

Reporte Técnico
Delegación Regional Patagonia,
Administración de Parques Nacionales

***Didymosphenia geminata*:**
Especie altamente invasora recientemente descubierta en Patagonia.

Resumen

La diatomea *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) Schmidt es un alga unicelular, con una importante capacidad para impactar los ecosistemas acuáticos donde es introducida, que rápidamente se está expandiendo a escala mundial. En los últimos años, se ha registrado su presencia como especie invasora de alto impacto, en distintos cuerpos de agua de Nueva Zelanda, América del Norte, Europa y Asia. Recientemente, este organismo ha sido identificado por The United States Geological Survey (<http://didymosa.blogspot.com/>), por primera vez en Sudamérica. Particularmente, este registro ha sido confirmado en dos ambientes de la X región de Chile pertenecientes a la cuenca binacional del Río Futaleufu. *D. geminata*, conocida como "Didymo" o "Moco de roca", es una especie capaz de producir grandes floraciones algales que cubren, con un espesor a veces superior a 20 cm, hasta el 100% de los sustratos de los ambientes acuáticos, provocando severas alteraciones fisicoquímicas y biológicas en los mismos. Esta especie amplía rápidamente su área de distribución geográfica, debido a la introducción accidental por el hombre (ó antropocoria), principalmente mediante equipos de pesca y embarcaciones deportivas. A pesar de reportarse múltiples floraciones masivas en muchos de los sitios invadidos, existe poca investigación científica de estos fenómenos y de las consecuencias ambientales de los mismos. No obstante, se ha podido determinar que la llegada de esta especie provoca fuertes declinaciones de algunas especies de fauna nativa y, en particular, de las poblaciones de invertebrados y algunos peces, alterando procesos ecosistémicos.

El reciente descubrimiento de esta especie en la cuenca del río Futaleufu pone de manifiesto, una vez más, su gran capacidad dispersora y confirma que las aguas de Patagonia son ambientes favorables para que *D. geminata* prospere y genere floraciones. Esta situación implica que es sumamente necesario acordar y coordinar la ejecución de medidas de difusión y acciones tendientes a evitar la dispersión dentro de esta cuenca y a otras cuencas de la región.

Introducción

Didymosphenia geminata (Figura 1) fue descrita por primera vez en las Islas Faroe, al norte de Escocia. La distribución original de esta especie corresponde a aguas continentales de la región templada fría del Hemisferio Norte, incluyendo ríos de Europa, Asia y América del Norte. Mientras que históricamente se habían reportado algunos fenómenos esporádicos de floraciones -crecimientos masivos que abarcan una gran superficie del cuerpo de agua-, los patrones actuales muestran un desarrollo mas frecuente de floraciones que se diferencian por tener una mayor cobertura espacial y persistencia temporal. Originalmente, esta diatomea estaba restringida a aguas de bajo contenido de nutrientes, pero ahora se ha dispersado a muchas regiones del mundo y se presenta en una variedad de ambientes que incluye arroyos y ríos más ricos en nutrientes. En muchas regiones donde esta especie se ha introducido, ej. algunas regiones de América del Norte, Europa y Nueva Zelanda, forma floraciones masivas muy molestas que se extienden por más de 1 km y persisten durante varios meses del año. En condiciones de floraciones, las células de esta especie producen grandes cantidades de material extracelular, generándose gruesas capas que se acumulan sobre los sustratos dando el aspecto característico de una alfombra marrón (Figura 2). El carácter invasor de *D. geminata* y su aparente tolerancia a múltiples condiciones ambientales hacen que una vez introducida en una región amplíe constantemente su área de distribución geográfica, dentro y a otras cuencas, si no se toman las medidas necesarias para evitar su dispersión.



Figura 1: Imagen de una célula de *D. geminata* bajo microscopio. La línea longitudinal es el denominado rafe, abertura que le permite a la célula, con valvas de sílice, proyectarse y moverse sobre los sustratos.



Figura 2: Aspecto de una floración algal de *D. geminata*, en el Río Mararoa, Nueva Zelanda, donde se puede observar la magnitud de la misma que virtualmente cubre el 100% del sustrato.

