

PERIDINIUM WILLEI (DINOPHYCEAE) Y SUS FORMAS: ECOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN EN LA ARGENTINA¹

ANDRÉS BOLTOVSKOY²

Summary: *Peridinium willei* (Dinophyceae) and its *formae*: ecology and distribution in Argentina. *Peridinium willei* Huitfeld-Kaas is the most ubiquitous and frequent freshwater dinoflagellate in Argentina and the world. However, data on its distribution have never been summarized, and no attempt has been made to link its *formae* with ecological parameters. Based primarily on unpublished own data and on literature information, this work defines the distribution of this species and its *formae* in Argentina. It then investigates associations between the occurrence of these *formae* and the properties of the waterbodies involved. We conclude that *P. willei* f. *willei* typically inhabits mesotrophic cold shallow lakes, reservoirs and dystrophic bogs. *P. willei* f. *lineatum* prefers subtropical eutrophic ponds, shallow lakes and reservoirs, whereas *P. willei* f. *sphaericum* is most common in deep oligotrophic Andean lakes.

Key words: Dinoflagellates, *Peridinium willei*, morphological variability, geographic distribution, ecological requirements, limnology, Argentina.

Resumen: *Peridinium willei* Huitfeld-Kaas es la especie de dinoflagelado más ubicua y más frecuente en las aguas continentales de la Argentina y del mundo. Sin embargo los datos de su distribución se encuentran dispersos y no existen intentos, a nivel mundial, de vincular las diferentes formas de esta especie con las características ambientales de los sitios donde habita. Sobre la base de nuestros datos (en su mayor parte inéditos) y de información de la literatura, en el presente estudio se determina la distribución de esta especie y de sus formas en el territorio de la Argentina, se asocia cada una de las formas con características ambientales particulares y se muestra la correspondencia entre la variabilidad morfológica de la especie y las características de los ambientes donde habita. Los resultados del estudio muestran que *P. willei* f. *willei* aparece habitualmente en lagunas, estanques y embalses mesotróficos de regiones frías, y en los ambientes distróficos de las turberas, *P. willei* f. *lineatum* prefiere los embalses, lagunas y estanques eutróficos subtropicales y *P. willei* f. *sphaericum* habita en los lagos oligotróficos andinos.

Palabras clave: Dinoflagelados, *Peridinium willei*, variabilidad morfológica, distribución geográfica, requerimientos ecológicos, limnología, Argentina.

INTRODUCCIÓN

Peridinium willei Huitfeld-Kaas es un dinoflagelado euríotico, el más ampliamente distribuido en las aguas continentales de todo el mundo (Kisselev, 1950; Popovský & Pfiester, 1990), y particularmente de la Argentina (Boltovskoy, 1972, 1999). El grupo Willei de Lefèvre (1932) comprende a *Peridinium willei* y *P. volzii* Lemmermann. La afinidad entre estas dos especies condujo a Popovský & Pfiester (1990), a invalidar sin mayor fundamentación a *P. volzii* considerándola como parte de *P. willei*. En el presente estudio se interpreta a *P. willei* en el sentido original, puesto que además de las diferencias morfológicas con *P. volzii*, existen otras evidencias que así lo justifican. Ambas especies difieren en cuanto a los requerimientos de biotina, en la composición

de sus isoenzimas, en el número cromosómico y en sus preferencias ecológicas (Holt & Pfiester, 1981, 1982; Hayhome & Pfiester, 1983; Pfiester & Carty, 1985; Olrik, 1992).

El análisis morfológico detallado (Boltovskoy, 1999), basado en materiales de la Argentina, corrobora tanto la independencia de las especies en cuestión, como la posibilidad de discernir al menos tres formas dentro de *P. willei*: la forma tipo, la forma *sphaericum* Lind. y la forma *lineatum* Lind. (Fig. 1). Ni el autor de la especie, ni el de las formas (Huitfeld-Kaas, 1900 y Lindemann, 1918, respectivamente) dan precisiones sobre las preferencias ecológicas de los taxa en cuestión. Si bien las *formae* mencionadas son aceptadas por Lefèvre (1932) y otros autores, las publicaciones posteriores muy rara vez las discriminan. Por otra parte, las pocas referencias a los requerimientos ambientales de *P. willei* (Höll, 1928; Olrik, 1992) se basan en materiales de áreas geográficas restringidas. En cuanto a los antecedentes en la Argentina, unas quince publicaciones mencionan registros de *P. willei*

¹ Dedicado al Prof. Dr. Sebastián A. Guarrera en ocasión de su 90° aniversario.

² Div. Ficología, Museo de La Plata, Paseo del Bosque, 1900 La Plata, Argentina, e-mail: anboltov@museo.fcnym.unlp.edu.ar

perteneciendo más del 50 % de ellos a los trabajos de Thomasson (1963) y Boltovskoy (1973) (Tabla 1), pero ninguna de ellas discrimina morfotipos.

La presente investigación se funda en materiales colectados a lo largo de 50 años en una gran diversidad de ambientes del territorio argentino, donde la especie se encuentra representada por las tres formas mencionadas. Los objetivos de este trabajo son: precisar la distribución de *P. willei* y de sus formas en el territorio de la Argentina y determinar la posible vinculación entre el desarrollo de cada una de ellas y las características limnológicas de los cuerpos de agua donde habitan.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se basa en el análisis de unas 3000 muestras de plancton obtenidas por diferentes recolectores entre los años 1953 y 2002, en cuerpos de agua lénticos y lóticos de gran parte de la extensión de la República Argentina. Los taxones bajo análisis fueron encontrados en 174 muestras correspondiente a 94 localidades, algunas de ellas relevadas en diferentes años o en distintas épocas del año. Las muestras fueron obtenidas mediante redes de plancton de abertura de malla de entre 20 y 35 µm, conservadas en solución de formaldehído y analiza-

Tabla 1. Citas de *Peridinium willei* para la Argentina en las publicaciones precedentes. El material mencionado como *Peridinium sp.* en Olivier (1961), tras un nuevo examen de las muestras originales, se identificó como *P. willei*. Tracanna, (1985) menciona *P. volzii* var. *volzii*, pero de acuerdo a la lámina 14, figura 2, en realidad se trata *P. willei*. En el resto de las citas se menciona la especie, pero sin diferenciar sus formas.

