



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Biblioteca Digital FCEN-UBA

Taxonomía y ecología de algas de agua dulce de cuerpos lénticos de península Potter (Isla 25 de mayo, Shetland del Sur, Antártida)

Vinocur, Alicia Liliana
2001

Tesis Doctoral

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires

www.digital.bl.fcen.uba.ar

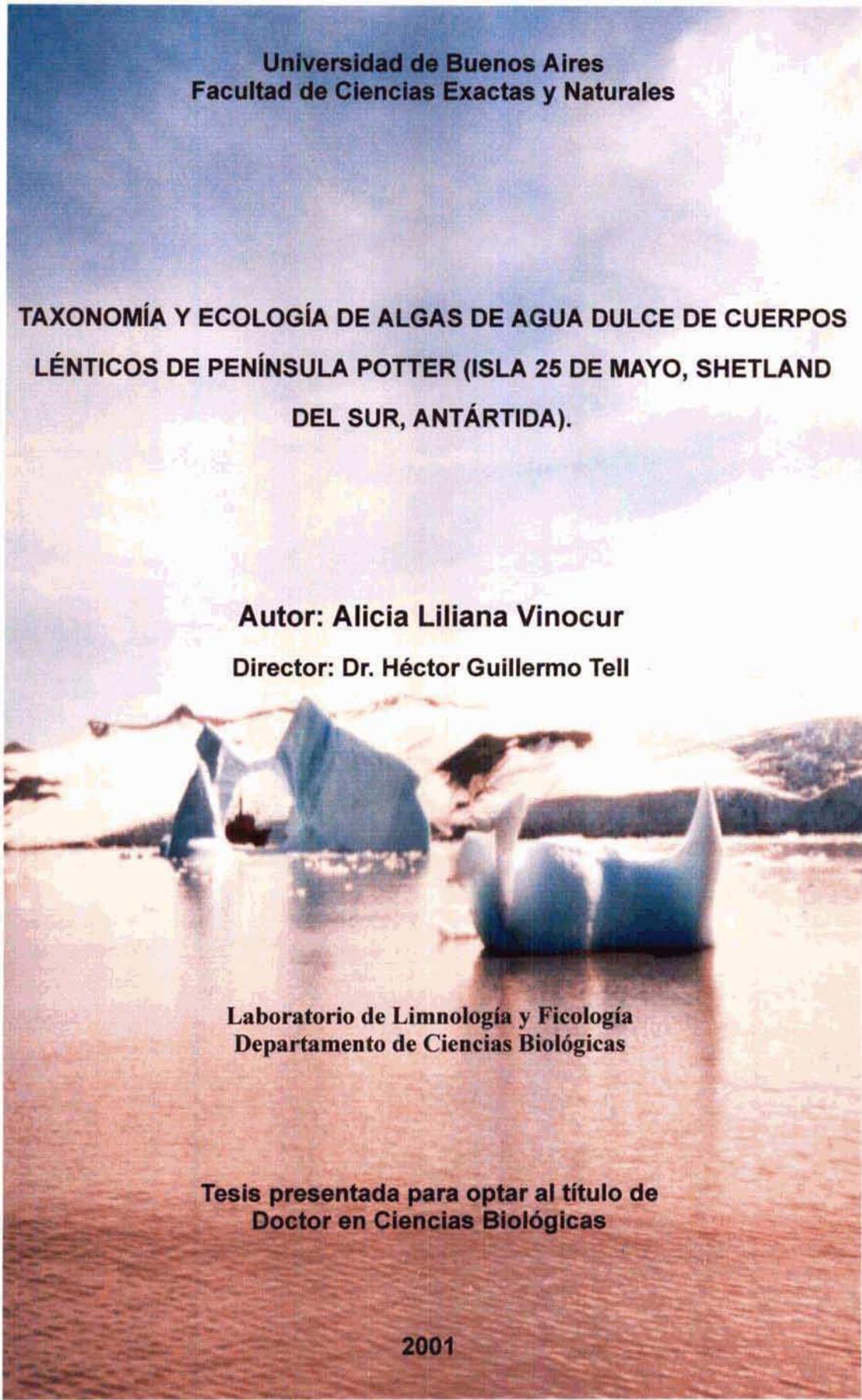
Contacto: digital@bl.fcen.uba.ar

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Fuente / source:

Biblioteca Digital de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires



**Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**

**TAXONOMÍA Y ECOLOGÍA DE ALGAS DE AGUA DULCE DE CUERPOS
LÉNTICOS DE PENÍNSULA POTTER (ISLA 25 DE MAYO, SHETLAND
DEL SUR, ANTÁRTIDA).**

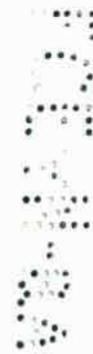
Autor: Alicia Liliana Vinocur

Director: Dr. Héctor Guillermo Tell

**Laboratorio de Limnología y Ficología
Departamento de Ciencias Biológicas**

**Tesis presentada para optar al título de
Doctor en Ciencias Biológicas**

2001



*A mis queridos Daniel, Penny y tío Isa,
.... y a toda mi familia.*

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de Tesis Doctoral se realizó en el marco de un Convenio de investigación firmado entre la Dirección Nacional del Antártico y el Laboratorio de Limnología y Ficología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, lugar donde desarrollo mis tareas como investigadora científica. Es gracias a este Convenio que he podido conocer la Antártida, deslumbrarme ante tanta belleza, y trabajar en un ambiente nunca antes explorado por nosotros. Dado el escaso caudal de información limnológica con que se cuenta hasta el presente referido a Península Potter así como a otras zonas del continente blanco, sería muy importante continuar desarrollando las líneas de investigación planteadas en esta Tesis Doctoral.

En primer lugar deseo agradecer a mi tutor y director de Tesis, Dr. Héctor Guillermo Tell por las enseñanzas y consejos que, a lo largo de todos estos años, contribuyeron a mi formación como investigadora científica en el campo de la Limnología, así como también a la concreción de esta Tesis Doctoral. Muchísimas gracias por enseñarme y hacerme disfrutar el mundo de las microalgas en el marco de tu grupo de investigación.....y por tenerme tanta paciencia.

Por otra parte, deseo agradecer al personal de la Dirección Nacional del Antártico, el apoyo logístico brindado en la Base Científica Jubany durante las campañas de verano 1995-1996 y 1996-1997. También deseo agradecer al Servicio Meteorológico Nacional, que a través del personal destinado en la Base me suministró los datos meteorológicos de la zona en estudio. Asimismo, agradezco al Dr. Rodolfo del Valle y a personal de su grupo de investigación (DNA), así como a la Dra. Elizabeth Astrada y a la Lic. Verónica Cirelli (FCEN, UBA) por facilitarme datos morfométricos de algunos de los cuerpos de agua estudiados.

En particular, deseo agradecer a todos y a cada uno de mis compañeros de laboratorio con los cuales comparto día a día esta "aventura" de ser investigadora científica en Argentina. A todos ellos, muchas gracias por tantas horas de vivencias y trabajo compartido. En especial, deseo expresar mi agradecimiento al Lic. Fernando Unrein que me acompañó durante la primera campaña antártica a Jubany. Con él compartí no sólo la aventura de trabajar en una zona virgen en nuestra especialidad sino también muchas horas de intensa labor de campo y de laboratorio en un sitio con condiciones ambientales extremas pero absolutamente inolvidable. Fer, mil gracias también por los comentarios que contribuyeron a

enriquecer este trabajo y por enseñarme algunos programas gráficos que me ayudaron a diseñar esta Tesis. A la Dra. Irina Izaguirre le agradezco la lectura crítica de este trabajo y las sugerencias aportadas. A la Dra. Gabriela Mataloni por facilitarme bibliografía específica para la zona, que enriqueció la discusión de los datos obtenidos. Al Lic. Rubén Lombardo por su orientación en el manejo estadístico de los datos y por salvarme siempre que la computadora se negaba a funcionar. A la Dra. Inés O'Farrell por "insistir" en que no me dispersara con otros temas y concluyera esta investigación. Inés, muchas gracias por tus consejos, aquí está el *producto de tanto esfuerzo*. A la Dra. Haydée Pizarro por las explicaciones sobre la toma y evaluación de algunos parámetros relacionados con el epilíton. A la Dra. Alejandra Volpedo por ayudarme con algunos aspectos técnicos del armado de este trabajo. Y también a los Lic. Luz Allende, Paula Tezanos Pinto y Rodrigo Sinistro, y a Patricia Rodríguez, y a los compañeros de Planctología quienes me acompañaron a lo largo de este proceso y con su entusiasmo me incentivaron para seguir y llegar a buen puerto..... A todos ellos, muchas gracias!!.

CONTENIDO

- <i>Resumen</i>	<i>i</i>
- <i>Abstract</i>	<i>iii</i>
INTRODUCCIÓN	1
- Importancia de esta investigación	7
- Figuras	9
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	11
- Objetivos	11
- Hipótesis	12
AREA DE ESTUDIO	13
- Tablas y figuras	16
MATERIALES Y MÉTODOS	19
Capítulo I: Estudio de la flora algal de 26 cuerpos de agua lénticos de Península Potter.	19
Capítulo II-1 y II-2: Estudio del fitoplancton y epilíton de 26 cuerpos de agua lénticos de Península Potter.	20
- Tratamiento numérico de los datos Capítulo II-1	22
- Tratamiento numérico de los datos Capítulo II-2	22
Capítulo III-1: Estudio de la estructura y dinámica del fitoplancton del Lago H.	23
- Tratamiento numérico de los datos Capítulo III-1	23
Capítulo III 2-4: Estudio de la estructura y dinámica del fitoplancton de tres cuerpos de agua.	24
- Tratamiento numérico de los datos Capítulo III 2-4	24
- Figuras	26

CAPITULO I**ESTUDIO DE LA FLORA ALGAL DE 26 CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DE PENÍNSULA POTTER. 28**

- Resultados 29
- Discusión 31
 - Lista florística de las especies de algas registradas en los cuerpos de agua lénticos de Península Potter. 41
 - Tablas y figuras 64

CAPITULO II-1**TIPIFICACIÓN DE 26 CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS EN PENÍNSULA POTTER BASADA EN CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA. 82**

- Resultados 82
- Discusión 86
 - Tablas y figuras 90

CAPITULO II-2**ESTUDIO DE LAS ALGAS EPILÍTICAS "MICROBIAL MATS" DE 26 CUERPOS DE AGUA DE PENÍNSULA POTTER.**

- Resultados 102
- Discusión 107
 - Tablas y figuras 110

CAPITULO III**ESTUDIO DE LA ESTRUCTURA Y DINÁMICA DEL FITOPLANCTON EN 4 CUERPOS DE AGUA SELECCIONADOS.**

- III-1 Lago H 121
 - Resultados 121
 - Discusión 124
 - Tablas y figuras 128

III-2 Laguna B	
- Resultados	143
- Discusión	145
- Tablas y figuras	150
III-3 Lago F	
- Resultados	159
- Discusión	161
- Tablas y figuras	164
III-4 Lago W	
- Resultados	174
- Discusión	175
- Tablas y figuras	179
CONCLUSIONES	189
BIBLIOGRAFIA	194

RESUMEN

Durante las campañas antárticas de verano de 1995-96 y 1996-97 se relevaron un total de 26 cuerpos de agua lénticos ubicados en Península Potter (Isla 25 de Mayo, Shetland del Sur, Antártida).

Para la zona en estudio se registraron 182 entidades algales entre especies y taxones infraespecíficos, distribuidos en 84 géneros. Las Bacillariophyceae presentan la mayor riqueza específica, seguida por las Cyanobacteria y Chlorophyceae. El 71 % de la ficoflora está formada por entidades cosmopolitas o ampliamente distribuidas en el mundo. Cabe destacar que el 10 % del total de la flora constituyen nuevos registros para el Continente Antártico, siendo las Chlorophyceae las que presentan la mayor proporción de nuevos registros. Predominan los taxones epilíticos, seguidos por los planctónicos y en menor proporción representantes de otras comunidades. Cabe señalar que el 79 % de las entidades son raras o poco frecuentes en los sitios muestreados.

La tipificación de 26 cuerpos de agua en base a sus características físico-químicas y a su composición fitoplanctónica permitió diferenciar 5 grupos de lagos distribuidos a lo largo de un amplio gradiente trófico, siendo la mayoría ultraoligotróficos. Las diversas características limnológicas de cada uno de los cuerpos de agua estudiados son el resultado de la combinación de una serie de factores: el tipo de sustrato, la presencia de animales y/o vegetación en la cuenca, la exposición a los vientos, la proximidad al mar, los ciclos de congelamiento-descongelamiento y los ciclos de mezcla de las aguas. La macrofauna sería uno de los factores más importantes en los procesos de eutrofización de estos ambientes lacustres (laguna B). Por otra parte, los cuerpos de agua afectados por el rocío marino y aquellos próximos o dentro de pingüíneras se caracterizan por elevados valores de conductividades (lago F, laguna B). En general, los grupos algales dominantes tanto en riqueza como en densidad fueron Bacillariophyceae y Cyanobacteria. La mayor parte de los taxones registrados fueron ticoplanctónicos (epilíticos o asociados a la nieve o a suelos húmedos). Las especies euplanctónicas fueron en su mayoría flageladas o pequeñas y cocoides.

La tipificación de los 26 cuerpos de agua en base a la comunidad epilítica, permitió describir 6 tipos de asociaciones algales. Las Bacillariophyceae predominaron en cuanto a riqueza específica, seguidas por las Cyanobacteria y Chlorophyceae. Las algas eupilíticas fueron las mejor representadas y también se

registraron muchos taxones aerófilos. Muchos cuerpos de agua presentaban la cubeta cubierta por musgos y presencia de metafiton. El aspecto macroscópico de los "microbial mats" fue muy variable dependiendo de la presencia o frecuencia relativa de los distintos taxones algales, la morfología del sustrato y la acumulación del sedimento. Dominaron las Cyanobacteria cocoides y filamentosas que formaban la matriz de los "microbial mats" (en especial, especies de *Gloeocapsa* y *Leptolyngbya*) y sobre esa matriz se aglutinaban, en general, especies de Bacillariophyceae pennadas. El fósforo reactivo soluble, la conductividad y la clorofila-a fitoplanctónica fueron identificadas como las variables más importantes en la distribución algal de los "microbial mats" (Grupos α y β). Sin embargo, la composición de los "microbial mats" de los restantes cuerpos de agua reunidos en el Grupo γ , no pudo ser explicada en base a las variables consideradas. Probablemente estén involucrados otros factores, tales como diferencias en la habilidad colonizadora de las especies y en las tolerancias a variables ambientales no consideradas.

Al analizar en particular la estructura y dinámica del fitoplancton de la laguna B y de los lagos H, F y W se observó en general que las comunidades fitoplanctónicas estaban dominadas tanto en riqueza como en densidad por taxones fitoplanctónicos de Bacillariophyceae y Cyanobacteria. Al comparar la estructura y dinámica del fitoplancton para cada cuerpo de agua durante las 2 campañas de verano realizadas, se observó que en general la sucesión estival fue muy variable y pudo ser fácilmente modificada por factores climáticos cambiantes como los vientos, la temperatura, las precipitaciones, etc.

ABSTRACT

An intensive survey of 26 water-bodies was carried out during the summer Antarctic season of 1995-1996 and 1996-1997 at Potter Peninsula (King George Island, South Shetland, Antarctica).

182 algal entities, among species and infraspecific taxa distributed in 84 genera, were registered in the study area. Bacillariophyceae presented the highest specific richness followed by Cyanobacteria and Chlorophyceae. Either cosmopolitan or world-widely distributed entities comprised 71 % of the ficoflora. 10 % of the total taxa constitute new registers for the Antarctic Continent, most of them Chlorophyceae. The epilithic taxa are dominant followed by planktonic taxa and a lesser proportion belonging to other communities. Almost 79 % were rare or low frequent entities.

According to physico-chemical characteristics and phytoplanktonic composition the typology of the 26 surveyed water bodies produced five groups of lakes distributed along a wide trophic gradient, being most of them ultraoligotrophic. The limnology of each system obeys to a combination of several factors: type of substrata, animal and/or vegetation occurrence in the basin, wind exposure, sea proximity, freezing-melting and water mixing cycles. Macrofauna would result one of the stirring factors of the eutrophication processes in these lake environments (pond B). On the other hand, water-bodies subject to sea spray or located close or in the penguin rookeries are characterised by high conductivities (lake F, pond B). Bacillariophyceae and Cyanobacteria generally dominated both in richness and density. Most taxa registered were picoplanktonic: epilithic or associated with snow or with humid soils. The euplanktonic species were mostly flagellated or small coccoids.

The typology according to the microbial mats community produced six types of algal associations. Bacillariophyceae was the dominant class in terms of species richness, followed by the Cyanobacteria and Chlorophyceae. Euepilithic algae were the best represented, with a large contribution of aerophilic taxa. Many water-bodies presented their basins covered by mosses and metaphyton. The macroscopic aspect of the microbial mats varied greatly on account of the relative occurrence of different algal taxa, substrate morphology and sediment accumulation. Matrix components common to all microbial mats are mainly filamentous and coccoids species of Cyanobacteria (specially *Gloeocapsa* and *Leptolyngbya* species) where

some diatoms are imbibed. Soluble reactive phosphorus, conductivity and phytoplanktonic chlorophyll-*a* concentration appeared as the most important variables in the algal distribution of the microbial mats (Group α and β). The composition of the microbial mats of the remaining water-bodies clustered in Group γ could not be explained by the variables here considered. Other factors such as differences in colonization ability of the taxa and tolerance to environmental variables were probably involved here.

The comparison of the phytoplankton structure and dynamics from the pond B and the lakes H, F and W during the two considered summer seasons, revealed that succession in water-bodies of scarce dimensions are highly variable and may be easily modified by changing climatic factors such as wind, temperature and precipitation, etc.

INTRODUCCIÓN

El Continente Antártico cuenta con una superficie de 14 millones de km², siendo su límite más externo el Círculo Polar Antártico (66°33'S) (Fig. 1). La Península Antártica se proyecta por fuera del Círculo Polar. El continente es considerado singular dado que aproximadamente el 98% de su superficie está permanentemente cubierta por hielo, el que en las áreas centrales puede llegar a alcanzar un espesor cercano a los 4000 m. Durante el verano antártico, la región libre de hielo (cerca de 700.000 km²) se presenta como muy dispersa y sumamente escasa, y está localizada entre los paralelos 60°S y 66°S aproximadamente (Andreoli, 1993; Godagnone, 1997). En este continente se registran las temperaturas y precipitaciones más bajas y una de las más bajas humedades relativas de la Tierra. La Antártida presenta zonas que están consideradas entre las más ventosas, desérticas y áridas, pero al mismo tiempo contiene entre el 70-90 % del agua dulce del planeta (Priddle y Heywood, 1980; Simmons Jr. *et al.*, 1993).

Alrededor de la masa antártica se localizan numerosas islas y archipiélagos que se ubican a ambos lados de la llamada "Convergencia Antártica". Esta es una pequeña zona o cinturón de agua, aproximadamente de unos 100 km de ancho, que presenta un agudo gradiente de temperatura. Los cambios de temperatura van de los 5 °C a 3 °C en verano y de 3 °C a 1 °C en invierno. Por lo tanto, las aguas frías que circulan hacia el norte se hunden por debajo de las capas de agua más calientes. La zona que se extiende por encima de esta convergencia es llamada Subantártica y la zona situada por debajo es la Antártida propiamente dicha. Ambas zonas difieren principalmente en aspectos oceanográficos, biológicos y climáticos. Por otra parte, la Antártida propiamente dicha puede ser subdividida en dos zonas en base a sus diferentes características climatológicas y ecológicas: la Antártida Continental y la Antártida Marítima (Van de Vijver y Beyens, 1999).