Biología de la especie

D. geminata es una diatomea, un tipo de alga unicelular, de forma simétrica a lo largo del eje principal (Figura 1). Las diatomeas son organismos notables, únicos por poseer paredes celulares de sílice (SiO_2), que se encuentran en casi todos los hábitats acuáticos del planeta contribuyendo con un porcentaje importante en la captura global de carbono través de la fotosíntesis. Las diatomeas son uno de los principales grupos en el fitoplancton, aunque también algunos grupos crecen adheridas a las superficies de los fondos. La historia de vida de las diatomeas incluye reproducción vegetativa y sexual, aunque en *D. geminata* esta última no ha sido documentada.

En comparación con otras especies de diatomeas, *D. geminata* tiene células mucho más grandes (80 a 150 micras de longitud). Las células de esta especie contienen característicamente un rafe (Figura 1), que les permite moverse sobre superficies, y un poro apical, a través del cual segregan un tallo de mucopolisacáridos (Figura 3). Con este tallo, o pedúnculo, pueden adherirse a las rocas, las plantas, o cualquier otro sustrato sumergido y, el mismo es resistente a la degradación fúngica y bacteriana. Cuando la célula se divide (reproducción vegetativa), el tallo también se divide, formándose con el tiempo una masa densa de tallos ramificados. No es la célula de esta diatomea la responsable de los impactos negativos, sino la producción masiva de tallos extracelulares la que causa los efectos ambientales adversos.



Figura 3: Detalle de una célula de *D. geminata* y el tallo extracelular secretado por la misma.

Distribución geográfica

La distribución original de esta especie corresponde a aguas continentales de la región templada fría, boreal y alpina, del Hemisferio Norte, incluyendo ríos de Europa, Asia y América del Norte. Esta diatomea era común en Escocia, Suecia, Finlandia y en la región de Kanchou en China. En América del Norte no es posible saber con certeza la distribución original, aunque se considera que era en las aguas oligotróficas de la región norte. Los registros publicados de *D. geminata* fueron en la isla de Vancouver, Columbia Británica (Cleve 1894-1896). Casi cien años más tarde, *D. geminata*, formó floraciones en el Río Heber y durante un período de cinco años se había extendido a otras doce cuencas en la isla de Vancouver (Sherbot y Bothwell 1993, Bothwell et al. 2005). Desde entonces, la especie está presente en más cursos de agua y trabajos recientes muestran que esta también se dispersó a varios ríos del oeste de Estados Unidos (Bahls 2004). De esta forma una importante expansión del área de distribución, con aparición repetida de floraciones, se ha registrado en América del Norte durante los últimos años (Figura 4).

En Europa, los informes sobre distribución original de *D. geminata* indican que los ríos del norte y oeste del Reino Unido han estado sujetos a grandes floraciones naturales de por más de 150 años. No hay reportes de expansión geográfica o el aumento de la biomasa en el Reino Unido (Whitton y Crisp, 1984). En ríos de Islandia, *D. geminata* forma grandes floraciones desde principios de la década de 1990 (Jonsson et al. 2000), aunque las poblaciones de esta especie no habrían aumentado su rango de distribución. Una alta abundancia de *D. geminata* fue documentada en varios ríos de Polonia (Kawecka y Sanecki 2003, Noga 2003). En este país se observaron recientemente mayores floraciones y aumentos de expansión a otras cuencas, en contraste con lo

observado con anterioridad. En particular, los ríos donde *D. geminata* formó grandes floraciones en los últimos años están afectados por el ingreso de nutrientes de origen antrópico (Kawecka Sanecki y 2003), este fue el primer caso donde se comprobó floraciones en ríos con alta carga de nutrientes fuera de su área de distribución ecológica. También en el eutrofisado río Tisa, en Serbia, se han registrado floraciones de *D. geminata* durante la mayor parte del año (Subakov-Simić y Cvijan 2004). Este río, con alta concentración de amonio y metales, alcanza temperaturas superiores a 20 °C, así se demostró también que esta especie es capaz de prosperar en altas temperaturas y en lugares contaminados. Este hallazgo se repitió en el río Değirmendere, en Turquía, que recibe un gran aporte de residuos agrícolas, urbanos e industriales (Kara y Şahin 2001).

En octubre del año 2004 se registró por primera vez la presencia de *D. geminata* en el Hemisferio Sur. La misma se localizó en la porción inferior del río Waiau, en la Isla Sur de Nueva Zelanda (Kilroy 2004). A pesar de una activa política de contención, en 18 meses *D. geminata* se propagó a 12 ríos de la Isla del Sur y formó grandes floraciones en varios sitios en los años posteriores (Figura 5). El caso de Nueva Zelanda demuestra que *D. geminata* es una especie fuertemente invasora, de rápida expansión, con dramáticas implicancias ecológicas, económicas, sociales y estéticas (Kilroy et al. 2005a, 2005b, 2005c, 2006, Campbell 2005, Branson 2006).