Provincia	Citas
JUJUY	Tracanna, 1985 (<i>P. volzii</i> var. <i>volzii</i> , Fig 2): Laguna La Ciénaga (mayo, junio, noviembre).
SALTA	Tracanna, 1985 (<i>P. volzii</i> var <i>volzii</i> , Fig 2): Embalse Campo Alegre (junio, agosto, noviembre), Embalse Cabra Corral (mayo a julio, noviembre).
ENTRE RÍOS	Boltovskoy, 1973: Bañado s/ Ruta Nac. Nro. 12, km 15 (junio). Couté & Tell, 1990: Charca en El Palmar de Colón (noviembre).
CÓRDOBA	Boltovskoy, 1973: Embalse Lago San Roque. Bonetto & Di Persia, 1984: Embalse Lago San Roque.
BUENOS AIRES	Olivier, 1961 (<i>Peridinium sp.</i>): Laguna Vitel (enero, marzo. junio a octubre, diciembre). Boltovskoy, 1973: Laguna Vitel (junio), Laguna El Burro (agosto), Laguna Chis Chis (agosto). Solari, 1987: Charcas de Los Talas. Boltovskoy <i>et al.</i> , 1990: Laguna Lobos.
RÍO NEGRO	Thomasson, 1959: Charca de inundación entre lagos Gutiérrez y Mascardi, Lago Guillermo, Lago Gutiérrez, Lago Hess, Lago Mascardi, Lago Nahuel Huapi. Thomasson, 1963: Lago Guillermo (enero), Lago Gutiérrez (enero, marzo), Lago Hess (enero), Lago Mascardi (enero - abril), Lago Perito Moreno (enero, febrero), Lago Nahuel Huapi (enero - mayo), Laguna de Los Cauquenes (mayo), Laguna Frías (abril). Boltovskoy, 1973: Lago Nahuel Huapi - Villa La Angostura (febrero), Lago Mascardi (febrero), Lago Hess (febrero), Lago Moreno (febrero), Lago Roca (febrero).
NEUQUÉN	Thomasson, 1963: Lago Correntoso (enero, marzo, mayo), Lago Espejo (enero, marzo, mayo), Lago Lácar, Laguna de los Cántaros (febrero), Lago Traful (enero, mayo). Boltovskoy, 1973: Lago Nahuel Huapi - Río Limay, Brazo Campanario (febrero).
CHUBUT	Thomasson, 1963: Lago Futalaufquen (abril, noviembre), Lago Krügger (abril), Lago Menéndez (noviembre), Lago Verde (abril, noviembre). Boltovskoy, 1973: Lago Epuayén (enero) , Río Arrayanes y Lago Verde (enero).
TIERRA DEL FUEGO	Thomasson, 1955: Laguna de la Península (febrero, julio, abril), Lago Fagnano (febrero, abril, junio a setiembre), Laguna Las Cotorras. Boltovskoy, 1984: Turbera Piedra Barco (enero). Mataloni & Tell, 1996: Turbera Rancho Hambre. Mataloni, 1997: turberas. Mataloni, 1999: Turbera El Turbal (marzo), Laguna Negra (marzo), Valle Carbajal (marzo), Las Cororas (marzo), Ruta J (marzo).

A. Boltovskoy, *Peridinium willei* y sus formas: ecología y distribución en la Argentina

das mediante microscopía fotónica y electrónica.

Dado que la recolección de las muestras de plancton utilizadas en el presente trabajo se llevó a cabo en muy variadas circunstancias y para diferentes fines, no hay uniformidad en cuanto al tipo y la cantidad de información ambiental recogida en cada caso. En consecuencia, además de los datos ambientales originales utilizamos la información al respecto disponible en la literatura limnológica.

Para representar gráficamente la distribución geográfica de la especie y de cada forma se ha superpuesto al mapa de la Argentina una cuadrícula virtual que forma un rectángulo cuyos lados coinciden con los puntos extremos del país (21° 46' S, 55° 03' S y 53° 38' O, 73° 34' O). Las celdas de la cuadrícula son de aproximadamente 40 km de lado cada una. En cada mapa, se han sombreado las celdas dentro de cuya área quedan circunscriptos uno o más cuerpos de agua en los que se registraron los organismos en estudio. En las Tablas 2 a 4 se detalla la ubicación precisa y la fechas de cada registro. Las fechas dan una idea sobre persistencia del estado vegetativo a

lo largo del ciclo anual y permiten establecer en cada caso si la presencia de un taxón en un cuerpo de agua dado es ocasional, esporádica o constante a lo largo de períodos multianuales

RESULTADOS

En la Tabla 1 se compilan las citas bibliográficas de *Peridinium willei* para las aguas continentales de la Argentina. La información original de los hallazgos de cada una de las tres formas encontradas en el país se incluyen en la Tabla 2 (*P. willei* f. *sphaericum*), Tabla 3 (*P. willei* f. *willei*), y Tabla 4 (*P. willei* f. *lineatum*). Los mapas de distribución geográfica correspondientes a los datos de las Tablas 2, 3 y 4 se muestran en la Fig. 2.

P. willei f. *sphaericum* (Fig. 1 A) fue hallada casi exclusivamente en los lagos oligotróficos andino-patagónicos, al sur del paralelo 39° S (Tabla 2, Fig. 2 A). Esta forma también suele aparecer en el primer

Tabla 2. Registros de *Peridinium willei* f. *sphaericum* en la República Argentina.