La región llamada Antártida Continental abarca la mayor superficie terrestre del continente y se asemeja a una enorme meseta, la que además se caracteriza por estar casi en su totalidad cubierta por una gruesa capa de hielo permanente. En el Polo Sur esta meseta tiene unos 3000 m de altura de los cuales 2700 m corresponde a la cobertura de hielo. Estas enormes capas de hielo avanzan sobre las costas del mar, dando lugar a acantilados infranqueables de los cuales suelen desprenderse grandes masas de hielo que forman los témpanos que flotan en los mares antárticos. El continente presenta dos grandes escotaduras en las zonas de los mares de Ross y de Weddell. El clima es muy frío y seco, con temperaturas medias anuales que varían entre -30 °C y -65 °C, y una precipitación anual en

equivalente agua de apenas entre 30 y 70 mm. En aquellas zonas donde se produce descongelamiento, es frecuente la presencia de lagos salinos por efectos del clima árido de la región (Ellis-Evans, 1996).

La región denominada Antártida Marítima comprende la Península Antártica y las islas asociadas (Islas Shetland del Sur, Orcadas del Sur, Sandwich del Sur y Bouvetøya), las que se extienden formando un arco entre las latitudes 73°25' a 60°40'S y entre las longitudes 72°00' y 44°30'W (Heywood, 1978; Ellis-Evans, 1996). Su clima es mucho más benigno que el de la zona continental y está determinado fundamentalmente por la interacción de la masa de aire frío que se localiza sobre el Mar de Weddell (hacia el este de la Península Antártica) y la masa de aire más caliente situada sobre el Mar de Bellingshausen. Las temperaturas medias anuales varían entre -10 °C y -20 °C, y es una zona mucho más húmeda (Heywood, *op. cit.*).

Hacia el oeste de la Península Antártica (y a una distancia de 150 km del extremo de la misma) se localiza el archipiélago de las Shetland del Sur. Este archipiélago fue descubierto por W. Smith en 1819 y recién en 1821 las islas fueron relevadas y descriptas en detalle por F. Bellingshausen y M. P. Lazarev (Temniskova-Topalova *et al.*, 1996). Las islas que lo forman son: Clarence, Elefante, 25 de Mayo, Nelson, Roberts, Greenwich, Livingston, Nevada, Decepción, Baja y Smith (Fourcade, 1960) y están separadas de la Península Antártica por el Mar de la Flota. La primera estación científica en esta zona fue establecida por Gran Bretaña alrededor de 1940. Posteriormente países como Argentina, Chile, la ex URSS y España establecieron sus bases científicas en el archipiélago.

La Isla 25 de Mayo (llamada King George Island en la bibliografía internacional), es la isla de mayor tamaño, con una longitud de 80 km en dirección NE-SW y un ancho máximo de 30 km con sentido N-S (Drago, 1983). En el extremo sudoeste de esta isla se ubica la Península Potter (62°14'S, 58°38'W) la que debido a su riqueza y diversidad de ambientes, y a la presencia de una importante densidad y diversidad de aves y mamíferos marinos fue seleccionada por el SCAR (Scientific Committee for Antarctic Research) en el marco del Plan Biotas (Biological Investigations on Terrestrial Antarctic Systems) como Sitio de Especial Interés Científico (SEIC n°13) (Fig. 2). Es en esta península donde se desarrollaron las investigaciones presentadas en esta Tesis Doctoral.

En relación a los cuerpos de agua antárticos ubicados tanto en las zonas costeras del Continente como en algunas de las islas, los glaciares y las

precipitaciones en forma de nieve, al derretirse en la época estival son la fuente principal de agua (Goldman, 1970).

En la Antártida Continental se encuentran 3 tipos de lagos: los que están siempre congelados en gran parte de su columna de agua, los que contienen agua con tenores salinos tan elevados que raramente se congelan, y otros que presentan su columna de agua total o parcialmente congelada en el invierno pero que están descongelados durante el verano austral (Simmons Jr. *et al.*, 1993). En la Antártida Marítima, por el contrario, durante la época estival, todos los lagos están generalmente descongelados, aunque algunos de ellos pueden presentar restos de una calota de hielo, congelándose total o parcialmente durante el invierno (Goldman, 1970; Heywood, 1978).

Los lagos antárticos han ocupado desde hace varias décadas una posición muy particular entre el conjunto de los lagos del mundo debido a sus extremas características físicas, químicas y biológicas. Uno de los atributos más sobresalientes de estos lagos es el extenso período durante el cual permanecen cubiertos de hielo (8-10 meses). Los cortos períodos de aguas libres están restringidos al verano y los procesos de congelamiento y descongelamiento de la superficie de los cuerpos de agua son los principales factores que regulan los cambios estructurales y funcionales de la biota algal (Light *et al.*, 1981; Hawes, 1983, 1990). La cobertura de hielo no solo limita la penetración de la luz, sino que además determina los períodos de mezcla, generalmente restringidos a la época estival. Otra característica de estos lagos es que presentan cortas cadenas tróficas dominadas por microorganismos (Ellis-Evans, 1996).

Priddle y Heywood (1980) delinearon la secuencia evolutiva del desarrollo de los lagos antárticos. Estos autores consideran que en sus inicios, la evolución de un lago está en función de la complejidad de su cuenca y, subsecuentemente de la eutroficación natural. El componente biológico de este desarrollo está determinado por: 1) una colonización inicial del lecho del lago por bacterias, algas y microinvertebrados, 2) un aumento o dominancia de los "mats" bentónicos de Cyanobacteria o a veces de musgos acuáticos y 3) un posterior cambio hacia una dominancia fitoplanctónica, siempre y cuando la entrada de nutrientes aumente y la turbidez de la columna de agua reduzca la penetración de la luz.

La secuencia descrita asume un desarrollo lógico de la estructura de las comunidades a lo largo del tiempo. Sin embargo, Hawes (1990) y Laybourn-Parry *et al.* (1996) señalan que si bien hay evidencias de que la biodiversidad decrece

una vez que el lago se torna eutrófico y la dominancia por una sola especie se hace más frecuente, la estructura de la comunidad planctónica es relativamente compleja aún a lo largo de un gradiente de eutroficación aparentemente convencional. Estudios recientes sobre la estructura de las comunidades algales bentónicas muestran que incluso los sitios con desarrollo de "microbial mats" son relativamente complejos (Oppenheim y Ellis-Evans, 1989; Ellis-Evans, 1990).

Las comunidades que habitan los lagos de la Antártida Continental deben tener la capacidad para adaptarse a una serie de factores ambientales severos. Algunos de ellos son: temperaturas muy bajas y gran aridez (en comparación con los lagos de la Antártida Marítima), dificultades en la dispersión de las diásporas, niveles de sobresaturación de oxígeno disuelto, condiciones de luminosidad extremadamente bajas durante la mayor parte del año, coberturas gruesas de hielo que reducen o eliminan la circulación interna del agua inducida por el viento, favoreciendo la estratificación de las masas de agua, etc. Por otra parte, la mayor parte de los lagos antárticos continentales son arreicos y funcionan como sumidero de los minerales que entran en sus cubetas. Los ambientes acuáticos resultantes presentan fundamentalmente una microbiota cuyo medio ambiente está dominado por los ciclos del congelamiento y derretimiento del hielo, el desgaste de las rocas y del suelo debido a los factores climáticos (tanto físicos como químicos), el efecto del ambiente marino asociado y los efectos físicos de la cobertura de hielo (Simmons Jr. *et al.*, 1993).

Quizás una de las características biológicas más singulares de estos lagos sea el desarrollo de una amplia comunidad bentónica o "microbial mats". Las algas y las Cyanobacteria constituyen los principales componentes de las comunidades bentónicas en los lagos de agua dulce de Antártida (Heywood, 1978; Broady, 1989b; Oppenheim, 1990; Vinocur y Pizarro, 1995; Ellis-Evans, 1996) y en conjunto forman los "microbial mats" característicos de muchos ambientes acuáticos antárticos. Los lagos y lagunas de la Antártida Continental tienden a ser en su mayoría exclusivamente ultra-oligotróficos, con una muy reducida diversidad fitoplanctónica, pero la diversidad de los "microbial mats" llega a ser comparable a la que presentan las comunidades bentónicas de los cuerpos de agua de la Antártida Marítima (Ellis-Evans, *op. cit.*). Wharton Jr. *et al.*, (1983) describieron varios tipos de "microbial mats" para lagos ubicados en Dry Valley (Antártida Continental). Para la zona de la Antártida Marítima, Pizarro y Vinocur (1998) relevaron y caracterizaron diferentes tipos de "microbial mats" existentes en arroyos

de Bahía Esperanza (Península Antártica) y posteriormente, Vinocur y Pizarro (2000) realizaron una clasificación de los "microbial mats" de ambientes lénticos de Península Potter.

Además de los factores mencionados hasta el momento, los rasgos limnológicos de los lagos situados en la Antártida Marítima se ven fuertemente afectados por las características de las cuencas, así como por la presencia de vegetación y la proximidad de animales, en especial colonias de aves y mamíferos marinos. De acuerdo a la información suministrada por los siguientes autores: Heywood (1978), Hawes (1983), Broady (1989a,b), Izaguirre *et al.* (1998), Mrozinska *et al.* (1998a) y Mataloni *et al.* (2000b), los distintos factores a considerar serían:

- a) el gran aporte de nutrientes orgánicos que provienen de la actividad de la macrofauna (aves y mamíferos) sobre todo en los lagos costeros;
- b) el efecto del salpicado marino sobre la composición química de las aguas;
- c) los procesos de mezcla al producirse el descongelamiento en la época estival, que se ven favorecidos por la poca profundidad de las cubetas;
- d) la presencia de musgos en las cubetas;
- e) la presencia de afluentes y/o efluentes que influyen en la química, en la física y por lo tanto en las comunidades biológicas que albergan estos ambientes y
- f) el tiempo de residencia.

En general, la comunidad fitoplanctónica domina en lagos marítimos ricos en nutrientes mientras que los "microbial mats" predominan en lagos oligotróficos con aguas muy claras (Hawes, 1990).

La mayoría de los estudios sobre los ecosistemas de agua dulce antárticos se han realizado en las proximidades de las bases científicas. Desde mediados del siglo XIX y hasta la década de 1960, se realizaron las primeras grandes expediciones hacia la Antártida. En esos tiempos, los estudios sobre los ecosistemas de agua dulce se restringían, en su mayoría, a realizar observaciones a campo y a coleccionar la flora y fauna presentes tanto en la zona continental como peninsular, y a clasificar taxonómicamente el material recolectado. Posteriormente, se puso énfasis no sólo sobre la taxonomía sino también sobre el funcionamiento de las diversas comunidades animales y vegetales (Goldman, 1970; Ellis-Evans, 1996). Entre los trabajos de base sobre taxonomía y ecología de algas de agua dulce, realizados en cuerpos de agua lénticos ubicados en las regiones de la Antártida Continental y Marítima se pueden citar los de Heywood,

1967; Heywood, 1978; Vincent y Vincent, 1982; Hawes, 1983, 1985; Howard-Williams *et al.*, 1986; Priddle *et al.*, 1986; Vincent, 1988; Hawes, 1990; Simmons Jr. *et al.*, 1993; Ellis-Evans, 1996 y Jones, 1996.

Diversas investigaciones limnológicas se han desarrollado en la zona de la Antártida Marítima. En particular, para la Península Antártica, a partir del año 1962 y con mayor énfasis desde 1993 hasta el presente, se realizaron una serie de trabajos limnológicos que involucraron a las comunidades fitoplanctónicas y epilíticas de ambientes lénticos y a los factores físico-químicos (Corte, 1962; Izaguirre *et al.*, 1993, 1996, 1998; Vinocur e Izaguirre, 1994; Vinocur y Pizarro, 1995; Tell *et al.*, 1995; Mataloni *et al.*, 1998; Pose e Izaguirre, 1998; Mataloni y Pose, 2001).

Para la zona de las Shetland del Sur las investigaciones limnológicas son, en general, escasas. Los primeros estudios en ambientes lénticos fueron realizados por Arcos (1990) quién estudio la estructura y dinámica del fitoplancton y zooplancton de un lago oligotrófico ubicado en la Isla Greenwich. Investigaciones posteriores llevadas a cabo tanto en la Isla 25 de Mayo como en la Isla Livingston (ambas pertenecientes al archipiélago de las Shetland del Sur) se centraron en la taxonomía y ecología de distintas comunidades algales, principalmente de lagos y lagunas (Contreras *et al.*, 1991; Montecino *et al.*, 1991; Hansson y Håkansson, 1992; Jones *et al.*, 1993; Temniskova-Topalova *et al.*, 1996; Van de Vijver y Beyens, 1997; Mrozinska *et al.*, 1998 a, b; Kawecka *et al.*, 1998; Chipev y Temniskova-Topalova, 1999; Komárek, 1999; Komárek y Komárek, 1999).

Por otra parte, la información limnológica disponible para los cuerpos de agua de Península Potter es aún más reducida, y trata básicamente sobre las características morfométricas de 28 cuerpos de agua lénticos con superficies mayores a 3.000 m² (Drago, 1983). Tatur (1989) estudió los suelos ornitogénicos ubicados en la zona de Punta Stranger mientras que Godagnone (1997) describió los diferentes tipos de suelos de la Península. Otros estudios estuvieron enfocados hacia la taxonomía, morfología y ecología del zooplancton (Pezzani-Hernandez, 1975; Campos *et al.*, 1978; Paggi, 1983, 1987, 1996). Una serie de trabajos sobre las comunidades fitoplanctónicas y epilíticas de los lagos de Península Potter realizados por Unrein y Vinocur (1999), Vinocur y Pizarro (2000) y Vinocur y Unrein (2000), forman parte de esta Tesis Doctoral.

Importancia de esta investigación

Para los biólogos, la Antártida representa un laboratorio donde la vida puede ser observada en uno de los extremos del espectro ambiental y donde las adaptaciones a esas condiciones extremas pueden ser estudiadas y medidas. Además, en su mayor parte es un territorio que se encuentra libre de perturbaciones ocasionadas por la actividad humana (Simmons Jr. *et al.*, 1993).

Como parte de las investigaciones encaradas en la Antártida a partir del año 1989, por los integrantes del Laboratorio de Limnología y Ficología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA), en el verano de 1995/96 comencé con el estudio de las comunidades fitoplanctónicas y epilíticas en los cuerpos lénticos de la Península Potter (Isla 25 de Mayo, Shetland del Sur). Dada las extremas condiciones ambientales de la Antártida, las comunidades algales presentan características particulares. En especial, en la Antártida Marítima las algas presentan ciclos de vida cortos y rápidos que se desarrollan fundamentalmente desde inicios de primavera hasta fines del verano. Estas características hacen de las algas uno de las principales productores de materia orgánica en las zonas costeras de este continente. Estos estudios tienen como objetivo final, la caracterización espacial así como la variación temporal de la ficoflora fitoplanctónica y epilítica de los lagos y lagunas de esta zona.

La importancia de iniciar estudios en esta nueva zona de la Antártida radica en la enorme diversidad de limnótopos lénticos y lóticos presentes, los que difieren entre sí marcadamente en sus características morfométricas y limnológicas. Se encuentran asentados sobre diversos tipos de suelos, con o sin vegetación y con diferente grado de influencia tanto de mamíferos y aves marinos, como de la actividad humana.

Los estudios ecológicos efectuados en cuerpos de agua de Península Potter incluyeron los primeros listados florísticos sobre algas de agua dulce de esta zona (Unrein y Vinocur, 1999; Vinocur y Pizarro, 2000; Vinocur y Unrein, 2000). Cabe destacar que aquí se presenta por primera vez el estudio integral de la ficoflora. Más allá de la importancia florística de los datos, la comparación con las floras de otros ambientes similares de Antártida y del sur de nuestro país, reviste un interés biogeográfico.

Los estudios realizados se encuentran enmarcados dentro de las líneas prioritarias de investigación propuestas a nivel mundial para la Antártida por el

SCAR (Plan Biotas: Biological Investigations on Terrestrial Antarctic Systems). Por otra parte, un gran número de los cuerpos de agua relevados para este trabajo se encuentran situados en el denominado SEIC n°13 (Sitio de especial interés científico) localizado en la Península Potter, zona reservada exclusivamente para investigaciones científicas.

Al ser la Antártida el único continente prístino, actualmente es objeto de estudio para testear distintas hipótesis en diversas ramas de la ciencia. Entre otras, pueden mencionarse las evaluaciones relacionadas con el cambio global, disminución de la capa de ozono, efecto invernadero, influencia de la radiación ultravioleta sobre los ecosistemas, etc. Debido a la íntima asociación entre los lagos y el medio terrestre circundante en términos de balance de calor, los lagos antárticos podrían ser usados como excelentes laboratorios donde estudiar la marcha del calentamiento global (Simmons Jr. *et al.*, 1993). En este sentido este estudio aporta información básica de importancia no sólo local, sino extrapolable a otras regiones del planeta. Asimismo, los estudios expuestos a continuación permitirían evaluar los aportes de sedimentos, materia orgánica y própagulos de estos cuerpos de agua a los ecosistemas costeros, con su gran implicancia para las cadenas tróficas marinas.

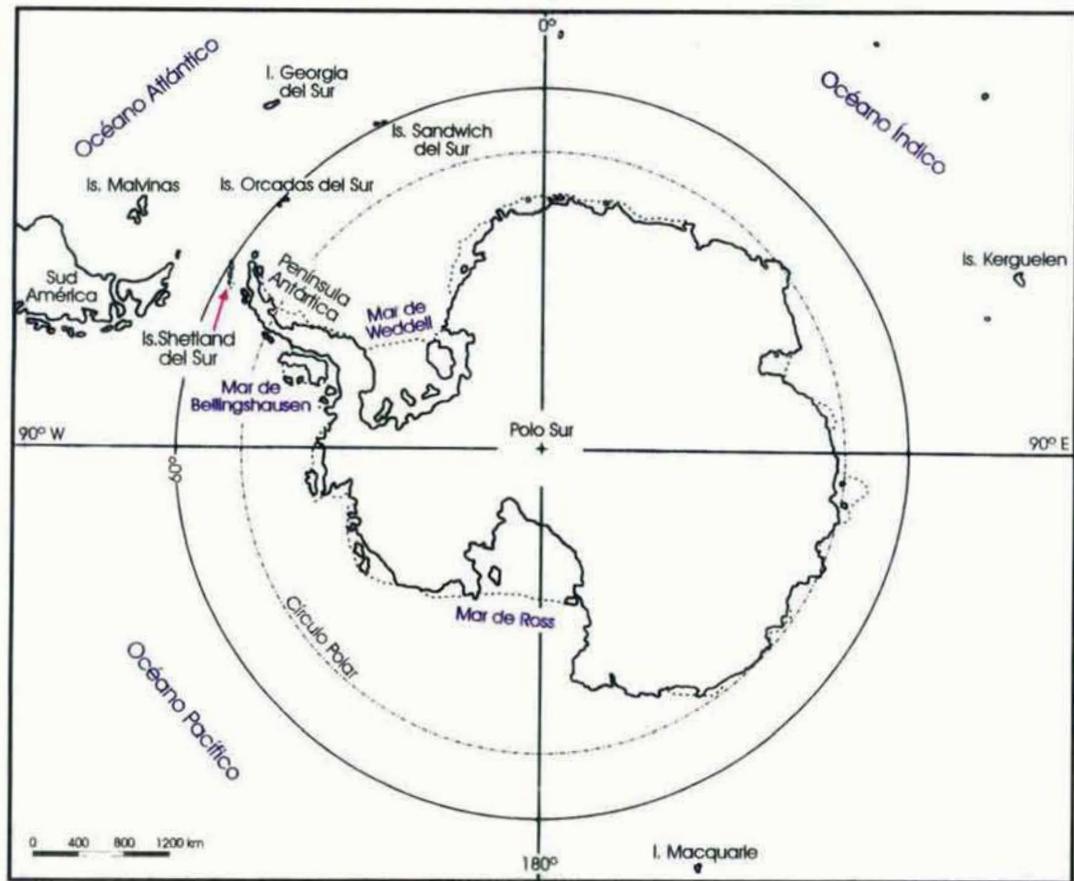


Fig. 1: Mapa del Continente Antártico.

