



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur
República Argentina
SECRETARÍA DE DESARROLLO
SUSTENTABLE Y AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

PROGRAMA DE INVENTARIO Y EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA PROVINCIA

SUBPROGRAMA DE MONITOREO PRESENCIA/AUSENCIA EN CURSOS DE AGUA DE LA PROVINCIA DE LA ESPECIE EXÓTICA INVASORA: *DIDYMOSPHENIA GEMINATA*



Dirección General de Recursos Hídricos
Secretaría de Desarrollo Sustentable y Ambiente
Ushuaia - Provincia de Tierra del Fuego
Año 2013



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur
República Argentina
SECRETARÍA DE DESARROLLO
SUSTENTABLE Y AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

CAPITULO I

1. INTRODUCCION

Este documento incluye una introducción general al conocimiento de la especie *Didymosphenia geminata*, la interpretación de su potencial colonización según las condiciones particulares de la zona andino-patagónica, y los protocolos de campo y de laboratorio que describen los procedimientos para su monitoreo y diagnóstico, cubriendo todos los pasos desde la descripción del hábitat y obtención de las muestras hasta su observación y guardado.

Los presentes protocolos son documentos originales destinados a nuestra provincia que asimismo siguen los lineamientos generales existentes a nivel nacional e internacional para la identificación y cuidados respecto a esta alga invasora.

Los protocolos establecen la metodología de trabajo para el hallazgo de *Didymosphenia geminata* en su etapa como epífita y en su estado de vida libre, con el objetivo de poder dar un alerta temprana de la presencia de la especie en las cuencas analizadas ya que posibilitan su encuentro aún en los primeros momentos de colonización. Consisten en la obtención de muestras de epífitos sobre los sustratos disponibles (muestras multihábitat; Charles *et al.*, 2002) y muestras de fitoplancton. Las planillas de caracterización del hábitat están destinadas a la interpretación de las zonas de preferencia y riesgo.

Las planillas poseen un formato para su tratamiento estadístico posterior. Cualquier necesidad de modificación debe ser avisada y justificada para mantener la estandarización de los datos. El producto final son las planillas completadas en forma manuscrita y su copia en formato electrónico.

Se propone un protocolo de recolección de muestras de perifiton y plancton, para el análisis microscópico del alga invasiva y exótica, *Didymosphenia geminata*. Este ha sido elaborado considerando la experiencia personal en la planificación y ejecución de un muestreo extensivo en la Cuenca del Río Guadalquivir, España (Toja *et al.* 2004/2006) y tomando en cuenta las recomendaciones específicas, por la categoría de invasora de la especie en cuestión, de aquellos países en los que más exhaustivamente se ha analizado el problema y donde se implementan medidas de control y prevención, como son Nueva Zelanda (Duncan *et al.* 2007) y Estados Unidos (Spaulding & Elwell, 2007).



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur
República Argentina
SECRETARÍA DE DESARROLLO
SUSTENTABLE Y AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

2. CONSIDERACIONES GENERALES

La presencia de *Didymosphenia geminata* en aguas argentinas genera una preocupación especial ya que se trata de un alga es altamente invasora y si encuentra las condiciones para migrar (principalmente transporte por actividad humana o por agentes naturales), rápidamente coloniza nuevos ríos.

2.1. ¿QUÉ ES *Didymosphenia geminata*?

Didymosphenia geminata es una especie de alga perteneciente al grupo de las Diatomeas. Las diatomeas son el único grupo de algas que posee una cubierta silíceo, llamada frústulo. Estas habitan tanto ambientes marinos como continentales y pueden formar parte del plancton (es decir tener vida libre en la columna de agua) o vivir adheridas a distintos tipos de sustratos.

Los frústulos de *Didymosphenia geminata* se fijan al sustrato por medio de excrecencias mucilaginosas (pies o pedúnculos) que forman grandes matas cuando éstas crecen en grandes densidades. Este tipo de crecimiento característico (que también puede encontrarse en especies de *Gomphonema* y *Gomphoneis*, aunque de menor envergadura) consiste en que cada frústulo secreta un largo pedúnculo. Los pedúnculos se ramifican cuando las células se dividen y cada célula hija continúa secretando el pedúnculo. Cuando las condiciones son favorables, los organismos pueden formar matas que pueden cubrir grandes extensiones del fondo de los arroyos. Las matas son de color amarillo pálido a blanco. Para el observador estas matas tienen la apariencia de fibra de vidrio, cuero de oveja, o alfombras de peluche, y se le da el nombre vulgar de "moco de roca". En la medida en que los arroyos disminuyen su profundidad las matas se mantienen secas sobre las rocas y pueden ser confundidas con papel higiénico, dando un aspecto desagradable al sitio.

Son condiciones del hábito de la especie un estado fijo pedunculado y otro de vida libre, por lo que los individuos pueden ser hallados tanto formando estructuras mucilaginosas sobre sustratos como en forma aislada en la columna del agua y/o en los sedimentos.

Se reporta estacionalidad en la presentación de los estados fijos y libres, encontrándose las formas fijas desde primavera hasta fines del verano, luego liberándose las células para pasar a la forma móvil o libre. Por lo tanto, se espera encontrar la mayor biomasa fija y mayor producción de tractos mucilaginosos entre enero y febrero. Se ha reportado como difícil la producción de pedúnculos durante el invierno.



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur
República Argentina
SECRETARÍA DE DESARROLLO
SUSTENTABLE Y AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

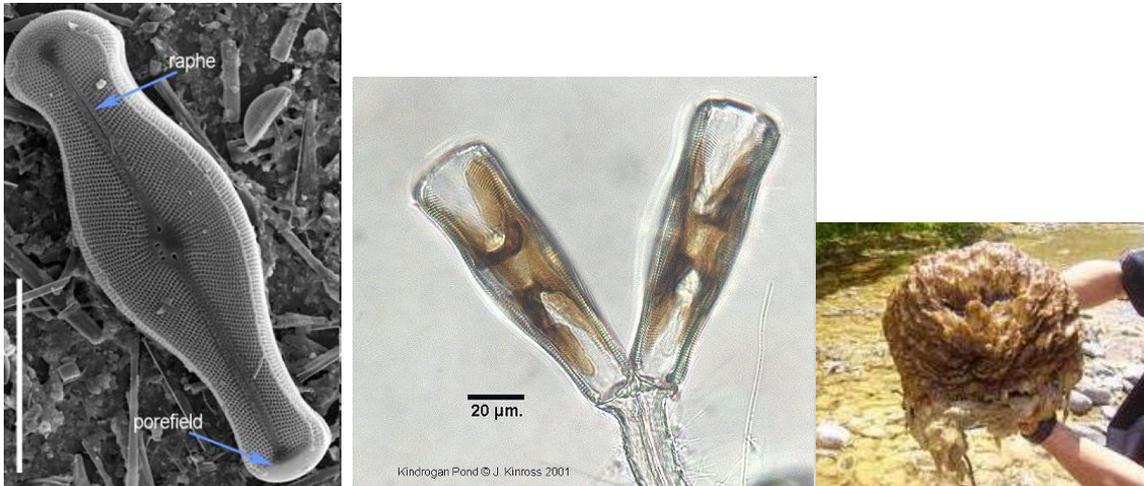


Fig. MEB. Frústulo envista valvar (Spaulding & Elwell, 2007)

- Sus células contienen característicamente una abertura (rafe), que les permite moverse, y un poro, por el que segrega un tallo resistente a la degradación de mucopolisacáridos.
- Con el tallo se adhiere al sustrato. Cuando la célula se divide, el tallo también divide, con el tiempo se forma una masa densa de tallos ramificados.
- Forma floraciones (más de 1 km y persistentes).
- En las floraciones, el material extracelular genera gruesas capas sobre los sustratos dando el aspecto de una alfombra marrón.