Provincia	Citas
NEUQUÉN	Lago Correntoso, febrero 1971, enero 2002. Lago Espejo Chico, febrero 1971. Lago Lácar, febrero 1971. Lago Nahuel Huapi, Villa La Angostura, febrero 1971. Lago Villarino, febrero 1971. Río Correntoso (efluente del Lago Correntoso), febrero 71. Río Hermoso (efluente del Lago Hermoso), febrero 71. Río Limay (efluente del Lago Nahuel-Huapi), febrero 71.
RÍO NEGRO	Lago F. Perito Moreno, garganta, febrero 1971. Lago F. Perito Moreno, Llao-Llao, febrero 1971. Lago F. Perito Moreno, Unión con el Lago Nahuel Huapi, febrero 1971. Lago Guillermo, febrero 1971. Lago Hess, febrero 1971. Lago Mascardi, febrero 1971. Lago Nahuel Huapi, Brazo Campanario, febrero 1971. Lago Nahuel Huapi, Isla Victoria; Piedras Blancas, enero 1972. Lago Nahuel Huapi, Playa Bonita, febrero 1971. Lago Steffen, febrero 1971. Río Manso (efluente del Lago Mascardi), febrero 71. Río Manso (efluente del Lago Hess), febrero 71. Río Roca, (efluente del Lago Roca), febrero 71.
CHUBUT	Lago Epuyén, enero 1971. Lago Futalaufquen, enero 1971. Lago Krügger, enero 1971. Lago Menéndez, enero 1971. Lago Puelo, febrero 1971. Río Arrayanes (efluente del Lago Verde), enero 71. Río Carrileifú (efluente del Lago Cholila), enero 71. Río Menéndez, (efluente del Lago Menéndez), enero 71.
TIERRA DEL FUEGO	Lago Escondido, enero 1955. Lago Fagnano, febrero 1973. Laguna Los Renos, Península. de Ushuaia, febrero 1955. Mallín, falda del Glaciar Martial, febrero 1973.

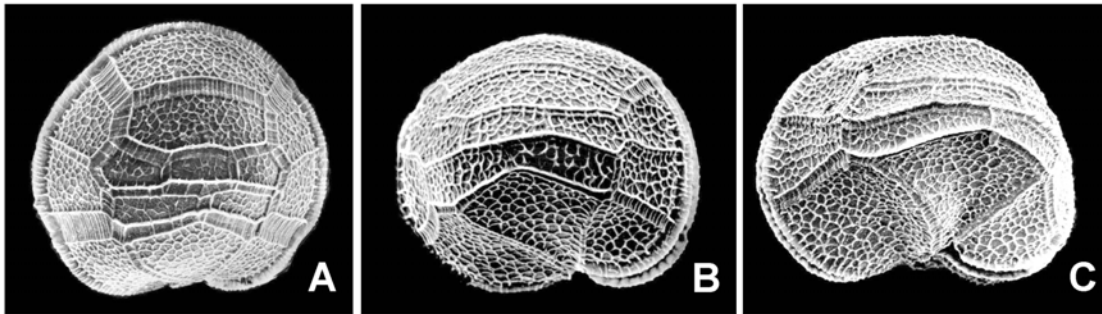


Fig. 1. Variación morfológica secuencial en *Peridinium willei*, de menor a mayor compresión dorsiventral (vista apical, fotomicrografías MEB). A: *P. willei* f. *sphaericum* (x 770). B: *P. willei* f. *willei* (x840). C: *P. willei* f. *lineatum* (x710).

tramo de efluentes de corriente rápida de algunos lagos (Río Manso, Río Limay, etc.), pero se trata de aguas que son de evidente origen léntico. Al igual que en el caso de la forma *willei*, es probable que estudios de cuerpos de agua de la zona cordillerana hasta ahora no relevados permitan determinar un área de distribución más amplia. Si bien todas nuestras muestras con *P. willei* f. *sphaericum* corresponden al período estival, Thomasson (1963), trabajando en lagos andinos argentinos y chilenos encontró *P. willei* (con seguridad su forma *sphaericum*) durante primavera, verano y otoño. Para los meses de invierno no existe información al respecto.

Nuestros datos físico-químicos para los registros de esta forma en los lagos oligotróficos son: temperatura 9-15 °C en superficie y pH 5-7, generalmente 6. Para los lagos oligotróficos Lácar, Nahuel Huapi, Gutierrez, Mascardi, Guillermo, Steffen, Puelo, Epuyen y Futalaufquen, donde la forma *sphaericum* fue hallada por nosotros, el rango de variación de las características limnológicas básicas para marzo y abril, es el siguiente: transparencia (Secchi) 7-14,5 m, temperatura del agua en superficie 13-17 °C, y conductividad 30-72 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (Baigún & Marinone, 1995). La variación anual de algunos parámetros en el Lago Mascardi según Bonetto *et al.* (1971) es: transparencia (Secchi) 10-18 m, temperatura del agua en superficie 6-16 °C, pH 7-7,5.

P. willei f. *willei* (Fig. 1 B) se halló en las lagunas y ocasionalmente en muestras costeras de los lagos de la cordillera patagónica (provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut) entre los paralelos 43° S y 35° S (Tabla 3, Fig. 2 B). Nuestro material proveniente de otras áreas de la faja cordillerana continental fue escaso, de modo que es probable que en el futuro el área de distribución de esta forma pueda ser ampliada hacia el sur y hacia el norte. Hacia el este, *P. willei*

f. *willei* se ha encontrado durante todo el año en algunos embalses construidos sobre el Río Limay. Asimismo el hallazgo de esta forma fue frecuente en Tierra del Fuego, en lagunas y ojos de agua (distróficos) relacionados con las turberas, así como en zonas costeras de algunos lagos, como por ejemplo en el Lago Fagnano, en un área donde sus aguas se mezclan con las de una laguna turbosa, la Laguna Kosobo. Cabe notar que, salvo para los embalses, las muestras disponibles corresponden a la época estival.

Los ambientes de turbera de Tierra del Fuego estudiados presentaron, según nuestras mediciones, temperaturas del agua de 6 a 10 °C en verano, generalmente pH 5-6, aunque con variación de 3,3 a 7,5, y muy bajo contenido de sales (conductividad de 19-63 $\mu\text{S cm}^{-1}$). Valores muy similares encuentra Mataloni (1999). Entre los embalses del Río Limay podemos tomar como ejemplo al Exequiel Ramos Mexía, donde la forma se ha encontrado a lo largo todo del año. La temperaturas del agua fluctúa entre los 8 y 21 °C, la conductividad es de 11,8-15,6 $\mu\text{S cm}^{-1}$ y la transparencia medida con el disco de Secchi es de 1 a 6 m (Mariazzi *et al.*, 1991).