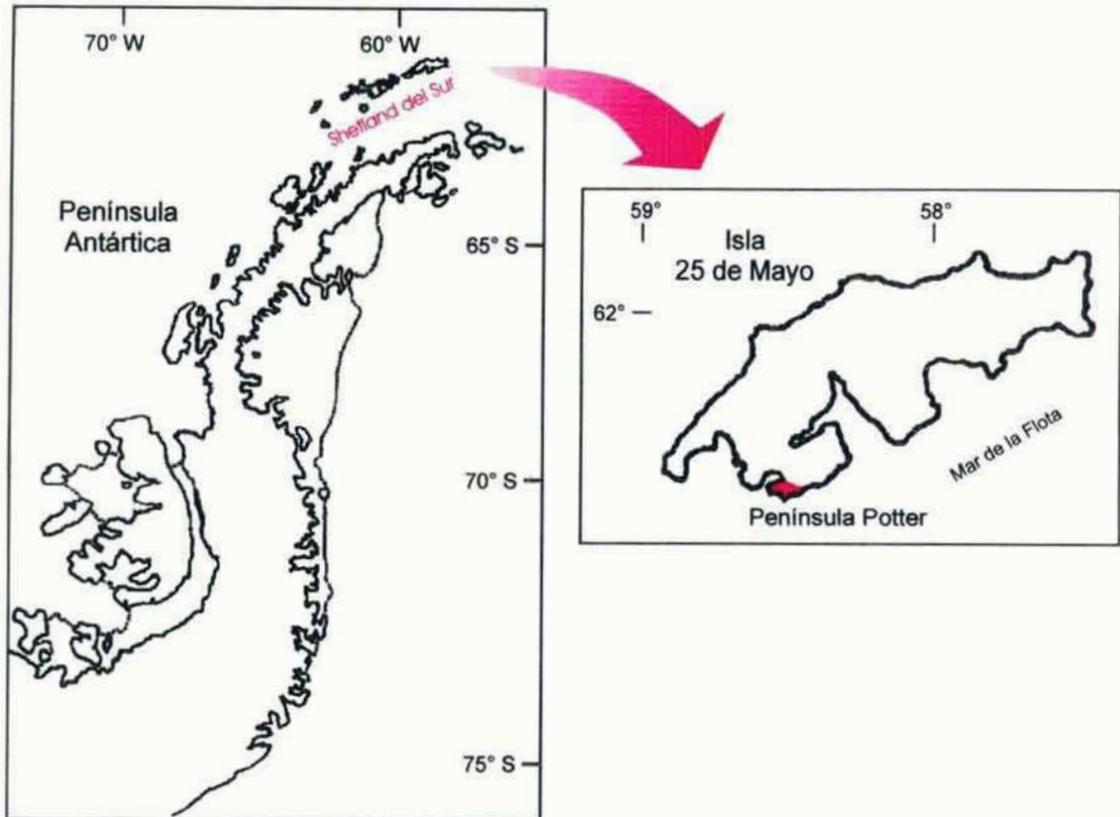


Fig. 2 : En el mapa de la Península Antártica se señala la ubicación de las Islas Shetland del Sur. En detalle, la Isla 25 de Mayo y ubicación de la Península Potter (zona donde se realizaron los estudios).

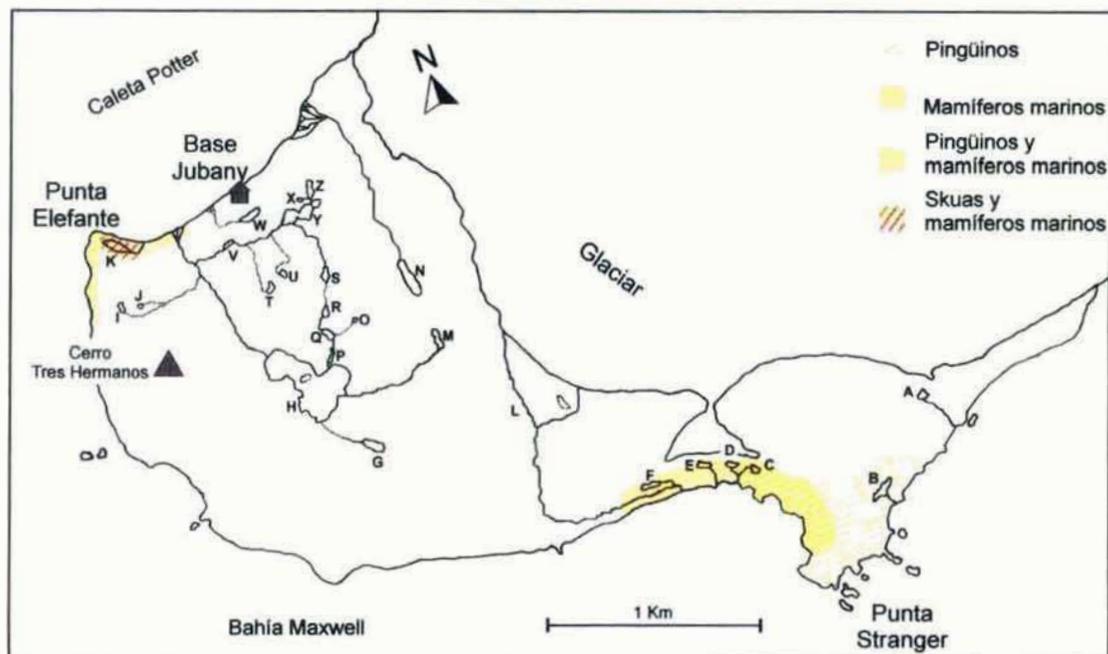


Fig. 3 : En el mapa se ubican los cuerpos de agua estudiados en Península Potter indicados con letras: A-Z. También se señala la presencia de diferentes animales (pinguinos, skuas, lobos y elefantes marinos).

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

OBJETIVOS

Se plantearon los siguientes objetivos florísticos y ecológicos:

- 1) El relevamiento exhaustivo de la ficoflora de ambientes lénticos, con el propósito de realizar un estudio taxonómico tanto de la flora fitoplanctónica como de la epilítica.
- 2) La caracterización regional limnológica de 26 cuerpos de agua en base a los parámetros físico-químicos y a la comunidad fitoplanctónica (análisis cuali y cuantitativo).
- 3) La caracterización regional limnológica de 26 cuerpos de agua en base a los parámetros físico-químicos y a la comunidad epilítica (análisis cualitativo).
- 4) Establecer el estado trófico de estos ambientes en base a los parámetros ambientales y ficológicos.
- 5) Comparar la diversidad algal entre sistemas con distintos niveles de aporte orgánico por parte de la macrofauna.
- 6) Analizar la influencia de la fauna antártica (aves y mamíferos) en el aporte de nutrientes a los sistemas acuáticos antárticos y su efecto sobre las comunidades algales.
- 7) Estudiar la estructura y dinámica del fitoplancton de 4 cuerpos de agua seleccionados.

HIPOTESIS

- 1) Dada la gran diversidad de ambientes lénticos en Península Potter se espera hallar una elevada riqueza específica comparable a otras zonas insulares de la Antártida Marítima.
- 2) Las diferencias en las características limnológicas entre los cuerpos de agua de Península Potter se verán reflejadas en diferencias estructurales en las comunidades fitoplanctónicas y epilíticas.
- 3) Cuerpos de agua con distintos niveles tróficos presentarán especies y/o asociaciones algales indicadoras de esas diferencias.
- 4) La estructura y dinámica de las comunidades algales fitoplanctónicas se verán afectadas por las características de la cuenca (ej: presencia de vegetación, fauna, proximidad al mar, etc.) donde se encuentran localizados los diferentes cuerpos de agua estudiados.
- 5) La dinámica de las comunidades fitoplanctónicas estará asociada a los pronunciados cambios ambientales estivales (intensidad de luz, ciclos de congelamiento y descongelamiento, vientos, etc.).

ÁREA DE ESTUDIO

Este estudio se llevó a cabo en Península Potter, ubicada en el extremo sudoeste de la Isla 25 de Mayo (la de mayor tamaño del archipiélago de las Shetland del Sur, Antártida) (Fig. 2). La Península tiene como límites naturales, al norte la caleta del mismo nombre, y al sur y al oeste el Mar de la Flota. Al este se ubica un extenso glaciar que cubre la isla en forma permanente con alturas medias de unos 45 m s.n.m. (Fourcade, 1960). En Península Potter se encuentra la Base Científica Jubany (dependiente de la Dirección Nacional del Antártico) y un gran área designada como Sitio de Especial Interés Científico (SEIC n° 13), donde están localizados numerosos cuerpos de agua lénticos y lóticos (Fig. 3).

Península Potter está ubicada en la zona climática conocida como la Antártida Marítima (Holdgate, 1964; Van de Vijver y Beyens, 1999). Exhibe pequeñas variaciones de temperatura a lo largo del año con temperaturas medias en verano: 2,4 °C y en invierno: -4 °C (Godagnone, 1997), una abundante nubosidad baja del tipo *stratus* y en consecuencia un bajo índice de heliofanía efectiva (Fourcade, 1960). En esta zona son comunes los vientos fuertes y húmedos que soplan desde el este o desde el oeste (Drago, 1983). En general, la Península así como otras zonas de la Antártida Marítima, se encuentra libre de hielo y nieve durante el verano austral aunque es común observar bancos de nieve y parches de hielo en algunas zonas (Drago, *op. cit.*; Heywood, 1978; Izaguirre *et al.*, 1998).

La geología regional está conformada por suelos dominados principalmente por rocas basálticas, sedimentarias y metamórficas. Las cubetas de los cuerpos de agua son de origen glaciario y algunos de los lagos y lagunas estudiados se encuentran rodeados por depósitos morénicos. El relieve es de tipo mesetiforme con predominio de elevaciones con cimas redondeadas que no superan los 60 m s.n.m. (Fourcade, 1960). Se destaca el cerro Tres Hermanos con una altura máxima de 196 m s.n.m, formado por basalto columnar. El área de estudio presenta un relieve ondulado que en sectores se torna quebrado (Godagnone, 1997).

Los lagos, lagunas y arroyos que se encuentran en la Península son de variada complejidad (Fig. 3). Se observa una heterogeneidad espacial en relación a la vegetación circundante y a la presencia de fauna, lo que da origen a una amplia variedad de cuencas con diferentes características (Figs. 4, 5, 6)

Los cuerpos de agua lénticos reciben agua por medio de las lluvias, del drenaje subsuperficial y de arroyos originados en bancos de hielo o de nieve; varios

de ellos poseen una calota de hielo que nunca llega a descongelarse totalmente (Drago, 1983). En el caso de la Antártida, podemos definir a los lagos como cuerpos de agua que nunca se congelan en toda su profundidad y a las lagunas como cuerpos de agua poco profundos (lagos someros) que generalmente se congelan hasta el fondo (Røen, 1962). Algunos están aislados, mientras que otros están conectados en forma efímera o permanente con otros cuerpos de agua a través de chorrillos.

Para este estudio, se seleccionaron 26 cuerpos de agua lénticos con diferentes características morfométricas, físicas y químicas. La mayoría de los lagos y lagunas están localizados en cuencas cubiertas con musgos (*Andreaea gainii* Card., *A. sp.*, *Bartramia patens* Brid, *Calliergon sarmentosum* (Wahlenb.) Kindb., *Chorisodontium aciphyllum* (Hook. et Wils) Broth., *Conostomum magellanicum* Sull., *Ditrichum sp.*, *Drepanocladus uncinatus* (Hedw.) Warnst., *Pohlia nutans* (Schreb. ap. Hedw.) Lindb., *Tortula sp.*, etc.), mientras que los líquenes dominan las zonas elevadas (*Cladonia cornuta* Schaer., *C. sp.*, *Himantormia lugubris* (Hue) Lamb, *Leptogium puberulum* Hue, *Ramalina terebrata* Hook. et Tayl., *Sphaerophorus globosus* (Huds.) Vain., *Usnea antarctica* Frey et Lamb, *U. fasciata* Torr., etc.) (Benitez, *com. pers.*). El alga verde macroscópica *Prasiola crispa* (Lightf.) Menegh. se encuentra en la zona de las pingüineras. Algunas áreas presentan plantas vasculares pero en escasa cantidad (*Deschampsia antarctica* Desv., *Colobanthus quitensis* (Kunth) Bartl.) mientras que otras están desprovistas de vegetación. Las cuencas de lagos y lagunas próximos a la costa (fundamentalmente aquellos ubicados en Punta Stranger), presentan una fauna muy rica formada por grandes poblaciones de pingüinos (*Pygoscelis papua* Forster, *P. adeliae* Hombron et Jacquinot), elefantes y lobos marinos (*Mirounga leonina* Linneo, *Archtocephalus gazella* Peters) y otras aves como los skúas (*Catharacta antarctica* Lesson) (Fig. 3). Los cuerpos lénticos también presentan diferencias en la composición del fondo de sus cubetas; algunas están compuestas principalmente por grava, piedras o por sedimento fino mientras que otros presentan el fondo cubierto por carpetas de musgos, dominadas basicamente por *Drepanocladus uncinatus* (Hedw.) Warnst. y *Conostomum magellanicum* Sull. (Benitez, *com. pers.*).

La estructura en parches del paisaje de esta región (ej.: áreas colonizadas por musgos situadas entre zonas rocosas) origina diferentes tipos de cuencas y lagos. En la Tabla 1 se presentan los principales datos morfométricos y las

características de la cuenca de los 26 cuerpos de agua seleccionados. Los datos morfométricos fueron obtenidos de Drago (1983); se incluyen algunos datos más recientes proporcionados por Astrada y Cirelli (*com. pers.*), del Valle *et al.* (*com. pers.*) y de nuestras propias mediciones en el terreno. Las características particulares de cada cuerpo de agua se describen en los capítulos correspondientes.

Tabla 1: Para cada cuerpo de agua (A-Z) se indica la morfometría de la cubeta y las características de la cuenca.

	Tipo de cuerpo de agua	Alt. (m)	Dist. (m)	Area (m ²)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Zmax (m)	Zmedia (m)	Largo (m)	Ancho (m)	Líquenes	Musgos	<i>Prasiola crispa</i>	Pingüinos	Mamíferos	Otras aves
A	laguna	15	150				<2				0	2	0	0	0	1
B	laguna	10	50				<1				0	0	5	5	1	2
C	lago	10	40				<3				0	0	1	3	4	1
D	lago	10	40	7590 [#]		351 [#]	<3		127 [#]	82 [#]	0	0	1	1	4	2
E	lago	10	40	3080 [#]		228 [#]	<3		77 [#]	64 [#]	1	0	1	1	4	3
F	lago	3	30	8980 [#]		737 [#]	<3		170 [#]	103 [#]	0	2	0	0	3	0
G	lago	60*	350*	4470 [#]		350 [#]	<3		136 [#]	48 [#]	0	2	0	0	0	1
H	lago	50*	700*	88270 [#]	186017*	1959 [#]	6,50*	2,54*	516 [#]	318 [#]	0	1	0	0	0	0
I	laguna	15*	100	2495*	1399*	206*	1,85*	0,56*	63*	56*	4	5	0	0	0	3
J	laguna	12	200	347**		64 [#]	<1		31**	14**	4	5	0	0	0	3
K	laguna	0,5*	20*	1970 [#]		200 [#]	<1		88 [#]	34 [#]	0	3	0	0	1	4
L	lago	60	550 [#]	231720 [#]		2984 [#]			908 [#]	447 [#]	0	0	0	0	0	0
M	lago	30	1080 [#]	3190 [#]		412 [#]			138 [#]	53 [#]	0	0	0	0	0	0
N	lago	30	890 [#]	8370 [#]		437 [#]			161 [#]	88 [#]	0	0	0	0	0	0
O	laguna	65*	600*	2125*	1212*	167*	1,45*	0,57*	60*	46*	5	3	0	0	0	2
P	laguna	40	980 [#]				<1				0	0	0	0	0	0
Q	laguna	40	850 [#]	693**			<1		38**	18**	2	3	0	0	0	0
R	laguna	40	810 [#]	188**			<1		22**	9**	0	5	0	0	0	0
S	laguna	40	600 [#]	762**			<1		38**	26**	3	2	0	0	0	1
T	laguna	25	600	79**			<1		10**	10**	2	5	0	0	0	1
U	laguna	25*	600*	792*	280*	138*	1,35*	0,35*	60*	16*	1	2	0	0	0	0
V	laguna	17,5*	200*	1182*	180*	141*	0,32*	0,15*	60*	29*	0	5	0	0	0	3
W	lago	12*	100*	5922*	4696*	387*	2,20*	0,79*	140*	63*	2	5	0	0	0	0
X	lago	22*	250*	677*	390*	96*	2,00*	0,58*	35*	25*	2	5	0	0	0	1
Y	lago	20*	250*	3050*	780*	225*	3,00*	0,26*	77*	53*	2	5	0	0	0	3
Z	lago	20*	250*	3890*	4590*	295*	3,30*	1,18*	122*	45*	2	2	0	0	0	0

* Datos tomados de Drago (1983)

** Datos proporcionados por Astrada y Cirelli (com. pers.).

Datos proporcionados por del Valle, Vallverdú, Lusky y Gomez Izquierdo (com. pers.).

La importancia de la cobertura de animales y vegetación para cada cuenca se señala con una escala de 0-5. (0: ausente, 1: raro, 2: escaso, 3: frecuente, 4: abundante, 5: muy abundante).



Fig. 4 : Desde el Cerro Tres Hermanos y hacia el nunatak se observa una vista panorámica de la Base Científica Jubany y algunos de los cuerpos de agua estudiados. Los mismos se indican con letras.

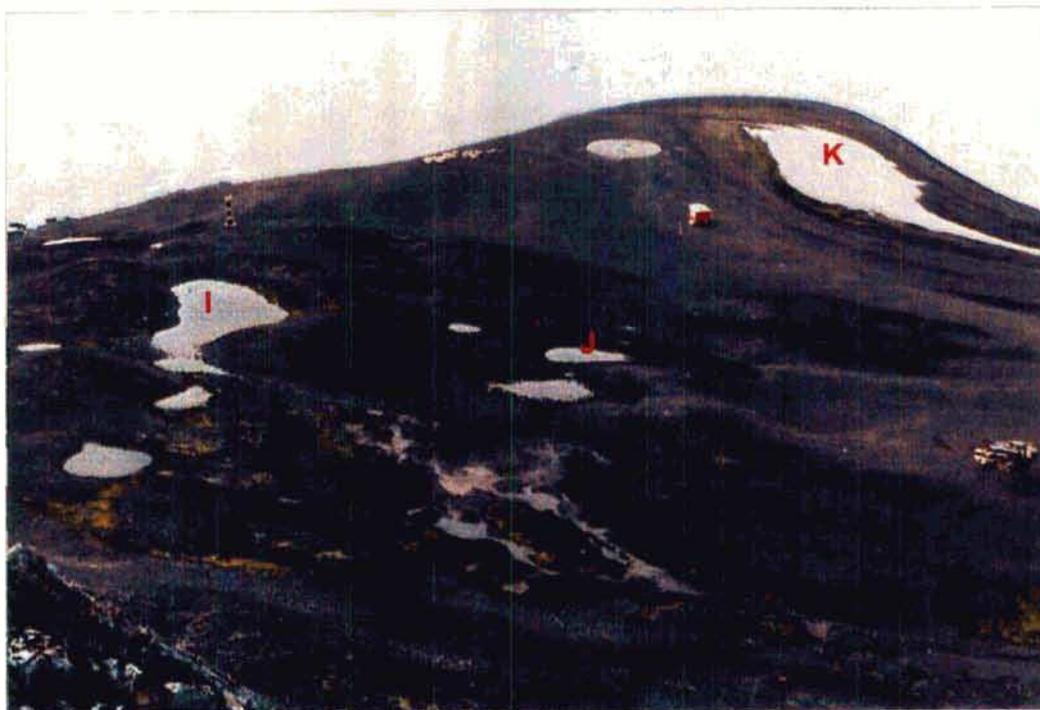


Fig. 5: Desde el Cerro Tres Hermanos y hacia el helipuerto se observan algunos de los cuerpos de agua estudiados. Los mismos se indican con letras.



