentes hasta frontera
Aysén	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1134	Río Aisen entre Río Riesco y Desembocadura	11342	Río Aisen entre Río Riesco y desembocadura
Azopardo	Magallanes y de la Antártica Chilena	128	Tierra del Fuego	1282	Costeras entre Cabo Nose y R. Azopardo (incl.)	12825	Río Azopardo (L. Faguano o Cami) desde Frontera



Estación	Región	Código de cuenca	Cuenca	Código de subcuenca	Subcuenca	Código de microcuenca	Microcuenca
Blanco AY	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1133	Río Riesco	11335	Río Blanco Entre Río Cajon Bravo y Desague Laguna Riesco
Cóndor	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1133	Río Riesco	11336	Río Condor y Laguna Riesco en desague
El Salto	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	114	Costeras e Islas entre R Aisen y R Baker y Canal Gral. Martínez	1140	Costeras entre R. Aisen y R. Huemules (incl.)	11400	Costeras del fiordo Aisen hasta Punta Angosta
Fontaine	Magallanes y de la Antártica Chilena	128	Tierra del Fuego	1283	Costeras entre R. Azopardo y Seno Serrano	12830	Costeras Entre Río Azopardo y Ventisquero de la Viuda
Lago Deseado	Magallanes y de la Antártica Chilena	128	Tierra del Fuego	1287	Afluentes Río Grande y Cuenca Cerradas	12879	Lago Deseado y afluentes Río de la Turba o Menende
Rasmussen 2	Magallanes y de la Antártica Chilena	128	Tierra del Fuego	1287	Afluentes Río Grande y Cuenca Cerradas	12871	Cuenca chorrillo Marcou y otros
Riesco	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1133	Río Riesco	11337	Río Riesco Entre Desague Laguna Riesco y Río Aisen (Río Guaquer)
Riesco 01	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1133	Río Riesco	11336	Río Condor y Laguna Riesco en desague
Los Palos	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1134	Río Aisen entre Río Riesco y Desembocadura	11341	Río de Los Palos en junta Río Aisen
Pangal A	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1134	Río Aisen entre Río Riesco y Desembocadura	11340	Río Pangal en junta Río de Los Palos
Simpson-Mañihuales	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1132	Río Aisen bajo Junta Maniguales-Simpson y Río Riesco	11320	Río Aisen Entre Junta Maniguales - Simpson y Río Riesco



Estación	Región	Código de cuenca	Cuenca	Código de subcuenca	Subcuenca	Código de microcuenca	Microcuenca
Tabo	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1134	Río Aisen entre Río Riesco y Desembocadura	11341	Río de Los Palos en junta Río Aisen
Cisnes 03	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	111	Costeras e Islas entre R.Palena y R.Aisen	1114	Río Cisnes	11147	Río Cisnes Entre Río Grande Esperanza y Desembocadura
Cisnes-Queulat	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	111	Costeras e Islas entre R.Palena y R.Aisen	1113	Costeras entre Seno Ventisquero y Río Cisnes	11130	Costeras entre Seno Ventisquero y Río Cisnes
Hollemburg	Magallanes y de la Antártica Chilena	124	Costeras e Islas entre R Hollemburg, Golfo Almirante Montt y Fiordo Obstrucción	1240	Costeras del Golfo Almirante Montt y Fiordo Obstrucción	12400	Río Hollemburg
Penitente	Magallanes y de la Antártica Chilena	126	Vertiente del Atlántico	1262	Río Penitente	12622	Río Penitente entre Río del Medio y frontera
Queulat B	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	111	Costeras e Islas entre R.Palena y R.Aisen	1113	Costeras entre Seno Ventisquero y Río Cisnes	11130	Costeras entre Seno Ventisquero y Río Cisnes
Risopatrón	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	110	Río Palena y Costeras Límite Decima Región	1104	R. Palena Bajo	11041	Río Risopatrón
Rubens	Magallanes y de la Antártica Chilena	126	Vertiente del Atlántico	1260	R. Rubens	12600	Río Rubens
Baguales	Magallanes y de la Antártica Chilena	122	Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemburg e islas al oriente	1228	Río Serrano	12283	Río de las Chinas en junta Río Baguales
Cisnes 1B	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	111	Costeras e Islas entre R.Palena y R.Aisen	1114	Río Cisnes	11141	Río Cisnes Entre Estero La Turbina y Río Cáceres
Cisnes-Moro	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	111	Costeras e Islas entre R.Palena y R.Aisen	1114	Río Cisnes	11143	Río Cisnes entre Río Cáceres y bajo Arroyo Quemas



Estación	Región	Código de cuenca	Cuenca	Código de subcuenca	Subcuenca	Código de microcuenca	Microcuenca
Lago Sarmiento	Magallanes y de la Antártica Chilena	122	Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemburg e islas al oriente	1228	Río Serrano	12281	Lago Sarmiento
Máscaras	Magallanes y de la Antártica Chilena	122	Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemburg e islas al oriente	1228	Río Serrano	12284	Río de las Chinas Entre Antes Junta con Río Baguales y Lago del Toro
Las Torres B	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	111	Costeras e Islas entre R.Palena y R.Aisen	1114	Río Cisnes	11144	Río Cisnes entre Arroyo Quemas y Río Grande Espera
Picacho	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	111	Costeras e Islas entre R.Palena y R.Aisen	1114	Río Cisnes	11145	Río Picacho y Río Presidente Rossevelt
Lago Pehoé	Magallanes y de la Antártica Chilena	122	Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemburg e islas al oriente	1228	Río Serrano	12282	Lagos Nordenkjold y Pehoe y Río Paine en Desembocadura
Lago Toro	Magallanes y de la Antártica Chilena	122	Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemburg e islas al oriente	1228	Río Serrano	12286	Lago del Toro
Mañihuales A	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1130	Río Maniguales	11303	Río Picaflor hasta Río Turbio
Mañihuales B	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1130	Río Maniguales	11304	Río Picaflor Entre Arriba Río Turbio y Río Ñiregua
Ñirehuao	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1130	Río Maniguales	11302	Río Ñireguao entre Río Norte y Río Picaflor
Paine 1	Magallanes y de la Antártica Chilena	122	Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemburg e islas al oriente	1228	Río Serrano	12280	Río Paine en desembocadura Lago Nordenskjold
Paine 2	Magallanes y de la Antártica Chilena	122	Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemburg e islas al oriente	1228	Río Serrano	12282	Lagos Nordenkjold y Pehoe y Río Paine en Desembocadura
Serrano	Magallanes y de la Antártica Chilena	122	Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemburg e islas al oriente	1228	Río Serrano	12289	Río Serrano entre Lago del Toro y desembocadura



Estación	Región	Código de cuenca	Cuenca	Código de subcuenca	Subcuenca	Código de microcuenca	Microcuenca
Cañón B	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1130	Río Maniguales	11305	Río Ñireguao Entre Río Picaflor y Río Cañon
Emperador Guillermo A	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1130	Río Maniguales	11307	Río Emperador Guillermo
Esperanza B	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1130	Río Maniguales	11308	Río Maniguales Entre Río Canon y Río Aisen
Grey	Magallanes y de la Antártica Chilena	122	Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemburg e islas al oriente	1228	Río Serrano	12287	Río de Grey
Simpson A	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1131	Río Simpson	11318	Río Simpson Entre Río Correntoso y Río Aisen
Claro S	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1131	Río Simpson	11315	Río Simpson entre Río Pollux y Río Coihaique
Coyhaique B	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1131	Río Simpson	11316	Río Coihaique
La Paloma	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1133	Río Riesco	11330	Desague Laguna La Paloma
Pollux	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1131	Río Simpson	11314	Río Pollux
Río La Paloma	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1133	Río Riesco	11331	Río La Paloma Entre Desague Laguna La Paloma y Río Desague Lago Elizalde
Simpson B	Aysén del General Carlos	113	Río Aisen	1131	Río Simpson	11313	Río Simpson entre Río Blanco y Río Pollux



Estación	Región	Código de cuenca	Cuenca	Código de subcuenca	Subcuenca	Código de microcuenca	Microcuenca
	Ibáñez del Campo						
Chacabuco A	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	115	Río Baker	1153	R. Baker entre Desague L. J. M. Carrera y R. de La Colonia	11534	Río Chacabuco bajo Río Pedregoso
Chacabuco B	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	115	Río Baker	1153	R. Baker entre Desague L. J. M. Carrera y R. de La Colonia	11535	Río Chacabuco Entre Río Pedregoso y Estero Baker
Del Salto A	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	115	Río Baker	1153	R. Baker entre Desague L. J. M. Carrera y R. de La Colonia	11538	Río del Salto entre Río Tranquilo y Río Baker
Baker	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	115	Río Baker	1154	R. Baker entre arriba R. de La Colonia y Desembocadura	11549	Río Baker entre Río del Paso y desembocadura
Desagué Lago Cisnes	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	117	Río Pascua	1170	Lago O'Higgins	11701	Río Mayer entre frontera y Lago O'Higgins
Pérez	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	117	Río Pascua	1170	Lago O'Higgins	11700	Río Ventisquero en junta Río Mayer
Bravo	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	116	Costeras e Islas entre R. Baker y R. Pascua	1161	Río Bravo	11614	Río Bravo Entre Río Año Nuevo y Desembocadura
Los Ñadis A	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	115	Río Baker	1154	R. Baker entre arriba R. de La Colonia y Desembocadura	11544	Río de Los Ñadis Entre Arriba Estero El Corral y Río Baker
Maitén	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	115	Río Baker	1152	Vertiente Sur Lago Jose Miguel Carrera	11522	Río San Jose
Blanco BM	Aysén del General Carlos	113	Río Aisen	1131	Río Simpson	11312	Río Blanco