De acuerdo a nuestros datos el hábitat usual de *P. willei* f. *willei* corresponde a aguas más ricas en materia orgánica y de menor transparencia que aquellas en las que se encuentra *P. willei* f. *sphaericum*. Es de suponer que la presencia ocasional de la primera en los lagos oligotróficos está relacionada con las áreas más ricas en nutrientes, cercanas a la costa, o áreas eutrofizadas. Particularmente en el Lago Nahuel Huapi se sabe que debido a descarga de aguas residuales, suele haber zonas en estado mesotrófico y eutrófico (Calcagno *et al.*, 1995).

P. willei f. *lineatum* (Fig. 1 C) aparece al norte del paralelo 41° S, generalmente en cuerpos de agua

A. Boltovskoy, *Peridinium willei* y sus formas: ecología y distribución en la Argentina

Tabla 3. Registros de *Peridinium willei* f. *willei* en la República Argentina

Provincia	Citas
NEUQUÉN	Embalse Alicura, febrero 1996. Embalse Arroyito, febrero 1994, 1995, abril 1995, mayo 1995, junio 1994, agosto 1994, noviembre 1994. Embalse Piedra del Aguila, marzo, mayo, julio, noviembre 1994, febrero, abril, junio 1995,. Embalse Exequiel Ramos Mexía, abril 1994, 1995, junio 1994, agosto 1994, octubre 1994, diciembre 1993, marzo 2001. Lago Lolog, febrero 1996. Lago Queñi, enero 1988. Laguna Blanca, Parque Nacional Laguna Blanca, febrero 1971. Lagunas Epulafquen, febrero 2001.
RÍO NEGRO	Lago Gutierrez, febrero 1971. Lago Mascardi, enero 1988. Lago Nahuel Huapi, Brazo Campanario, febrero 1971. Lago Nahuel Huapi, Isla Victoria, Piedras Blancas, enero 1972. Lago Roca, febrero 1988. Laguna, pie del Cerro Catedral entre Lago Mascardi y Lago Gutiérrez, marzo 1959.
CHUBUT	Lago Verde, marzo 1959. Laguna Los Juncos, El Bolsón, enero 1992.
TIERRA DEL FUEGO	Lago Escondido, febrero 1973, mayo 1980, diciembre 1974. Lago Fagnano, febrero 1973. Laguna 3, Península de Ushuaia, diciembre 1974. Laguna de la Península o del Eco, Península de Ushuaia, enero 1955. Laguna Kosobo, diciembre 1974. Laguna Verde, diciembre 1974. Mallín, falda del Glaciar Martial, febrero 1973. Turberal entre Ushuaia y Lapataia, Ojo de agua, diciembre 1974, marzo 1977. Turbera El Turbal, febrero 1973. Turbera Piedra Barco, enero 1955, diciembre 1997. Turbera Valle Carbajal, diciembre 74, diciembre 1997.

eutróficos: embalses del centro y norte de la República Argentina y lagunas y charcas de la pampasia bonaerense y de la mesopotamia. Los registros más australes corresponden al Lago Pellegrini y a dos embalses sobre el Río Limay (Tabla 4, Fig. 2 C).

Son frecuentes los hallazgos de esta forma en los embalses del centro-norte de la República Argentina. En el Embalse del Río Tercero suele estar presente a lo largo del año, y originar floraciones esporádicas. En muestreos bimestrales de cinco estaciones de dicho embalse la hemos registrado ininterrumpidamente entre los años 1977 y 1981. Los picos poblacionales se presentaron en diferentes meses entre setiembre y enero con temperaturas de 12-25 °C en la superficie (Boltovskoy & Foggetta, 1985) y transparencia del agua (Secchi) 1,25 a 2,75 m. Mariuzzi *et al.* (1981) reportaron para esa época del año un pH de 7,5-8,5.

En varias lagunas y charcas de la pampasia bonaerense y de la mesopotamia, esta forma fue encontrada por única vez aunque en muchos casos los muestreos fueron reiterados. En la cantera

Casali, de la localidad de Los Talas (Prov. Buenos Aires), *P. willei* f. *lineatum* desarrolló una floración entre agosto y octubre de 1982 con temperaturas de 17-20 °C y pH 8-8,9. Olivier (1961) encontró *Peridinium* sp. en la Laguna Vitel, entre junio y octubre, con temperaturas de entre 8 y 15 °C. Mediante un nuevo examen de las muestras en que se basó ese trabajo hemos comprobado que se trata de *P. willei* f. *lineatum*. De doce muestreos mensuales en la Laguna de Lobos, sólo encontramos esta forma en octubre, con una temperatura del agua de 20 °C y una transparencia (Secchi) de 0,25 m (Boltovskoy *et al.*, 1990).

P. willei f. *lineatum* es la forma que soporta alto contenido de sales en el agua. Se presenta en el mesohalino Lago Pellegrini, donde, para el mismo período que el de nuestros registros, Conzonno *et al.* (1981) determinaron valores de residuo sólido de 1,56-1,61 g l⁻¹ y de conductividad de 2200-2600 µS cm⁻¹. También se ha encontrado esta forma en la Laguna Las Barrancas, donde la conductividad osciló entre 1147 y 4140 µS cm⁻¹ (Izaguirre *et al.*, 1991), es