Fig. 6 : Desde el Cerro Tres Hermanos y hacia Punta Stranger, se observan algunos de los cuerpos de agua estudiados. Los mismos se indican con letras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Todos los muestreos abarcaron los períodos estivales de 1995/1996 y 1996/1997 (Campañas Antárticas de Verano), dado que es la época en la que se producen los mayores procesos productivos en el Continente Antártico.

Estudio de la flora algal de 26 cuerpos de agua lénticos de Península Potter (Capítulo I):

Para la clasificación sistemática se adoptó en general el criterio de Bourrelly (1970, 1972, 1981). Para las Bacillariophyceae se siguió el sistema de Simonsen (1979) y para las Chlorophyta el sistema de Van den Hoek *et al.* (1995). El sistema taxonómico de Komárek y Anagnostidis (1986) y Anagnostidis y Komárek (1988) se usó para las Cyanobacteria.

La determinación taxonómica de las algas se realizó en base a sus características morfológicas. Para la identificación a nivel específico e infraespecífico se usó principalmente la siguiente bibliografía: Hüber-Pestalozzi (1941) y Starmach (1985) para las Chrysophyceae; Geitler (1932) y Komárek y Anagnostidis (1999) para las Cyanobacteria; Krammer y Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991) y publicaciones más específicas (Krasske, 1938; Le Cohu y Millard, 1983; Patrick y Reimer, 1966) para las Bacillariophyceae; Komárek y Fott (1983) para las Chlorococcales y Ettl (1978) para las Tribophyceae. También se consultaron los principales trabajos florísticos disponibles para la zona antártica: Broady (1979, 1982, 1986, 1987); Brook y Williamson (1983); Carlson (1913); Frenguelli (1943); Frenguelli y Orlando (1958); Fumanti *et al.* (1994, 1995, 1997); Hawes (1989); Kawecka y Olech (1993); Kawecka *et al.* (1998); Le Cohu y Maillard (1983, 1986); Ling y Seppelt, 1998; Luscinska y Kyc (1993); Prescott (1979); Riaux-Gobin y Compère (1996); Tell *et al.* (1995); Temniskova-Topalova *et al.* (1996); Thézézien y Couté (1977); Van de Vijver y Beyens (1996, 1997); Vinocur e Izaguirre (1994); Vinocur y Pizarro (1995); Wasell y Håkansson (1992) y West y West (1911). Para definir el hábitat de las diatomeas se siguió el criterio de De Wolf (1982) y Van Dam *et al.* (1994).

En el estudio florístico de las algas de Península Potter, cuando en el ítem "Distribución" figura Antártida, significa que ese taxón puede estar presente en cualquier zona de este Continente (Antártida Continental, Antártida Marítima, Subantártida). Las abreviaturas de las dimensiones son: D diámetro, L largo y l ancho. Las dimensiones dadas por otros autores se colocan entre paréntesis. El asterisco que figura en algunos taxones corresponde a las nuevas citas para la

Antártida registradas por primera vez en los trabajos de Unrein y Vinocur (1999), Vinocur y Unrein (2000) y Vinocur y Pizarro (2000) y que forman parte de esta Tesis Doctoral.

El procedimiento para la obtención de muestras de fitoplancton y epilíton con el fin de realizar el análisis cualitativo de las algas, se detalla en el próximo apartado.

Estudio del fitoplancton y epilíton de 26 cuerpos de agua lénticos de Península Potter (Capítulo II-1 y II-2):

Dado que los lagos y lagunas estudiados no cuentan con nomenclatura oficial, se utilizó para denominarlos las letras del alfabeto (A-Z) (Fig. 3).

Los cuerpos de agua se muestrearon dos veces durante la estación estival 1995/1996: la primer toma de muestras se realizó entre el 30/12/95 y el 5/1/96; la segunda entre el 29/1/96 y el 7/2/96. En todos los lagos y lagunas estudiados se seleccionó un sitio de muestreo, salvo en el caso de los lagos L y H que, por sus grandes dimensiones y heterogeneidad, fueron muestreados en 2 y 3 sitios respectivamente.

Para cada sitio de muestreo se midieron *in situ*: la temperatura del agua, el pH y la conductividad con sensores de campo Hanna HI8314 y HI8033 respectivamente; la transparencia se estimó con el disco de Secchi. Se tomaron muestras para medir la concentración de oxígeno disuelto por el método de Winkler (APHA, 1975).

Además se recolectaron muestras subsuperficiales de agua para los análisis químicos, las que se filtraron a través de filtros Whatman GF/F y se preservaron congeladas a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta su posterior análisis en el Laboratorio de Limnología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, en Buenos Aires. El agua filtrada se utilizó para estimar las concentraciones de fósforo reactivo soluble (PRS) por el método del cloruro estañoso (APHA, 1975), $\text{NH}_4\text{-N}$ por la reacción de azul de bromotimol (APHA, *op. cit.*) y la concentración de $\text{N-(NO}_3\text{+NO}_2\text{)}$ siguiendo el método del cadmio esponjoso (Mackereth *et al.*, 1978). Se definió al nitrógeno inorgánico disuelto (NID) como la suma del $\text{NH}_4\text{-N}$ + $\text{N-(NO}_3\text{+NO}_2\text{)}$. La concentración de fósforo total (PT) se determinó a partir de muestras no filtradas, luego de una digestión ácida (H_2SO_4), utilizando el mismo método empleado para PRS. La concentración de sólidos suspendidos (SS) se obtuvo a partir de muestras

filtradas por filtros Whatman GF/C (previamente secados y pesados). El peso seco se calculó siguiendo el método descrito en APHA (*op. cit.*).

Para calcular la concentración de clorofila-a también se filtró el agua a través de filtros Whatman GF/F, los que se almacenaron en freezer a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. La extracción de clorofila-a se realizó con etanol caliente ($65\text{-}70\text{ }^{\circ}\text{C}$) como solvente de extracción. Se mantuvieron las muestras en frío ($4\text{ }^{\circ}\text{C}$) y oscuridad durante 24 hs para maximizar la extracción. La concentración de clorofila-a (corregida por feopigmentos) se midió con un espectrofotómetro antes y después de la acidificación con HCl (1N). Los cálculos se realizaron utilizando las ecuaciones propuestas por Marker *et al.* (1980).

Los datos meteorológicos de la zona correspondientes al período en estudio fueron proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional con sede en la Base.

Para el análisis cualitativo del fitoplancton se tomaron muestras subsuperficiales concentradas por arrastre con red de $15\text{ }\mu\text{m}$. Para la obtención de las algas epilíticas se procedió de la siguiente forma: en cada cuerpo de agua se extrajeron dos piedras tomadas al azar del fondo de la zona litoral (no más de 30 cm de profundidad) y aproximadamente a no más de 1m de la costa. Las piedras se rasparon con un cepillo fino con el objeto de desprender las algas adheridas. El material, tanto de fitoplancton como de epilíton fue observado y dibujado *in vivo* en la Base Jubany mediante el uso de un microscopio Zeiss equipado con tubo de dibujo. También se preservaron fracciones del material en formaldehído al 4 % para el posterior tratamiento y observación de casos particulares en Buenos Aires (ej.: frústulos de diatomeas, quistes de Chrysophyceae, etc.). Para una mejor observación de los frústulos se aplicaron tratamientos estándar (Patrick y Reimer, 1966). Las especies más frecuentes se ilustran por medio de fotos, utilizando un microscopio Nikon adosado a un analizador de imágenes.

El análisis cuantitativo del fitoplancton se llevó a cabo a partir de muestras recolectadas con frascos de PVC de 250 ml y fijadas con Lugol acidificado 1% para su posterior recuento. Se utilizaron cámaras de recuento de 5, 10 ó 25 ml de acuerdo a la concentración de algas presentes en cada muestra. Se dejaron sedimentar réplicas de cada muestra en cámaras de recuento por lo menos 24 horas y luego las densidades fitoplanctónicas se estimaron mediante el método del microscopio invertido (Utermöhl, 1958), aceptando como máximo un 20 % de error en la estimación de la abundancia de las entidades más frecuentes (Venrick, 1978).

$$e = \frac{(S / \sqrt{n}) \cdot t(\alpha, n-1)}{\bar{X}}$$

e = error porcentual

S = desviación estándar

n = número de campos

\bar{X} = media muestral

t (α , n-1) = t de Student

En todos los casos se contaron individuos. Cuando se trataba de organismos coloniales o filamentosos se estableció *a priori* un tamaño estándar que correspondiera a un individuo y se lo consideró como la unidad. La diversidad específica se calculó siguiendo la fórmula de Shannon y Weaver (1949) y, además, se calcularon la riqueza y equitatividad específica (Pielou, 1977).

La clasificación del nivel trófico de los cuerpos de agua se realizó siguiendo el criterio de Vollenweider (1969) en relación a la clorofila-a y a los nutrientes.

Tratamiento numérico de los datos (Capítulo II-1): Para la ordenación de los 26 cuerpos de agua en base a los parámetros físicos y químicos y al fitoplancton, se utilizó Análisis de Componentes Principales (PCA), basado en la matriz de correlación de datos abióticos y bióticos estandarizados. En este análisis, se promediaron para cada variable los valores de las dos fechas de muestreo. En el caso de los dos lagos de mayor tamaño, se utilizó el promedio de todos los datos obtenidos en los diferentes sitios y fechas. Dado que los valores de temperatura y oxígeno disuelto están fuertemente influenciados por las variaciones diarias de las condiciones meteorológicas (Priddle *et al.*, 1986; Ellis-Evans, 1996) no se incluyeron en el análisis multivariado de los datos.

Tratamiento numérico de los datos (Capítulo II-2): En relación a los parámetros físicos y químicos y al epilíton, los lagos se clasificaron mediante agrupamiento divisivo (TWISPAN) (Hill, 1979). Para la ordenación de los sitios se utilizó Análisis de Correspondencia Canónica (ACC), una técnica que combina la ordenación con regresión múltiple (Ter Braak, 1988). En este trabajo, la ordenación por ACC se utilizó además para estudiar la relación entre las especies algales y los factores

ambientales. Los análisis TWINSPAN y ACC se basaron en datos de presencia-ausencia de los taxones algales. Se valoró la significación de los análisis de ordenación mediante permutaciones Montecarlo.

Previó a la ordenación, se usó el procedimiento "Variable Inflation Factor" del programa CANOCO (Ter Braak, 1988) para detectar y eliminar las variables ambientales muy correlacionadas entre sí para ser analizadas en forma conjunta. Para este análisis se utilizó la misma matriz de valores promedio de datos abióticos y bióticos empleada para el PCA del Capítulo II-1.

Estudio de la estructura y dinámica del fitoplancton del lago H (Capítulo III- 1):

Se tomaron seis series de muestras (1-6) entre el 5/1/96 y el 14/2/96. Se seleccionaron tres sitios de muestreos litorales: H1 cerca del arroyo efluente (arroyo Matías), H3 próximo a la base del cerro Tres Hermanos (SO) y H5 próximo a la base del glaciar (NE). Además se ubicaron dos sitios de muestreo en la zona limnética: H2 en el centro de la cubeta de menor tamaño y H4 en la cubeta grande (Figs. 7, 8). Se tomaron muestras de agua subsuperficiales en las zonas litorales, mientras que en H2 y H4 las muestras fueron tomadas en superficie, Secchi y Secchi x 3 con una botella de Van Dorn.

Las muestras de agua para los análisis físico-químicos y biológicos y las muestras de fitoplancton para los análisis cualitativos y cuantitativos, se recolectaron y analizaron de la misma forma que se explicó para el estudio de los 26 cuerpos de agua.

La biomasa algal ($\mu\text{m}^3 \text{ ml}^{-1}$) fue estimada como volumen celular. El biovolumen de cada taxón fue calculado aproximando la forma celular a figuras geométricas simples, usando las dimensiones promedio de 10 ejemplares para los taxones más abundantes y de la literatura para los taxones raros (Hillebrand *et al.*, 1999). Se tomaron en cuenta para este cálculo solo aquellas especies que al menos una vez presentaron una densidad mayor al 3 % respecto del total de esa muestra.

Tratamiento numérico de los datos (Capítulo III-1): Se utilizó el Análisis de Componentes Principales (PCA) para obtener una ordenación de los sitios de muestreo basada en la matriz de correlación de los parámetros físico-químicos estandarizados y otra basada en la matriz de correlación de los parámetros bióticos

(clorofila-a, diversidad específica, equitatividad y densidad de los grupos algales de mayor jerarquía taxonómica).

Se consideró como especies raras aquellas que estuvieron presentes solo en una muestra con una densidad relativa que no superara el 3 %. Las especies raras se excluyeron del análisis numérico porque atenúan las correlaciones y confunden el análisis (Allen y Koonce, 1973).

Se utilizó un diseño de bloques aleatorizados de ANOVA para probar la homogeneidad vertical de cada variable abiótica y biótica estudiada en el centro de las cubetas. Se utilizaron transformaciones logarítmicas y de raíz cuadrada para obtener la homogeneidad de varianzas y la normalidad de las variables analizadas.

Estudio de la estructura y dinámica del fitoplancton de tres cuerpos de agua (Capítulo III 2-4):

Se seleccionaron tres cuerpos de agua denominados como B, F y W, los que se muestrearon seis veces entre el 11/11/96 y el 20/2/97 (Fig. 9).

Las muestras de agua para los análisis físico-químicos y biológicos y las muestras de fitoplancton para los análisis cualitativos y cuantitativos se colectaron y analizaron de la misma forma detallada en el caso del estudio de los 26 cuerpos de agua. La cobertura de hielo de la superficie de los cuerpos de agua se estimó mediante observaciones a campo y fotografías. En muchos cuerpos de agua la visibilidad llegaba al fondo y en aquellos casos en que fue necesario, la transparencia se estimó por medio del disco de Secchi.

Cabe señalar que la determinación taxonómica específica de algunos individuos de *Chlamydomonas* Ehr. fue en muchos casos dificultosa y por ello aparecen en los listados como *Chlamydomonas* spp. Dada la importancia de este género en los ambientes eutróficos antárticos (por ser un alga planctónica y alcanzar muchas veces densidades considerables) en el caso de la laguna B (Capítulo III-2) se las considera a nivel genérico.

Tratamiento numérico de los datos (Capítulo III 2-4): Para cada cuerpo de agua se estudió la correlación entre las variables bióticas y abióticas de a pares, utilizando el coeficiente de Spearman (Daniel, 1978).

Con el fin de analizar los cambios en la sucesión temporal de las comunidades fitoplanctónicas de los diferentes cuerpos de agua se utilizó el índice

de similitud de Stander o SIMI (Elber y Schanz, 1989) entre pares de muestras de fechas sucesivas y entre la primera y última muestra. Este índice se calculó como:

$$\text{SIMI} = \sum_{i=1}^s [A_i \cdot B_i (\sum_{i=1}^s A_i^2 \cdot \sum_{i=1}^s B_i^2)^{-1/2}]$$

donde a_i es el número de individuos de la especie i sobre el total de individuos N de la muestra A ; b_i es el número de individuos de la especie i sobre el total de individuos N de la muestra B ; s es el total de especies de ambas muestras. El SIMI compara la composición de 2 comunidades y varía entre 0 (no similares) y 1 (idénticas). Los taxones más abundantes aportan el mayor peso al índice. En esta parte del trabajo de Tesis se utilizó este índice para describir la sucesión temporal del fitoplancton utilizando a tal efecto las estimaciones de densidades de cada especie. Según Elber y Schanz (1989) si dos comunidades son similares se podría considerar que es un período estable, y consideran el límite de estabilidad a un valor de 0,6.

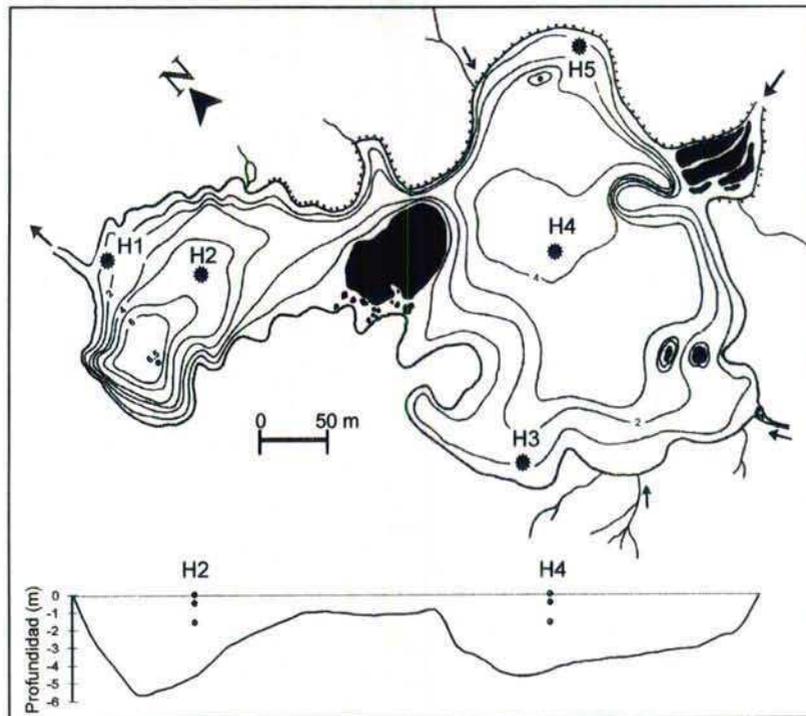


Fig. 7 : Mapa del Lago H mostrando la ubicación de los sitios de muestreo (H1-5). Las áreas en negro representan islas. (Mapa batimétrico del lago tomado de Drago (1983)).

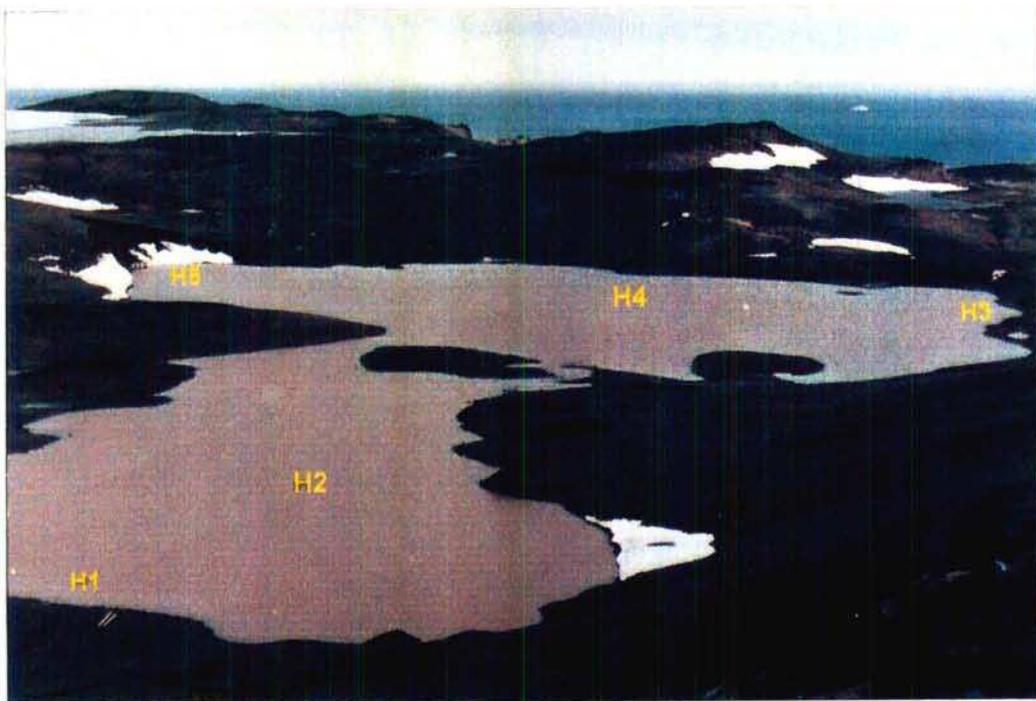


Fig. 8 : Vista panorámica del Lago H. Se indican los sitios de muestreo.