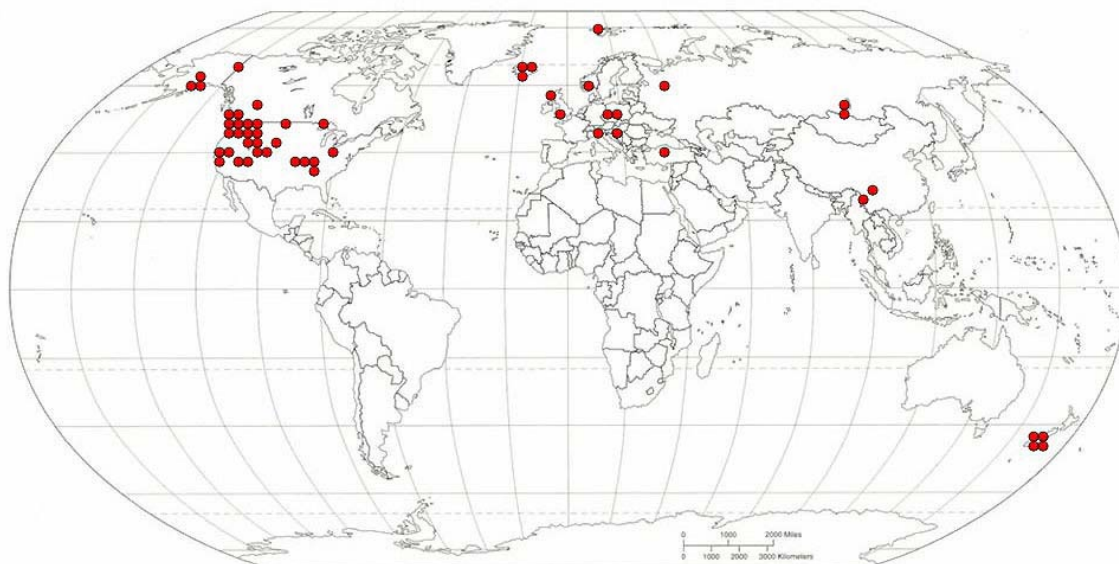


Figura 4. Registros de presencia confirmada de *D. geminata* de todo el mundo (Mapa de Sarah Spaulding, EE.UU. Geological Survey). A este mapa hay que agregar el nuevo registro en la cuenca del río Futaleufu, en la X Región de Chile.

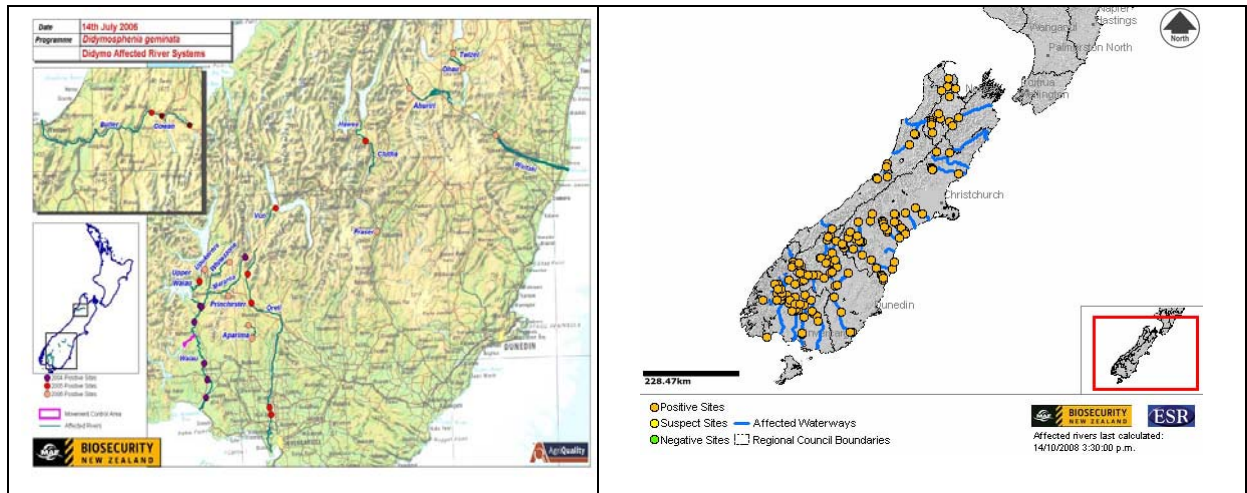


Figura 5: Presencia confirmada de *D. geminata* en Nueva Zelanda en julio de 2006 (izquierda) y en octubre de 2008 (derecha). Nótese el aumento en el número de cuencas y sitios dentro de las cuencas en solo 2 años.