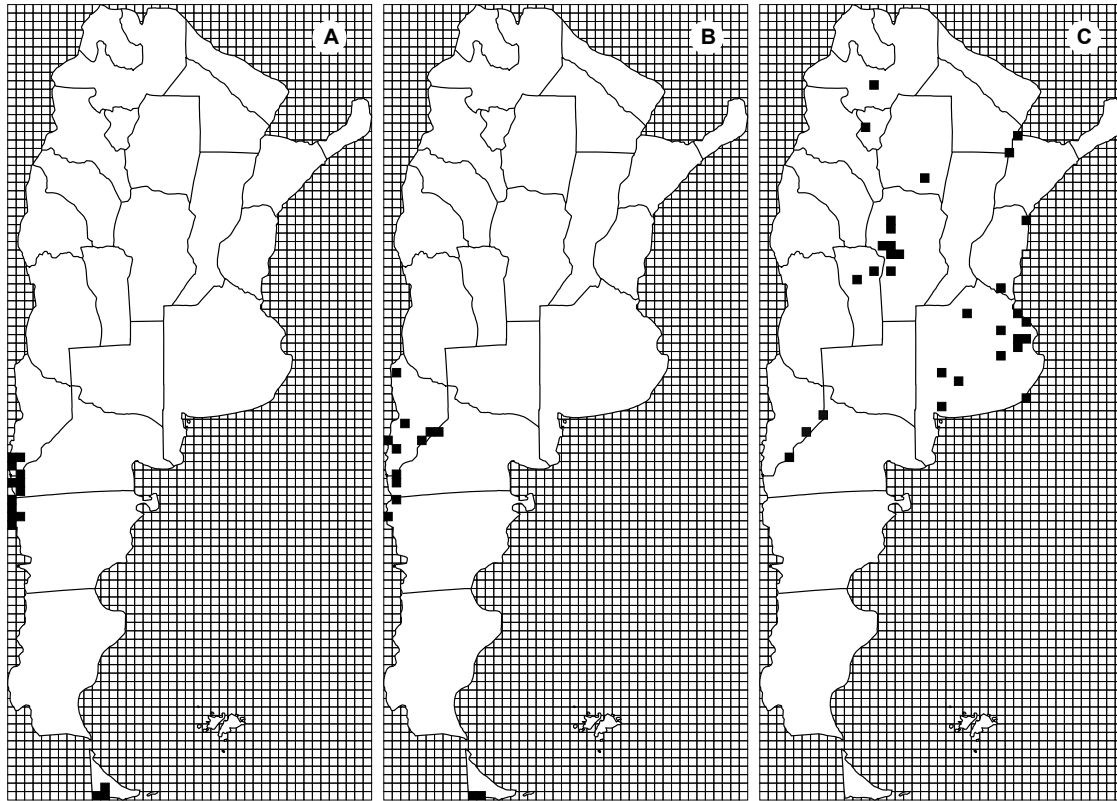


Fig. 2. Mapas de la distribución en la Argentina. Cada celda, de unos 40 km de lado, incluye uno o más cuerpos de agua con registros de la especie. **A:** *Peridinium willei* f. *sphaericum*. **B:** *Peridinium willei* f. *willei*. **C:** *Peridinium willei* f. *lineatum*. La celda vacía corresponde a la cita de Couté & Tell (1990) cuyas fotomicrografías de MEB permiten identificar la forma.

decir, como mínimo 0,6 a 2 g l⁻¹ de residuo sólido. En ambos cuerpos de agua la forma *lineatum* se halló conviviendo con *Peridiniopsis borgei* Lemmermann, un dinoflagelado francamente halófilo.

Los hallazgos de *P. w.* f. *lineatum* corresponden casi siempre a ambientes eutróficos de clima cálido. Solamente los tres cuerpos de agua del extremo sur de su distribución salen de este esquema, aunque los registros son todos de verano. El Lago Pellegrini es considerado como oligo a mesotrófico (Mariazzi & Romero, 1983), y sus parámetros estivales son: temperatura del agua 20-21 °C (Conzonno *et al.*, 1981), pH 8,3 y la transparencia (Secchi) con un mínimo de 1,2 m (Zunino & Diaz, 2000). El embalse Exequiel Ramos Mexía es también oligo a mesotrófico, en verano la temperatura del agua es de 18-21 °C, la transparencia de 3-4 m (Mariazzi *et al.*, 1991) y el pH de 7,2 (Zunino & Diaz, 2000). El Embalse Alicura, es oligotrófico (Calcagno *et al.*, 1995), la temperatura del agua en enero es de 19 °C, la transparencia de 11,5 m y el pH 6,1 (Zunino & Diaz, 2000), aunque se han registrado períodos de intensas floraciones de

algas, lo cual indicaría etapas de un nivel trófico superior (R. Echenique, com. pers.).

DISCUSIÓN

Son escasas en la literatura las referencias sobre requerimientos ambientales de *P. willei*, y la información que se brinda es exigua. Las que ofrecen información original (Höll, 1928; Olrik, 1992; Mataloni, 1999), se basan en áreas geográficas restringidas (con una limitada diversidad de ambientes) y se refieren a la especie en general, sin relacionar las formas de la especie con las características ambientales.

Según Hutchinson (1967), *P. willei* es una especie oligotrófica o eutrófica. Ling *et al.* (1989) en Tasmania, casi siempre encuentran la especie en ambientes oligotróficos y rara vez en los distróficos. Los hallazgos en la Argentina demuestran que la especie se presenta en cuerpos de agua lénticos de los tres niveles tróficos, aunque representada por

A. Boltovskoy, *Peridinium willei* y sus formas: ecología y distribución en la Argentina

formas diferentes, y que la forma tipo es común en los ambientes distróficos de Tierra del Fuego.

Mientras que Höll (1928) observa que *P. willei* puede vivir aún bajo el hielo, Kisselev (1950) la menciona vegetando a 32 °C. En la Argentina no se ha registrado ninguna de las formas bajo temperaturas tan extremas sino entre los 6 y 17 °C la forma *sphaericum*, entre 6 y 21 °C la forma *willei*, y entre 8 y 26 °C la forma *lineatum*.

Según Pollinger (1987) se trata de una especie acidófila, sin embargo puede vivir en un rango de pH 3,5 a 8,4 (Höll, 1928; Olrik 1992). Nosotros encontra-

mos las diferentes formas de la especie en un rango de pH apenas más amplio, entre 3,3 y 8,9. La forma *willei* se encuentra en aguas con pH ácido (3,3-6, habitualmente 5), la forma *sphaericum* con pH 5-7 (habitualmente 6) en tanto que la forma *lineatum* aparece por lo general en aguas ligeramente alcalinas (pH 7,5-8,9, habitualmente cercano a 8).