2.2. Hábitat

En cuanto al hábitat, la especie prefiere ambientes lóticos pero también ha sido hallada en cuerpos de agua lénticos en aguas someras. Prefiere lugares donde hay mucho movimiento de agua, tales como ríos turbulentos y orillas de lagos batidas por el oleaje. A pesar de que *D. geminata* ocurre en lagos y aguas corrientes, los crecimientos perjudiciales sólo han sido registrados hasta el presente en ríos y arroyos.

La especie coloniza preferentemente las rocas, pero también se halla sobre otros tipos de sustrato (restos vegetales, macrófitas, etc.) y en la forma libre puede hallarse en la columna de agua y en los sedimentos. Como ejemplo se ha reportado que los hábitats fluviales preferidos en Noruega son los rápidos poco profundos con sustrato estable y un régimen de flujo constante (Lindstrøm & Skulberg, 2008).

Didymosphenia geminata aparentemente prefiere aguas claras, poco profundas y pobres en nutrientes y su desarrollo estaría influenciado por el clima y los patrones de lluvia.

Se piensa que la proliferación de *Didymosphenia* podría estar relacionada con el aumento de la radiación ultravioleta (UV) por distintas razones, ya sea por reducir las poblaciones de insectos acuáticos que normalmente limitan las poblaciones de *Didymosphenia*, o porque esta especie está mejor adaptada que otras



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur
República Argentina
SECRETARÍA DE DESARROLLO
SUSTENTABLE Y AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

especies algales a altas intensidades de UV. En este sentido el Ministerio de Ambiente de Columbia Británica, Canadá, comunicó que el aumento de UV, la pérdida de vegetación ribereña y la disminución de las corrientes podrían favorecer el crecimiento de *Didymosphenia* si la hipótesis del UV fuera correcta. Spaulding & Eldwell (2007) señalan que las suposiciones acerca de la tolerancia al UV no han sido debidamente probadas.

En Canadá se ha observado que a medida de que la longitud del día decrece al final del verano *Didymosphenia* deja de crecer y muere.

2.3. Condiciones para el desarrollo de *D. geminata*

Para poder realizar recomendaciones tendientes a controlar las proliferaciones, se deben conocer las condiciones físicas y químicas bajo las cuales se ha desarrollado el alga. Un inconveniente para esto es que el alga se detectado en diversos tipos de ambientes, por lo que podría resultar ampliamente tolerante a factores físicos y químicos, y encontrarse ambientes adecuados para esta especie, en todos los continentes (Whitton *et al.* 2009).

Condiciones	Rangos/Observación	Referencia
Físicas	Crece la diatomea a diferentes rangos de velocidad de flujo. Incrementa a flujos menores a 0,5 m/s	Kilroy <i>et al.</i> , 2005
	Frente a aumentos de caudal disminuye la biomasa algal, por inestabilidad del sustrato.	Kilroy <i>et al.</i> , 2007. Larned <i>et al.</i> , 2006
	Aumentan las floraciones en ríos regulados, y en localidades bajo embalse, ej. ríos de Canadá. Crece en ríos alpinos, de aguas frías y de flujo rápido, como en el Reino Unido.	Skulberg, 1982, Dufford <i>et al.</i> , 1987. Kawecka & Sanecki, 2003
	Sobrevive en amplio rango de condiciones ambientales: disponibilidad de luz, temperatura y humedad. La biomasa aumenta en verano.	M. Amy Lagerstedt, 2007
	Un óptimo crecimiento se da sobre rocas y bolones.	Kilroy, 2004.
	Crece y prolifera en condiciones altas de luz, pero también se ha observado en baja luz	Kilroy, Lagerstedt, Davey & Robinson, 2006



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur
República Argentina
SECRETARÍA DE DESARROLLO
SUSTENTABLE Y AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

Químicas	Prolifera en aguas oligotróficas recubriendo más de 1 Km de extensión. Crece en amplios rangos de temperatura. Se ha detectado su presencia en región templada fría del Hemisferio Norte, ríos de Europa, Asia y América del Norte.	EPA. Krammer & Langebertalot, 1986
	Presente en ríos con alta concentración de amonio y metales; alta proporción de N:P; zonas con aporte de residuos agrícolas, urbanos e industriales. Se considera clave la proporción de fosfato orgánico e inorgánico.	Kawecka & Sanecki, 2003. Whitton <i>et al.</i> , 2009
	Presente con amplio rango de calcio: 1,8 -45,2 mg/L, junto a alta proporción de N:P	Whitton <i>et al.</i> , 2009
	Se da a temperaturas entre 4 y 27 °C	Kawecka & Sanecki, 2003. Kilroy, 2004
	Crece en zonas de incremento de materia orgánica (N y P); Altas concentraciones de clorofila, amplio rango de pH (7-9)	Kilroy <i>et al.</i> , 2005
	Presente en bajas concentraciones de nutrientes: Fosforo Total: <2 mg/l; Nitratos <1 mg/l o mayor.	Whitton <i>et al.</i> , 2009
	Su presencia se relaciona con la fertilización con hierro. El pedúnculo juega un rol en concentrar fosfato.	Reid B. & R. Torres., 2010. Whitton <i>et al.</i> , 2009
	Se ha observado en sitios con aumento de carga de nutrientes. Situación particular en Chile, no observado en otros países con presencia de plaga. Los aportes de nutrientes se han relacionado con descargas de Riles.	Informe CIEP- Sernapesca, 2010
Ecológicas	Ambientes prístinos o de baja perturbación	Jónsson <i>et al.</i> , 2000, Sherbot & Bothwell 1993.

Se puede resumir en general que las floraciones se han observado en una amplia variación de condiciones ambientales, lo que dificulta su control biológico. Un amplio resumen de las diferentes condiciones donde se ha observado se describe en Whitton *et al.*, (2009).

Los ambientes continentales acuáticos de la Patagonia han resultado ser ambientes favorables para el desarrollo de las proliferaciones de *D. geminata*.

Es necesario aplicar medidas para controlar su propagación, por ser considerada una plaga.

2.4. Característica de plaga

El *Didymo* posee una serie de características para ser considerada una plaga, entre las cuales están:

- Esta especie es considerada exótica e invasiva
- Es una especie muy difícil de erradicar y de capacidad expansiva en cortos lapsus de tiempo.



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur
República Argentina
SECRETARÍA DE DESARROLLO
SUSTENTABLE Y AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

- Su presencia modifica las características de los ecosistemas acuáticos alterando el desarrollo de otras especies acuáticas, genera pérdida de hábitat y por tanto de biodiversidad.
- La proliferación del alga causa una disminución de la capacidad reproductiva y altera las tramas tróficas.
- Su presencia afecta las actividades económicas, obstruye tuberías, artes y aparejos de pesca y cultivo.
- Principalmente su vía de dispersión sería el vector humano, por actividades recreativas en los ríos tales como pesca, navegación y deportes náuticos.
- Esta especie forma proliferaciones masivas como en la cuenca de Futaleufú, en los ríos Espolón y Futaleufú.

3. DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE A NIVEL MUNDIAL

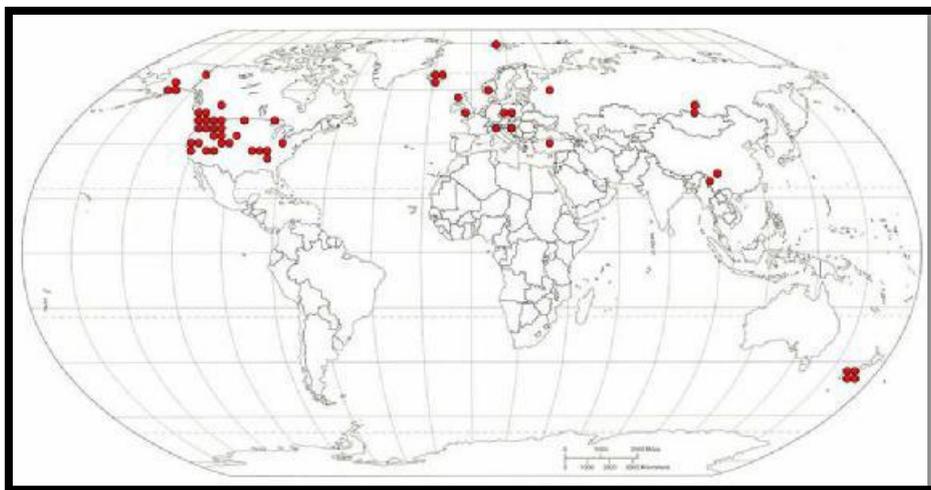
Según Spaulding & Elwell (2007) *Didymosphenia geminata* fue descrita originalmente en las Islas Faroe al norte de Escocia. Esta era una diatomea muy común en Escocia, Suecia y Finlandia (Cleve 1894-1896), así como en China donde formaba acumulaciones masivas. La especie ha expandido su distribución, en una forma preocupante a nivel mundial (Mapa 1).

Recientemente ha invadido a Nueva Zelanda. Allí la presencia de la especie fue confirmada por primera vez en octubre de 2004, siendo esa la primera cita para el hemisferio Sur (Kilroy 2004 en Spaulding & Elwell, 2007). A pesar de la activa respuesta del gobierno para evitar la contaminación por la especie en Nueva Zelanda, en 18 meses *D. geminata* se expandió a 12 ríos del sur de la isla y formó "blooms" en varios sitios, lo que demuestra que es una especie invasora agresiva con impactos ecológicos, económicos, sociales, en las centrales hidroeléctrica y actividades recreativas (Kilroy *et al.* 2005a, 2005b, 2005c, 2006, Campbell 2005, Branson 2006 en Spaulding & Elwell, 2007).

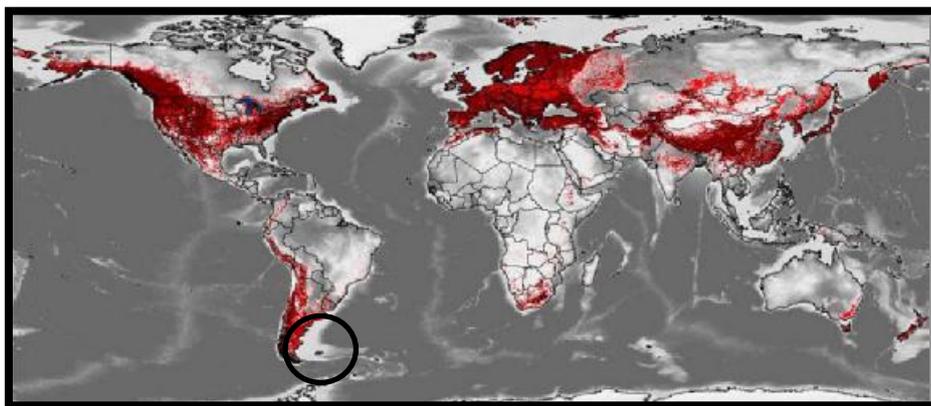
En 2007 Spaulding & Elwell habían advertido el riesgo de invasión en países como Perú, Chile y Argentina, y señalado el riesgo de los ríos patagónico de ser invadidos por la especie ya que son destinos atractivos para la pesca con mosca. Estos autores presentaron un mapa de riesgo basado en los ambientes adecuados para el desarrollo de la especie elaborado por McNyset & Julius (2006), (Mapa 2).



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur
República Argentina
SECRETARÍA DE DESARROLLO
SUSTENTABLE Y AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS



Mapa 1. Distribución de la especie en 2007. Extraído de Spaulding & Elwell (2007)



Mapa 2. Mapa mostrando las regiones con ambientes adecuados para la localización de *D. geminata*. (McNyset & Julius, 2006 in Spaulding & Elwell, 2007).

3.1. SITUACIÓN EN ARGENTINA

Si bien en 1964 la especie fue reportada en Chile como rara, en 2010 se observaron desarrollos masivos de la especie en la Patagonia Chilena y en la primavera del mismo año en la Provincia de Chubut.

Los últimos estudios realizados por científicos del Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP, Chile) confirmaron la existencia de la especie en aguas de la Región de los Lagos (Burgos González, 2010). En octubre del mismo año se resuelve declarar, por el plazo de dos años contados desde la publicación de la resolución, a algunos cuerpos de agua como área de plaga de la especie *Didymosphenia geminata*, entre los que se encuentran el **Río Espolón**, desde su nacimiento hasta su confluencia con río Futaleufú y **Río Futaleufú** desde su inicio en el límite territorial Hito VII-6, hasta su desembocadura ubicada en Lago Yelcho.



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur
República Argentina
SECRETARÍA DE DESARROLLO
SUSTENTABLE Y AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

La Provincia de Chubut lleva adelante un "Plan Provincial de Prevención y Monitoreo de *Didymosphenia geminata*" a través del Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable en forma conjunta con la Secretaría de Pesca, la Secretaría de Turismo, la Reserva de Biósfera Andino Norpatagónica y la Administración de Parques Nacionales. Esta provincia ha organizado talleres informativos para guías de pesca, guardaparques, guardafaunas, guías de turismo, prestadores turísticos (propietarios y administradores de cabañas, campings, complejos turísticos, agencias, informantes turísticos, etc.).

En la provincia de Tierra del Fuego, se detectó la presencia de dicha alga en el mes de Abril del año 2013 cuando autoridades chilenas del Centro de Estudios del Cuaternario, Fuego-Patagonia y Antártica (Cequa) monitorearon el sector chileno del río Grande dando positiva su presencia.

Otra de las medidas tomada por las provincias patagónicas fue la implementación de legislación en la materia, provincias como Chubut, Neuquén y Rio Negro cuentan su reglamentación, tal es el caso de la provincia de Rio Negro que en la Ley 4801 sancionada en el 2012, en su Artículo 5 establece el financiamiento para la prevención y monitoreo. Las Provincias de Chubut y Neuquén declararon la "emergencia provincial por la invasión de *D. geminata*" por medio de la Ley XI N° 58 y el Decreto N° 137/12 respectivamente.

Marco legal específico sobre DIDYMO a nivel nacional

- Resolución SAyDS N°991 de 2012

Dicha Resolución declara a DIDYMO como EEI territorio argentino y refiere el establecimiento de un grupo de trabajo conformado por las áreas técnicas de la SAyDS y los organismos del Poder Ejecutivo Nacional con competencia en el tema con participación de instituciones científicas y académicas, coordinado con las autoridades provinciales correspondientes.

Este grupo de trabajo será el responsable de elaborar y coordinar acciones tendientes a la implementación de una estrategia que permita el control de las áreas infectadas y la reducción de los riesgos de expansión a áreas no infectadas, incluyendo la elaboración de protocolos.