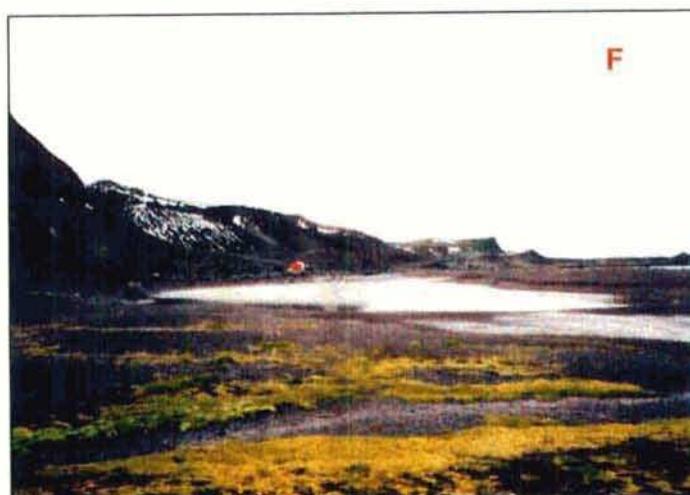
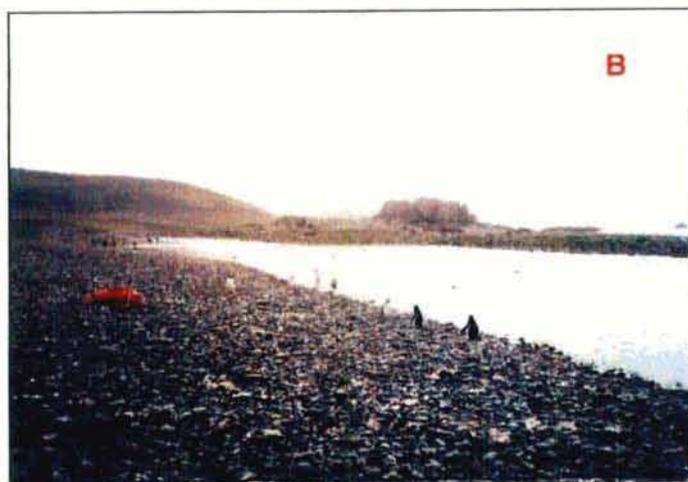


Fig. 9 : En las fotos se observa el aspecto general de la Laguna B, el Lago F y el Lago W.

CAPÍTULO I

**Estudio de la flora algal de cuerpos de
agua lénticos de Península Potter**

Se efectuó un relevamiento florístico de las algas de agua dulce de la región. Para cada entidad algal identificada, se proporcionan las medidas y la distribución geográfica. También se señalan los valores de las variables físico-químicas en que se hallaron y el número de cuerpos de agua para los que se las registró. Este trabajo constituye el primer análisis florístico integral de diferentes comunidades algales de 26 cuerpos de agua dulce de Península Potter. Las comunidades relevadas fueron las siguientes: fitoplanctónica, bentónica, epilítica, metafiton, aerófila y criófila, las que se pueden definir de la siguiente manera:

Fitoplancton: está formado por vegetales microscópicos que viven suspendidos en el seno del agua y que pueden tener cierta capacidad de locomoción (como flagelos) o ser completamente inmóviles; algunos pueden presentar mecanismos para regular su posición en la columna de agua (como vacuolas de gas que les permiten regular su flotabilidad). De cualquier modo los movimientos resultan muy débiles como para contrarrestar el efecto de las corrientes de agua. En muchos cuerpos de agua esta comunidad representa el primer nivel de productores primarios del ecosistema (Wetzel, 1983). Según la fracción de tamaño pueden definirse tres categorías: picoplancton ($< 2 \mu\text{m}$), nanoplancton ($2\text{-}20 \mu\text{m}$) y microplancton o plancton de red ($> 20 \mu\text{m}$).

Bentos: conjunto de organismos (en nuestro caso son algas) que viven asociados al fondo de los ecosistemas acuáticos (Stevenson, 1996). En general en los lagos existe una diferencia en relación a la zona litoral y profunda, siendo la primera mucho más heterogénea, lo que promueve una mayor diversidad e interacciones más complejas entre las diferentes especies. La zona más profunda es relativamente homogénea y por ello la diversidad bentónica es menor. En muchos ambiente pobres en nutrientes la comunidad bentónica suele ser importante productora (Margalef, 1983). Dentro del bentos encontramos al epilíton, el que está formado por las algas que viven adheridas a superficies duras y relativamente inertes como piedras y rocas y que pueden o no presentar estructuras especiales de fijación (pies gelatinosos, células de fijación, etc.) (Round, 1964; Stevenson, *op. cit.*).

Metafiton: formado por las algas de la zona fótica que no están directamente adheridas al sustrato ni libremente suspendidas en la columna de agua. En general son grupos de algas filamentosas verdes entrelazadas. Comprende diferentes especies de *Spirogyra* Link, *Mougeotia* Ag. y *Zygnema* Ag., las que en general

forman agregados flojos y están asociadas con el sustrato en zonas protegidas de las corrientes o las olas (Stevenson, 1996).

Las algas aerófilas son aquellas que habitan en ambientes subaéreos, frecuentemente expuestas al aire y no totalmente sumergidas bajo el agua, mientras que las algas criófilas son aquellas que prosperan en la nieve y el hielo (Johansen, 1999).

Resultados

En el estudio de la flora algal de los 26 cuerpos de agua estudiados se registró un total de 182 entidades entre especies y taxones infraespecíficos, distribuidos en 84 géneros (Tabla 2). En esta tabla se indica para cada taxón tanto el cuerpo de agua en que se encontró como la comunidad a la cual pertenece (en base a datos propios y de la bibliografía).

Desde el punto de vista biogeográfico, el 71% de los taxones registrados son cosmopolitas o están ampliamente distribuidos a nivel mundial, mientras que el resto se trata de entidades restringidas a zonas específicas (Fig. 10). Las siguientes especies son endémicas del continente antártico: *Leptolyngbya antarctica*, *L. frigida*, *Oscillatoria fracta*, *Phormidium attenuatum*, *Ph. simplicissimum* var. *antarcticum*, *Achnanthes germainii*, *Cocconeis californica*, *C. gautieri*, *Licmophora antarctica* y *Navicula austroshetlandica* mientras que *Navicula muticopsis* y *Dictyosphaerium dichotomum* se encuentran tanto en zonas árticas como antárticas. En relación al cono sur de América del Sur, de todos los taxones registrados 107 (59%) están citados para la Argentina, siendo 16 exclusivos de la Patagonia. Por otra parte, el 33% de los taxones fue citado para zonas templadas a frías.

En la Tabla 2 se presentan para cada taxón el número total de muestreos en los cuales se registró y las condiciones físico-químicas en las que fue encontrado a lo largo de este estudio. Para cada parámetro se dan los valores máximos, mínimos y el promedio.

En la Tabla 3 se muestra que la mayor parte de las especies registradas (143 entidades) son raras o de poca aparición, encontrándose sólo 39 (21,4%) presentes en por lo menos la mitad de los sitios muestreados. Entre las especies más comunes podemos citar algunas Cyanobacteria filamentosas y diatomeas pennadas: *Leptolyngbya fragilis*, *L. frigida*, *Phormidium autumnale*, *Ph. corium*, *Nitzschia palea*, *Achnanthes lanceolata* ssp. *lanceolata* var. *haynaldii*,

Gomphonema clavatum, *Hantzschia amphioxys*, *Navicula muticopsis*, *Nitzschia inconspicua*, *Pinnularia microstauron* var. *microstauron*, *P. krooki* y *Stauroneis anceps*.

Según la distribución de las especies por comunidad algal, 70 son epilíticas, 60 planctónicas y con menor número encontramos 23 bentónicas, 19 aerofilicas, 3 del metafiton y sólo 2 criófilas (Fig. 11).

Los grupos taxonómicos con mayor número de géneros son los siguientes: Cyanobacteria, Chlorophyceae y Bacillariophyceae con 22 entidades taxonómicas cada una (Fig. 12). Los géneros con mayor número de especies y entidades infraespecíficas son los siguientes: *Navicula* Bory de St. Vincent con 19 entidades, *Pinnularia* Ehr. con 11, *Phormidium* Kütz. con 10, *Achnanthes* Bory de St. Vincent con 9, *Cocconeis* Ehr. con 8, *Fragilaria* Lyngbye con 7, *Gomphonema* Ehr. con 5, *Leptolyngbya* Anag. et Kom. con 5 y *Chlamydomonas* Ehr. con 5.

En la Fig. 13 se muestra en un diagrama de barras el número total de especies registradas y el número de las que se citan por primera vez para la Antártida en cada grupo taxonómico. Las Chlorophyceae son las que exhiben la mayor proporción de nuevos registros. Las 17 especies (9,5 % del total) que constituyen nuevos registros para el Continente Antártico, se encuentran indicadas con un asterisco en la Tabla 2.

La clase Bacillariophyceae posee la mayor riqueza específica (83 especies), constituyendo las diatomeas pennadas el 95,2 % del total de registros (79 especies). Cabe destacar que del total de taxones, 9 son marinos (*Cocconeis californica*, *C. costata*, *C. gautieri*, *C. scutellum*, *Corethron valdiviae*, *Entopyla ocellata* var. *pulchella*, *Fragilariopsis* sp., *Licmophora antarctica* y *L. cf. communis*) y tres registros son más frecuentes en zonas tropicales y subtropicales (*Cymbella tumida*, *Navicula molestiformis* y *Pinnularia acrosphaeria*) que en zonas frías. Predominan las especies epilíticas (41,8 %), bentónicas (29,1 %) seguidas por las aerofilas (21,5 %) y las planctónicas (7,6 %).

Las Cyanobacteria reúne 44 especies, de ellas el 59 % son organismos filamentosos y el 41 % forman agregados celulares. Las entidades más frecuentes fueron las epilíticas (54,54 %) y las planctónicas (43,18 %).

La clase Chlorophyceae está representada por 32 especies; de ellas el 71,9 % son planctónicas, el 25 % son epilíticas y solo una especie es criófila.

La clase Zygnematophyceae comprende 9 especies; el 66,66 % planctónicas y el resto forman parte del metafiton.

Las restantes clases algales están representadas por escasos taxones, fundamentalmente planctónicos y epilíticos.

En la Fig. 14 se presenta el porcentaje de entidades por grupo taxonómico para cada comunidad algal.

Cabe señalar que los quistes de Chrysophyceae presentes en varias muestras no pudieron ser identificados a nivel taxonómico.

Algunas de las entidades algales más frecuentes se ilustran por medio de fotografías (Figs. 15, 16, 17).

Cabe señalar que hay entidades taxonómicas que no pudieron determinarse a nivel específico, esto se debió a diferentes motivos, entre los que pueden citarse: la bajísima frecuencia de algunos taxones en las muestras recolectadas; el hecho que varias muestras se observaron ya fijadas y por lo tanto ciertas estructuras particulares (ej: flagelos, plastos, etc.) o estadios del ciclo de vida no pudieron observarse en condiciones adecuadas (caso de especies de *Chlamydomonas* Ehr., algunas Zygnematales, etc.); también la escasez de bibliografía de la zona antártica es otra de las causas de la dificultad para identificar algunas entidades.

Discusión

La microbiota juega roles fundamentales en la biósfera como: colonizadores primarios de nuevos ambientes, aporte de biomasa y energía en la base de las tramas tróficas, agentes de reciclado de macro y micronutrientes esenciales, etc. Así como sucede en otras zonas del mundo, la comunidad microbiana es típicamente el componente dominante en términos de biomasa en los ecosistemas antárticos y controla la mayoría de los flujos biológicos del carbono, de los nutrientes y de la energía (Wynn-Williams, 1996).

El constante aumento del interés sobre el papel ecológico, el potencial biotecnológico y la conservación de la microbiota antártica ha hecho que se focalizara la atención sobre la biodiversidad, los orígenes evolutivos y la distribución biogeográfica de las especies algales de este continente.

La Antártida es un continente relativamente aislado del resto del mundo. Esta situación data de hace más de 10 millones de años atrás, cuando la Antártida se separó de Gondwana y se formó el frente polar (Vincent, 2000). Por otra parte, y a excepción de pequeñas poblaciones relictuales localizadas en su mayoría en zonas de Antártida Continental, la mayor parte de la Antártida ha perdido su flora y fauna original durante los períodos de avance glaciario (Ellis-Evans y Walton,

1990). La mayoría de los ambientes antárticos tienen redes tróficas muy simples si las comparamos con las de otras latitudes, lo que permite a los investigadores contar con sistemas más simples para entender mejor los procesos microbianos en general y para estudiar las interacciones evolutivas. Sin embargo, desde el inicio de las investigaciones científicas antárticas y más aún desde 1950 (con el inicio de las primeras incursiones turísticas) a la actualidad, los ambientes antárticos están sometidos a disturbios provocados por la actividad humana y por cambios globales del medio ambiente terrestre, lo cual podría alterar la naturaleza de estos sistemas.

Las extremas condiciones climáticas, que se dan especialmente durante la larga noche polar, representan un obstáculo para el desarrollo de la vida en la Antártida. Sin embargo, tanto en la tierra como en el mar, numerosos organismos se han adaptado a las severas condiciones del medio. Las algas microscópicas (en términos de cantidad de especies y número de individuos), constituyen el componente vital más importante, tanto en el mar como en el Continente Antártico. En tierra firme, los lagos costeros son los ambientes más colonizados por las algas. En estos lagos, la cubierta de hielo que se forma hacia fines del verano austral y que en algunos casos es perenne, promueve la estabilidad de la columna de agua y temperaturas sobre 0 °C, lo que favorece la producción del fitoplancton y de los "microbial mats" (Hawes, 1990).

Los microorganismos llegan a la Antártida por varias vías: circulación atmosférica, corrientes oceánicas, aves, peces, mamíferos marinos y seres humanos (actividades científicas, turismo, etc.). Estos procesos de transporte operan a largas distancias, y de esta forma puede haber un flujo genético desde la Antártida y hacia ella, y también permitir la redistribución de organismos antárticos.

La distribución geográfica de la flora registrada en este trabajo indica que la mayor parte de las especies son cosmopolitas o están ampliamente distribuidas, siendo escasos los taxones típicamente antárticos. Además, una elevada proporción de estos taxones se encuentran presentes en nuestro país. Ya en 1965, Hirano consideró que al realizar estudios biogeográficos sobre las ficofloras de diferentes zonas de la Antártida sería necesario incluir en las investigaciones el sur del continente americano, dado que era muy probable que muchas de las especies presentes en las zonas polares derivaran de Sudamérica. Del mismo modo, numerosas especies citadas en este estudio fueron registradas previamente para Europa, lo que estaría reflejando la similitud de ambientes entre la Antártida y las zonas montañosas europeas (Hirano, *op.cit.*). Los ambientes de agua dulce de la

Antártida contienen muchas especies cosmopolitas de hongos, microalgas, bacterias y protozoos, lo que sugiere un frecuente intercambio aéreo con el resto del mundo (Vincent, 1988). En estudios realizados con trampas de esporas (sobre nieve, hielo, suelo) se comprobó la llegada de una alta frecuencia de propágulos de microbiota desde las zonas templadas (sur de Argentina) y las zonas subantárticas a la zona de la Antártida Marítima, lo que se ve favorecido en los períodos de fuertes vientos, mientras que zonas más aisladas como la región de Antártida Continental se encuentra mucho menos expuesta. Sin embargo, si consideramos a la Antártida en su conjunto, los procesos de dispersión local se encuentran más favorecidos que los de larga distancia, debido al aislamiento que sufre esta región. Los patrones climáticos son factores fundamentales en la magnitud de la dispersión de los propágulos (Vincent, 2000).

Una hipótesis que en los últimos años adquirió gran vigencia, es que algunas formas de la Antártida (en particular cyanobacterias), idénticas morfológicamente a especies definidas para otros continentes, podrían ser "formas morfológicas coevolutivas". En este caso no se trataría de una misma especie con amplia distribución geográfica, sino de especies diferentes con morfologías semejantes. Estudios de taxonomía ultraestructural y molecular, combinados con estudios de cultivo y fisiología, podrían en el futuro definir cabalmente la identidad de estos organismos.

La riqueza florística registrada en este estudio es elevada y semejante en número de especies a la citada para otras zonas de la Isla 25 de Mayo y otras islas pertenecientes al Archipiélago de las Shetland del Sur (Håkansson y Jones, 1994; Temniskova-Topalova *et al.*, 1996; Van de Vijver y Beyens, 1997; Olech *et al.*, 1998; Komárek, 1999; Komárek y Komárek, 1999; Chipev y Temniskova-Topalova, 1999).

En relación a los grupos algales dominantes (considerando conjuntamente el fitoplancton y epilíton) se encontró que para la zona en estudio en Península Potter, las Bacillariophyceae eran dominantes en cuanto a número de especies, mientras que las Chlorophyta y Cyanobacteria estuvieron presentes con la mitad del número de especies que las diatomeas. En los trabajos anteriormente citados para otras zonas de las Shetland del Sur, también se registraron proporciones semejantes entre estos tres grupos algales. Por el contrario, en otras regiones de la Antártida Marítima tal como Bahía Esperanza (Península Antártica) se encontró que el fitoplancton de los lagos más eutróficos están dominado por Chlorophyta

(Volvocales) mientras que los lagos más oligotróficos están dominados por Chrysophyceae. En relación al epilíton se encontró un número semejante de especies de Cyanobacteria y Chlorophyta mientras que el número de taxones de diatomeas es escaso (Vinocur y Pizarro, 1995; Izaguirre *et al.*, 1998). En la zona de Punta Cierva (Base Primavera) y sólo para estudios realizados en base al fitoplancton, las Chlorophyta (Volvocales) son el grupo dominante seguidas en mucha menor proporción por las Bacillariophyceae y Cyanobacteria (Tesolín *et al.*, 1997; Mataloni *et al.*, 1998). En relación a la riqueza específica total, el número de taxones algales siempre fue más elevado para los cuerpos lénticos de las Shetland del Sur, que para los ambientes lénticos localizados en la Península Antártica. No se incluye en esta última comparación a Punta Cierva, dado que hasta el momento no se han completado los muestreos de la comunidad epilítica.

Características generales de los grupos algales predominantes y de algunas especies frecuentes en nuestras muestras.

Ya en 1965, Hirano señaló algunas tendencias generales para el conjunto de la flora algal de Antártida, que a lo largo del tiempo y con un mayor número de datos se pudieron corroborar: desde las zonas subantárticas hacia el Polo Sur aumenta la riqueza específica de Cyanobacteria, al mismo tiempo que disminuyen (en la misma dirección) el número de especies de diatomeas y algas verdes. En especial, para las Zygnematales y Desmidiáles no se registran citas para la zona continental de Antártida. Hirano sugiere que esto puede deberse probablemente a la escasez de hábitats adecuados para su crecimiento y a las extremas condiciones climáticas que se presentan en pleno Continente Antártico.