Estación	Región	Código de cuenca	Cuenca	Código de subcuenca	Subcuenca	Código de microcuenca	Microcuenca
	Ibáñez del Campo						
Huemules	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1131	Río Simpson	11311	Río Simpson entre frontera y Río Blanco
Ibáñez	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	115	Río Baker	1150	R. Ibáñez	11503	Río Ibáñez Entre Estero Manso y Bajo Estero Limpio
Blanco BM	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1131	Río Simpson	11312	Río Blanco
Pollux	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1131	Río Simpson	11314	Río Pollux
Cóndor	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1133	Río Riesco	11336	Río Condor y Laguna Riesco en desague
Riesco	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1133	Río Riesco	11337	Río Riesco Entre Desague Laguna Riesco y Río Aisen (Río Guaquer)
Aysén	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1134	Río Aisen entre Río Riesco y Desembocadura	11342	Río Aisen entre Río Riesco y desembocadura
El Salto	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	114	Costeras e Islas entre R Aisen y R Baker y Canal Gral. Martínez	1140	Costeras entre R. Aisen y R. Huemules (incl.)	11400	Costeras del fiordo Aisen hasta Punta Angosta
Cañón B	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1130	Río Maniguales	11305	Río Ñireguao Entre Río Picaflor y Río Cañón
Picaflor	Aysén del General Carlos	113	Río Aisen	1130	Río Maniguales	11303	Río Picaflor hasta Río Turbio



Estación	Región	Código de cuenca	Cuenca	Código de subcuenca	Subcuenca	Código de microcuenca	Microcuenca
	Ibáñez del Campo						
Mañihuales B2	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1130	Río Maniguales	11304	Río Picaflor Entre Arriba Río Turbio y Río Ñiregua
Ñirehuao	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1130	Río Maniguales	11302	Río Nireguao entre Río Norte y Río Picaflor
Emperador Guillermo A	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1130	Río Maniguales	11307	Río Emperador Guillermo
Simpson-Mañihuales	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1132	Río Aisen bajo Junta Maniguales-Simpson y Río Riesco	11320	Río Aisen Entre Junta Maniguales - Simpson y Río Riesco
Simpson A	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1131	Río Simpson	11318	Río Simpson Entre Río Correntoso y Río Aisen
Claro S	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1131	Río Simpson	11315	Río Simpson entre Río Pollux y Río Coihaique
Coyhaique B	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1131	Río Simpson	11316	Río Coihaique
Río La Paloma	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1133	Río Riesco	11331	Río La Paloma Entre Desague Laguna La Paloma y Río Desague Lago Elizalde
Lago Elizalde	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	113	Río Aisen	1133	Río Riesco	11332	Desague Lago Elizalde
Atravesado	Aysén del General Carlos	113	Río Aisen	1133	Río Riesco	11332	Desague Lago Elizalde



Estación	Región	Código de cuenca	Cuenca	Código de subcuenca	Subcuenca	Código de microcuenca	Microcuenca
Ibáñez del Campo							
Lonquimay 20	La Araucanía	83	Río Bio-Bio	830	Río Bio-Bio Alto (Hasta después junta Río Lamin)	8304	Río Lonquimay
Biobío 60	La Araucanía	83	Río Bio-Bio	830	Río Bio-Bio Alto (Hasta después junta Río Lamin)	8303	Río Bio-Bio Entre Río Pichipehuenco y Río Lonquimay
Biobío D	La Araucanía	83	Río Bio-Bio	830	Río Bio-Bio Alto (Hasta después junta Río Lamin)	8306	Río Bio-Bio entre Río Lonquimay y Río Ranquil
Bajo Malleco	La Araucanía	83	Río Bio-Bio	835	Ríos Malleco y Vergara	8351	Río Malleco Entre Río Niblinto y Estero Cherquenco
Arcadia	La Araucanía	83	Río Bio-Bio	835	Ríos Malleco y Vergara	8352	Río Malleco Entre Bajo Estero Cherquenco y Río Rahue
Vergara	La Araucanía	83	Río Bio-Bio	835	Ríos Malleco y Vergara	8358	Río Malleco entre Río Rahue y Río Renaico
Renaico 3	La Araucanía	83	Río Bio-Bio	834	Río Renaico	8344	Río Renaico Entre Río Mininco y Río Vergara (Río Malleco)
Quilaco	Biobío	83	Río Bio-Bio	833	Río Bio-Bio entre Río Duqueco y Río Vergara	8333	Río Bureo entre Río Mulchen y Río Bio-Bio
Biobío Q619	Biobío	83	Río Bio-Bio	831	Río Bio-Bio entre Río Ranquil y Río Duqueco	8319	Río Bio-Bio Entre Estero Pile (Calbuco) y Río Duqueco
SC Purén	Biobío	83	Río Bio-Bio	831	Río Bio-Bio entre Río Ranquil y Río Duqueco	8319	Río Bio-Bio Entre Estero Pile (Calbuco) y Río Duqueco
Calderones	Biobío	83	Río Bio-Bio	832	Río Duqueco	8323	Río Duqueco Entre Estero Quilleco y Río Coreo
Biobío 10	Biobío	83	Río Bio-Bio	831	Río Bio-Bio entre Río Ranquil y Río Duqueco	8312	Río Bio-Bio Entre Río Ranquil y Bajo Junta Río Butaco
Queuco A	Biobío	83	Río Bio-Bio	831	Río Bio-Bio entre Río Ranquil y Río Duqueco	8315	Río Queuco entre Río Niremetun y Río Bio-Bio
Callaqui	Biobío	83	Río Bio-Bio	831	Río Bio-Bio entre Río Ranquil y Río Duqueco	8313	Río Bio-Bio entre Río Butaco y Río Queuco
Biobío A	Biobío	83	Río Bio-Bio	831	Río Bio-Bio entre Río Ranquil y Río Duqueco	8317	Río Bio-Bio entre Río Queuco y Río Lirquen



Estación	Región	Código de cuenca	Cuenca	Código de subcuenca	Subcuenca	Código de microcuenca	Microcuenca
Huequecura	Biobío	83	Río Bio-Bio	831	Río Bio-Bio entre Río Ranquil y Río Duqueco	8316	Río Huequecura
Pichibureo	Biobío	83	Río Bio-Bio	833	Río Bio-Bio entre Río Duqueco y Río Vergara	8331	Río Bureo Hasta Bajo Estero Pichibureo
Pillanleufú	Los Ríos	103	Río Bueno	1030	Afluentes Lago Ranco	10301	Río Pillanleufú
Caicayén	Los Ríos	103	Río Bueno	1030	Afluentes Lago Ranco	10303	Río Melipue
Hueinahue	Los Ríos	103	Río Bueno	1030	Afluentes Lago Ranco	10302	Río Hueinahue
Calcurrupe	Los Ríos	103	Río Bueno	1030	Afluentes Lago Ranco	10304	Lago Maihue y Río Calcurrupe
Nilahue	Los Ríos	103	Río Bueno	1030	Afluentes Lago Ranco	10306	Río Nilahue
Gol Gol	Los Lagos	103	Río Bueno	1032	Río Pilmaiquen	10322	Río Golgol entre Río Pajarito y Lago Puyehue
Chanleufu	Los Lagos	103	Río Bueno	1032	Río Pilmaiquen	10323	Lago Puyehue
Rahue	Los Lagos	103	Río Bueno	1034	Río Rahue hasta antes junta Río Negro	10340	Lago Rupanco
LU Bueno	Los Ríos	103	Río Bueno	1031	Río Bueno entre Lago Ranco y Río Pilmaiquen	10311	Río Bueno Entre Río Ralitran y Río Lollehue
Caduco	Los Lagos	109	Isla Chiloe y Circundantes	1090	Isla Chiloe	10901	Costeras Vertiente este Entre Estero San Juan y Punta Ahoni
Coinco	Los Lagos	109	Isla Chiloe y Circundantes	1090	Isla Chiloe	10902	Costeras Vertientes este Entre Punta Ahoni y Punta Yatac
Chadmo	Los Lagos	109	Isla Chiloe y Circundantes	1090	Isla Chiloe	10902	Costeras Vertientes este Entre Punta Ahoni y Punta Yatac
Natri	Los Lagos	109	Isla Chiloe y Circundantes	1090	Isla Chiloe	10902	Costeras Vertientes este Entre Punta Ahoni y Punta Yatac
Alcaldeo	Los Lagos	109	Isla Chiloe y Circundantes	1090	Isla Chiloe	10906	Costera Vertiente Oeste Entre Río Cucao (Incluido) y Río Medina (Incluido)
Butalcura	Los Lagos	109	Isla Chiloe y Circundantes	1090	Isla Chiloe	10904	Río Chepu

**Tabla 2**

Localización de las estaciones de monitoreo de la primera y segunda campaña correspondientes a la Etapa V del presente Monitoreo. Las coordenadas se presentan WGS 84, junto con datos de altitud y fecha de muestreo en cada campaña. La codificación de las cuencas, subcuencas y subsubcuencia se tomó como referencia el Inventario Público de Cuencas de las Dirección General de aguas (DGA). 73 Río Maule, 81 Río Itata, 83 Río Bio-Bio, 91 Río Imperial, 94 Río Toltén, 101 Río Valdivia, 103 Río Bueno, 104 Cuencas e Islas entre R. Bueno y R. Puelo, 105 Río Puelo, 106 Costeras entre R. Puelo y R. Yelcho, 107 Río Yelcho, 109 Islas Chiloé y Circundantes, 110 Río Palena y Costeras Limite Décima Región, 111 Costeras e Islas entre R. Palena y R. Aisén, 113 Río Aisén, 114 Costeras e Islas entre R Aisén y R Baker y Canal Gral. Martínez, 115 Río Baker, 116 Costeras e Islas entre R. Baker y R. Pascua, 117 Río Pascua, 122 Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemburg e islas al oriente, 124 Costeras e Islas entre R Hollemburg, Golfo Alte. Laguna Blanca, 125 Costeras entre Lag. Blanca (inc), Seno Otway, canal Jerónimo y Magallanes, 126 Vertiente del Atlántico y 128 Tierra del Fuego.