- Resolución COFEMA N° 234 de 2012

Basado en los principios de precaución, equidad generacional, gradualidad y sustentabilidad y considerando que se pretende mediante la planificación y articulación de los organismos y las jurisdicciones involucradas, profundizar la investigación, el monitoreo y el control de estas especies exóticas invasoras que afectan los ecosistemas acuáticos cordilleranos y marinos, declara de Interés Federal los Planes Nacionales y Provinciales orientados al control de las algas *Didymo* y *Undaria* como especies exóticas invasoras de los



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur
República Argentina
SECRETARÍA DE DESARROLLO
SUSTENTABLE Y AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

ambientes acuáticos, a los fines de evitar su dispersión en el territorio Nacional, así como promover acciones tendientes para el control de estas especies para la protección de la biodiversidad en los ecosistemas afectados, y los que potencialmente podrían afectarse, solicitando la articulación de las capacidades científicas en el territorio Nacional, la participación de los organismos nacionales competentes, la cooperación de las jurisdicciones provinciales y la aplicación de las tecnologías necesarias para el efectivo control de las mismas.

4. PROBLEMA

El gobierno de los Estados Unidos, a través de la U.S.EPA (Spaulding & Elwell, 2007) plantea que hay un consenso global por parte de la comunidad científica y los encargados de la gestión de medio ambiente sobre los problemas y riesgos causados por la especie *Didymosphenia geminata*. Sus características relevantes para sostener esta afirmación son:

- Es la única diatomea bentónica que exhibe a un comportamiento invasivo a escala global.
- Es una especie capaz de producir extraordinaria cantidad de mucopolisacáridos extracelulares.
- Su proliferación tiene un impacto significativo en el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, alterando la estructura de las cadenas alimentarias y las características hidráulicas de ríos y arroyos.
- Es un organismo que ha expandido su rango de tolerancia ecológica
- Produce un potencial impacto significativo en las economías regionales y nacionales afectando el turismo, las pesquerías y la industria hidroeléctrica.
- Se carece de conocimientos básicos acerca de su biología y ecología.

En 2006, en la **Special Session on *Didymosphenia geminata*** de la **Western Division American Fisheries Society Meeting**, Biosecurity de Nueva Zelanda señaló que el impacto económico causado por *Didymosphenia* fue de NZ \$57– 285 million en 8 años. Estos impactos estuvieron relacionados con pérdidas en la pesca comercial, suministros de agua y turismo.

Actualmente la especie tiene una cobertura espacial cada vez mayor y una persistencia temporal muy marcada. Por otra parte, hasta hace poco tiempo estaba restringida a aguas con bajos contenidos de nutrientes, pero ahora ocurre también en ríos y arroyos con mayor concentración de nutrientes. En muchas regiones de América del Norte produce crecimientos bentónicos dañinos que pueden alcanzar hasta 1 km y persistir durante varios meses al año.

Su agresividad y generación de problemas está ligada a su capacidad de expansión y colonización de nuevos sitios. Los mecanismos de expansión de *D. geminata* a nuevas cuencas no son del todo conocidos. En trabajos recientes se muestra la capacidad de esta diatomea de sobrevivir fuera del agua, lo que constituye un potencial



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur
República Argentina
SECRETARÍA DE DESARROLLO
SUSTENTABLE Y AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

vector de dispersión (Sapaulding & Eldwell, 2007). Estos autores señalan que las **células pueden permanecer viables en condiciones frescas, húmedas y oscuras por lo menos por 40 días**. Los equipos de pesca como waders de neoprene y suelas de fieltro proveen condiciones para que la especie se mantenga viable. Al mismo tiempo los destinos de los pescadores se han expandido y es común que se trasladen a destinos múltiples y distantes.

Los pedúnculos de *D. geminata* son resistentes a la degradación en los arroyos. En Colorado, EE UU, se ha observado que persisten hasta 2 meses luego de los picos de crecimiento (Spaulging & Elwell, 2007). Además, estas masas atrapan sedimentos finos y cambian la naturaleza de los sustratos naturales modificando las comunidades algales y de macroinvertebrados.

4.1. Implicancias para la salud.

Hasta el presente no se ha reportado que la especie sea perjudicial para el agua de bebida aunque puede generar problemas de malos olores y sabores. También ha habido quejas de nadadores de picazón de ojos luego de nadar aguas abajo de zonas con *Didymosphenia*.

4.2. Perjuicios a la pesca.

Pueden provocar un impacto físico por irritar y obturar las agallas de los peces. También pueden reducir el hábitat de los salmónidos, ya sea directamente por reducir la posibilidad de desplazamiento del pez o por limitar la cantidad de invertebrados de los que se alimentan. Las matas además provocan la reducción del flujo de agua y su descomposición puede provocar anoxia.

4.3. Otros perjuicios

Las tomas de agua para uso doméstico o acuicultura muchas veces se taponan con las matas y las otras algas que viven asociadas.

También la estética de los lugares se ve afectada, ya que las matas pueden alcanzar 3 cm de espesor y hasta 20 km de extensión, cubriendo prácticamente todo el cauce.

4.4. ¿Cómo se combate?

Lo único que se puede hacer es implementar medidas de control y de frenado de la expansión de la plaga.

Dada la situación crítica generada por la especie en Nueva Zelanda, este país es modelo de cómo encarar el problema. El departamento de Bioseguridad de Nueva Zelanda ha modificado su reglamento y desde hace algunos años se prohíbe el ingreso de zapatos con suela de fieltro al país. Además, personal de aeropuerto brinda un tratamiento de desinfección a todos los equipos aunque estén completamente secos por dentro y por fuera.



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur
República Argentina
SECRETARÍA DE DESARROLLO
SUSTENTABLE Y AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

Otra alternativa planteada es hervir y congelar los zapatos de los extranjeros y someterlos posteriormente al mismo proceso de desinfección.

<http://www.biosecurity.govt.nz/pests/didymo/cleaning-specific>

<http://www.biosecurity.govt.nz/pests/didymo/cleaning/check-clean-dry-dvd>

5. Consecuencias de las proliferaciones

La química del agua ha sido considerada un factor control para la distribución y abundancia de las microalgas i.e. diatomeas. Se ha observado que la floración y proliferación de diatomeas ha causado cambios provocando una disminución de la disponibilidad de oxígeno en el medio y el pH, un aumento de las concentraciones de nutrientes, y estas 3 variables han sido consideradas factores forzantes del problema de "plaga". Un incremento de la materia orgánica altera procesos ecosistémicos tales como el ciclado de nutrientes, como lo es el flujo de carbón.

Se ha observado una disminución de las poblaciones de invertebrados bentónicos, esto afecta la disponibilidad de alimento para la fauna íctica, pues se altera la estructura trófica (Whitton *et al.*, 2009). También se afecta la disponibilidad de hábitat, (Whitton *op.cit.*), alterando el sustrato, repercutiendo en el proceso reproductivo de la fauna (Larned *et al.*, 2006). Se ha producido un desequilibrio en poblaciones de macroinvertebrados, ante un aumento de *D. geminata*, por ejemplo, se observa un aumento de especies de dípteros y pérdida de especies de efemerópteros, plecópteros y tricópteros. A mayor expansión temporal y espacial de las proliferaciones algales, mayor ha sido el impacto, es esperable que especies de peces que viven asociados a sedimentos o sustrato bentónico sean los más afectados.

En la Patagonia se encuentran especies de peces que viven en los intersticios del sustrato bentónico, tal como el bagre de torrente (*Hatcheria macraei*), el bagre otuno (*Diplomystes viedmensis*), especies de peces nativos (ej. galaxidos, percictidos, etc.) y exóticos (salmónidos).