Existe consenso generalizado que indica que *D. geminata* se introdujo en este país a través de actividades humanas. Como resultado de distintos trabajos de investigación científica, se ha demostrado la capacidad de esta especie de sobrevivir fuera del agua y los requisitos mínimos para descontaminar equipos acuáticos y así evitar su ingreso o proliferación en las cuencas (ver mas abajo).

Habitats potencialmente apropiados para *D. geminata*

Un mapa de distribución mundial potencial, basado en modelos de nicho ecológico, indica que hay ambientes adecuados para esta especie en todos los continentes, excepto en la Antártida (Figura 6), (McNyset y Julius, 2006). Actualmente se sabe que *D. geminata* puede prosperar en una amplia variedad de condiciones fisicoquímicas en ríos y lagos, y que puede ser transportada accidentalmente por el hombre, lo que la transforma en una seria amenaza para los ecosistemas acuáticos alrededor del mundo. Los ríos en el hemisferio sur están especialmente en riesgo de nuevas introducciones y dispersiones dentro de las áreas ya afectadas, en particular distintas cuencas de Australia, Argentina, Chile y Perú.

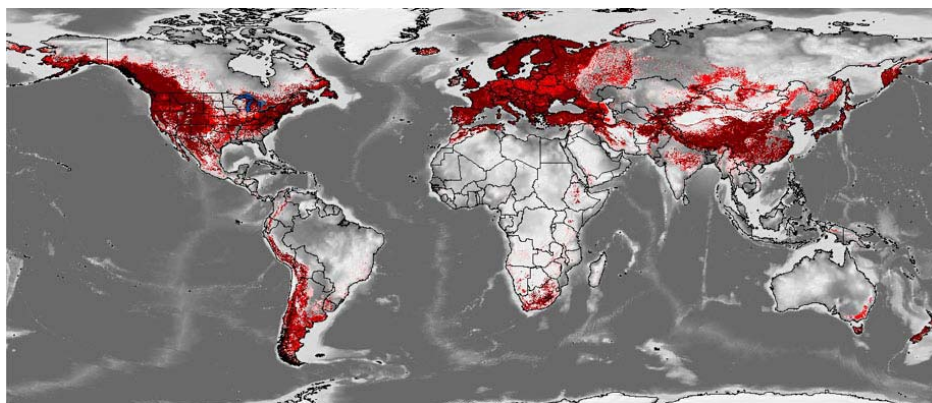


Figura 6: Mapa mundial que muestra las regiones donde existen hábitats potencialmente disponibles para *D. geminata*.

Relaciones ecológicas

Las condiciones físicas, químicas y biológicas de los ríos y sus organismos están íntimamente vinculadas (Hynes, 1975). *Didymosphenia geminata* es capaz de producir importantes cambios en los ambientes donde prospera debido a la generación de grandes cantidades de tallos que cubren los sustratos y, en consecuencia, modifican las propiedades ecológicas de los sistemas (ej. la diversidad y riqueza de especies, tamaños de las poblaciones de organismos acuáticos, etc.) (Larned et al. 2006). Además, las altas tasas de crecimiento y las extensas floraciones que produce, pueden afectar procesos ecológicos tales como el metabolismo del ecosistema y el ciclo de nutrientes. En los fenómenos de floraciones en ríos, la concentración de materia orgánica y clorofila exceden los umbrales que determinan condiciones saludables de los sistemas (Kilroy et al. 2005). Aunque *D. geminata* se registra en los lagos y ríos, las floraciones sólo se conocen en estos últimos. En contraste con floraciones históricas, los episodios actuales son más importantes, extiéndase por más de 1 km de longitud y pudiendo persistir durante varios meses del año. Por ejemplo, florecimientos recurrentes en algunos ríos con presencia histórica como el Rapid Creek, Dakota del Sur en EEUU, tienen un alcance de 5 a 10 km lineales y las masas de algas llegan a cubrir el 100% de los sustratos, por más de 4 meses del año.