Estación	Región	Cuena	Subcuena	Microcuena	Campaña	Latitud	Longitud	Altitud	fecha
Radal 02	7	73	737	7370	C1	-35.414	-71.057	629	14-10-2020
Achibueno	7	73	735	7354	C1	-36.017	-71.422	324	15-10-2020
Ancoa	7	73	735	7355	C1	-35.904	-71.286	413	15-10-2020
Armerillo	7	73	732	7321	C1	-35.715	-71.125	466	15-10-2020
Longaví	7	73	735	7351	C1	-36.004	-71.725	162	16-10-2020
Niblinto A	16	81	811	8112	C1	-36.602	-71.770	246	16-10-2020
Ñuble 1B	16	81	810	8106	C1	-36.573	-71.555	420	16-10-2020
Chillán A	16	81	811	8117	C1	-36.694	-71.891	271	17-10-2020
Diguillín A	16	81	813	8131	C1	-36.841	-71.803	386	17-10-2020
Itata	16	81	812	8124	C1	-37.071	-72.164	153	17-10-2020
Cañicura A	8	83	832	8321	C1	-37.495	-71.825	416	18-10-2020
Laja	8	83	838	8380	C1	-37.303	-71.968	284	18-10-2020
Polcura	8	83	837	8371	C1	-37.331	-71.550	656	18-10-2020
Rucúe B	8	83	837	8376	C1	-37.343	-71.797	440	18-10-2020
Caliboro	8	83	838	8382	C1	-37.250	-72.424	102	19-10-2020
Duqueco B	8	83	832	8324	C1	-37.546	-72.456	86	19-10-2020
Biobío 10	8	83	831	8312	C1	-37.999	-71.515	527	20-10-2020
Biobío A	8	83	831	8317	C1	-37.830	-71.675	335	20-10-2020
Callaqui	8	83	831	8313	C1	-37.841	-71.690	527	20-10-2020
Huequecura	8	83	831	8316	C1	-37.652	-71.738	397	20-10-2020
Queuco A	8	83	831	8315	C1	-37.819	-71.562	503	21-10-2020
Quilaco	8	83	833	8333	C1	-37.687	-72.368	203	21-10-2020
Quino A	9	91	910	9106	C1	-38.303	-72.308	287	21-10-2020
Cautín 1	9	91	912	9122	C1	-38.455	-71.867	563	22-10-2020
Indio B	9	91	912	9120	C1	-38.450	-71.742	756	22-10-2020
Quillén	9	91	911	9110	C1	-38.308	-71.955	721	22-10-2020
Cautín 2	9	91	912	9123	C1	-38.454	-72.246	287	23-10-2020
Quepe B	9	91	913	9130	C1	-38.694	-72.021	460	23-10-2020



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

Estación	Región	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Campaña	Latitud	Longitud	Altitud	fecha
Biobío 30	9	83	830	8301	C1	-38.664	-71.088	1022	11-11-2020
Biobío 60	9	83	830	8303	C1	-38.475	-71.238	883	11-11-2020
Biobío C	9	83	830	8307	C1	-38.206	-71.300	727	11-11-2020
Biobío D	9	83	830	8306	C1	-38.342	-71.293	820	11-11-2020
Biobío F	9	83	830	8302	C1	-38.592	-71.140	972	11-11-2020
Allipén A	9	94	940	9401	C1	-38.853	-71.647	513	12-11-2020
Lonquimay 20	9	83	830	8304	C1	-38.553	-71.433	936	12-11-2020
Ñirreco A	9	83	830	8300	C1	-38.667	-71.387	1171	12-11-2020
Coipúe	9	94	942	9423	C1	-39.083	-72.444	126	13-11-2020
Trafampulli A	9	94	940	9405	C1	-39.091	-71.866	324	13-11-2020
Truful Truful	9	94	940	9400	C1	-38.839	-71.656	501	13-11-2020
Liucura	9	94	941	9414	C1	-39.265	-71.889	259	14-11-2020
Pucón	9	94	941	9418	C1	-39.273	-71.923	224	14-11-2020
Trancura	9	94	941	9412	C1	-39.457	-71.548	401	14-11-2020
Chan-Chan	14	101	1010	10103	C1	-39.810	-71.981	199	15-11-2020
Fuy	14	101	1010	10100	C1	-39.875	-71.894	602	15-11-2020
Llancahue	14	101	1010	10105	C1	-39.587	-72.015	199	15-11-2020
Voipir	9	94	942	9421	C1	-39.324	-72.244	275	15-11-2020
Huenehue	14	101	1010	10107	C1	-39.612	-72.232	132	16-11-2020
Llanquihue	14	101	1010	10104	C1	-39.827	-72.043	161	16-11-2020
Reca	14	101	1010	10108	C1	-39.778	-72.118	137	16-11-2020
Mañío	14	101	1011	10112	C1	-39.715	-72.434	260	17-11-2020
Quinchilca B	14	101	1012	10122	C1	-39.857	-72.756	26	17-11-2020
Riñihue	14	101	1011	10111	C1	-39.775	-72.454	86	17-11-2020
San Pedro	14	101	1011	10113	C1	-39.805	-72.725	27	17-11-2020
Calcurrupe	14	103	1030	10304	C1	-40.228	-72.254	60	18-11-2020
Florín	14	103	1030	10305	C1	-40.121	-72.202	156	18-11-2020
Nilahue	14	103	1030	10306	C1	-40.284	-72.174	118	18-11-2020
Pillanleufú	14	103	1030	10301	C1	-40.249	-72.035	96	18-11-2020
Quimán A	14	103	1030	10307	C1	-40.117	-72.348	99	18-11-2020
Lapi	14	103	1031	10310	C1	-40.253	-72.618	39	19-11-2020
Pilmaiquén B	10	103	1032	10328	C1	-40.385	-73.003	5	19-11-2020
Puyehue	10	103	1032	10323	C1	-40.680	-72.603	182	19-11-2020
Trumao	14	103	1033	10330	C1	-40.347	-73.180	4	19-11-2020
Coihueco A	10	103	1034	10343	C1	-40.935	-72.684	160	20-11-2020
Nilque	10	103	1032	10323	C1	-40.719	-72.423	192	20-11-2020
Rahue	10	103	1034	10340	C1	-40.789	-72.690	136	20-11-2020
Cochamó	10	104	1046	10461	C1	-41.494	-72.259	5	21-11-2020
Del Este A	10	104	1046	10460	C1	-41.384	-72.275	4	21-11-2020
Petrohué	10	104	1045	10454	C1	-41.154	-72.432	151	21-11-2020



Estación	Región	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Campaña	Latitud	Longitud	Altitud	fecha
Rollizo A	10	104	1044	10443	C1	-41.446	-72.332	11	21-11-2020
Chaparano	10	106	1060	10600	C1	-41.749	-72.569	15	22-11-2020
Llaguepe	10	106	1060	10600	C1	-41.729	-72.481	20	22-11-2020
Puelo A	10	105	1052	10520	C1	-41.645	-72.170	27	22-11-2020
Puelo Chico Poica	10	105	1052	10522	C1	-41.674	-72.285	24	22-11-2020
Puelo 10	10	105	1051	10514	C1	-41.725	-72.086	24	23-11-2020
Puelo C	10	105	1051	10512	C1	-41.935	-71.927	78	23-11-2020
Ventisquero	10	105	1051	10511	C1	-42.017	-71.941	109	23-11-2020
Manso 2	10	105	1050	10503	C1	-41.728	-72.020	52	24-11-2020
Chaica B	10	104	1044	10441	C1	-41.615	-72.659	0	25-11-2020
Contao	10	106	1060	10600	C1	-41.812	-72.710	0	25-11-2020
El Negro	10	106	1068	10683	C1	-42.958	-72.650	1	27-11-2020
Rayas	10	106	1068	10681	C1	-42.797	-72.636	147	27-11-2020
Amarillo	10	107	1071	10712	C1	-43.010	-72.481	97	28-11-2020
Palena B	10	110	1102	11021	C1	-43.648	-72.013	130	28-11-2020
El Tigre	10	110	1102	11020	C1	-43.649	-71.917	150	29-11-2020
Espolón A	10	107	1070	10702	C1	-43.188	-71.873	315	29-11-2020
Espolón B	10	107	1070	10701	C1	-43.205	-71.913	333	29-11-2020
Futaleufú C	10	107	1070	10703	C1	-43.427	-72.089	89	29-11-2020
Yelcho B	10	107	1071	10710	C1	-43.176	-72.440	35	30-11-2020
Blanco H	10	106	1063	10630	C1	-41.942	-72.394	57	02-12-2020
Hualaihué	10	106	1061	10610	C1	-41.978	-72.673	5	02-12-2020
Oeste	10	110	1102	11023	C1	-43.663	-72.328	90	07-01-2021
Rodríguez	11	110	1102	11024	C1	-43.751	-72.354	88	07-01-2021
Rosselot	11	110	1103	11035	C1	-43.962	-72.397	33	07-01-2021
Lago Rosselot	11	110	1103	11034	C1	-43.995	-72.310	62	08-01-2021
Palena D	11	110	1104	11040	C1	-43.996	-72.535	29	08-01-2021
San Juan	12	125	1258	12582	C1	-53.643	-70.955	0	08-01-2021
Santa María	12	125	1258	12581	C1	-53.673	-70.978	0	08-01-2021
Figuroa A	11	110	1103	11033	C1	-44.181	-72.073	187	09-01-2021
Oscar	12	128	1280	12805	C1	-52.817	-69.776	0	09-01-2021
Pico C	11	110	1103	11032	C1	-44.199	-71.847	305	09-01-2021
Quinto B	11	110	1103	11035	C1	-43.957	-72.230	96	09-01-2021
Side 1	12	128	1280	12802	C1	-52.868	-69.350	0	09-01-2021
Verde	11	110	1103	11031	C1	-44.280	-71.914	280	09-01-2021
Japón	12	128	1287	12873	C1	-53.814	-69.318	0	10-01-2021
Marazzi	12	128	1281	12815	C1	-53.470	-69.302	0	10-01-2021
Mayer	12	128	1281	12818	C1	-53.687	-69.925	0	10-01-2021
Blanco	12	128	1287	12876	C1	-53.935	-68.988	0	11-01-2021
Lago Blanco	12	128	1287	12875	C1	-54.065	-68.958	0	11-01-2021