Para Höll (1928), *P. willei* puede soportar una concentración de sales entre 0,1 y 0,2 g l⁻¹. Esta cifra se encuentra muy por debajo de lo que resiste la forma *lineatum* en la Laguna Las Barrancas y el Lago Pellegrini y (1,6 g l⁻¹ o más). El valor mínimo de

Tabla 4. Registros de *Peridinium willei* f. *lineatum* en la República Argentina.

Provincia	Citas
SALTA	Embalse Cabra-Corral, setiembre 1980.
TUCUMÁN	Embalse La Angostura, abril 1983.
SANTIAGO DEL ESTERO	Pozas a 4 km de Añatuya, abril 1983.
CORRIENTES	Laguna Caa-Catí, octubre 1975. Laguna de la Escuela N°. 12, Bella Vista, enero 1981. Laguna San Roque, Bella Vista, noviembre 1980.
ENTRE RÍOS	Charca del arroyo El Palmar, Colón, noviembre 1982. Charca de inundación, Ruta Prov. 2, kilómetro 15, junio 1971.
CÓRDOBA	Embalse Cassaffousth, julio 1980. Embalse Cerro Pelado, enero 1986, abril 1987. Embalse Cruz del Eje, enero 1972. Embalse Las Viñas, enero 1972. Embalse Los Molinos, enero 1972. Embalse Lago San Roque, agosto 1969, enero, marzo, noviembre 1972. Embalse Río Tercero, enero 1972, 1976, 1978, 1979, 1980, 1981, 1985, 1986, 1987; febrero 1990; marzo 1978, 1979, 1980, 1981; mayo 1978, 1979, 1980, 1981; julio 1977, 1978, 1979, 1980; agosto 1984; septiembre 1977, 1978, 1979, 1980; noviembre 1977, 1978, 1979, 1980. Estanque Parque Sarmiento, Río Cuarto, setiembre 1982. Reserva de agua, Establecimiento Suquia, OSN, diciembre 1973.
SAN LUIS	Embalse Cruz de Piedra, marzo 1996, noviembre 1971, diciembre 1978. Embalse Potrero de los Funes, diciembre 1978. Embalse San Felipe, enero 1997.
BUENOS AIRES	Embalse Paso de las Piedras, Bahía Blanca, setiembre 1988. Cantera Casali, Los Talas, agosto a octubre 1982. Cantera Maiztegui, Los Talas, noviembre 1953. Cantera No.2, Los Talas, agosto 1982. Laguna Camarón Grande, octubre 1956. Laguna Chima-Lauquen, enero 1956. Laguna Chis Chis, agosto 1966. Laguna Cochicó, octubre 1993. Laguna de los Padres, julio 1971, agosto 1976. Laguna Del Burro, agosto 1966. Laguna El Carpincho, noviembre 1953. Laguna Las Barrancas, noviembre 1973. Laguna Lobos, octubre 1986. Laguna Montero, agosto 1956. Laguna Vitel, enero 1957, marzo 1956, junio 1956, 1966, julio a setiembre 1956, octubre 1954, 1956, diciembre 1956. Poza de hormigón, Ciudad Universitaria, Nuñez, setiembre 1981, agosto 1982.
NEUQUEN	Embalse Alicura, febrero 1996. Embalse Exequiel Ramos Mexía, enero 1981.
RÍO NEGRO	Lago Pellegrini, enero 1981, 1982, febrero 1981, 1982, marzo 1981.

sales hallado en los cuerpos de agua distróficos y oligotróficos donde vegetan las formas *willei* y *sphaericum* fue de 0,003 mg l⁻¹.

A pesar de que *P. willei* es una especie ubicua, en los mapas de su distribución geográfica quedan espacios en blanco (Fig. 2). Estos corresponden a zonas escasamente cubiertas por el presente estudio (el noreste del país, la región cuyana y la parte andina de la Provincia de Santa Cruz), o a áreas con muy pocos cuerpos de agua lénticos, como la Patagonia extra-andina. Puede decirse que *P. willei* no se registra en ríos o arroyos, con la salvedad hecha anteriormente para la forma *sphaericum*, la que aparece en ríos, pero en aguas de claro origen léntico reciente.

Si bien las áreas de distribución de las formas *sphaericum* y *willei* se superponen (Fig. 2 A, B), habitan en ambientes contiguos pero de características diferentes y sólo excepcionalmente se encuentran conviviendo. En sólo dos muestras se verificó la coexistencia de las dos formas y en otras dos la coincidencia en los sitios, pero no en las mismas fechas. También existe una leve superposición geográfica entre las formas *willei* y *lineatum*, con una sola muestra en la que ambas formas se encontraron conviviendo y un caso donde se encontró la forma *willei* entre marzo y diciembre, y la forma *lineatum* en enero (Embalse Exequiel Ramos Mexía). Desde el punto de vista morfológico la teca de la forma *willei* (Fig. 1 B) es intermedia entre las otras dos formas (Fig. 1 A, C) y es precisamente la que presenta con una y otra puntos de contacto en su distribución, mientras que la distribución de las formas *sphaericum* y *lineatum* no tiene ningún punto en común. Fuera de estas excepciones, que podrían ser explicadas por áreas con condiciones ambientales disímiles dentro de un mismo cuerpo de agua o con condiciones variables en el tiempo, cada una de las tres formas de *P. willei* aparece con preferencias particulares. El hábitat usual de *P. willei* f. *sphaericum* son los lagos oligotróficos cordilleranos. En muchos de ellos la presencia de la forma *sphaericum* probablemente sea permanente, aunque no se poseen datos de pleno invierno. *P. willei* f. *willei* vive en aguas más ricas en materia orgánica y de menor transparencia (turberas, lagunas andinas y embalses de la precordillera) que aquellas en las que se encuentra la forma *sphaericum*. *P. willei* f. *lineatum* aparece en ambientes eutróficos y con temperaturas más altas que las otras dos formas, principalmente en embalses y lagunas del centro y norte del país.