Las Cyanobacteria son los primeros colonizadores al retirarse las capas de hielo y nieve; forman la matriz de los "microbial mats" en muchos cuerpos de agua; en lagos de escasa profundidad y sobre la superficie de rocas constituyen la mayor biomasa y las picocyanobacterias frecuentemente dominan el plancton de lagos polares y subpolares (Vincent, 2000). Las características ecofisiológicas de las Cyanobacteria de altas latitudes son las siguientes: capacidad para crecer en un amplio rango de temperaturas (pero con una tasa baja de crecimiento), tolerancia al estrés producido por la desecación, el congelamiento y la salinidad; variedad de estrategias adaptativas contra altos niveles de radiación solar (incluyendo UV) en ambientes expuestos y una aclimatación a la sombra que les permite un crecimiento neto en ambientes con luz escasa. Todas estas estrategias resultan

exitosas en ambientes como los polares donde las comunidades están poco desarrolladas y donde la competencia, la herbivoría y demás interacciones biológicas se expresan débilmente (Vincent, *op. cit.*). Algunas especies del género *Phormidium* Kütz. son un buen ejemplo de organismos resistentes a la desecación y al descongelamiento, y es por ello que son muy importantes en la conformación de la estructura de los "microbial mats" (Davey, 1989). Como se indica en el Capítulo II-2 de esta Tesis, numerosas especies de *Phormidium* Kütz. y *Leptolyngbya* Anag. et Kom., conjuntamente con agregados celulares de *Gloeocapsa* Kütz. y *Chroococcus* Näg., forman la matriz del epilíton sobre la cual se van a adherir algas verdes filamentosas y diatomeas, dando lugar así a las diferentes clases de "microbial mats" registrados en Península Potter. Es probable que las algas azul-verdosas no solo provean de soporte sino también de nutrientes a las algas epífitas. *Leptolyngbya fragilis*, *L. frigida*, *L. angustissima*, *Phormidium autumnale*, *Ph. corium*, *Oscillatoria chlorina*, *Anabaena variabilis*, *Nostoc commune* y *Gloeocapsa kuetzingiana* entre otras, son las Cyanobacteria más frecuentes en el epilíton de los cuerpos de agua oligotróficos de la zona en estudio y también son muy comunes en otras zonas de la Antártida Marítima y Continental (Fumanti et al., 1995; Ellis-Evans, 1996; Mataloni et al., 1998; Izaguirre et al., 1998; Komárek, 1999). Vincent (2000) destaca que a pesar de la simplicidad morfológica de las Cyanobacteria, las mismas presentan una gran variabilidad genética. Esta variabilidad fue observada por el autor en varios cultivos de *Phormidium autumnale*, taxón común en ambos polos. Dichos estudios expresan que si bien morfológicamente parece tratarse de la misma especie, las distintas cepas difieren mucho en sus pigmentos y formas de crecimiento, lo que sugeriría que se estaría en presencia de más de una entidad algal. *Ph. autumnale* fue un taxón muy común y abundante en nuestras muestras y también presentó una cierta variabilidad morfológica. Por su parte, Vincent (2000) señala que la mayoría de las formas identificadas al presente parecen ser especies cosmopolitas y sugiere que las bajas tasas de especiación junto con los eficientes mecanismos de dispersión que presentan estas algas y la relativa juventud geológica de las zonas libres de hielo de la Antártida, hacen suponer que el endemismo sería un mecanismo raro entre las Cyanobacteria. Sin embargo, Komárek (1999) en estudios realizados en Cyanobacteria para diferentes microbiotopos situados en las proximidades de la Base polaca Arctowski (Isla 25 de Mayo, Shetland del Sur), registró un 60 % de especies probablemente endémicas y entre un 20 a 40 % de especies

cosmopolitas. Este investigador sostiene que si bien las especies de Cyanobacteria cosmopolitas existen, siempre están delimitadas por los factores ecológicos, presentes en cada uno de los distintos continentes. Eventualmente, si en las extremas condiciones ambientales que se presentan en la Antártida, se registraran especies de Cyanobacteria cosmopolitas, es muy probable que sean taxones termotolerantes y adaptados a las condiciones extremas antárticas. Se requieren estudios profundos de taxonomía basados en técnicas de ultraestructura, biología molecular, cultivos, etc., para dilucidar este tema.

Bacillariophyceae es uno de los grupos más abundantes y diversos en la Antártida y ha sido asiduamente estudiado desde el punto de vista taxonómico y funcional (Oppenheim y Patterson, 1990; Jones *et al.*, 1993; Håkansson y Jones, 1994; Vinocur e Izaguirre, 1994; Vinocur y Pizarro, 1995; Jones, 1996; Temniskova-Topalova *et al.*, 1996; Van de Vijver y Beyens, 1997; Kawecka *et al.*, 1998; Chipev y Temniskova-Topalova, 1999). Como ya se indicó, la flora diatomológica antártica decrece en número hacia el Polo Sur, es decir a medida que nos internamos en la zona continental. En relación a la Antártida Marítima presenta una elevada proporción de especies cosmopolitas (aprox. 63 %; Schmidt *et al.*, 1990) con una fuerte influencia de taxones provenientes de Sudamérica y Subantártica. Del mismo modo parecería contar con una baja proporción de elementos endémicos (Jones, 1996). Los factores que intervendrían en la distribución de las diatomeas serían el grado de aislamiento geográfico, el tiempo en que permanecen sin cobertura de hielo los cuerpos de agua y los escasos hábitats disponibles. La riqueza específica y la diversidad también podrían estar influenciados por la calidad de las aguas (pH, salinidad, nutrientes disponibles) (Jones, *op. cit.*). Las diatomeas constituyen un componente importante de las comunidades de algas bénticas de arroyos y aguas lénticas formando parte estructural de los "microbial mats" junto con las Cyanobacteria, bacterias heterótrofas y otros grupos algales. Pueden crecer tanto adheridas o como formas móviles dentro y sobre las costras, también se las encuentra formando estratos particulares dentro de algunos tipos de "mats" (Oppenheim y Patterson, 1990; Davey y Clarke, 1992). Por el contrario, las diatomeas planctónicas son mucho menos comunes en la Antártida, aún en aquellos lagos suficientemente ricos en nutrientes como para desarrollar una comunidad fitoplanctónica conspicua (caso de lagos enriquecidos por nutrientes de origen ornitogénico) (Hawes, 1990; Jones, 1996; Izaguirre *et al.*, 1998). Sin embargo han sido citadas inclusive para lagos de la Antártida Continental (Jones,

op. cit.). En los cuerpos aquí estudiados, Bacillariophyceae fue el grupo que presentó la mayor riqueza específica, siendo en su mayoría taxones pennados y epilíticos. La mayor proporción son cosmopolitas pero algunas especies como *Achnanthes germainii* y *Navicula muticopsis* son endémicas de Antártida y muy frecuentes en nuestras muestras. En varios de los cuerpos de agua estudiados fue frecuente observar polimorfismo en *Navicula muticopsis*. Este hecho ya había sido registrado para otros cuerpos de agua dulce de Antártida Marítima (Kobayashi, 1965; Kawecka *et al.*, 1996). Los estudios sobre polimorfismo en diatomeas antárticas son escasos, entre ellos podemos citar trabajos llevados a cabo sobre las especies marinas *Biddulphia litigiosa* V. Heurck muestreada en las cercanías de Bahía Paraíso (Antártida Marítima) y sobre *Cocconeis californica* Grun. recolectada en los alrededores de las Islas Kerguelen (Subantártida) por Ferrario y Ferreyra (1983) y Riaux-Gobin y Compère (1996) respectivamente. La presencia de varias especies marinas en nuestras muestras se debió probablemente a su transporte por las aves o mamíferos marinos o directamente por la dispersión del rocío marino en aquellos lagos próximos a la costa. Cabe señalar que fue frecuente encontrar frústulos vacíos de estas especies. Las especies epilíticas más frecuentes pertenecían a los géneros *Achnanthes* Bory de St. Vincent, *Gomphonema* Ehr. y *Navicula* Bory de St. Vincent. Dentro de las escasas especies planctónicas podemos citar a *Aulacoseira granulata*, *Cyclotella meneghiniana*, *Fragilaria crotonensis*, *F. ulna*, *Nitzschia reversa* y *Corethron valdiviae*, todas ellas siempre estuvieron presentes en un bajo número de cuerpos de agua.

Dentro de las Chlorophyta, las algas verdes filamentosas son, a escala global, un buen ejemplo de organismos con crecimiento anual explosivo ("weedy plants") y en la Antártida solo necesitan la presencia de agua en estado libre para poder establecerse, cubriendo un amplio espectro que va desde tierra húmeda a lagos permanentemente cubiertos por hielo (Broady, 1989b; Ellis-Evans y Walton, 1990). Por otra parte, las algas verdes no toleran muy bien el congelamiento o la desecación y en ambientes sujetos a estas contingencias solo una pequeña parte de las células logra sobrevivir al invierno (Hawes, 1989, 1990). Sin embargo, una vez que se produce el descongelamiento en la época estival, se desarrollan rápidamente. La única forma de reproducción observada en las algas verdes filamentosas antárticas es por simple fragmentación de plantas adultas (Hawes, 1989). Este hecho también fue observado en nuestras muestras. Nunca

encontramos ejemplares fértiles de *Mougeotia* Ag., *Oedogonium* Link, *Spirogyra* Link ni de *Zygnema* Ag. lo que impidió su determinación a nivel específico.

Dentro de las escasas Chlorophyta con nivel de organización filamentosos y/o folioso que pueden sobrevivir en las altas latitudes antárticas, encontramos a *Prasiola crispa*, un alga verde filamentosos macroscópica de ambientes antárticos, tanto continentales como marítimos. Está adaptada a la vida terrestre, vive en los ambientes eutróficos de las pingüineras, nidos de aves marinas, etc. y es capaz de sobrevivir al estrés osmótico producido por altas concentraciones de sales (Andreoli, 1993). En nuestro estudio se la localizó fundamentalmente sobre las piedras litorales de cuerpos de agua rodeados por pingüineras, en otros cuerpos próximos a nidos de skúas, a zonas de cría de mamíferos marinos, etc. En relación al género *Ulothrix* Kütz., se han citado numerosas especies marinas y de agua dulce para la Antártida. Son algas verdes filamentosas que se distribuyen a lo largo de las costas antárticas en lagos, lagunas y arroyos fijándose a un soporte (Hirano, 1965). *Ulothrix moniliformis* está ampliamente distribuida en Península Potter; fue anteriormente citada sólo para la zona subantártica y para la Península Antártica (Prescott, 1979; Vinocur e Izaguirre, 1994).

El metafiton de distintos cuerpos de agua oligotróficos (y en general con la cubeta tapizada por musgos) de Península Potter está formado fundamentalmente por especies de *Spirogyra* Link, *Mougeotia* Ag. y *Zygnema* Ag., y entre esos filamentosos fue frecuente encontrar especies de *Cosmarium* Corda y *Staurastrum* Meyen (Capítulo II-2). Ellis-Evans (1996) también señaló la presencia de distintas especies filamentosas de Zygnematales para cuerpos de agua pobres en nutrientes de Isla Signy.

Dentro de los taxones de algas verdes unicelulares móviles e inmóviles, los más frecuentes fueron especies de *Chlamydomonas* Ehr., *Chlorella* Beij., *Monoraphidium* Kom.-Legn. y *Pseudodictyosphaerium* Hind. Distintas especies de esos géneros y de *Golenkiniopsis* Kors. formaron parte del plancton de cuerpos de agua con distinto grado trófico (Capítulos II-1 y II-2). *Chlamydomonas nivalis* y *Raphidonema nivale*, algas típicamente criófilas y ampliamente distribuidas en regiones frías del mundo, se encontraron en diversos cuerpos de agua del área en estudio, probablemente por lavado de las cuencas.

En relación a las Chrysophyceae, la mayoría se encontró como formas de resistencias y no fue posible determinarlas a nivel específico. Cabe señalar que *Phaeogloea mucosa* y los estados enquistados de *Hydrurus foetidus* fueron un

componente frecuente de la matriz de los "microbial mats" de diversos cuerpos de agua de Península Potter.

Las algas (incluidas las Cyanobacteria) constituyen la forma de vida fotosintética más abundante y ampliamente distribuida en los ecosistemas terrestres y acuáticos antárticos. Este continente, como ya se señaló anteriormente, ha perdido la mayor parte de su flora y fauna durante los períodos de avance glaciario y por consiguiente la biota antártica moderna está marcadamente empobrecida y compuesta en su mayor parte por organismos inmigrantes (Ellis-Evans y Walton, 1990). Esta combinación de circunstancias, probablemente única a escala continental, hace de la Antártida un sitio muy particular y adecuado para estudios sobre colonización. Por primera vez estos estudios podrían desarrollarse a escala continental, para lo cual habría que tener en cuenta que la colonización es un proceso complejo y variado que podríamos simplificar y considerar que está formado por cuatro componentes esenciales:

- 1) la existencia de un propágulo viable
- 2) un adecuado mecanismo de transporte
- 3) un microambiente aceptable
- 4) un crecimiento y reproducción exitoso del propágulo

La Antártida Marítima, zona de este estudio, es de particular importancia, dado que presenta condiciones relativamente benignas que podrían favorecer el establecimiento y desarrollo de especies foráneas. Para poder sacar conclusiones acerca de las incorporaciones provocadas por el ser humano se debería tener un acabado conocimiento sobre la diversidad y abundancia de los propágulos transportados y completar el inventario de las algas propias de Antártida con una detallada descripción de todas las especies involucradas. De esta manera se tendría el conocimiento de base esencial para reconocer cuáles son las algas de origen exógeno y así poder conservar la biota nativa antártica. Entonces también sería posible detectar nuevos colonizadores (Broady y Smith, 1994; Broady, 1996).

A lo largo de años de investigaciones de las algas en Antártida han existido una serie de problemas en relación a su estudio. Entre ellos podemos nombrar: que en los inicios de las investigaciones muchas determinaciones fueron realizadas con material preservado; inadecuada recolección y preservación del material; falta de datos geográficos y ecológicos relacionados con las algas recolectadas. Esto ha llevado a que algunos géneros, básicamente de Cyanobacteria (*Phormidium* Kütz., *Leptolyngbya* Anag. et Kom.) y Chlorophyta (*Chlamydomonas* Ehr.) incluyan

muchas especies registradas. Probablemente este número disminuya, dado que estas "especies cuestionables" podrían ser formas adaptativas a distintos ambientes o estadios en el ciclo de vida de otras especies. Estos problemas podrían solucionarse, si se utilizan para los estudios taxonómicos, cultivos algales "*in vitro*" abarcando todo el ciclo de vida del organismo en cuestión. De esta manera se excluirían especies dudosas y quizás se adicionarían otras nuevas.

Si bien aún quedan muchas zonas de la Antártida por investigar desde el punto de vista ficológico, los resultados de este estudio amplían el conocimiento sobre la ficoflora de ambientes lénticos de la Antártida Marítima así como sobre los requerimientos ecológicos y la distribución geográfica de las especies involucradas.

Lista florística de las especies de algas registradas en los cuerpos de agua lénticos de Península Potter.

CYANOBACTERIA

Anabaena inaequalis (Kütz.) Born. et Flah.

L: 4-6 μm (4-6 μm), l: 3-6 μm (4-6 μm), L acineta: 8-14 μm (14-20 μm), l: 4-5 μm (6-8 μm), L heterocisto: 5,5 μm (5-10 μm), l heterocisto: 4,5 μm (5-6 μm).

Distribución: probablemente cosmopolita; Europa, Argentina, Antártida.

Anabaena variabilis Kütz. *

L: 2-4 μm (2,5-6 μm) , l: 2,5-3,5 μm (4-6 μm), L acineta: 10-15 μm (8-14 μm), l acineta: 5-7 μm (7-11 μm), L heterocisto: 4-7 μm (6-8 μm), l heterocisto: 3-5 (6 μm).

Distribución: cosmopolita.

Aphanocapsa conferta (W. et G.S. West) Kom.-Legn. et Cronberg *

D: 1,5-2,2 μm (1,5-2,4 μm).

Distribución: ampliamente distribuida, es común en zonas templadas; Europa, USA, Argentina, India.

Aphanocapsa delicatissima W. et G.S. West

D: 0,8-1 μm (0,5-1,2 μm).

Distribución: probablemente cosmopolita, registrada principalmente en regiones templadas; Europa, USA, India, Argentina, Antártida.

Aphanothece nidulans Richter

L: 2-4,5 μm (1,6-4,5 μm), l: 1 μm (0,8-1,9 μm).

Distribución: ampliamente distribuida, en zonas templadas; Europa, India, Argentina, Antártida.

Calothrix sp.1

L: 1,5-2,5 μm , l: 4-5 μm , L heterocisto: 5 μm , l heterocisto: 6 μm .

Calothrix sp.2

L: 2,5-3 μm , l: 4-5 μm , L heterocisto: 4 μm , l heterocisto: 5 μm .

Chamaesiphon subglobosus (Rostaf.) Lemm.

L: 1-5 μm (1,9-8,6 μm), l: 2-3 μm (1,9-5 μm).

Distribución: común en el centro de Europa y en menor medida en regiones subpolares del Norte y del Sur; Argentina, Antártida.

Chondrocystis cf. dermochroa (Näg.) Kom. et Anag.

D: 1,5-4 μm (1,5-3 μm).

Chroococcus minimus (Keissler) Lemm.

D: 2-3,5 μm (1,7-3 μm).

Distribución: ampliamente distribuida en zonas templadas del Hemisferio Norte; Argentina, Africa, India, Brasil, Antártida.

Chroococcus minutus (Kütz.) Näg.

D: 3,5-10 μm (4-12 μm).

Distribución: probablemente cosmopolita, en zonas templadas; USA, Eurasia, Argentina, Antártida.

Clastidium setigerum Kirchner

L: 7-14 μm (8-15 μm), l: 2-2,8 μm (2-4 μm), L pelo: 15-38 μm (32-52 μm).

Distribución: ampliamente distribuida en zonas templadas y montañosas del Hemisferio Norte, Europa, USA, Alaska; Argentina, Antártida.

Cyanosarcina cf. burmensis (Skuja) Kováčik

D: 2-3 μm (2-3 μm).

Eucapsis alpina Clements et Shantz

D: 2,8-4,5 μm (3,5-7,3 μm).

Distribución: zonas subpolares y templadas montañosas de Europa; Argentina, Gabón, Antártida.

Eucapsis minor (Skuja) Elenkin *

L: 3 μm (2-4 μm), l: 2 μm (1,5-3,2 μm).

Distribución: probablemente cosmopolita, en zonas templadas y montañosas; URSS, Argentina.

Gloeocapsa kuetzingiana Näg.

D: 3-5 μm (2-5 μm).

Distribución: ampliamente distribuida en altas montañas de Europa, India; Argentina, regiones subpolares, Antártida.

Gloeocapsa ralfsii (Harv.) Kütz.

D: 5-7 μm (4-8 μm).

Distribución: montañas de Europa, Antártida.

Gloeocapsa sp.

D: 4 μm .

Gloeocapsopsis magma (Bréb.) Kom. et Anag.

D: 3-10 μm (3-18 μm), l vaina: 1 μm (0,5-1,5 μm).

Distribución: probablemente cosmopolita, en altas montañas de Europa; India, Antártida.

Leptolyngbya angustissima (W. et G.S. West) Anag. et Kom. (Fig. 17c)

L: 3-7 μm (4-5 veces tan largas como anchas), l: 0,4-0,8 μm (0,6-0,8 μm).

Distribución: Inglaterra, Islandia, Africa, Argentina, Antártida.

Leptolyngbya antarctica (W. et G.S. West) Anag. et Kom.

L: 0,4-0,6 μm (0,6-1,2 μm), l: 0,4-0,6 μm (0,6 μm).

Distribución: sur de Argentina, Antártida.