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

Estación	Región	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Campaña	Latitud	Longitud	Altitud	fecha
Moneta	12	128	1287	12872	C1	-53.749	-69.112	0	11-01-2021
Aysén	11	113	1134	11342	C1	-45.408	-72.639	0	12-01-2021
Azopardo	12	128	1282	12825	C1	-54.506	-68.811	0	12-01-2021
Blanco AY	11	113	1133	11335	C1	-45.533	-72.673	13	12-01-2021
Cóndor	11	113	1133	11336	C1	-45.575	-72.753	14	12-01-2021
El Salto	11	114	1140	11400	C1	-45.447	-72.779	0	12-01-2021
Fontaine	12	128	1283	12830	C1	-54.485	-68.986	0	12-01-2021
Lago Deseado	12	128	1287	12879	C1	-54.373	-68.764	0	12-01-2021
Rasmussen 2	12	128	1287	12871	C1	-54.301	-68.773	0	12-01-2021
Riesco	11	113	1133	11337	C1	-45.488	-72.658	17	12-01-2021
Riesco 01	11	113	1133	11336	C1	-45.469	-72.732	12	12-01-2021
Los Palos	11	113	1134	11341	C1	-45.292	-72.732	6	13-01-2021
Pangal A	11	113	1134	11340	C1	-45.341	-72.616	12	13-01-2021
Simpson-Mañihuales	11	113	1132	11320	C1	-45.408	-72.501	17	13-01-2021
Tabo	11	113	1134	11341	C1	-45.275	-72.776	33	13-01-2021
Cisnes 03	11	111	1114	11147	C1	-44.685	-72.249	182	14-01-2021
Cisnes-Queulat	11	111	1113	11130	C1	-44.460	-72.564	45	14-01-2021
Hollemburg	12	124	1240	12400	C1	-51.907	-72.443	0	14-01-2021
Penitente	12	126	1262	12622	C1	-52.054	-71.428	0	14-01-2021
Queulat B	11	111	1113	11130	C1	-44.540	-72.506	8	14-01-2021
Risopatrón	11	110	1104	11041	C1	-44.130	-72.458	65	14-01-2021
Rubens	12	126	1260	12600	C1	-52.035	-71.948	0	14-01-2021
Baguales	12	122	1228	12283	C1	-50.898	-72.346	0	15-01-2021
Cisnes 1B	11	111	1114	11141	C1	-44.627	-71.636	532	15-01-2021
Cisnes-Moro	11	111	1114	11143	C1	-44.665	-71.813	475	15-01-2021
Lago Sarmiento	12	122	1228	12281	C1	-51.057	-72.716	0	15-01-2021
Máscaras	12	122	1228	12284	C1	-51.220	-72.449	0	15-01-2021
Las Torres B	11	111	1114	11144	C1	-44.726	-72.125	246	15-01-2021
Picacho	11	111	1114	11145	C1	-44.972	-72.276	98	15-01-2021
Lago Pehoé	12	122	1228	12282	C1	-51.062	-72.990	0	16-01-2021
Lago Toro	12	122	1228	12286	C1	-51.173	-72.954	0	16-01-2021
Mañihuales A	11	113	1130	11303	C1	-45.071	-72.160	177	16-01-2021
Mañihuales B	11	113	1130	11304	C1	-45.101	-72.149	166	16-01-2021
Ñirehuao	11	113	1130	11302	C1	-45.165	-72.122	147	16-01-2021
Paine 1	12	122	1228	12280	C1	-50.974	-72.802	0	16-01-2021
Paine 2	12	122	1228	12282	C1	-51.161	-72.961	0	16-01-2021
Serrano	12	122	1228	12289	C1	-51.228	-72.970	0	16-01-2021
Cañón B	11	113	1130	11305	C1	-45.234	-72.238	114	17-01-2021
Emperador Guillermo A	11	113	1130	11307	C1	-45.283	-72.176	227	17-01-2021
Esperanza B	11	113	1130	11308	C1	-45.340	-72.445	45	17-01-2021



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

Estación	Región	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Campaña	Latitud	Longitud	Altitud	fecha
Grey	12	122	1228	12287	C1	-51.186	-73.012	0	17-01-2021
Simpson A	11	113	1131	11318	C1	-45.424	-72.427	36	17-01-2021
Claro S	11	113	1131	11315	C1	-45.586	-72.101	277	18-01-2021
Coyhaique B	11	113	1131	11316	C1	-45.567	-72.029	287	18-01-2021
La Paloma	11	113	1133	11330	C1	-45.877	-72.067	333	19-01-2021
Pollux	11	113	1131	11314	C1	-45.685	-72.057	350	19-01-2021
Río La Paloma	11	113	1133	11331	C1	-45.882	-72.329	273	19-01-2021
Simpson B	11	113	1131	11313	C1	-45.723	-72.098	291	19-01-2021
Chacabuco A	11	115	1153	11534	C1	-47.056	-72.199	378	21-01-2021
Chacabuco B	11	115	1153	11535	C1	-47.051	-72.229	363	21-01-2021
Del Salto A	11	115	1153	11538	C1	-47.328	-72.652	281	22-01-2021
Baker	11	115	1154	11549	C1	-47.740	-73.237	3	23-01-2021
Desagüe Lago Cisnes	11	117	1170	11701	C1	-48.449	-72.621	262	24-01-2021
Pérez	11	117	1170	11700	C1	-48.206	-72.344	522	24-01-2021
Bravo	11	116	1161	11614	C1	-48.038	-73.020	34	25-01-2021
Los Ñadis A	11	115	1154	11544	C1	-47.594	-72.849	110	25-01-2021
Maitén	11	115	1152	11522	C1	-46.746	-72.518	241	26-01-2021
Blanco BM	11	113	1131	11312	C1	-45.815	-71.919	423	27-01-2021
Huemules	11	113	1131	11311	C1	-45.817	-71.887	431	27-01-2021
Ibáñez	11	115	1150	11503	C1	-46.112	-72.156	375	27-01-2021
Blanco BM	11	113	1131	11312	C2	-45.814	-71.920	443	08-04-2021
Pollux	11	113	1131	11314	C2	-45.685	-72.057	350	08-04-2021
Cóndor	11	113	1133	11336	C2	-45.575	-72.753	14	09-04-2021
Riesco	11	113	1133	11337	C2	-45.488	-72.658	0	09-04-2021
Aysén	11	113	1134	11342	C2	-45.408	-72.640	0	09-04-2021
El Salto	11	114	1140	11400	C2	-45.446	-72.779	0	09-04-2021
Cañón B	11	113	1130	11305	C2	-45.234	-72.237	92	10-04-2021
Picaflor	11	113	1130	11303	C2	-45.025	-72.182	202	10-04-2021
Mañihuales B2	11	113	1130	11304	C2	-45.157	-72.153	147	10-04-2021
Ñirehuao	11	113	1130	11302	C2	-45.165	-72.122	144	11-04-2021
Emperador Guillermo A	11	113	1130	11307	C2	-45.283	-72.176	229	11-04-2021
Simpson-Mañihuales	11	113	1132	11320	C2	-45.406	-72.500	17	11-04-2021
Simpson A	11	113	1131	11318	C2	-45.425	-72.427	35	12-04-2021
Claro S	11	113	1131	11315	C2	-45.587	-72.101	277	12-04-2021
Coyhaique B	11	113	1131	11316	C2	-45.567	-72.029	265	12-04-2021
Río La Paloma	11	113	1133	11331	C2	-45.882	-72.328	278	13-04-2021
Lago Elizalde	11	113	1133	11332	C2	-45.775	-72.175	224	13-04-2021
Atravesado	11	113	1133	11332	C2	-45.669	-72.325	323	13-04-2021
Lonquimay 20	9	83	830	8304	C2	-38.554	-71.434	913	21-04-2021
Biobío 60	9	83	830	8303	C2	-38.475	-71.238	891	21-04-2021