Entre las tres formas de *P. willei* se mantiene una variación morfológica secuencial (Boltovskoy, 1999). Dejando de lado el detalle de la morfología tabular, o sea la de las placas que conforman la teca, es suficiente mencionar que esta se traduce en una variación de la forma del cuerpo celular consistente en una compresión dorsiventral (Fig. 1). Según Taylor (1987), la compresión celular puede ser interpretada como una adaptación para mejorar el aprovechamiento de la luz disponible, la que, a su vez depende de algunas de las principales características inherentes a los diferentes niveles tróficos de los ambientes acuáticos. Si esto es cierto, la forma del cuerpo de *P. willei* podría estar relacionada principalmente con la penetración de la luz, puesto que concuerda con lo arriba expuesto: el aplastamiento dorsiventral de la célula, principalmente de la epiteca, se da en las poblaciones de embalses y lagunas subtropicales de baja transparencia (*P. willei* f. *lineatum*), siendo casi esféricas las células desarrolladas en lagos andinos extremadamente transparentes (*P. willei* f. *sphaericum*). El color claro de las células subesféricas generalmente con menor concentración de clorofila, también debe estar relacionado con la buena disponibilidad de luz.

CONCLUSIONES

El material analizado en este estudio permite diferenciar tres formas del dinoflagelado *Peridinium willei* presentes en las aguas continentales lénticas de la República Argentina. Salvo ligeras excepciones, cada una de ellas habita en cuerpos de agua con características específicas. Habitualmente la forma tipo aparece en las aguas frías, y dentro de estas en áreas moderadamente eutrofizadas de los lagos andinos, en lagunas de la misma región y en las turberas (distróficas) de Tierra del Fuego. La forma *sphaericum* se encuentra en los lagos oligotróficos - fríos y pobres en nutrientes - del sur cordillerano. La forma *lineatum* aparece generalmente en aguas eutróficas subtropicales: lagunas, embalses, y en algunos cuerpos de agua pequeños del centro y norte de la Argentina.

La diferenciación de las formas de esta especie como tipos ecológicos no se había establecido previamente en la literatura, lo que se explica seguramente porque en la mayoría de las publicaciones no se discriminaron las formas, o no se trabajó con

A. Boltovskoy, *Peridinium willei* y sus formas: ecología y distribución en la Argentina

las tres formas simultáneamente. Dada la cantidad y la variedad de ambientes estudiados, la extensión latitudinal que abarcan, y el cosmopolitismo de la especie, estas conclusiones son extrapolables al resto del mundo.

AGRADECIMIENTOS

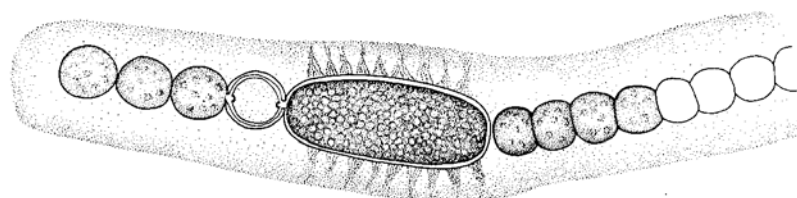
A los colegas que compartieron conmigo sus colecciones y a aquellos que sin ser planctólogos cosecharon, en medio de sus viajes, plancton para mis estudios.