Las fuertes interacciones ecológicas relacionadas con *D. geminata*, son principalmente debido al impacto de los tallos extracelulares, no las propias células, como ha sido mencionado previamente. El tallo extracelular de *D. geminata* es una estructura compleja, de múltiples capas y resistente a la degradación, algunos estudios muestran que puede persistir hasta 2 meses después de un pico en el crecimiento de la especie.

Los tallos, más largos que las células que los producen, forman una trampa de sedimentos finos dentro de su densa matriz cambiando así la naturaleza del flujo sobre los sustratos. Este recubrimiento de los sustratos interfiere con las algas y los invertebrados nativos, modificando la composición de la comunidad bentónica y, en última instancia, a las poblaciones de peces que de ellos se alimentan. La abundancia y diversidad de macroinvertebrados bentónicos se ven afectados de dos maneras: mediante interacciones tróficas y a través de interacciones del hábitat (Larned et al. 2006). En el primer caso, la utilización de *D. geminata* como fuente de alimento para algunas especies de invertebrados hace que las mismas prosperan, mientras que las que no pueden alimentarse de estas algas sufren reducciones de abundancia o desaparecen. Interacción de hábitat, el segundo caso, se refiere a la utilización de las superficies bentónicas (fondos), de esta manera las especies que requieren sustratos limpios, sin sedimentos para desarrollarse, son afectadas negativamente. Trabajos recientes en Nueva Zelanda y EEUU indican que existen complejas interacciones entre *D. geminata* y macroinvertebrados bentónicos, no obstante determinan que las especies que predominan en sitios con floraciones son características de hábitats degradados. Los resultados sugieren que los pequeños macroinvertebrados no son capaces de consumir *D. geminata*, incluso en muchos casos se observa un aumento de especies de dípteros y pérdida de especies de efemerópteros, plecópteros y tricópteros. Estos resultados iniciales sugieren, además, que el impacto de *D. geminata* sobre los invertebrados acuáticos está directamente relacionado con la extensión temporal y espacial de las floraciones algales, así a mayor magnitud es superior el impacto sobre los invertebrados.

Las grandes cantidades de material extracelular -tallos- no nutritivos presentes en los sustratos de zonas afectadas, y su impacto en los invertebrados hacen que se produzcan efectos nocivos sobre las poblaciones de peces. Los peces que habitan el bentos, y consumen mayoritariamente invertebrados bentónicos, son los más afectados (Larned et al. 2006). En Patagonia, las especies de peces que viven en los intersticios del sustrato bentónico, como del bagre de torrente (*Hatcheria macraei*) y el bagre otuno (*Diplomystes viedmensis*), podrían ser las más afectadas. No obstante, las demás especies de peces nativos (ej. galaxidos, percictidos, etc.) y exóticos (salmónidos), se refugian en los sustratos en sus primeros estadios de vida (ej. los salmónidos desovan sobre los fondos y tapan sus huevos con grava) y consumen mayoritariamente presas bentónicas, por lo tanto podrían ser también muy afectadas al ocurrir grandes

floraciones. De esta forma las floraciones de *D. geminata* tienen un impacto potencial, de abajo hacia arriba, vía las interacciones en la trama trófica con los invertebrados acuáticos. Es decir, si las fuentes de alimento para peces son perjudicadas, tanto en número como en biomasa, los peces también se verán afectados negativamente por tener una menor disponibilidad de presas adecuadas.

La química del agua es generalmente considerada un factor de control para la distribución de diatomeas y sus abundancias, sobre todo las concentraciones de nutrientes y el pH. Históricamente, se consideraba que *D. geminata* se limitaba a aguas oligotróficas (escasez de nutrientes) y de baja temperatura, y una amplia gama de conductancia (Krammer & Lange-Bertalot 1986). Aunque los valores históricos de parámetros fisicoquímicos en relación con la biomasa *D. geminata* no fueron registrados, había un consenso generalizado que esta especie poseía estrechos márgenes de tolerancia para los mismos. Sorprendentemente, una de las observaciones recientes es que esta especie posee mayor tolerancia ecológica para una amplia gama de variables físicas y químicas (Kawecka y Sanecki 2003, Kilroy 2004). En lugar de estar restringida a temperaturas frías, actualmente está presente en las aguas entre 4 y 27 ° C. También posee actualmente poblaciones en aguas cuyos pH son iguales o superiores a 7, incluso se la ha encontrado en aguas de pH superior a 9.