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

Estación	Región	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Campaña	Latitud	Longitud	Altitud	fecha
BioBío D	9	83	830	8306	C2	-38.342	-71.293	819	21-04-2021
Bajo Malleco	9	83	835	8351	C2	-37.965	-72.435	156	22-04-2021
Arcadia	9	83	835	8352	C2	-37.821	-72.639	73	22-04-2021
Vergara	9	83	835	8358	C2	-37.731	-72.619	44	22-04-2021
Renaico 3	9	83	834	8344	C2	-37.669	-72.590	45	22-04-2021
Quilaco	8	83	833	8333	C2	-37.687	-72.366	99	23-04-2021
BioBío Q619	8	83	831	8319	C2	-37.663	-72.176	149	23-04-2021
SC Purén	8	83	831	8319	C2	-37.602	-72.290	109	23-04-2021
Calderones	8	83	832	8323	C2	-37.585	-72.148	166	23-04-2021
BioBío 10	8	83	831	8312	C2	-37.999	-71.515	530	24-04-2021
Queuco A	8	83	831	8315	C2	-37.819	-71.562	508	24-04-2021
Callaqui	8	83	831	8313	C2	-37.841	-71.691	353	24-04-2021
BioBío A	8	83	831	8317	C2	-37.830	-71.676	334	24-04-2021
Huequecura	8	83	831	8316	C2	-37.652	-71.738	408	25-04-2021
Pichibureo	8	83	833	8331	C2	-37.779	-72.012	253	25-04-2021
Pillanleufú	14	103	1030	10301	C2	-40.250	-72.036	104	26-04-2021
Caicayén	14	103	1030	10303	C2	-40.319	-71.958	128	26-04-2021
Hueinahue	14	103	1030	10302	C2	-40.313	-71.952	118	26-04-2021
Calcurupe	14	103	1030	10304	C2	-40.228	-72.254	59	26-04-2021
Nilahue	14	103	1030	10306	C2	-40.284	-72.174	91	27-04-2021
Gol Gol	10	103	1032	10322	C2	-40.662	-72.251	214	27-04-2021
Chanleufu	10	103	1032	10323	C2	-40.686	-72.335	191	27-04-2021
Rahue	10	103	1034	10340	C2	-40.789	-72.690	137	27-04-2021
LU Bueno	14	103	1031	10311	C2	-40.323	-73.089	0	28-04-2021
Caduco	10	109	1090	10901	C2	-42.467	-73.825	205	06-07-2021
Coinco	10	109	1090	10902	C2	-43.029	-73.642	16	06-07-2021
Chadmo	10	109	1090	10902	C2	-42.927	-73.684	4	06-07-2021
Natri	10	109	1090	10902	C2	-42.812	-73.778	33	06-07-2021
Alcaldeo	10	109	1090	10906	C2	-42.546	-73.864	69	06-07-2021
Butalcura	10	109	1090	10904	C2	-42.280	-73.708	48	07-07-2021



Tabla 3

Listado taxonómico en la comunidad completa de microalgas planctónicas (fitoplancton) identificadas en las estaciones muestreadas en ambas campañas campaña de la Etapa V. Las muestras fueron identificadas hasta el nivel de género.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Achnanthales	Achnanthaceae	<i>Achnanthidium</i>
			Achnanthidiaceae	<i>Planothidium</i>
			Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i>
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>
				<i>Denticula</i>
		Surirellales	Surirellaceae	<i>Cymatopleura</i>
				<i>Surirella</i>
		Naviculares	Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i>
				<i>Amphipleura</i>
			Diploeidaceae	<i>Diploneis</i>
			Naviculaceae	<i>Gyrosigma</i>
				<i>Navicula</i>
			Pleurosigmataceae	<i>Pleurosigma</i>
			Stauroneidaceae	<i>Craticula</i>
			Stauroneidaceae	<i>Stauroneis</i>
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i>
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i>
				<i>Cymbopleura</i>
				<i>Navicymbula</i>
				<i>Didymosphenia</i>
				<i>Encyonema</i>
				<i>Encyonopsis</i>
			Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>
				<i>Gomphoneis</i>
				<i>Reimeria</i>
				<i>Rhoicospheniaceae</i>
		Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia</i>
				<i>Epithemia</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>
		Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora</i>



Phylum	Clase	Orden	Familia	Género
Stramenopiles	Fragilariphyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Asterionella</i>
				<i>Diatoma</i>
				<i>Distriponella</i>
				<i>Fragilaria</i>
				<i>Meridion</i>
				<i>Hannaea</i>
				<i>Staurosirella</i>
				<i>Pseudostaurosira</i>
				<i>Ulnaria</i>
		Tabellariales	Tabellareaceae	<i>Tetracyclus</i>
		<i>Tabellaria</i>		
Rugosaes	Rhizosoleniophycidae	Rhizosoleniales	Rhizosoleniaceae	<i>Urosolenia</i>
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira</i>
		Triceratiales	Triceratiaceae	<i>Pleurosira</i>
		Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i>
				<i>Stephanodiscus</i>
				<i>Cyclostephanos</i>
				<i>Discostella</i>
				<i>Melosiraceae</i>
				<i>Melosira</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus</i>
				<i>Coelastrum</i>
				<i>Dimorphococcus</i>
				<i>Scenedesmus</i>
			Selenastraceae	<i>Ankistrodesmus</i>
				<i>Monoraphidium</i>
		Chlamydomonadales	Hydrodictyaceae	<i>Pediastrum</i>
			Oedogoniales	<i>Oedogoniaceae</i>
			Chaetophorales	<i>Chaetophoraceae</i>
			Volvocaceae	<i>Stigeoclonium</i>
				<i>Eudorina</i>
				<i>Volvox</i>
			Sphaerocystidaceae	<i>Sphaerocystis</i>
		Trebouxiophyceae	Chlorellales	<i>Crucigeniella</i>
				<i>Oocystis</i>



Phylum	Clase	Orden	Familia	Género
		Chlorellaceae	<i>Chlorella</i> <i>Hindakia</i> <i>Dictyosphaerium</i> <i>Geminella</i>	<i>Chlorella</i>
				<i>Hindakia</i>
				<i>Dictyosphaerium</i>
				<i>Geminella</i>
		Trebouiales	Botryococcaceae	<i>Botryococcus</i>
	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix</i>
Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	<i>Dinobryon</i>
		Hydrurales	Hydruraceae	<i>Hydrurus</i>
	Xanthophyceae	Tribonematales	Tribonemataceae	<i>Tribonema</i>
	Synurophyceae	Synurales	Synuraceae	<i>Synura</i>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis</i>
				<i>Gloeocapsa</i>
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena</i>
				<i>Nostoc</i>
				<i>Nodularia</i>
			Rivulariaceae	<i>Calothrix</i>
			Aphanizomenonaceae	<i>Dolichospermum</i>
		Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa</i>
				<i>Merismopedia</i>
			Pseudanabaenaceae	<i>Pseudoanabaena</i>
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i>
Miozoa	Dinophyceae	Gonyaulacales	Ceratiaceae	<i>Ceratium</i>
		Peridiniales	Peridiniaceae	<i>Peridinium</i>
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium</i>
				<i>Cosmarium</i>
				<i>Sphaerozosma</i>
				<i>Hyalotheca</i>
				<i>Staurodesmus</i>
				<i>Desmidium</i>
				<i>Pleurotaenium</i>
				<i>Staurastrum</i>
		Gonatozygaceae		<i>Gonatozygon</i>
		Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia</i>



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género
				<i>Sirogonium</i>
				<i>Spirogyra</i>
				<i>Zygnemopsis</i>
				<i>Zygnema</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenida	Euglenidae	<i>Euglena</i>
Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas</i>

**Tabla 4**

Listado taxonómico en la comunidad completa de microalgas bentónicas (fitobentos) identificadas en las estaciones muestreadas en ambas campañas de la Etapa V. Las muestras fueron identificadas hasta el nivel de género.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Achnanthales	Achnanthaceae	<i>Achnanthidium</i>
			Achnanthidiaceae	<i>Planothidium</i>
			Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i>
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Denticula</i>
				<i>Nitzschia</i>
		Surirellales	Surirellaceae	<i>Cymatopleura</i>
				<i>Surirella</i>
		Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i>
			Diploneidaceae	<i>Diploneis</i>
			Naviculaceae	<i>Gyrosigma</i>
				<i>Navicula</i>
			Stauroneidaceae	<i>Stauroneis</i>
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i>
			Cymbellaceae	<i>Cymbella</i>
		Cymbellales		<i>Cymbopleura</i>
				<i>Didymosphenia</i>
				<i>Encyonema</i>
				<i>Encyonopsis</i>
			Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>
				<i>Gomphoneis</i>
				<i>Reimeria</i>
		Rhopalodiales	Rhoicospheniaceae	<i>Rhoicosphenia</i>
			Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia</i>
				<i>Epithemia</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>
		Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora</i>
	Fragilariphyceae	Fragilariales	Fragilaraceae	<i>Asterionella</i>
				<i>Diatoma</i>
				<i>Distriponella</i>
				<i>Fragilaria</i>



Phylum	Clase	Orden	Familia	Género
	Coscinodiscophyceae	Tabellariales	Tabellareaceae	<i>Meridion</i>
				<i>Hannaea</i>
				<i>Ulnaria</i>
				<i>Tetracyclus</i>
		Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Tabellaria</i>
				<i>Aulacoseirales</i>
				<i>Aulacoseiraceae</i>
				<i>Actinocyclus</i>
			Melosiraceae	<i>Cyclotella</i>
				<i>Stephanodiscus</i>
				<i>Discostella</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Melosira</i>
				<i>Ankistrodesmus</i>
			Hydrodictyaceae	<i>Pediastrum</i>
				<i>Scenedesmus</i>
		Oedogoniales	Desmodesmus	<i>Desmodesmus</i>
				<i>Oedogoniaceae</i>
				<i>Oedogonium</i>
Ochrophyta	Chrysophyceae	Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Stigeoclonium</i>
				<i>Ulothrix</i>
		Ulvophyceae	Ulotrichales	<i>Ulothrix</i>
				<i>Dinobryon</i>
		Chromulinales	Hydrurales	<i>Hydrurus</i>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Dinobryaceae	<i>Dinobryon</i>
				<i>Anabaena</i>
			Tolyphothrichaceae	<i>Tolyphothrix</i>
				<i>Rivulariaceae</i>
		Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Calothrix</i>
				<i>Merismopedia</i>
		Oscillatoriales	Pseudanabaenaceae	<i>Pseudoanabaena</i>
				<i>Oscillatoriaceae</i>
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Oscillatoria</i>
				<i>Closterium</i>
			Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i>
				<i>Desmidium</i>
				<i>Staurodesmus</i>
				<i>Staurastrum</i>
			Gonatozygaceae	<i>Gonatozygon</i>
		Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia</i>