Leptolyngbya fragilis (Gom.) Anag. et Kom. (Fig. 17g)

L: 1-3 μm (1,2-3,5 μm), l: 0,8-2,8 μm (1,2-2,3 μm).

Distribución: Argentina, Antártida.

Leptolyngbya frigida (Fritsch) Anag. et Kom. (Fig. 17d)

L: 0,8-3,5 μm (0,8-3 μm), l: 0,8-2 μm (0,8-1,5 μm).

Distribución: Argentina, Antártida.

Leptolyngbya tenuis (Gom.) Anag. et Kom.

L: 2,5-5 μm (2,5-5 μm), l: 1 μm (1-2 μm).

Distribución: probablemente cosmopolita; Argentina, India, Malasia, Antártida.

Merismopedia tenuissima Lemm.

D: 0,8-1,5 μm (0,4-2 μm).

Distribución: probablemente cosmopolita; Europa, India, Argentina, Antártida.

Microcystis flos-aquae (Wittr.) Kirchner

D: 2,5-4 μm (2,5-4,8 μm).

Distribución: probablemente cosmopolita, en zonas templadas del Hemisferio Norte; India, Argentina, Antártida.

Nodularia harveyana Thur.

L: 2-3,5 μm (3-4,5 μm), l: 3-6 μm (4-6,5 μm), L heterocisto: 4-5 μm (4,5 μm), l heterocisto: 5-6 μm (7 μm), L acineta: 7 μm , l acineta: 8 μm .

Distribución: probablemente cosmopolita; Europa, USA, Java, Argentina, Antártida.

Nostoc commune Vaucher

D: 3,5-5 μm (4,5-6 μm), D heterocisto: 4-6,5 μm (7 μm).

Distribución: probablemente cosmopolita; Europa, India, Pakistán, Argentina, Antártida.

Oscillatoria chlorina Kütz.

L: 3,5-5 μm (3,7-8 μm), l: 6 μm (3,5-6 μm).

Distribución: probablemente cosmopolita; Europa, Africa, USA, India, Argentina, Antártida.

Oscillatoria fracta CarlsonL: 2-5 μm (1,8-3,5 μm), l: 5,5-7,5 μm (6-7 μm).

Distribución: India, Argentina, Antártida.

Oscillatoria tenuis Ag.L: 3,5-7,5 μm (2,5-5 μm), l: 3-6 μm (4-10 μm).

Distribución: ampliamente distribuida; Europa, India, Argentina, Antártida.

Phormidium ambiguum Gom.L: 1,5-3,5 μm (1,5-2,7 μm), l: 4-6 μm (4-6 μm).

Distribución: ampliamente distribuida; Europa, India, Pakistán, Argentina, Antártida.

Phormidium amphibium (Ag. ex Gom.) Anag. et Kom.L: 3-4 μm (4-8,5 μm), l: 2 μm (2-3 μm).

Distribución: ampliamente distribuida; Europa, India, Argentina, Antártida.

Phormidium attenuatum (Fritsch) Anag. et Kom.L: 4-5 μm (4,8-5,7 μm), l: 5-5,5 μm (5-6 μm).

Distribución: sur de Argentina, Antártida.

Phormidium autumnale (Ag.) Gom. (Fig. 17h)L: 2-6 μm (2-5 μm), l: 2-7 μm (4-7 μm).

Distribución: probablemente cosmopolita; Europa, India, Argentina, Antártida.

Phormidium corium (Ag.) Gom.L: 1,5-6 μm (3-8 μm), l: 2,5-6 μm (3-4,5 μm).

Distribución: probablemente cosmopolita; Europa, India, Argentina, Antártida.

Phormidium simplicissimum var. *antarcticum* (Fritsch) Anag. et Kom.L: 2-4 μm (2-4 μm), l: 7-10 μm (8-9 μm).

Distribución: Antártida.

Phormidium sp.1L: 1,2-2 μm , l: 3 μm .

Phormidium sp.2L: 2,5-5 μm , l: 6 μm .*Phormidium* sp.3L: 2-4 μm , l: 2,2 μm .*Phormidium* sp.4L: 2,5-6 μm , l: 2,5-3 μm .*Schizothrix* cf. *fragilis* (Kütz.) Gom.L: 0,8-1 μm (1-2 μm), l: 1,5 μm (1,4-2,5 μm).*Synechococcus elongatus* (Näg.) Näg.L: 3-6 μm (2-9 μm), l: 1-1,2 μm (1,2-3 μm).

Distribución: común en zonas templadas, Europa, India, Argentina, Antártida.

Tolypothrix sp.L: 2-3,5 μm , l: 6 μm , L heterocisto: 2,5-3 μm , l heterocisto: 5 μm .**HETEROKONTOPHYTA****Chrysophyceae***Hydrurus foetidus* (Vill.) Trev. (quiste, Fig. 17e)D quiste sin alerón: 6-10 μm (12-14 μm), D quiste con alerón: 18-25 μm (23-28 μm).

Condiciones ecológicas: observada generalmente en forma de quistes.

Distribución: regiones montañosas de todo el mundo, Argentina, Antártida.

Ochromonas sp.D: 5-5,5 μm .*Phaeogloea mucosa* Chod.D: 5-8 μm (5-6 μm).

Distribución: Suiza, Suecia, Antártida.

Quistes (Fig. 17f)

D: 11-18 μm

Tribophyceae

Characiopsis sphagnicola Pasch.

L: 17-20 μm (12-23 μm), l: 2,5-3 μm (3-5 μm).

Distribución: turberas de Europa Central, Argentina, Antártida.

Chlorocloster minimus Pasch.

L: 5-5,5 μm (hasta 8 μm), l: 1-1,2 μm (hasta 3 μm).

Distribución: Rumania, Checoslovaquia, Antártida.

Tribonema utriculosum (Kütz.) Hazen.

L: 25-43 μm (hasta 4 veces más largas que anchas), l: 13-15 μm (12-19 μm).

Distribución: Europa, Antártida.

Bacillariophyceae

Achnanthes biasoletiana Grun.

L: 7,5-9 μm (6-35 μm), l: 2,8-4,5 μm (3-6 μm), estrías/10 μm : 18-22 (15-27).

Distribución: es frecuente en Europa Central; Argentina, Antártida.

Achnanthes coarctata (Bréb.) Grun.

L: 34-39 μm (17-48 μm), l: 8,5-14 μm (6-15 μm), estrías/10 μm : 10-16 (10-14).

Se encontraron ejemplares con características de la var. *elliptica* Krasske, pero siguiendo a Krammer y Lange-Bertalot (1991) los incluyo como sinónimo de la especie tipo.

Distribución: probablemente cosmopolita; Argentina, Antártida.

Achnanthes delicatula (Kütz.) Grun. (Fig. 15b-c)

L: 19-22 μm (7-26 μm), l: 7,5-9 μm (4-10 μm), estrías/10 μm : 12-16 (11-19).

Distribución: ampliamente distribuida; Europa, Chile, Argentina, Antártida.

Achnanthes exigua Grun.

L: 11-17 μm (5-20 μm), l: 6-8 μm (4-10 μm), estrías/10 μm : 20 (20-30).

Distribución: probablemente cosmopolita; Europa, USA, Isla Trinidad, Argentina, Antártida.

Achnanthes germainii Mang.

L: 17-20 μm (16-19 μm), l: 7,5-9 μm (6-8,5 μm), estrías/10 μm : 12-20 (15-18).

Distribución: Antártida.

Achnanthes lanceolata ssp. *dubia* (Grun.) L.-Bert.

L: 21,5-24 μm (8-20 μm), l: 6,5-7,5 μm (3,6-7,5 μm), estrías/10 μm : 12-15 (1-17).

Distribución: ampliamente distribuida; Siberia, USA, Bélgica, Argentina, Antártida.

Achnanthes lanceolata ssp. *lanceolata* var. *haynaldii* (Schaarschmidt) Cl. (Fig. 15a)

L: 12,5-28 μm (6-40 μm), l: 5-9,5 μm (4,5-10 μm), estrías/10 μm : 13-17 (10-15).

Distribución: USA, Alaska, Argentina, Antártida.

Achnanthes minutissima Kütz.

L: 15-17 μm (5-25 μm), l: 3 μm (2,5-4 μm), estrías/10 μm : 32 (30-38).

Se la encontró frecuentemente sobre ejemplares de *Zygnema* sp. y *Spirogyra* sp.

Distribución: probablemente cosmopolita; Alemania, USA, Argentina, Antártida.

Achnanthes subatomoides (Hust.) L.-Bert. et Archibald (Fig. 15h-i)

L: 9-16 μm (6-15 μm), l: 4,5-6 μm (3,5-6,5 μm), estrías/10 μm : 25-33 (28-40).

Distribución: probablemente cosmopolita; desde el Artico hasta la Antártida.

Amphora cf. *dusenii* Brun

L: 20-26 μm (13-24 μm), l: 5-6 μm (6-10 μm), estrías/10 μm : 20-25 (20-30).

Aulacoseira granulata (Ehr.) Sim.

D: 8-13 μm (4-30 μm), altura del manto: 20-23 μm (5-24 μm), estrías/10 μm : 8 (7-10).

Distribución: cosmopolita; Argentina, Antártida.

Caloneis bacillum (Grun.) Cl.

L: 19-34 μm (15-48 μm), l: 3,5-7 μm (4-9 μm), estrías/10 μm : 18-25 (20-30).

Distribución: probablemente cosmopolita; Argentina, Antártida.

Cocconeis californica Grun.

L: 19-21 μm (12-33 μm), l: 14 μm (7-22 μm), estrías/10 μm : 11-13 (11-16).

Condiciones ecológicas: especie marina.

Distribución: Antártida.

Cocconeis costata Greg.

L: 14-32 μm (7-27 μm), l: 9-17 μm (5-13,8 μm), estrías/10 μm : 4-7 (5-10).

Condiciones ecológicas: especie marina.

Distribución: probablemente cosmopolita; Chile, Antártida.

Cocconeis gautieri V. Heurck

L: 57-63 μm (60-97 μm), l: 35-40 μm (38-70 μm), estrías/10 μm : 14-17.

Condiciones ecológicas: especie marina.

Distribución: Antártida.

Cocconeis placentula var. *placentula* Ehr.

L: 26-28 μm (7,5-98 μm), l: 18-20 μm (8-40 μm), estrías/10 μm : 24 (20-26).

Distribución: probablemente cosmopolita; Europa, USA, Argentina, Antártida.

Cocconeis placentula var. *lineata* (Ehr.) V. Heurck

L: 26 μm (10-80 μm), l: 18 μm (8-40 μm), estrías/10 μm : 17 (16-23).

Distribución: probablemente cosmopolita; Europa, USA, Argentina, Antártida.

Cocconeis scutellum Ehr.

L: 17 μm (8-60 μm), l: 11 μm (5-40 μm), estrías/10 μm : 8 (5-9).

Condiciones ecológicas: especie marina.

Distribución: cosmopolita; Antártida.

Cocconeis sp.1

L: 52-72 μm , l: 28-48 μm , estrías/10 μm : 10-11.

Cocconeis sp.2

L: 20-22 μm , l: 10-13 μm , estrías/10 μm : 12-14.

Corethron valdiviae Karst.

D: 27 μm (25-41 μm), L de filamentos c/apéndices: 34 μm (33-50 μm).

Condiciones ecológicas: especie marina.

Distribución: ampliamente distribuida; Antártida.

Cyclotella meneghiniana Kütz.

D: 6-17 μm (5-43 μm), estrías/10 μm : 8 (6-10).

Distribución: cosmopolita; Argentina, Antártida.

Cymbella tumida (Bréb.) V. Heurck

L: 63 μm (35-120 μm), l: 17 μm (12-25 μm), estrías/10 μm : 8-13 (8-13).

Condiciones ecológicas: posiblemente llegó a la zona transportada por las aves.

Distribución: ampliamente distribuida, frecuente en los trópicos; Argentina, Antártida.

Entopyla ocellata var. *pulchella* (Arn.) Fricke *

L: 31 μm (19-95 μm), l: 18 μm (9-20 μm), estrías/10 μm : 19 (18-20), cámaras: 2 (2-3).

Condiciones ecológicas: especie marina.

Distribución: ampliamente distribuida.

Fragilaria capucina var. *capucina* Desmaz. (Fig. 15d)

L: 15-40 μm (<10-175 μm), l: 3-5,5 μm (2-5 μm), estrías/10 μm : 14-18 (12-18).

Distribución: ampliamente distribuida; USA, Europa, Argentina, Antártida.

Fragilaria capucina var. *rumpens* (Kütz.) L.-Bert.

L: 16-31 μm (<10-175 μm), l: 3,5-5 μm (3,5-4 μm), estrías/10 μm : 20 (18-20).

Distribución: ampliamente distribuida; Argentina, Antártida.

Fragilaria construens var. *subsalina* Hust. (Fig. 15e)

L: 19-22 μm (7-25 μm), l: 4-6 μm (5-12 μm), estrías/10 μm : 14 (14-17).

Distribución: ampliamente distribuida; Alemania, Argentina, Antártida.

Fragilaria crotonensis Kitton

L: 94 μm (40-170 μm), l: 2,8-5 μm (2-5 μm), estrías/10 μm : 14 (11-18).

Distribución: probablemente cosmopolita; USA, Europa, Argentina, Antártida.

Fragilaria pinnata Ehr.

L: 9-9,5 μm (3-35 μm), l: 3-3,8 μm (2-8 μm), estrías/10 μm : 9-10 (8-12).

Distribución: cosmopolita; Argentina, Antártida.

Fragilaria ulna (Nitzsch) L.-Bert.

L: 52 μm (50-250 μm), l: 3 μm (1,5-9 μm), estrías/10 μm : 16 (7-15).

Distribución: cosmopolita; Argentina, Antártida.

Fragilaria (Tabularia) sp.

L: 43 μm , l: 3,5-4 μm , estrías/10 μm : 13.

Este material presenta semejanzas con los representantes de algunas especies del género *Tabularia* Williams et Round, pero para su correcta identificación a nivel de especie sería necesaria la observación de la estructura de las areólas con MEB.

Fragilariopsis sp.

L: 32 μm , l: 5 μm , estrías/10 μm : 18.

Condiciones ecológicas: especie marina.

Gomphonema clavatum Ehr.

L: 19-46 μm (20-95 μm), l: 6-9 μm (6-14 μm), estrías/10 μm : 10-16 (9-15).

Distribución: cosmopolita; Argentina, Antártida.

Gomphonema gracile Ehr.

L: 25-50 μm (20-100 μm), l: 5,5-9,5 μm (4-11 μm), estrías/10 μm : 10-15 (9-17).

Distribución: cosmopolita; desde el trópico al norte de Europa, Alaska, Argentina, Antártida.

Gomphonema olivaceum (Hornemann) Bréb.

L: 17,5-25 μm (8-45 μm), l: 5,5-6 μm (3,5-13 μm), estrías/10 μm : 10-14 (9-16).

Distribución: ampliamente distribuida; Argentina, Antártida.

Gomphonema parvulum (Kütz.) Kütz.

L: 19-22 μm (10-36 μm), l: 6-7,5 μm (4-8 μm), estrías/10 μm : 12-13 (7-20).

Distribución: cosmopolita; Argentina, Antártida.

Gomphonema sp.

L: 43-45 μm , l: 9 μm , estrías/10 μm : 11-14.

Hantzschia amphioxys (Ehr.) Grun. (Fig. 15f-g)

L: 44-200 μm (20-300 μm), l: 6,5-13 μm (5-25 μm), estrías/10 μm : 15-21 (11-28),
fibulas/10 μm : 5-10 (4-11).

Distribución: cosmopolita; Argentina, Antártida.

Licmophora antarctica Carlson

L: 110-130 μm (40-175 μm), l: 18-20 μm (13-25 μm), estrías/10 μm : 11-12 (10-11).

Condiciones ecológicas: especie marina.

Distribución: Antártida.

Licmophora cf. *communis* (Heib.) Grun.

L: 30-33 μm (25-60 μm), l: 7 μm (6-12 μm), estrías/10 μm : 14 (11-13).

Condiciones ecológicas: especie marina.

Navicula austroshetlandica Carlson

L: 39 μm (38-39 μm), l: 10,5 μm (11,5 μm), estrías/10 μm : 14 (13-14).

Distribución: Antártida.

Navicula bacillum Ehr.

L: 28-30 μm (25-90 μm), l: 8-9 μm (10-20 μm), estrías/10 μm : 18-20 (12-24).

Distribución: probablemente cosmopolita; Argentina, Antártida.

Navicula capitata var. *hungarica* (Grun.) Ross

L: 11-21 μm (10-47 μm), l: 5-6 μm (4-10 μm), estrías/10 μm : 7-12 (8-11).

Distribución: cosmopolita; Argentina, Antártida.

Navicula cincta (Ehr.) Ralfs

L: 17,5-36 μm (13-55 μm), l: 4-9 μm (5-8 μm), estrías/10 μm : 8-14 (8-12).

Distribución: cosmopolita; Argentina, Antártida.

Navicula contenta Grun.

L: 8,5-17,5 μm (4-30 μm), l: 3-4 μm (2-6 μm), estrías/10 μm : 25-30 (25-40).

Distribución: cosmopolita; Argentina, Antártida.

Navicula cryptocephala Kütz.

L: 26 μm (20-40 μm), l: 6,5 μm (5-7 μm), estrías/10 μm : 17 (14-17).

Distribución: cosmopolita; Argentina, Antártida.

Navicula elginensis (Greg.) Ralfs

L: 20-24 μm (20-40 μm), l: 7-8,5 μm (8-15 μm), estrías/10 μm : 15-16 (8-12).

Distribución: probablemente cosmopolita; Alaska, Argentina, Antártida.

Navicula gibbula Cl.

L: 17 μm (15-45 μm), l: 6 μm (4-14 μm), estrías/10 μm : 18-20 (14-24).

Distribución: ampliamente distribuida; Antártida.

Navicula halophila (Grun.) Cl.

L: 22-26 μm (7-140 μm), l: 6-7 μm (4,5-18 μm), estrías/10 μm : 14-19 (15-24).

Distribución: cosmopolita; Argentina, Antártida.

Navicula molestiformis Hust.

L: 15-18 μm (9,5-22 μm), l: 4,5-6 μm (3-5 μm), estrías/10 μm : 21-25 (23-36).

Distribución: cosmopolita; Argentina, Antártida.

Navicula mutica Kütz.

L: 18-40 μm (6-40 μm), l: 9-12 μm (4-12 μm), estrías/10 μm : 13-18 (14-25).

Distribución: probablemente cosmopolita, más frecuente en zonas tropicales; Argentina, Antártida.

Navicula muticopsis V. Heurck (Fig. 16a-b)

L: 24-29 μm (8,8-40 μm), l: 11-12 μm (5,5-17 μm), estrías/10 μm : 15-17 (11-22).

Distribución: Artico, Subártico, Antártida.

Navicula naumannii Hust.

L: 11-14 μm (11-33 μm), l: 4-5 μm (4-7,5 μm), estrías/10 μm : 20-26 (24-27).

Distribución: Hemisferio Norte, Argentina, Antártida.

Navicula nivalis Ehr.

L: 20-28 μm (12-42 μm), l: 10-11 μm (5,5-13 μm), estrías/10 μm : 15 (17-24).

Distribución: ampliamente distribuida; Argentina, Antártida.

Navicula pseudoscutiformis Hust.

L: 10 μm (3,5-25 μm), l: 8 μm (3-17 μm), estrías/10 μm : 18-22 (18-35).

Distribución: ampliamente distribuida; USA, norte y oeste de Europa, Alaska, Argentina, Antártida.

Navicula cf. pseudosilicula Hust.

L: 37,5-40 μm (25-50 μm), l: 7-8 μm (5-10 μm), estrías/10 μm : 18 (18-22).

Navicula cf. subminuscula Mang.