En un sentido amplio, las floraciones algales están directamente relacionadas a aumentos antropogénicos en la entrada de nutrientes a las aguas. De esta forma, aumentado las concentraciones de nitrógeno y fósforo se genera un exceso de producción primaria. Las floraciones de *D. geminata* se diferencian de otras floraciones algales, porque se producen en aguas pobres en nutrientes, es más, muchas de ellas se han producido en ambientes prístinos o con perturbaciones ecológicas limitadas (Jónsson et al. 2000, Sherbot y Bothwell, 1993). Aunque *D. geminata* prospera frecuentemente en aguas con bajo contenido de fósforo total (<2 mg/l) y nitratos (<1 mg/l), también se la puede encontrar en la actualidad cuando la concentración de estos dos nutrientes es mucho más alta. Se desconoce si el crecimiento de esta especie está limitado por cualquiera de estos nutrientes, aunque recientes estudios indican que estaría limitada por nitrógeno y fósforo, o ambos nutrientes en la mayor parte de su área de distribución actual (Larned et al. 2006). En otras palabras, con mayores concentraciones de nutrientes el crecimiento se vería estimulado, así el aumento de la carga de nutrientes en los ríos afectados resultara en aumento en sus tasas de crecimiento.

D. geminata prospera en una amplia gama de condiciones hidráulicas (Kilroy et al. 2005), densas matas de algas son capaces de crecer en aguas lentas y poco profundas, así como en las de mayor profundidad y velocidad. En algunos ríos se ha observado los mayores crecimientos en velocidades de agua de aproximadamente 0,5 m/s. Con flujo estable la biomasa de *D. geminata* tiende a aumentar, mientras que cuando se producen grandes aumentos de caudal que movilizan el sustrato se ha observado que su biomasa disminuye (Larned et al. 2006), por ello se ha propuesto como metodología para el control de la especie generar aumentos repentinos de caudal de manera artificial.

En América del Norte y Europa, las floraciones de alta densidad son frecuentes en los ríos directamente debajo de embalses (Skulberg 1982, Dufford et al. 1987, Kawecka y Sanecki 2003). En ríos de Canadá se ha observado una mayor frecuencia de floraciones de *D. geminata* en lugares donde el flujo de agua y la temperatura son reguladas por represas en comparación con los ríos no regulados. De esta manera existe sustancial evidencia que indica que en los ríos regulados se favorece el desarrollo de grandes floraciones de este alga. La reciente aparición de floraciones de esta especie en el Río Futaleufú, aguas debajo de la represa Amutui Quimei, mostraría que este patrón se también repite en aguas patagónicas.

Expansión e impactos económicos

Los mecanismos para incrementar el rango de distribución en esta especie no están totalmente dilucidados. No obstante, un trabajo reciente ilustra su capacidad para sobrevivir fuera del medio acuático, así como los potenciales vectores para su propagación. De manera resumida se puede indicar que las células de *D. geminata* son capaces de sobrevivir y seguir siendo viables, durante por lo menos 40 días fuera del agua, cuando se las mantiene en condiciones de baja exposición solar y en ambientes frescos y húmedos (Kilroy 2005). Los equipos de pesca deportiva, principalmente las botas de vadeo con suelas de fieltro y los porosos waders de neoprene, proporcionan un lugar donde células potencialmente sobreviven (Kilroy et al. 2006). Los principales destinos para la pesca en el mundo son cada vez más populares y frecuentados por pescadores que viajan desde múltiples lugares, lo que aumenta considerablemente el riesgo de introducción de esta especie a nuevas regiones del planeta. Por otra parte al estar presente en una cuenca, el riesgo de dispersión a otras es muy alto, ya que un pescador puede estar pescando en un río de esa cuenca y en unas horas llegar a otro ubicado en otra cuenca cercana y así contribuir a su dispersión local. Para los

organismos acuáticos, la relación entre la propagación de especies invasoras y la recreación esta bien demostrada (ej. el mejillón cebra, *Dreissena polymorpha*) (Madsen et al. 1988, Strayer et al. 1996, Vitousek et al. 1997, Schneider et al. 1998, Johnson et al. 2001, entre otros). El papel de los equipos de pesca deportiva en la propagación de *D. geminata* esta probado, no obstante es posible que los seres humanos dispersen esta especie de otras maneras (ej. embarcaciones, trailers, riego, etc.). Determinar, en cada sitio el riesgo de tales vectores puede ser muy valiosos para dirigir los programas de control y los mensajes de difusión.