Una proliferación masiva altera severamente las condiciones físicas del sistema y, por tanto, el paisaje fluvial. Un factor determinante del paisaje es la mantención de las conectividades del sistema, siendo fundamental para su funcionamiento. El sistema fluvial posee un intercambio dinámico en sus principales ecotonos que lo caracterizan, estas son áreas muy dinámicas y sensibles respecto de los cambios ambientales que sufren, y son muy valiosas porque frecuentemente son las que presentan mayor diversidad (Ward & Wiens, 2001). Una declaración de plaga río arriba afecta el sistema a lo largo del eje longitudinal (desde cabecera a desembocadura), las zonas ribereñas son altamente afectadas y repercuten el intercambio de flujo a lo largo del eje horizontal del plano de inundación, de hecho por ser áreas de menor flujo son más estables para el desarrollo de proliferaciones masivas.



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur
República Argentina
SECRETARÍA DE DESARROLLO
SUSTENTABLE Y AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

La zona hiporreica se altera directamente frente a la diatomea bentónica, con consecuencias negativas sobre el sistema como por ejemplo una disminución de oxígeno al metabolizar la biomasa, los pedúnculos forman una trampa de sedimentos finos dentro de su densa matriz variando la velocidad del flujo sobre los sustratos. A una mayor escala debería repercutir en la composición de parches que estructuran el río y sus interacciones y así en todo el ecosistema involucrando el paisaje y por tanto la cuenca.

La disminución de la salud de los ecosistemas afecta los usos de la cuenca, afectando las actividades de turismo, de acuicultura y de pesca deportiva.

Entre los efectos negativos para las actividades de pesca y acuicultura están la obstrucción de tuberías, artes y aparejos de pesca y cultivo. La probabilidad de prosperar, como ya se ha señalado, en una amplia variedad de condiciones físicas y químicas en ríos y lagos, y además la posibilidad de ser transportada por el hombre que ha sido un buen agente dispersor, transforma a esta especie en una amenaza para los ecosistemas acuáticos. Se ha postulado que ha sido introducida en forma accidental mediante equipos de pesca y embarcaciones deportivas, como podría ser el caso de la Patagonia chilena, en la cual ha sido declarada plaga por sus características (Sub Pesca, Informe Técnico D.A.C. 2064/2010).



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur
República Argentina
SECRETARÍA DE DESARROLLO
SUSTENTABLE Y AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

CAPITULO II

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

Identificar geográficamente la presencia de la especie de diatomea *Didymosphenia geminata* en ríos, lagos y arroyos de importancia para la Provincia de Tierra del Fuego y generar material de difusión para instruir a usuarios y a la población sobre las medidas tendientes a controlar su dispersión.

6.2. Objetivos específicos

- Prospeccionar la presencia y/o ausencia de *DIDYMO* en ríos, lagos y arroyos seleccionados.
- Registrar parámetros físicos y químicos en cada cuerpo de agua prospectado.
- Generar material de difusión acerca de la identificación del alga, los potenciales peligros, medidas de control de la propagación de células de *D. geminata*, y protocolo de alerta temprana.

7. SITIOS DE MUESTREO

A continuación, se listan los sitios de muestreo de los cursos de agua de la provincia. Cada uno de estos sitios será monitoreado según el protocolo de selección de sitios en la época primavera-verano efectuando muestreos de tipo multihábitat y de plancton en cada sitio.

Río		Lago	Arroyo
Río Avilés	Río Moat	Lago Cheppelmut	Arroyo Gamma
Río Candelaria	Río Almanza	Lago Escondido	Arroyo Moneta
Río Chico	Río Claro	Lago Fagnano	Ch. Los salmones
Río Ewan (norte y sur)	Río Encajonado	Lago Yakush	
Río Grande	Río Fuego	Lago Yehuin	
Río Herminita	Río Irigoyen	Laguna Negra	
Río Menéndez	Río Lasifashaj	Laguna Santa Laura	
Río Ona	Río Olivia	Laguna Varela	
Río Rassmussen	Río Pipo	Laguna Hantuk	
Río San Pablo	Río Valdez	Laguna San Ricardo	
Río Mímica	Río San Martín	Laguna Palacio	
Río Inn	Río Cachimba	Laguna Bombilla	
Río Cullen		Laguna Margarita	

El muestreo multihábitat propuesto abarca todos los sustratos y todas las situaciones en una misma muestra para cada sitio.



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur
República Argentina
SECRETARÍA DE DESARROLLO
SUSTENTABLE Y AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

La condición de especie invasora implica mantener los máximos recaudos en la ejecución de las tareas y mantener la limpieza del operario y todo su instrumental con el objeto de evitar la contaminación tanto entre las muestras como de los sitios y evitar la diseminación de la especie.

Los resultados obtenidos en esta primera etapa permitirán ajustar las estrategias futuras de muestreo.

8. PAUTAS PARA LA SELECCIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO

Para la selección de sitios de muestreo deben considerarse las actividades humanas, la factibilidad de que la especie pueda llegar, instalarse y desarrollarse, la fácil accesibilidad y el valor socio-cultural del sitio.

- Se entiende por **sitio** a un tramo de río o de orilla de lago. Se asume que los sitios fácil accesibilidad y el valor socio-cultural con más riesgo de contaminación son aquellos puntos de acceso público.
- El muestreo en la cuenca debe hacerse desde sitios ubicados aguas arriba, hacia sitios aguas abajo y en cada uno de ellos agua abajo del punto de acceso.
- Se debe tener en cuenta la seguridad del recolector. No debe exponerse a ser arrastrado por el agua en una caída accidental o mojarse involuntariamente.
- La profundidad de recolección no debe superar el largo del brazo del recolector. En el caso de querer coleccionar muestras a mayor profundidad se deberá contar con un traje sumergible para aguas de baja temperatura.
- Considerando que la especie además de su forma de vida fija posee otra forma de vida libre, en todos los sitios se tomaran muestras de plancton y perifiton.
- Para las muestras de perifiton se propone un muestreo multihábitat que abarca todos los sustratos- rocas, plantas emergentes o sumergidas y macroalgas- y todas las situaciones-rápidos y remansos- en una misma muestra para cada sitio. Esta muestra será obtenida realizando transectas dentro de sectores de una longitud aproximada de 100 metros.
- Cada sitio debe ser revisado de forma visual desde la costa antes de ingresar al agua, buscando principalmente sectores que contengan colonización algal.
- Preferentemente localizar el sitio con GPS, en caso de no contar con el instrumental, establecer en el mapa las referencias inequívocas para poder acceder nuevamente al sitio.

9. DESARROLLO DEL MUESTREO



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur
República Argentina
SECRETARÍA DE DESARROLLO
SUSTENTABLE Y AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

Por favor leer cuidadosamente el presente documento antes de comenzar el programa de muestreo a fin de asegurar haber comprendido los protocolos de muestreo y desinfección.

Se recomienda que el muestreo lo hagan dos personas como mínimo, una que entre al agua ("Colector húmedo) y la/s otra/s que se mantengan fuera ("Colector seco") siguiendo las normas de Nueva Zelanda (Hicks *et al.* 2007).

Para cada sitio de muestreo deben cumplirse los siguientes pasos y completar la planilla correspondiente:

- 1- Localización y fotografía de los sitios para asegurar el seguimiento de la colonización.
- 2- Caracterización de los sitios de muestreo.
- 3- Toma de muestras biológicas (Diatomeas): muestra multihábitat y de fitoplancton.
- 4- Tomar parámetros físicos-químicos *in situ*, velocidad de corriente.