BIBLIOGRAFÍA

- BAIGÚN, C. & M. C. MARINONE. 1995. Cold-temperate lakes of South America: do they fit northern hemisphere models. *Arch. Hydrobiol.* 135: 25-51.
- BOLTOVSKOY, A. 1972. *Peridinium willei* Huitfeld-Kaas; morfología y distribución en la Argentina. In: Resúmenes de las III Jornadas Argentinas Zoología. pp.73. Mendoza.
- BOLTOVSKOY, A. 1973. Formación del arqueopilo en tecas de dinoflagelados recientes. *Revista Esp. Micropal.* 5: 81-98.
- BOLTOVSKOY, A. 1984. Relación hiesped-parásito entre el quiste de *Peridinium willei* y el oomicete *Aphanomycopsis peridiniella* n. sp. *Limnobiós* 2: 635-645.
- BOLTOVSKOY, A. 1999. Contribución al conocimiento de los dinoflagelados de la República Argentina (Tesis N° 716 de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata, Univ. Nac. La Plata)
- BOLTOVSKOY, A., A. DIPPOLITO, M. FOGGETTA, N. GÓMEZ & G. ALVAREZ. 1990. La laguna Lobos y su afluente: limnología descriptiva, con especial referencia al plancton. *Biol. Acuática* 14: 1-38.
- BOLTOVSKOY, A. & M. FOGGETTA. 1985. Limnología física del Embalse Río III (Térmica, hidrología y derivaciones biológicas). *Biol. Acuática* 7: 1-26.
- BONETTO, A. A. & D. H. DI PERSIA. 1984. The San Roque reservoir and other man-made lakes in central region of Argentina. In: TAUB, F. B. (ed.). *Lakes and reservoirs. Ecosystems of the world*. pp. 541-556. Elsevier, Amsterdam.
- BONETTO, A. A., W. DIONI & P. J. DEPETRIS. 1971. Informe preliminar sobre las investigaciones limnológicas en la cuenca del Río Manso y Lago Mascardi. *Inv. Limnol. Cuenca. R. Mascardi Publ.* 4, F. Bariloche: 1-62.
- CALCAGNO, A., M. J. FIORITI, F. PEDROZO, P. VIGLIANO, H. LÓPEZ, C. REY, M. E. RAZQUIN & R. QUIRÓS. 1995. Catálogo de lagos y embalses de la Argentina. Dirección Nacional de Recursos Hídricos, Buenos Aires.
- CONZONNO, V. H., A. A. MARIAZZI, M. A. CASCO, R. O. ECHENIQUE, H. A. LABOLLITA & M. PETROCCHI. 1981. Estudio limnológico en el lago Pellegrini (Río Negro, Argentina). *Ecosur* 8: 153-170.
- COUTÉ, A. & G. TELL. 1990. Quelques *Peridinium* Ehrbg. (Algae, Pyrrophyta) d'eau douce étudiés au microscope électronique a balayage. *Cryptog. Algol.* 11: 203-218.
- HAYHOME, B. A. & L. A. PFIESTER. 1983. Electrophoretic analysis of soluble enzymes in five freshwater dinoflagellate species. *Amer. J. Bot.* 70: 1165-1172.
- HÖLL, K. 1928. *Ökologie der Peridineen*. *Pflanzenforsch.* 11: 1-105.
- HOLT, J. R. & L. A. PFIESTER. 1981. A survey of auxotrophy in five freshwater dinoflagellates (Pyrrophyta). *J. Phycol.* 17: 415-416.
- HOLT, J. R. & L. A. PFIESTER. 1982. A technique for counting chromosomes of armored dinoflagellates, and chromosome numbers of six freshwater dinoflagellate species. *Amer. J. Bot.* 69: 1165-1168.
- HUITFELD-KAAS, H. 1900. Die limnetischen Peridineen in norwegischen Binnenseen. *Vidensk. Skr. I. Math. Nat. Kl.* 2: 1-8.
- HUTCHINSON, G. E. 1967. *A treatise on limnology. Vol. II. Introduction to lake biology and limnoplankton*. Wiley, New York.
- IZAGUIRRE, I., A. VINOCUR & I. O'FARREL. 1991. Nuevos aportes a la ficología argentina. I. Cuenca del río Salado, (Pcia. Buenos Aires). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 27: 183-199.
- KISSELEV, I. A. 1950. Pantzyrnye zhgutikonostsy (Dinoflagellata) morey i presnovodnykh vod SSSR. [Dinoflagelados de los mares y aguas dulces de la URSS]. *Opredelitel po faune SSSR* 33. Akad. Nauk SSSR, Moscú-Leningrado.
- LEFÈVRE, M. 1932. Monographie des espèces d'eau douce du genre *Peridinium* Ehrb. *Arch. Bot.* 2: 1-210.
- LINDEMANN, E. 1918. Untersuchungen über Süßwasser-peridineen und ihre Variationsformen. II. *Arch. Naturgesch.* A7: 121-194.
- LING, H. U., R. L. CROOME & P. A. TYLER. 1989. Freshwater dinoflagellates of Tasmania, a survey of taxonomy and distribution. *Brit. Phycol. J.* 24: 111-129.
- MARIAZZI, A. A., V. H. CONZONNO, R. O. ECHENIQUE & H. LABOLLITA. 1991. Physical and chemical characters, phytoplankton and primary production of Ezequiel Ramos Mexía reservoir (Argentina). *Hydrobiologia* 209: 107-116.
- MARIAZZI, A. A. & M. C. ROMERO. 1983. Estimación de la actividad heterotrófica en tres ecosistemas acuáticos con distinto nivel de trofismo. *Ecosur* 10: 61-77
- MARIAZZI, A. A., M. C. ROMERO & V. H. CONZONNO. 1981. Producción primaria, bacterias, nutrientes y otros factores ecológicos en el Embalse del Río Tercero (Córdoba). *Limnobiós* 2: 153-177.

- MATALONI, G. 1997. Flora algal de las turberas de Tierra del Fuego (Argentina). Instituto Antártico Argentino Contribución N° 467: 1-78.
- MATALONI, G. 1999. Ecological studies on algal communities from Tierra del Fuego peat bogs. *Hydrobiologia* 391: 157-171.
- MATALONI, G. & G. TELL. 1996. Comparative analysis of the phytoplankton communities of a peat bog from Tierra del Fuego (Argentina). *Hydrobiologia* 325: 101-112.
- OLIVIER, S. R. 1961. Estudios limnológicos en la laguna Vitel (Pdo. de Chascomús -Bs. Aires - Argentina). *Agro* 3 (6): 1-128.
- OLRIK, K. 1992. Ecology of *Peridinium willei* and *P. volzii* (Dinophyceae) in Danish lakes. *Nord. J. Bot.* 12: 557-568.
- PFIESTER, L. A. & S. CARTY. 1985. Note UTEX 1336: *Peridinium cinctum* or *Peridinium volzii* (Dinophyceae). *J. Phycol.* 21: 509-511.
- POLLINGHER, U. 1987. Freshwater ecosystems. In: TAYLOR, F. J. R. (ed.), *The biology of dinoflagellates*. Blackwell, Oxford.
- POPOVSKÝ, J. & L. A. PFIESTER. 1990. *Süßwasserflora von Mitteleuropas. 6. Dinophyceae (Dinoflagellida)*. Gustav Fischer, Stuttgart.
- SOLARI, L. C. 1987. Cyanophyta de ambientes lenticos del area platense. I. Variación estacional y floraciones. *Rev. Mus. Bot. La Plata* 14: 149-162.
- TAYLOR, F. J. R. 1987. Dinoflagellate morphology. In: TAYLOR, F. J. R. (ed.), *The biology of dinoflagellates*. Blackwell, Oxford.
- THOMASSON, K. 1955. Studies on South American freshwater plankton. 3. Plankton from Tierra de Fuego and Valdivia. *Acta Horti Gothob.* 19: 193-255.
- THOMASSON, K. 1959. Nahuel Huapi. *Acta Phytogeogr. Suec.* 42: 1-83.
- THOMASSON, K. 1963. Araucanian Lakes. *Acta Phytogeogr. Suec.* 47: 1-139.
- TRACANNA, B. C. 1985. Algas del noroeste argentino (excluyendo las diatomophyceae). *Opera Lilloana* 35: 1-136.
- ZUNINO, L. & M. DIAZ. 2000. Autotrophic picoplankton along a trophic gradient in Andean- Patagonian lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 27: 1-5.

Recibido el 18 de Marzo de 2003, aceptado el 29 de Mayo de 2003.



Anabaena echinospora var. *yamano* Guarrera & Echenique