Los impactos económicos de las floraciones de *D. geminata* son múltiples. Por ejemplo los canales de transporte de agua para la generación de energía hidroeléctrica, la agricultura y el consumo humano se ven severamente afectados y deben ser constantemente limpiados para evitar su colmatación. Por otra parte, las floraciones de *D. geminata* son señaladas por recreacionistas como eventos estéticamente muy desagradables. Las mismas son frecuentemente confundidas con las consecuencias que provocan las aguas residuales, sin tratamiento, en los cuerpos de agua. Las comunidades que dependen del turismo, tanto recreativo como asociado a la pesca deportiva, para sustentar la economía son fuertemente dependientes de los recursos naturales que, en última instancia, representan el mayor valor que atractivo. Estas pueden ser las más vulnerables a los daños causados por la propagación de esta especie y sus floraciones, no solo por el impacto estético sino por la merma de la calidad de pesca. Por ejemplo, después de la aparición de *D. geminata* en Nueva Zelanda, en octubre de 2004, se estima que las perdidas económicas, por todo concepto, rondaran entre 57 y 300 millones de dólares NZ durante un período de ocho años (Branson 2006).

Técnicas de control

En la actualidad se están probando experimentalmente biocidas potenciales para el control de *D. geminata* en arroyos y ríos en Nueva Zelanda (Medusaman et al. 2006). De las primeras pruebas, los compuestos de cobre darían los mejores resultados. Los compuestos de cobre tienen un largo historial de uso como alguicidas los Estados Unidos, en los lagos, embalses y, en menor medida, en ríos. Si bien estas metodologías podrían emplearse en casos puntuales, la aplicación de las mismas a grandes áreas resultaría inapropiada por los efectos directos e indirectos sobre la fauna acuática toda.

Plantas, animales y organismos microscópicos invasores, incluyendo *D. geminata*, pueden adherirse a waders, botas de vadeo, barcos y trailers. Por lo tanto es crucial

contar con medidas de precaución para evitar su dispersión entre regiones, o entre cuencas de una misma región, que incluyan la desinfección de los equipos y embarcaciones. Aunque la desinfección no destruirá todas las especies invasoras, los procedimientos de limpieza minimizaran la posibilidad de propagación, no obstante estos tratamientos simples destruyen efectivamente las células de alga invasora *D. geminata* (Kilroy 2005):

Chequeo: *antes de abandonar el río o lago, buscar restos de algas y sedimentos en los equipos y embarcaciones, y retirarlos cuidadosamente en el sitio. Si encuentra restos después de haberse retirado, tratarlos y posteriormente depositarlos en la basura, no en los desagües domiciliarios.*

Limpieza: *remojar y refregar todo lo que estuvo en contacto con el agua por lo menos durante un minuto en: una solución de lavandina al 2% (un vaso pequeño o 200 ml en 10 litros de agua), o en una solución de sal al 5% (50 gr de sal en 10 litros de agua), o en una solución de detergente al 5%. Todas las superficies deben estar en contacto con la solución limpiadora. Otra opción es colocar en remojo durante al menos un minuto en agua muy caliente por encima de 60 °C, o durante 20 minutos en agua caliente por encima de 45 ° C (incómoda al tacto).*

Los equipos que absorban agua (chalecos salvavidas, botas de pescador, waders) deben dejarse en remojo al menos 30 minutos, en algunas de estas soluciones, para asegurar su limpieza.

Secado: *esta opción debe practicarse si la limpieza no es posible con los otros métodos. El secado matará a didymo, pero si el material queda ligeramente húmedo puede sobrevivir durante meses. Para asegurarse que las células mueran por este procedimiento, el equipo debe estar completamente seco al tacto, por dentro y fuera, y se debe dejar pasar al menos 48 hs antes de volver a utilizarlos.*

Congelación: *otra alternativa que también mata a las células de este alga es congelar cualquier artículo hasta que se solidifique.*

Nota: Si la limpieza, el secado o el congelamiento no se pueden practicar, se debe restringir el equipo a un solo ambiente.