Toma de muestras biológicas (Diatomeas) sobre sustrato duro: Muestra multihábitat

El objetivo es obtener organismos algales de todos los sustratos y hábitats disponibles para discriminar la presencia de *Didymosphenia geminata* en los ambientes acuáticos de la región.

Para cumplirlo se deben tomar muestras multihábitat y fitoplancton en cada sitio de muestreo.

Muestra multihábitat: es una muestra semicuantitativa del total del perifiton que caracteriza las algas asociadas a todos los sustratos de un sitio, representados en diferentes situaciones (pozas, aguas corrientes, luz, sombra, etc.). Está destinada a identificar la presencia de *Didymosphenia geminata* en el sitio, pero no pueden utilizarse para estimar su abundancia. En un solo frasco se reúnen las algas recolectadas en todos los hábitats del sitio de muestreo.

Muestra de fitoplancton o de red: es el material filtrado de la columna de agua con red de plancton de abertura de malla de 24 a 30 μm de diámetro.



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur
República Argentina
SECRETARÍA DE DESARROLLO
SUSTENTABLE Y AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

PROTOCOLO 1: TOMA, ALMACENAMIENTO Y FIJACION DE MUESTRAS *Multihábitat bentónica* (perifiton)

MATERIALES:

Dependiendo del tipo y profundidad del ambiente acuático, el recolector de la muestra debe contar con botas de goma, wader o traje de buceo.

Los elementos necesarios son:

- 1 bandeja tipo litera o recipiente plástico.
- Raspadores de madera descartables (tipo palito de helado).
- Envases de plástico con tapa a rosca.
- Formol.
- Guantes descartables.
- Planilla de campo y lápiz negro.
- Toallas de papel.

Muestreo sobre piedras o rocas

Tomar al azar unas 10 piedras provenientes de diferentes sectores de acuerdo a la variabilidad que se observe en el sitio, tomándose en cuenta la zona de aguas rápidas, las pozas, los sitios sombreados y con luz y los afectados por la vegetación ribereña. En el caso de los cantos rodados, evitar aquellos que evidencian justamente "rodar" y ser un mal sustrato debido a su movimiento.

Muestreo sobre soporte duro artificial

En ausencia de rocas adecuadas (lo que es habitual en grandes cursos de agua, ríos canalizados, etc.), realizar los muestreos sobre soportes duros artificiales como pilares de puentes, muelles, etc.

Raspar un área de aproximadamente 10 cm² y repetir la operación unas 3 o 4 veces, colectándolo en uno de los frascos.

Aunque en apariencia no haya presencia de algas, tomar muestras en todos los ríos y raspar todas las piedras.

Una vez recolectados los sustratos a muestrear, se los debe llevar a la costa a un sitio seguro y realizar los siguientes pasos:

1. Se llena con agua del sitio el colector.
2. Se vierte toda el agua en la litera o recipiente plástico.
3. Se colocan dentro de la litera, de a uno por vez los sustratos, y se produce el raspado con la espátula.
4. En el caso de plantas acuáticas se corta una porción pequeña que entre en el frasco recolector.
5. Se vierte el contenido de todos los raspados en el frasco colector.



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur
República Argentina
SECRETARÍA DE DESARROLLO
SUSTENTABLE Y AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

6. Si no hay una indicación especial, las muestras serán fijadas con formaldehído de uso comercial (formalina al 40%), hasta alcanzar una concentración final de 4%, es decir, Con gotero colocar una proporción de 4 o 5 gotas en una muestra de 100 ml, de acuerdo a la concentración de material. Si abundan las algas filamentosas puede llegar a agregarse hasta 7 gotas.
7. Se cierra la tapa asegurando un buen sellado de la misma.

Para descontaminación del equipo

- Rollos de toallas de papel.
- Varios litros de agua potable (calcular 12 litros por sitio de muestreo).
- Pulverizador para limpiar waders y equipo con lavandina al 2%. Se ha visto que la exposición por más de 1 minuto, mata las células de *Didymosphenia*. Llevarla preparada.
- Bolsas de basura para el material utilizado.
- Contenedor de plástico grande con tapa segura para guardar objetos húmedos no descartables cuando no estén en uso y durante el transporte.
- Recipiente grande con tapa para el baño de pies.
- Jarra de medición para medir el cloro (lavandina) de 200 ml.
- Balde de 10 l para la preparación de blanqueador al 2%.
- Botella de 5 l de lavandina de uso doméstico que contenga hipoclorito de sodio e hidróxido de sodio. Sin embargo, ningún cloro que contenga menos de 31,5 g / l de hipoclorito de sodio es aceptable. Compruebe que el utilizado no esté vencido.
- Cepillo de fregado (mango de plástico con plástico de gran espacio cerdas) para ayudar en la aplicación de una solución de lavandina a todos los elementos.
- Toallitas descartables con cloruro de benzalconio como ingrediente activo.

MEDIDAS DE SEGURIDAD/PRECAUCIÓN

El trabajo será realizado por ambos colectores. El "COLECTOR SECO no debe ingresar al cuerpo de agua por lo tanto no necesita utilizar waders, pero sí debe usar los guantes cortos descartables para manipular las muestras.

Sólo en caso de que no pueda llegarse al sitio por vía terrestre, el colector podrá ingresar al agua con waders y deberá seguir entonces las medidas de seguridad planteadas para el colector húmedo.

Seguridad del operario: las muestras sólo deben ser tomadas en lugares seguros para el operario.

Preparar en el balde de 10 l la solución de lavandina al 2% utilizando la jarra de medición: 200 ml de lavandina en 9,8 litros de agua potable.



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur
República Argentina
SECRETARÍA DE DESARROLLO
SUSTENTABLE Y AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

En un recipiente grande poner la solución de lavandina y desinfectar por lo menos durante un minuto todos los elementos utilizados que hayan estado en contacto con el agua. Use cepillo para fregar las superficies, según sea necesario.

Baño de pies: en el mismo recipiente grande desinfectar las botas estando de pie.

Rociar con el pulverizador los waders y equipos y cepillar para ayudar en la aplicación de la solución.

Almacenar en el contenedor de plástico grande con tapa todos los utensilios mojados.

Colocar en la bolsa de residuos todos los elementos descartables utilizados.

Desinfectar las manos y los brazos utilizando toallitas descartables con cloruro de benzalconio como ingrediente activo.

Descartar el agua de lavado en el suelo en un área alejada al sitio de muestreo, no en el cuerpo de agua.

Es muy importante que todas estas precauciones de higiene se sigan cuidadosamente, después de ingresar al agua en cada sitio, tanto para prevenir la propagación de *Didymosphenia* de una cuenca a otra como para reducir al mínimo la posibilidad de contaminación de muestras con células vivas o muertas que puedan dar lugar a falsos positivos .

PROTOCOLO 2: TOMA, ALMACENAMIENTO Y FIJACION DE MUESTRAS *Fitoplactónicas*:

MATERIALES:

Dependiendo del tipo y profundidad del ambiente acuático, el recolector de la muestra debe contar con botas de goma, wader o traje de buceo.

Los elementos necesarios son:

- Red de plancton de abertura de malla de 24 a 30 μm de diámetro con frasco colector extraíble.
- Varilla o poste para atar la red de deriva y elementos para conectarle la red.
- Recipiente de plástico con tapa segura, para el transporte de la red húmeda con desinfectante, de un sitio a otro.
- Envases de plástico con tapa a rosca.
- Formol.
- Guantes descartables.
- Planilla de campo y lápiz negro.
- Toallas de papel.