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género
				<i>Spirogyra</i>
				<i>Zygnema</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenida	Euglenidae	<i>Euglena</i>
Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas</i>



Tabla 5

Listado taxonómico en la comunidad completa de diatomeas bentónicas identificadas en las estaciones muestreadas en ambas campañas. Las muestras fueron identificadas hasta el nivel de especie. También se incluyen los taxa determinados a nivel genérico y teratológicas.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Especie
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Achnanthales	Achnanthaceae	Achnanthidium	<i>Achnanthidium cf. pusilla</i>
					<i>Achnanthidium cf. carissima</i>
					<i>Achnanthidium minutissimum</i>
			Achnanthidiaceae	Planothidium	<i>Planothidium frequentissimum</i>
					<i>Planothidium delicatum</i>
					<i>Planothidium rostratum</i>
					<i>Planothidium lanceolatum</i>
			Cocconeidaceae	Cocconeis	<i>Cocconeis lineata</i> (ex <i>C. placentula</i> var <i>lineata</i>)
					<i>Cocconeis pediculus</i>
					<i>Cocconeis euglypta</i> (ex <i>C. placentula</i> var <i>euglypta</i>)
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>	<i>Denticula</i> <i>Denticula</i> sp.
					<i>Nitzschia fonticola</i>
					<i>Nitzschia acidoclinata</i>
					<i>Nitzschia subacicularis</i>
					<i>Nitzschia acicularis</i>
					<i>Nitzschia amphibia</i>
					<i>Nitzschia pumila</i>
					<i>Nitzschia sigmaeidea</i>
					<i>Nitzschia dissipata</i>
					<i>Nitzschia oligotraphenta</i>
					<i>Nitzschia liebetrichii</i>
					<i>Nitzschia umbonata</i>
					<i>Nitzschia valdecostata</i>
					<i>Nitzschia vermicularis</i>
					<i>Nitzschia perminuta</i>
					<i>Nitzschia palea</i>
					<i>Nitzschia subtiloides</i>
					<i>Nitzschia</i> sp.
		Surirellales	Surirellaceae	Cymatopleura	<i>Cymatopleura solea</i>



Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Especie
					<i>Surirella ovalis</i>
				<i>Surirella</i>	<i>Surirella tenera</i>
					<i>Surirella sp.</i>
				<i>Amphipleuraceae</i>	<i>Frustulia vulgaris</i>
					<i>Frustulia amphipleuroides</i>
					<i>Frustulia crassinervia</i>
					<i>Frustulia saxonica</i>
				<i>Stauroneidaceae</i>	<i>Stauroneis gracilis</i>
					<i>Stauroneis anceps</i>
					<i>Stauroneis sp.</i>
				<i>Diploeidaceae</i>	<i>Diploenia sp.</i>
					<i>Diploenia ovalis</i>
				<i>Cavinulaceae</i>	<i>Cavinula lapidosa</i>
					<i>Cavinula mollicula</i>
					<i>Cavinula pseudoscutiformis</i>
					<i>Cavinula coccconeiformis</i>
				<i>Sellaphoraceae</i>	<i>Sellaphora pupula</i>
					<i>Sellaphora sp.</i>
				<i>Naviculaceae</i>	<i>Geissleria decussis</i>
					<i>Naviculadicta sp.</i>
					<i>Navicymbula pusilla</i>
					<i>Gyrosigma sp.</i>
					<i>Navicula capitatoradiata</i>
					<i>Navicula radiosa</i>
					<i>Navicula lanceolata</i>
					<i>Navicula tripunctata</i>
					<i>Navicula cryptotenella</i>
					<i>Navicula viridula</i>
					<i>Navicula veneta</i>
					<i>Navicula rhynchocephala</i>
					<i>Navicula sp.</i>
					<i>Navicula gregaria</i>
			<i>Neidiaceae</i>	<i>Neidium</i>	<i>Neidium hercynicum</i>



Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Especie
			Brachysiraceae	Brachysira	<i>Brachysira vitrea</i> <i>Brachysira neoexilis</i>
			Pinnulariaceae	Pinnularia	<i>Pinnularia gibba</i> <i>Pinnularia divergens</i> <i>Pinnularia sp.</i> <i>Pinnularia borealis</i> <i>Pinnularia saprophila</i>
				Cymbopleura	<i>Cymbopleura naviculiformis</i>
				Cymbella	<i>Cymbella cistula</i> <i>Cymbella lanceolata</i> <i>Cymbella affinis</i> <i>Cymbella tumida</i>
				Didymosphenia	<i>Didymosphenia geminata</i>
				Encyonema	<i>Encyonema minutum</i> <i>Encyonema minutiforme</i> <i>Encyonema ventricosum</i> <i>Encyonema lange-bertalotii</i> <i>Encyonema sp.</i> <i>Encyonema silesiacum</i>
				Encyonopsis	<i>Encyonopsis cesatiformis</i> <i>Encyonopsis subminuta</i> <i>Encyonopsis microcephala</i>
				Gomphonemataceae	<i>Gomphonema angustatum</i> <i>Gomphonema parvulum</i> <i>Gomphonema gracile</i> <i>Gomphonema acuminatum</i> <i>Gomphonema truncatum</i> <i>Gomphonema subclavatum</i> <i>Gomphonema pumilum</i> <i>Gomphonema sp. 1</i> <i>Gomphonema sp. 2</i> <i>Gomphonema minutum</i> <i>Gomphonema olivaceum</i>



Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Especie
				Gomphoneis	<i>Gomphoneis calcifuga</i>
					<i>Gomphoneis minuta</i>
				<i>Placoneis</i>	<i>Placoneis</i> sp.
				<i>Reimeria</i>	<i>Reimeria sinuata</i>
			<i>Rhoicospheniaceae</i>	<i>Rhoicosphenia</i>	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>
		Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia</i>	<i>Rhopalodia gibba</i>
				<i>Epithemia</i>	<i>Epithemia sorex</i>
					<i>Epithemia adnata</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>	<i>Eunotia bilunaris</i>
					<i>Eunotia pectinalis</i>
					<i>Eunotia</i> sp.
		Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora</i>	<i>Amphora</i> sp.
					<i>Amphora veneta</i>
					<i>Amphora copulata</i>
			Fragilariales	<i>Asterionella</i>	<i>Asterionella formosa</i>
					<i>Diatoma mesodon</i>
				<i>Diatoma</i>	<i>Diatoma vulgaris</i>
					<i>Diatoma ehrenbergii</i>
				<i>Diatoma</i>	<i>Diatoma moniliformis teratológica</i>
					<i>Diatoma tenuis</i>
				<i>Distriponella</i>	<i>Diatoma moniliformis</i>
					<i>Distriponella germainii</i>
				<i>Fragilaria</i>	<i>Fragilaria recapitellata</i>
					<i>Fragilaria capucina</i>
					<i>Fragilaria capucina teratológica</i>
					<i>Fragilaria capucina var. vaucheriae</i>
					<i>Fragilaria vaucheriae teratológica</i>
					<i>Fragilaria mazamaensis</i>
					<i>Fragilaria tenera</i>
					<i>Fragilaria</i> sp.
					<i>Fragilaria crotoneensis</i>
				<i>Hannaea</i>	<i>Hannaea arcus</i>
				<i>Meridion</i>	<i>Meridion constrictum</i>



Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Especie
				Pseudostaurosira	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i>
				Staurosira	<i>Staurosira construens</i> var. <i>binodis</i>
				Staurosirella	<i>Staurosirella pinnata</i>
					<i>Staurosirella sp.</i>
				Synedra	<i>Synedra cf. parasitica</i>
				Ulnaria	<i>Ulnaria acus</i>
					<i>Ulnaria ulna</i> teratológica
					<i>Ulnaria ulna</i>
					<i>Tetracyclus emarginatus</i>
				Tabellariales	<i>Tabellaria flocculosa</i>
					<i>Tabellaria fenestrata</i>
		Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	Aulacoseira	<i>Aulacoseira granulata</i>
					<i>Aulacoseira italica</i>
					<i>Aulacoseira distans</i>
				Actinocyclus	<i>Actinocyclus cf. octonarius</i>
					<i>Cyclotella meneghiniana</i>
	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Cyclotella	<i>Cyclotella ocellata</i>
					<i>Cyclostephanos dubius</i>
					<i>Stephanodiscus alpinus</i>
				Discostella	<i>Discostella stelligera</i>
				Melosiraceae	<i>Melosira varians</i>
	Rhizosoleniophycidae	Rhizosoleniales	Rhizosoleniaceae	Urosolenia	<i>Urosolenia eriensis</i>