Conclusión

D. geminata es una especie que constantemente esta incrementando su área de dispersión a nivel mundial, una condición que parece que se ha desarrollado en los últimos años propiciada por el transporte accidental del hombre. Esta diatomea produce grandes floraciones algales cuyos efectos ambientes pueden ser muy perjudiciales tanto para las especies de invertebrados y vertebrados, como para el funcionamiento de todo el ecosistema acuático. Los impactos económicos de las floraciones de *D. geminata* son múltiples, pero es importante remarcar que las pérdidas relacionadas con el turismo y la pesca deportiva pueden ser muy importantes para las economías locales.

El reciente descubrimiento de la especie *D. geminata* en aguas de Patagonia Chilena, pone de manifiesto la necesidad de tomar urgentes medidas tendientes a dilucidar la magnitud de la invasión en la región y las posibles medidas de control a adoptar para evitar su dispersión. Sin ninguna duda resulta muy importante poder determinar si esta especie ha llegado a ambientes de Argentina. El registro reciente de que *D. geminata* puede prosperar en ambientes con un amplio rango de características ambientales la convierte en una especie que potencialmente se puede dispersar en las cuencas de la Patagonia andina como extra-andina. Para implementar con éxito medidas de control es necesario implementar un activo programa de educación y divulgación con el objetivo de cambiar el comportamiento del usuario de los recursos hídricos y así minimizar la propagación de *D. geminata*. Una campaña de sensibilización pública, dirigida a pescadores, propietarios de embarcaciones, guías profesionales, y otros recreacionistas resulta necesaria. Todos los usuarios del recurso agua, incluyendo ecologistas, administradores del recurso, biólogos, y otros científicos, tienen que ser conscientes de la amenaza y deben practicar los procedimientos de descontaminación para evitar la propagación. Por otra parte, los miembros de los organismos de los gobiernos nacionales y provinciales responsables del cuidado del medio acuático deben ser inmediatamente informados de la presencia o la expansión de la especie *D. geminata*, de manera de poder tomar todas medidas necesarias lo más rápido posible.

Algunas medidas que se pueden recomendar

- Se debería intentar armar un programa de control que incluya la restricción del ingreso de equipos de pesca usados tales como waders y botas de neoprene desde el extranjero. También se debería restringir el ingreso de kayas o balsas usadas desde el extranjero.

- Se debería dar un seguimiento exhaustivo de la distribución geográfica de *D. geminata* a escala de la cuenca del río Futaleufú mediante eficaces y adecuadas tomas de muestras.
- Los estados provinciales y nacional deberían incluir este organismo dentro del listado de especies invasoras de alto riesgo. En este sentido resulta necesario destacar la urgencia de reglamentar la aplicación de procedimientos de desinfección.
- Trabajar en la generación de un programa educación y divulgación para cambiar las costumbres de los usuarios de los recursos hídricos con el fin de minimizar la propagación de *D. geminata*, y otras especies potencialmente invasoras que incluya:
 - * trabajar sobre la confección de una campaña de sensibilización, dirigida a los pescadores deportivos, propietarios de embarcaciones, kayakistas, guías profesionales de pesca y rafting, y otros recreacionistas debería sumarse a la difusión que se le otorga esta temática en el reglamento de Pesca Continental Patagónica.
 - * los usuarios de los recursos de agua dulce, incluidos los ecologistas, administradores, biólogos y otros científicos, tienen que ser conscientes de la amenaza y en sus trabajos deberían adoptar procedimientos de descontaminación para evitar la propagación.

Sitios de Internet con información sobre *D. geminata*

- <http://didymosa.blogspot.com/>
- Biosecurity New Zealand: www.biosecurity.govt.nz/didymo
- United States Environmental Protection Agency:
www.epa.gov/Region8/water/monitoring/didymosphenia.html
- Federation of Fly Fishers: www.fedflyfishers.org/conInvasiveSpecies.php
- Stop Aquatic Hitchhikers: www.protectyourwaters.net/
- Global Invasive Species Database: www.issg.org/database/species
- State of Arkansas Department of Environmental Quality:
www.adeq.state.ar.us/water/didymo.htm
- New Zealand Game and Fish –Video clip: www.southlandfishgame.co.nz/didymo.htm

Dr. Leonardo Mario Buria
Delegación Regional Patagonia
Administración de Parques Nacionales