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur
República Argentina
SECRETARÍA DE DESARROLLO
SUSTENTABLE Y AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

En ríos o arroyos

Conectar la red (por ej. con abrazadera o gancho "S", mosquetón o similar) a la barra de anclaje. Fijar el poste e inmovilizarlo en el lecho del río en un lugar adecuado (con flujo razonablemente rápido y ubicado hacia el centro del canal). Siempre tener en cuenta las consideraciones de seguridad: recordar que la velocidad (m / s) x la profundidad (m) debe ser <1. El poste de anclaje debe estar situado aguas arriba del área de muestreo multihábitat, para evitar incorporar materiales bentónicos a la red. La profundidad debe ser suficiente para que la parte superior de la apertura neta esté justo debajo de la superficie del agua. El objetivo de la colocación alta en la columna de agua es reducir la cantidad de arena y materia orgánica que pudiera haber a lo largo y por encima del lecho del río que entra en la red. Asegúrese de que no haya burbujas en la red y si el agua fluye rápidamente que la red esté lo suficientemente baja como para evitar la entrada de aire. *Importante:* la red debe contar con una soga suficientemente larga como para ser atada además en la orilla, para evitar su pérdida.

Dejar en el agua durante 10 minutos. Mientras que la red se despliega, puede empezar a completar la recolección de las muestras bentónicas, siempre y cuando queden aguas abajo de la red en todo momento. No camine delante de la red, ya que podría provocar el ingreso de células de *Didymosphenia* provenientes del bentos en la red generando falsos positivos.

Luego de los 10 minutos, levantar la red desde el polo de la abertura y separarla del soporte. Manténgala en posición vertical para que el agua drene hacia fuera. Si el material se ha acumulado en los lados de la red, lavarlos inclinándolos hacia ambos lados de tal modo que el agua acumulada en el interior del vaso colector se filtre a través de la tela desde el lado interno, ayudando a concentrar aún más la muestra.

La mayor parte de la muestra se ha acumulado en la unidad de muestreo.

A medida que desenrosca la parte inferior de la unidad, lave y limpie cualquier material que quede en la red.

En lagos y lagunas

Los principios y métodos son iguales a los señalados para ríos, la única diferencia radica en que la red no se fija a un soporte sino que se arroja y arrastra sucesivas veces (no menos de 15 veces) desde la orilla.

MEDIDAS DE SEGURIDAD/ HIGIENE

En el primer sitio, utilice la red nueva (sin limpieza previa requerida).

A partir del segundo sitio seguir el siguiente procedimiento para la descontaminación y limpieza de la red. **Es muy importante para reducir la posibilidad de falsos positivos.**



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur
República Argentina
SECRETARÍA DE DESARROLLO
SUSTENTABLE Y AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

- antes de la toma de muestras, enjuague la unidad de muestreo y la red, en el río o lago para eliminar cualquier material visible atrapado en las grietas, colocando la red para limpiar el copo sin la unidad de muestreo, y permitiendo que el agua fluya a través de ella durante unos 5 minutos. Esto debería eliminar cualquier célula que siga atrapada desde el sitio anterior. En la descontaminación se han matado a las células, por lo que este procedimiento no implica una contaminación del lugar, pero hay que asegurar que ninguna de las células muertas restantes sea una fuente posible de un falso positivo.
- después de la toma de muestras, enjuagar la unidad de muestreo y la red separados en el río para eliminar cualquier material visible atrapado. Luego colocar la red lavada a la barra sin la unidad de muestreo, y permitir que el agua fluya a través de ella durante unos 5 minutos. Esto debería eliminar cualquier célula que pueda seguir atrapada en la red o las costuras.
- transferir las piezas de red y frasco colector separados a un contenedor con al menos 2% de lavandina y dejar durante unos 2 minutos. Asegúrese de que todas las partes de la red y frasco colector estén completamente sumergidas en la solución durante todo el tiempo de remojo.
- rocíe el poste de la inmovilización con una solución de lavandina al 2%.
- coloque todos los elementos húmedos desinfectados en un contenedor o bolsa de basura de plástico para su transporte al sitio siguiente.
- la desinfección con la solución de cloro debe realizarse en un lugar donde el contacto y / o eliminación de la solución utilizada no cause daños al medio ambiente, alejado del cuerpo de agua.

Al final de cada día de muestreo, revise visualmente todos los elementos potencialmente contaminados: botas, waders, ropa y equipo para asegurarse de que estén limpios, desinfectados, secos y listos para la siguiente inspección y muestreo.

PROTOCOLO 3: DESINFECCIÓN *DIDYMOSPHENIA GEMINATA* PARA MUESTREOS DE CALIDAD DE AGUA EN AMBIENTES ACUÁTICOS

Este protocolo es de cumplimiento obligatorio para todo el personal que trabaje en ambientes acuáticos, sean éstos empleados provinciales, contratistas, operarios privados e investigadores de cualquier origen.

El presente protocolo está basado en las recomendaciones indicadas por Nueva Zelanda, Chile, organismos de Argentina y la resolución N° 024/12 de la provincia del Neuquén.

ELEMENTOS A DESINFECTAR

Todos los elementos que sean utilizados durante los muestreos e introducidos en el cuerpo de agua se consideran potencialmente contaminados, y deben ser desinfectados. Entre otros se incluyen:



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur
República Argentina
SECRETARÍA DE DESARROLLO
SUSTENTABLE Y AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

- Equipos e instrumentos para la medición de parámetros de calidad de agua,
- Botas de vadeo,
- Waders,
- Redes para plancton,
- Redes de pesca,
- Embarcaciones, vehículos, y todo objeto que haya estado en contacto con el agua.

SOLUCIONES A UTILIZAR PARA LA DESINFECCIÓN

La solución de lavandina al 2 % (hipoclorito de sodio) es muy efectiva en la supervivencia de *D. geminata*, sin embargo, teniendo en cuenta a la dificultad de su implementación en algunos casos y el deterioro que pudiera ocasionar en determinados instrumentales, pueden seguirse las recomendaciones internacionales utilizando alternativamente las soluciones que se mencionan a continuación.

- SAL al 5%. 500 g sal (dos vasos) cada 10 litros de agua.
- DETERGENTE al 5% (lavavajillas líquido biodegradable). Dos vasos pequeños o 500 ml en 10 litros de agua.
- Solución al 5% de un antiséptico de manos (povidona yodada).
- Agua muy caliente, por encima de 60°.

PROCEDIMIENTO GENERAL PARA DESINFECCIÓN

- Se debe retirar todo el material macroscópico de las manos, botas /waders, redes, equipos, etc., después de completar el muestreo en cada sitio.
- Posteriormente dejar remojar, por lo menos durante un minuto los elementos (excepto los electrodos de equipos de medición) que estuvieron en contacto con el agua, en la solución de lavandina al 2% (1 vaso de lavandina cada 10 L de agua), o en la solución salina al 5% (2 vasos de sal cada 10 L de agua). Utilizar cepillo para fregar las superficies cuando sea necesario.
- Dado que los electrodos de los equipos de medición son especialmente frágiles, se sugiere no utilizar las soluciones desinfectantes mencionadas por que pueden deteriorar del instrumental. Para el lavado se recomienda utilizar abundante agua de red/potable, y luego abundante agua destilada para arrastrar cualquier material presente potencialmente contaminante.
- En caso de materiales absorbentes, mantenerlos al menos cinco (5) minutos en contacto con la solución desinfectante. Cuando sea posible, dejar secar la solución de los equipos, materiales y ropa, para aumentar la efectividad de la desinfección.