Tabla 6

Listado taxonómico en la comunidad completa de muestras de floraciones algales identificadas en las estaciones muestreadas en ambas campañas de la Etapa V. Las muestras fueron identificadas hasta el nivel de género.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Achnanthales	Achnanthaceae	<i>Achnanthidium</i>
				<i>Planothidium</i>
		Bacillariales	Coccneidaceae	<i>Cocconeis</i>
			Bacillariaceae	<i>Denticula</i>
		Surirellales		<i>Nitzschia</i>
		Surirellaceae	<i>Surirella</i>	
			<i>Cymatopleura</i>	
		Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i>
			Diplooneidaceae	<i>Diploneis</i>
			Naviculaceae	<i>Gyrosigma</i>
				<i>Navicula</i>
			Stauroneidaceae	<i>Stauroneis</i>
			Cavinulaceae	<i>Cavinula</i>
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i>
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i>
				<i>Cymbopleura</i>
				<i>Didymosphenia</i>
				<i>Encyonema</i>
				<i>Encyonopsis</i>
			Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>
				<i>Gomphoneis</i>
				<i>Reimeria</i>
			Rhoicospheniaceae	<i>Rhoicosphenia</i>
			Rhopalodiales	<i>Rhopalodia</i>
				<i>Epithemia</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>
		Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora</i>
	Fragilarophyceae	Fragilariales	Fragilaraceae	<i>Asterionella</i>
				<i>Diatoma</i>
				<i>Distriponella</i>



Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	
				<i>Fragilaria</i>	
				<i>Meridion</i>	
				<i>Hannaea</i>	
				<i>Staurosirella</i>	
				<i>Pseudostaurosira</i>	
				<i>Ulnaria</i>	
		Tabellariales	Tabellareaceae	<i>Tabellaria</i>	
				<i>Tetracyclus</i>	
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira</i>	
		Rhizosoleniales	Rhizosoleniaceae	<i>Urosolenia</i>	
		Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i>	
				<i>Discostella</i>	
			Melosiraceae	<i>Melosira</i>	
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i>	
		Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Ankistrodesmus</i>	
				<i>Monoraphidium</i>	
			Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus</i>	
		Hydrodictyaceae		<i>Scenedesmus</i>	
				<i>Pediastrum</i>	
		Chaetophorales	<i>Stigeoclonium</i>		
			<i>Draparnaldia</i>		
		Chlamydomonadales	Sphaerocystidaceae	<i>Sphaerocystis</i>	
	Clorophytina	Clorophyceae	Chlamydomonadales	<i>Eudorina</i>	
			Sphaeropleales	<i>Microspora</i>	
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Geminella</i>	
	Ulvophyceae	Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Cladophora</i>	
		Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix</i>	
Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	<i>Dinobryon</i>	
		Hydrurales	Hydruraceae	<i>Hydrurus</i>	
	phaeothamniophyceae	Phaeothamniales	Phaeothamniaceae	<i>Phaeothamnion</i>	
	Xanthophyceae	Tribonematales	Tribonemataceae	<i>Tribonema</i>	
	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas</i>	
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Nodularia</i>	



Phylum	Clase	Orden	Familia	Género
			Nostocaceae	<i>Nostoc</i>
				<i>Anabaena</i>
			Tolyphothrichaceae	<i>Tolyphothrix</i>
			Rivulariaceae	<i>Calothrix</i>
			Oscillatoriales	Oscillatoriaceae
		Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia</i>
			Pseudanabaenaceae	<i>Pseudoanabaena</i>
Miozoa	Dinophyceae	Peridiniales	Peridiniaceae	<i>Peridinium</i>
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium</i>
				<i>Cosmarium</i>
			Desmidiaceae	<i>Staurastrum</i>
				<i>Sphaerozoma</i>
		Zygnematales	Gonatozygaceae	<i>Gonatozygon</i>
				<i>Mougeotia</i>
				<i>Sirogonium</i>
			Zygnemataceae	<i>Spirogyra</i>
				<i>Zygnema</i>
				<i>Zygnemopsis</i>
Rhodophyta	Florideophyceae	Acrochaetales	Acrochaetiaceae	<i>Acrochaetium</i>
Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenida	Phacidae	<i>Phacus</i>



Tabla 7

Listado taxonómico en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos identificadas en las estaciones muestreadas en ambas campañas de la Etapa V. Las muestras fueron identificadas hasta el nivel de género.

Phylum	Orden	Familia	Especie
Platyhelminthes	Tricladida	Dugesiidae	<i>Dugesia</i> sp
Annelida	Lumbriculida	Lumbriculidae	Lumbriculidae Indet. 1
	Haplotaxida	Tubicidae	<i>Tubifex</i> sp.
	Arhynchobdellida	Hirudinidae	Hirudinea Indet. 1
Mollusca	Mesogastropoda	Hidrobiidae	<i>Littoridina</i> Indet.
	Basommatophora	Chilinidae	<i>Chilina</i> sp.
			<i>Chilina dombeyana</i> (Bruguire 1789)
		Physidae	<i>Physa</i> sp.
	Veneroida	Lymnaeidae	<i>Lymnaea</i> sp.
		Ancylidae	<i>Gundlachia</i> sp.
		Sphaeriidae	Sphaeriidae indet. 1
Arthropoda	Decapoda	Aeglidae	<i>Aegla</i> sp.
			<i>Aegla araucaniensis</i> (Bahamonde et al. 1998)
			<i>Aegla pewenchae</i> (Jara 1994)
			<i>Aegla rostrata</i> (Jara, 1977)
	Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella</i> sp.
	Coleoptera	Elmidae	Elmidae indet. 1
		Gyrinidae	Gyrinidae indet. 1
		Psephenidae	Psephenidae indet. 1
	Megaloptera	Corydalidae	<i>Protochauloide</i> sp.
	Odonata	Gomphidae	Gomphidae Indet. 1
	Diptera	Athericidae	Athericidae Indet 1.
		Blephariceridae	Blephariceridae Indet. 1
		Chironomidae	Chironomidae spp. Indet. 1
		Empididae	Empididae Indet. 1
		Limoniidae	Limoniidae Indet. 1
		Muscidae	Muscidae Indet. 1
		Simuliidae	Simuliidae Indet.1
		Ceratopogonidae	Ceratopogonidae Indet. 1
		Tipulidae	Tipulidae Indet. 1



Phylum	Orden	Familia	Especie
Plecoptera	Plecoptera	Eustheniidae	<i>Neuroperlopsis patris</i> (Illies, 1960)
			<i>Neuroperla schedingi</i> (Navás 1929)
		Diamphipnoidae	<i>Diamphipnopsis samali</i> (Illies 1960)
		Austroperlidae	<i>Klapopteryx kuscheli</i> (Illies 1960)
		Gripopterygidae	<i>Gripopterygidae</i> Indet. 1
			<i>Aubertoperla</i> sp.
			<i>Antarctoperla michaelseni</i> (Klapelek 1904)
			<i>Limnoperla jaffueli</i> (Navas 1928)
			<i>Notoperlopsis femina</i> (Illies 1963)
			<i>Notoperla</i> sp.
			<i>Senilloides panguipulli</i> (Navas 1928)
		Perlidae	<i>Inconeuria porteri</i> (Navás 1920)
			<i>kemphyela genualis</i> (Navás 1918)
		Notonemouridae	<i>Udamocercia</i>
Ephemeroptera	Ephemeroptera	Beatidae	<i>Beatidae</i> Indet.1
			<i>Andesiops</i> sp.
			<i>Andesiops peruvianus</i> (Ulmer 1920 a)
			<i>Andesiops torrens</i> (Lugo-Ortiz & McCafferty 1924)
		Coloburiscidae	<i>Murphyella needhami</i>
		Ameletopsidae	<i>Ameletopsidae</i> Indet. 1
			<i>Chiloporter</i> sp.
			<i>Chiloporter eatoni</i> (Lestage 1931)
		Leptophlebiidae	<i>Leptophlebiidae</i> Indet.
			<i>Massartelopsis irarrazavali</i> (Demoulin 1955)
			<i>Meridialaris</i> sp.
			<i>Meridialaris diguillina</i> (Demoulin 1955)
			<i>Meridialaris laminata</i>
			<i>Meridialaris chiloensis</i>
			<i>Nousia</i> sp.
			<i>Nousia maculata</i> (Demolin 1955)
			<i>Penaphlebia</i> sp.
			<i>Penaphlebia chilensis</i> (Eaton 1884)
		Nesameletidae	<i>Metamoniulus anceps</i>



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

Phylum	Orden	Familia	Especie
Trichoptera	Trichoptera	Glossosomatidae	<i>Mastigoptila</i> sp.
		Hydrobiosidae	Hidrobiosidae Indet.1
		Philopotamidae	Philopotamidae Indet. 1
		Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.
		Leptoceridae	Leptoceridae Indet. 1
		Helicophidae	<i>Eosericostoma</i> sp.
		Limnophilidae	Limnophilidae Indet. 1



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

8.3. ANEXO 3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES



Tabla 8: Carta Gantt de la etapa V, en donde se desglosan las actividades asociadas a cada uno de los objetivos que contempla la presente etapa.