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur
República Argentina
SECRETARÍA DE DESARROLLO
SUSTENTABLE Y AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

- Realizar la desinfección y disposición de la solución de lavado (solución desinfectante) en un lugar en tierra próximo al sitio de muestreo, pero lo suficientemente alejado de cualquier cuerpo de agua para evitar que el líquido lo alcance.

CUÁNDO DESINFECTAR

Las medidas de desinfección deben adoptarse cada vez que se abandone el sitio de muestreo.

REFERENCIAS:

- Bhatt J. P., A. Bhaskar & M.,K. Pandit, 2008. Biology, distribution and ecology of *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) Schmidt an abundant diatom from the Indian Himalayan rivers. *Aquat Ecol* 42:347–353.
- Blanco, S. & L. Ector, 2009. Distribution, ecology and nuisance effects of the freshwater invasive diatom *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) M. Schmidt: a literature review. *Nova Hedwigia* 88 3—4 347—422
- Burgos González, J. M., 2010. Presencia de *Didymosphenias geminata* en Río Espolón y Río Futaleufú, Región de los Lagos. Propuesta de área de plaga. Informe técnico D. AC. 2064/2010. Subsecretaría de Pesca. Gobierno de Chile.
- Buria, L. M. Reporte Técnico. Delegación Regional Patagonia Administración de Parques Nacionales CEN/TC 230. Water quality-Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers. European Standard.
- Charles, D.F., C. Knowles & R. S. Davis, 2002. Protocols for the analysis of algal samples collected as part of the U.S. Geological Survey national Water-Quality Assessment Program. Report No. 02-06. The Academy of Natural Sciences. www.acnatsci.org. 215/299-1000.
- Duncan M., C. Kilroy, C. Vieglais & F. Velvin, 2007. Protocol for the collection of samples for delimiting surveys for *Didymospheniasphenia geminata* for microscopic analysis NIWA Client Report: CHC2007-110 NIWA Project: MAF07506 NIWA Client Report: CHC2007-110
- Hicks, B. J., C. Craig Cary & M. E. Barnett, 2007. Field guide for didymo DNA sample Collection. CBER
- Contract Report 65. Centre for Biodiversity and Ecology Research Department of Biological Sciences School of Science and Engineering. The University of Waikato. New Zealand
- Kelly, M. G., Cazaubon, A., Coring, E., Dell’Uomo, A., Ector, L., Goldsmith, B., Guasch, H., Hürlimann, J., Jarlman, A., Kawecka, B., Kwadrans, J., Laugaste, R., Lindstrom, E.A., Leitao, M., Marvan, P., Padisák, E.,



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur
República Argentina
SECRETARÍA DE DESARROLLO
SUSTENTABLE Y AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

Pipp, E., Prygiel, J., Rott, E., Sabater, S., van Dam, H. & Vizinet, J., 1998. Recommendations for the routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe. *Journal of Applied Phycology*, 10, 215-224.

- Ministerio de Ambiente de Columbia Británica, Canadá.
http://www.env.gov.bc.ca/wat/wq/didy_bcstrms.html
- Larned S., D. Arscott, N. Blair, B. Jarvie, D. Jellyman, K. Lister, M. Schallenberg, S. Sutherland, K. Vopel & B. Wilcock, 2007. Ecological studies of *Didymosphenia geminata* in New Zealand, 2006-2007. NIWA Client Report: CHC2007-070. NIWA Project: MAF07507
- Miller, M. P., McKnight D. M., J. D. Cullis, A. Greene, K. Vietti & D. Liptzin, 2009. Factors controlling streambed coverage of *Didymosphenia geminata* in two regulated streams in the Colorado Front Range. *Hidrobiología* DOI 10.1007/s10750-009-9793-x
- Municipalidad de Aluminé, 2010. PLAN DE ACCIÓN SUGERIDO
- Núñez, P., 2010. Resultado de los análisis de las algas muestreadas en la zona de la Boca Del Río Chimehuín. Informe Final (Noviembre De 2010). Ministerio de Desarrollo Territorial, Centro PyME-Adeneu – Dirección General Regional Sur. Junín de los Andes, Neuquén, Argentina.
- POCH AMBIENTAL, Prospección de la presencia de *Didymosphenia geminata*. Chile. Enero 2011
- Protocolo para la detección y seguimiento de *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) Schmidt en el área andina patagónica, Argentina. Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los Ríos Limay, Neuquén y Negro. Diciembre 2012.
- Sastre, V., 2010 (junio). INFORME SOBRE LA PRESENCIA DE *DIDYMOSPHENIA GEMINATA* EN AMBIENTES CORDILLERANOS. Realizado para el Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable de la Provincia de Chubut
- Sastre, A. V., G. Bauer, Ayestarán M. G., 2010. MONITOREO DE *DIDYMOSPHENIA GEMINATA*. INFORME Nº 8.RESULTADOS MUESTREO 21 DE SEPTIEMBRE DE 2010. Lab. de Hidrobiología – FCN –UNPSJB – Sedes Trelew y Esquel, 2010)
- Segura, P., 2011. A Slimy Invader Blooms in the Rivers of Patagonia. *News of the week. Science* 331: 18
- Spaulding, S. & Elwell, L., 2007. Increase in nuisance blooms and geographic expansion of the freshwater Diatom: *Didymosphenia geminata*. Recommendations for response. White paper. EPA. USA.
- Spaulding, S., C. Kilroy & Edlund, 2010. Diatoms as no native species. In J. Smol & E. Stoermer (eds.) *The Diatoms: Applications for the Environmental and Earth Sciences*. New York: Cambridge University Press.



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur
República Argentina
SECRETARÍA DE DESARROLLO
SUSTENTABLE Y AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

- Toja, J., P. Candau Fernández-Mensaque; G. Martín Farfán; E. Reyes Bárbara; V. Ogalla García; M. A. Casco & S. E. Sala. (2004/ 2006). Diseño de una red de diatomeas para la cuenca del Río Guadalquivir. Informes correspondientes al convenio de colaboración entre la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir y el Departamento de Biología Vegetal y Ecología de la Universidad de Sevilla.
- Whitton B. A., Æ N. T. W. Ellwood & Æ B. Kawecka, 2009. Biology of the freshwater diatom *Didymosphenia*: a review. *Hydrobiologia* 630:1–37. DOI 10.1007/s10750-009-9753-5

Sitios de interés:

Global invasive species database:

<http://www.issg.org/database/species/contacts.asp?si=775&fr=1&sts=&lang=EN>

<http://www.biosecurity.govt.nz/pests/didymo/research>

Control de dymo: <http://www.niwascience.co.nz/>

<http://www.salmonidospatagonia.com.ar/Didymo.htm>

Videos:

Fish and game New Zeland

<http://www.youtube.com/watch?v=Wcp719utyms&NR=1>

Tasmania:

<http://www.youtube.com/watch?v=8xxWI2WGxyY&NR=1>

Chile, Río Espolón:

http://www.youtube.com/watch?v=wN3v_2PTFKQ&feature=player_embedded#!

USA

<http://www.youtube.com/watch?v=Hcmc4EmT7Sw&NR=1>

Argentina:

Monitoreos Chubut

<http://organismos.chubut.gov.ar/ambiente/category/plan-provincial-de-prevencion-y-monitoreo>

[dedidymosphenia-geminata/campanas-de-monitoreos/](http://organismos.chubut.gov.ar/ambiente/category/plan-provincial-de-prevencion-y-monitoreo)

Charla brindada en la Asociación Argentina de Pesca con Mosca por Daniel Wegrzyn y Silvia Ortubay

<http://vimeo.com/15178732>