Actividades	2020				2021											
	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	
OBE1. Conocer la distribución geográfica de <i>Didymosphenia geminata</i> a nivel de subsubcuenca y las variables que favorecen a su dispersión y permanencia en los ríos chilenos																
Toma de muestras primavera-verano		X	X	X	X											
Variables in situ primavera-verano		X	X	X	X											
Análisis químico de agua primavera-verano			X	X	X											
Análisis taxonómico primavera-verano			X	X	X	X										
Variables in situ otoño-invierno										X	X	X	X			
Toma de muestras otoño-invierno									X	X	X	X				
Análisis químico de agua otoño-invierno									X	X	X					
Análisis taxonómico otoño-invierno								X	X	X	X					
OBE 2. Determinar la dinámica espacio-temporal de la densidad de <i>Didymosphenia geminata</i> dentro de la comunidad de microalgas bentónicas																
Análisis estacional del fitobentos							X	X	X	X	X	X				
Análisis espacial del fitobentos							X	X	X	X	X	X	X			
Analizar variables ambientales asociadas							X	X	X	X	X	X	X			
OBE 3. Determinar la relación de la especie <i>Didymosphenia geminata</i> con otros componentes bentónicos de relevancia para la sustentabilidad ambiental/ecológica de los sistemas afectados por la plaga.																
Estudio relaciones abundancia entre <i>D. geminata</i> y fitobentos							X	X	X	X	X	X				
Estudio relaciones abundancia entre <i>D. geminata</i> y macrozoobentos							X	X	X	X	X	X				
OBE. 4. Identificar y evaluar las diferentes vías de dispersión de la plaga en base a las actividades locales									X	X	X	X	X			

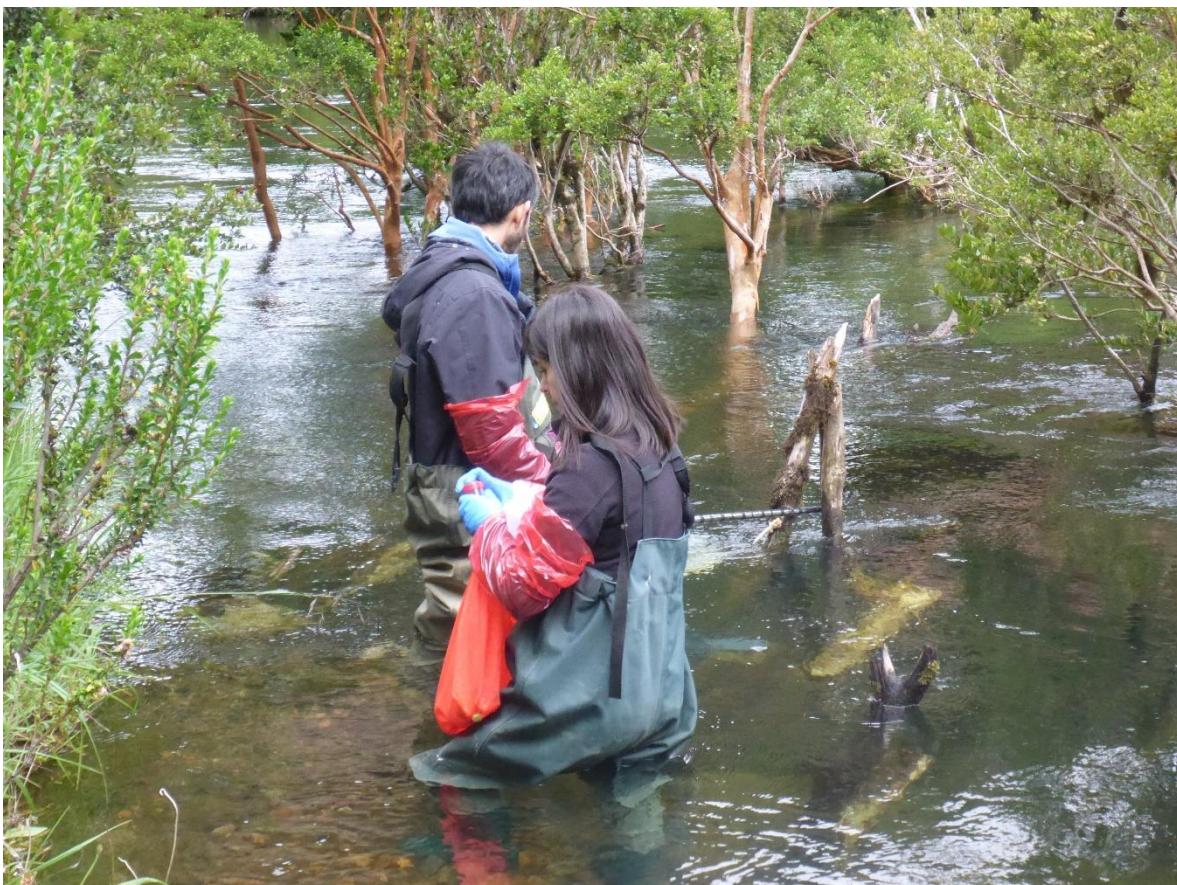


Actividades	2020				2021									
	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O
Describir actividades económicas susceptibles invasión de <i>D. geminata</i> en cuenca piloto									X	X	X	X	X	
Determinar cualitativamente impactos de <i>D. geminata</i> sobre actividades económicas en una cuenca piloto												X	X	X
Representación gráfica de la información												X	X	X
OBE 5. Apoyar y asesorar a la autoridad en materias relativas a dispersión y control de <i>Didymosphenia geminata</i>														
Difusión de resultados en la ciudad de Puerto Montt														X
Otras actividades														
Reunión de coordinación					X									
Documento de avance									X					
Documento pre-final												X		
Informe Final														X



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

8.1. ANEXO 4 FOTOGRAFÍAS DE TRABAJO EN TERRENO



Fotografía 1: Actividades de muestreo en estación Riesco, región de Aysén.



Fotografía 2: Red fitoplanctónica en suspensión filtrando agua para la obtención de muestra.



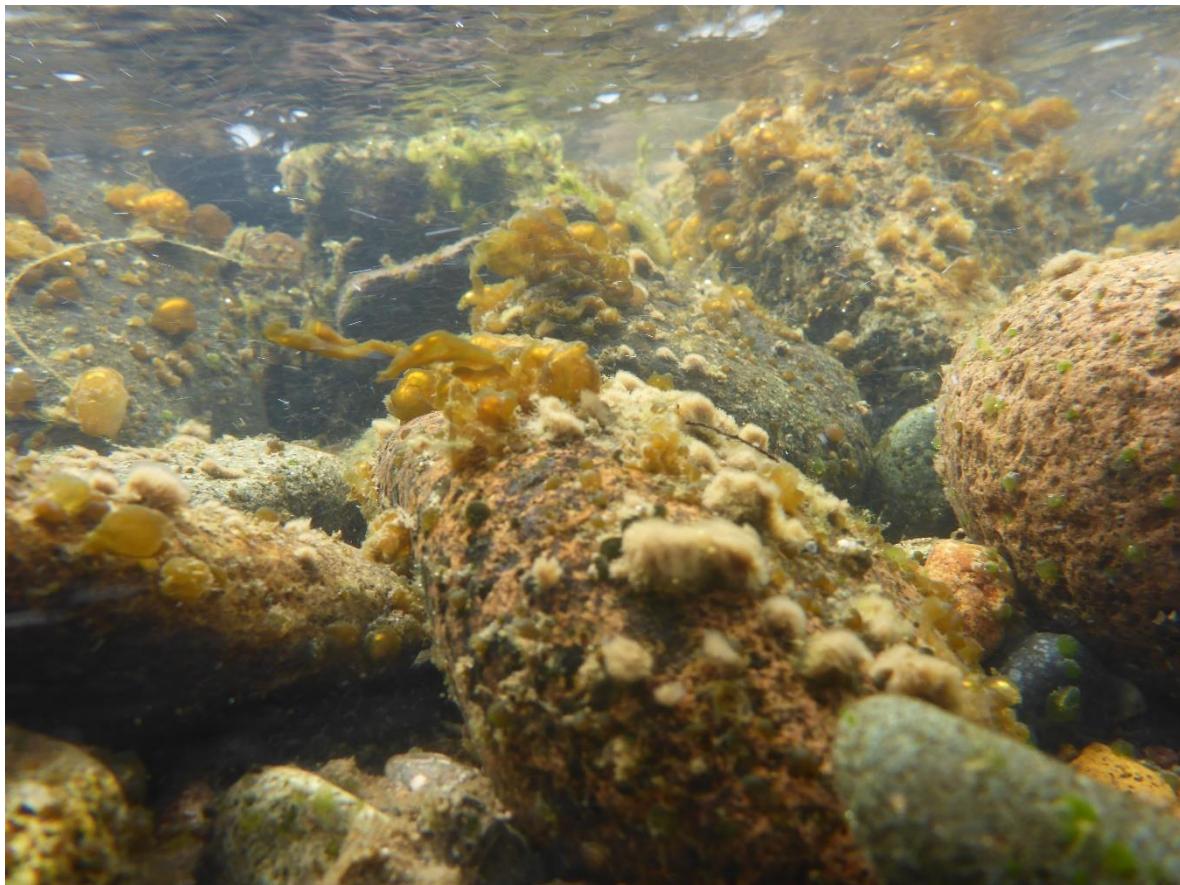
Fotografía 3: Medición de datos físico-químicos *in situ* a través de medidor multiparamétrico en estación Aysén, región de Aysén.



Fotografía 4: Obtención de muestra correspondiente a comunidad fitobentónica en estación Palena D, región de Aysén.



Fotografía 5: Cangrejo del género *Aegla*, obtenido en la red surber dentro de la muestra integrada de macroinvertebrados bentónicos.



Fotografía 6: Sustrato de bolones con presencia de floraciones adheridas en superficie, destaca la presencia de *D. geminata* en acumulaciones mucilaginosas en compañía del género *Nostoc* en río Ñirehuao, región de Aysén.



Fotografía 7: Actividades de desinfección luego de la toma de muestras.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA



**INSTITUTO DE FOMENTO
PESQUERO**

Blanco 839, Fono 56-32-2151500

Valparaíso, Chile

www.ifop.cl

A wide-angle photograph of a vast ocean under a cloudy sky. The horizon is visible in the distance, where a bright, yellowish-orange glow from the sun creates a lens flare effect. The water is a deep blue, with some white foam visible on the left side.

www.ifop.cl