L: 14 μm (7-12,5 μm), l: 5 μm (3,5-6 μm), estrías/10 μm : 15-16 (15-34).

Navicula tabellariaeformis Krasske

L: 14-19 μm (14-17 μm), l: 5-6 μm (5,5-6 μm), estrías/10 μm : 28-30 (26-36).

Distribución: Chile, Antártida.

Navicula sp.

L: 20,5-22 μm , l: 6 μm , estrías/10 μm : 18-20.

Nitzschia alpina Hust.

L: 25-28 μm (8-48 μm), l: 5 μm (3-5 μm), estrías/10 μm : 20 μm (21-25 μm),
fibulas/10 μm : 13 (7-14).

Distribución: ampliamente distribuida en regiones alpinas de Europa; Argentina, Antártida.

Nitzschia angustatula L.-Bert. *

L: 10-21 μm (13-24 μm), l: 3-3,5 μm (4 μm), estrías/10 μm : 16-20 (16-20),
fibulas/10 μm : 16-20 (16-20).

Distribución: Israel, Francia, Argentina.

Nitzschia capitellata Hust. (Fig. 16c)

L: 17-29 μm (20->70 μm), l: 3-6 μm (3,5-6,5 μm), estrías/10 μm : 28-33 (23-40),
fibulas/10 μm : 9-14 (10-18).

Distribución: cosmopolita; Argentina, Antártida.

Nitzschia inconspicua Grun. (Fig. 16d-e)

L: 6-20 μm (3-22 μm), l: 2,5-4 μm (2,5-3,5 μm), estrías/10 μm : 20-23 (23-32),
fibulas/10 μm : 7-14 (8-13).

Distribución: cosmopolita; Argentina, Antártida.

Nitzschia palea (Kütz.) W. Smith (Fig. 16f)

L: 19-60 μm (15-70 μm), l: 2-4 μm (2,5-5 μm), estrías/10 μm : 28-30 (28-40),
fibulas/10 μm : 14-18 (9-17).

Distribución: cosmopolita; Argentina, Antártida.

Nitzschia reversa W. Smith *

L: 65-70 μm (hasta 180 μm), l: 3 μm (2,8-4,3 μm).

Distribución: cosmopolita.

Orthoseira roeseana (Rabh.) O'Meara

D: 10-30 μm (8-70 μm), altura del manto: 6-14 μm (6-13 μm), estrías/10 μm : 18-20
(14-20).

Distribución: cosmopolita; Antártida.

Pinnularia acrosphaeria Rabh.

L: 38-44 μm (30-180 μm), l: 7,5-8 μm (8-20 μm), estrías/10 μm : 10-14 (7-14).

Distribución: ampliamente distribuida, principalmente en zonas montañosas
tropicales; Alaska, Argentina, Antártida.

Pinnularia borealis var. *borealis* Ehr.

L: 24-70 μm (24-110 μm), l: 8-19 μm (5-18 μm), estrías/10 μm : 4-7 (4-6).

Distribución: ampliamente distribuida; Argentina, Antártida.

Pinnularia borealis var. *rectangularis* Carlson

L: 22-27 μm (24-110 μm), l: 9 μm (5-18 μm), estrías/10 μm : 6 (4-6).

Distribución: ampliamente distribuida; Asia, Africa, USA, Argentina, Antártida.

Pinnularia krookii (Grun.) Cl.-Euler (Fig. 16h)

L: 16-24 μm (14-32 μm), l: 4-5,5 v (4-6 μm), estrías/10 μm : 16-24 (18-24).

Distribución: ampliamente distribuida; Islandia, Alpes, Antártida.

Pinnularia cf. *lundii* Hust.

L: 26-40 μm (30-60 μm), l: 9-11,5 μm (9-13 μm), estrías/10 μm : 14-16 (10-14).

Pinnularia maior (Kütz.) Cl.

L: 128 μm (100-340 μm), l: 18,5 μm (15-42 μm), estrías/10 μm : 8-9 (5-9).

Distribución: cosmopolita; Argentina, Antártida.

Pinnularia microstauron var. *microstauron* (Ehr.) Cl. (Fig. 16g)

L: 22-61,5 μm (20-90), l: 6,5-13 μm (7-11 μm), estrías/10 μm : 8-15 (10-13).

Distribución: probablemente cosmopolita; Alaska, Argentina, Antártida.

Pinnularia microstauron var. *ambigua* Meist.

L: 33-48 μm (20-75 μm), l: 6,8-12 μm (7-13 μm), estrías/10 μm : 11-14 (10-13).

Distribución: probablemente cosmopolita; Antártida.

Pinnularia schoenfelderi Krammer

L: 32 μm (19-35 μm), l: 6 μm (5-7 μm), estrías/10 μm : 11-15 (13-16).

Distribución: en altas montañas de Francia, Baviera; Antártida.

Pinnularia sp.1

L: 14-21 μm , l: 4-5 μm , estrías/10 μm : 10-20.

Pinnularia sp.2

L: 19-30 μm , l: 4-5 μm , estrías/10 μm : 14-18.

Rhoicosphenia abbreviata (Ag.) L.-Bert.

L: 15-52 μm (10-75 μm), l: 4-10 μm (3-8 μm), estrías/10 μm : 10-14 (11-24).

Distribución: probablemente cosmopolita; Alaska, Argentina, Antártida.

Stauroneis anceps Ehr.

L: 23-40 μm (20-130 μm), l: 6-8,5 μm (6-18 μm), estrías/10 μm : 18-24 (20-28).

Distribución: probablemente cosmopolita; Alaska, Argentina, Antártida.

Stauroneis gracilis Ehr.

L: 42,5- 44 μm (40-55 μm), l: 8,5 μm (8-10 μm), estrías/10 μm : 28 (26).

Distribución: ampliamente distribuida; USA, Argentina, Antártida.

Stauroneis obtusa Lagerstedt

L: 25-32 μm (20-120 μm), l: 6 μm (4-13 μm), estrías/10 μm : 16-20 (18-24).

Distribución: probablemente cosmopolita; en zonas norte-alpinas de Europa, Argentina, Antártida.

Surirella cf. *minuta* Bréb. (Fig. 16i)

L: 31-38 μm (9-47 μm), l: 15-18 μm (9-11 μm), canales/100 μm : 50-100 (60-80).

Diatomea céntrica

D: 9,5-10,5 μm , estrías/10 μm : 12.

EUGLENOPHYTA**Euglenophyceae***Euglena* sp.

L: 45-48 μm , l: 19 μm , L paramilon: 3 μm .

CHLOROPHYTA**Chlorophyceae**

Ankyra judayi (G.M. Smith) Fott *

L: 35-38µm (18-80 µm), l: 3-4 µm (2-5,3 µm).

Distribución: Norte de Europa, USA, Canadá, Argentina.

Aphanochaete repens A. Braun

L: 8-12 µm (8-18 µm), l: 4-8 µm (4,5-12,5 µm), L pelo: 65-200 µm (hasta 200 µm).

Condiciones ecológicas: se encontró epífita sobre *Spirogyra* sp., *Mougeotia* sp. y *Zygnema* sp.

Distribución: ampliamente distribuida; Europa, Argentina, Antártida.

cf. *Carteria*

L: 7,5-8,5 µm, l: 5-8 µm, L flagelos: 8-10 µm.

Characium cf. *ensifforme* Herm.

L: 23 µm (13-30 µm), l: 5,5 µm (4-9 µm).

Characium sp.

L: 11 µm, l: 5 µm.

Chlamydomonas nivalis (Bauer) Wille

L: 11-18 µm (12-26 µm), l: 8-16 µm (8-20 µm).

Distribución: ampliamente distribuida en zonas nevadas de regiones altas y en los polos; Argentina, Antártida.

Chlamydomonas subcaudata Wille

L: 20-22 µm (10-43 µm), l: 11-13 µm (8-23 µm).

Distribución: ampliamente distribuida; Europa, Antártida.

Chlamydomonas sp.1

L: 8 µm, l: 5 µm.

Chlamydomonas sp.2

L: 7 µm, l: 5 µm.

Chlamydomonas sp.3

L: 7 μm , l: 7 μm .

Chlamydomodium cf. *starii* (Fott) Ettl et Gärtner

L: 13-15 μm (11-20 μm), l: 5-6 μm (8,5-16 μm).

Chlorella vulgaris Beij.

D: 3-5 μm (2,5-7,5 μm).

Distribución: cosmopolita; Argentina, Antártida.

Closteriopsis acicularis (G.M. Smith) Belcher et Swale *

L: 23-35 μm (10-210 μm), l: 2-2,5 μm (2-6,5 μm).

Distribución: cosmopolita; Argentina.

Coenocystis subcylindrica Kors. *

L: 7-10 μm (5-12 μm), l: 5 μm (3,5-8,4 μm).

Distribución: probablemente cosmopolita; Alemania, Checoslovaquia, Polonia, Francia, Hungría, Suecia, URSS, Canadá, Cuba, USA, Argentina.

Dictyosphaerium dichotomum Ling et Seppelt

D: 5-7 μm (5-9 μm).

Distribución: en zonas pantanosas altas de la URSS, Antártida.

Golenkiniopsis parvula (Voronich.) Kors.

D: 5-6,5 μm (3-8 μm), L sedas: 10-12 μm (4-21 μm).

Distribución: ampliamente distribuida; Finlandia, URSS, India, USA, Antártida.

Golenkiniopsis solitaria (Kors.) Kors. *

D: 5-8 μm (7-11 μm), L sedas: 11-18 μm (15-45 μm).

Distribución: ampliamente distribuida; Finlandia, Suecia, Ucrania, Suiza, India, Argentina.

Hyaloraphidium contortum Pasch. et Kors. *

L: 53-57 μm (hasta 75 μm), l: 2-2,2 μm (aprox. 2,5 μm).

Distribución: ampliamente distribuida; Alemania, Inglaterra, Francia, Rumania, Checoslovaquia, Hungría, Ucrania, Argentina.

Monoraphidium contortum (Thur.) Kom.-Legn.

L: 8-25 μm (7-40 μm), l: 1-1,5 μm (1-5,2 μm).

Distribución: cosmopolita; Argentina, Antártida.

Monoraphidium griffithii (Berk.) Kom.-Legn.

L: 46-53 μm (28-72 μm), l: 2 μm (1,5-4 μm).

Distribución: cosmopolita; Argentina, Antártida.

Monoraphidium komarkovae Nyg.

L: 53-55 μm (25-182 μm), l: 1,5 μm (1,4-3,5 μm).

Distribución: ampliamente distribuida; Dinamarca, India, Noruega, Argentina, Antártida.

Oedogonium sp.1

L: 35-50 μm , l: 9-13 μm , L oogonio: 14-20 μm , l: 17 μm .

Oedogonium sp.2

L: 35-50 μm , l: 11 μm , L oogonio: 33 μm , l oogonio: 30 μm .

Palmella miniata var. *aequalis* Näg. sensu G.M. Smith

D: 6-14 μm (9-11 μm).

Distribución: ampliamente distribuida; Europa, USA, Argentina, Antártida.

Pleurococcus sp.

D: 9 μm .

Pseudococcomyxa simplex (Mainx) Fott

L: 4-6,5 μm (4,6-12,6 μm), l: 2-2,5 μm (2-6,5 μm).

Distribución: Checoslovaquia, Francia, Alemania, URSS, Hungría, Polonia, Antártida.

Pseudodictyosphaerium jurisii (Hind.) Hind. *

D: 2-4 μm (2-6 μm).

Distribución: Europa.

Schroederia setigera (Schröd.) Lemm. *

L: 55-70 μm (hasta 100 μm), l: 4-5 μm (3-7 μm), L espinas: 18-20 μm (hasta 60 μm).

Distribución: ampliamente distribuida; URSS, USA, Europa, Argentina.

Schroederia cf. robusta Kors.

L: 32 μm (50-140 μm), l: 3 μm (3-8 μm), L espinas: 13 μm (20-33 μm).

Stigeoclonium sp.

L: 12-20 μm , l: 5-9 μm , L pelo: 46-130 μm .

Tetraspora gelatinosa (Vaucher) Desvaux *

D: 6-12 μm (7-12 μm).

Distribución: ampliamente distribuida; Europa, Argentina.

Tetrastrum elegans Playf. *

D: 2,5-4 μm (2-9,2 μm), L espinas: 8-12 μm (10-20 μm).

Distribución: ampliamente distribuida; en general en zonas templadas de Europa, Argentina.

Ulvophyceae

Ulothrix moniliformis Kütz.

L: 3,5-8 μm (9-14 μm o más cortas), l: 9-13 μm (9-14 μm).

Distribución: Europa, Argentina, Antártida.

Pleurostrophyceae

Prasiococcus calcarius (Boye Petersen) Vischer

D: 4-8 μm (4-13 μm).

Distribución: es muy abundante en suelos con excrementos de animales; Inglaterra, Antártida.

Prasiola crista (Lightf.) Menegh. (Fig. 17a)

L: 2,5-6,5 μm (3-10 μm), l: 8-10 μm (6-18 μm).

Distribución: es muy común en suelos con excrementos de animales; Argentina, Antártida.

Zygnematophyceae

Cosmarium binum Nordst.

L: 50 μm (41-91 μm), l: 40 μm (30-72 μm), L/l: 1,25 (1,25-1,52), ltsmo: 13 μm (10-22 μm).

Distribución: probablemente cosmopolita; muy común en zonas tropicales y subtropicales; Argentina, Artico, Antártida.

Cosmarium dentiferum Corda * (Fig. 17b)

L: 64-94 μm (68-104 μm), l: 60-68 μm (59-100 μm), L/l: 1,1-1,3 (1,9-2,2), ltsmo: 19-24 μm (18-37 μm).

Distribución: ampliamente distribuida; USA, Europa, Asia, Australia, Africa, Artico.

Cosmarium laeve Rabenh.

L: 26-30 μm (14-43 μm), l: 19-21 μm (11-30 μm), L/l: 1,2-1,4 (1,25-1,7), ltsmo: 4-5 μm (3-12 μm).

Distribución: probablemente cosmopolita; Argentina, Artico, Antártida.

Cosmarium sp.

L: 43-50 μm , l: 38-40 μm , L/l: 1,1-1,25, ltsmo: 12-18 μm .

Gonatozygon brebissonii De Bary

L: 78-138 μm (30-440 μm), l: 7-8 μm (4-13 μm), L/l: 11-17 (7-43), l ápice: 7 μm (3-11 μm).

Distribución: ampliamente distribuida; Europa, India, Sudáfrica, USA, Argentina, Antártida.

Mougeotia sp.

L: 39-70 μm , l: 9-12 μm .

Spirogyra sp.

L: 130-225 μm , l: 28-35 μm .

Staurastrum punctulatum Bréb.

L: 32-38 μm (26-40,5 μm), l: 32-35 μm (23-36,5 μm), L/l: 1-1,1 (1,1), ltsmo: 10-13,5 μm (8-16 μm).

Distribución: ampliamente distribuida; Argentina, Artico, Antártida.

Zygnema sp.

L: 30-65 μm , l: 25-28 μm .

Klebsormidiophyceae

Raphidonema nivale Lagerh.

L: 6,5-16 μm (6,5-25 μm), l: 2-2,5 μm (2,5 μm).

Distribución: ampliamente distribuida; en zonas templadas y frías de Europa, Antártida.

Stichococcus bacillaris Näg.

L: 5-7,5 μm (3-6,5 μm), l: 3,5-4 μm (2,5-3,5 μm).

Distribución: ampliamente distribuida; Inglaterra, Dinamarca, Groenlandia, Islandia, Argentina, Antártida.

Stichococcus minutissimus Skuja *

L: 3-4 μm (1,5-4 μm), l: 1,2-1,8 μm (1-1,5 μm).

Distribución: Suecia.

Tabla 2: Lista florística correspondiente a los taxones algales registrados en los diferentes cuerpos de agua. Presencia: 1. P: planctónico, B: bentónico, E: epilítico, A: aerófilo, C: críofilo, M: metafiton.

Taxones	Cuerpos de agua																										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	
Cyanobacteria																											
<i>Anabaena inaequalis</i> (Kütz.) Born. et Flah.																											
<i>Anabaena variabilis</i> Kütz.*																											
<i>Aphanocapsa conferta</i> (W. et G.S. West) Kom.-Legn. et Cronberg *																											
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> W. et G.S. West																											
<i>Aphanothece nidulans</i> Richter																											
<i>Calothrix</i> sp.1																											
<i>Calothrix</i> sp.2																											
<i>Chamaesiphon subglobosus</i> (Rostaf.) Lemm.																											
<i>Chondrocystis</i> cf. <i>dermochroa</i> (Näg.) Kom. et Anag.																											
<i>Chroococcus minimus</i> (Keissler) Lemm.																											
<i>Chroococcus minutus</i> (Kütz.) Næg.																											
<i>Clastidium setigerum</i> Kirchner																											
<i>Cyanosarcina</i> cf. <i>burmensis</i> (Skuja) Kováčik																											
<i>Eucapsis alpina</i> Clements et Shantz																											
<i>Eucapsis minor</i> (Skuja) Elenkin *																											
<i>Gloeocapsa kuetzingiana</i> Næg.																											
<i>Gloeocapsa raifsii</i> (Harv.) Kütz.																											
<i>Gloeocapsa</i> sp.																											
<i>Gloeocapsopsis magma</i> (Bréb.) Kom. et Anag.																											
<i>Leptolyngbya angustissima</i> (W. et G.S. West) Anag. et Kom.																											
<i>Leptolyngbya antarctica</i> (W. et G.S. West) Anag. et Kom.																											
<i>Leptolyngbya fragilis</i> (Gom.) Anag. et Kom.																											
<i>Leptolyngbya frigida</i> (Fritsch) Anag. et Kom.																											
<i>Leptolyngbya tenuis</i> (Gom.) Anag. et Kom.																											
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.																											
<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittr.) Kirchner																											
<i>Nodularia harveyana</i> Thur.																											
<i>Nostoc commune</i> Vaucher																											
<i>Oscillatoria chlorina</i> Kütz.																											
<i>Oscillatoria fracta</i> Carlson																											
<i>Oscillatoria tenuis</i> Ag.																											
<i>Phormidium ambiguuum</i> Gom.																											
<i>Phormidium amphibium</i> (Ag. ex Gom.) Anag. et Kom.																											
<i>Phormidium attenuatum</i> (Fritsch) Anag. et Kom.																											

Tabla 2: Lista florística correspondiente a los taxones algales registrados en los diferentes cuerpos de agua. Presencia: 1. P: planctónico, B: bentónico, E: epilítico, A: aerófilo, C: criófilo, M: metafiton.

Taxones	Cuerpos de agua																									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
Cyanobacteria																										
<i>Phormidium autumnale</i> (Ag.) Gom.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Phormidium corium</i> (Ag.) Gom.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Phormidium simplicissimum</i> var. <i>antarcticum</i> (Fritsch) Anag. et Kom.																										
<i>Phormidium</i> sp.1																										
<i>Phormidium</i> sp.2	1																									
<i>Phormidium</i> sp.3																										
<i>Phormidium</i> sp.4																										
<i>Schizothrix</i> cf. <i>fragilis</i> (Kütz.) Gom.	1	1																								
<i>Synechococcus elongatus</i> (Näg.) Næg.																										
<i>Tolypothrix</i> sp.																										
Heterokontophyta																										
Chrysophyceae																										
<i>Hydrurus foetidus</i> (Vill.) Trev.																										
<i>Ochromonas</i> sp.																										
<i>Phaeogloea mucosa</i> Chod.																										
Quistes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tribophyceae																										
<i>Characiopsis sphagnicola</i> Pasch.																										
<i>Chlorocloster minimus</i> Pasch.																										
<i>Tribonema utriculosum</i> (Kütz.) Hazen.																										
Bacillariophyceae																										
<i>Achnanthes biolettiana</i> Grun.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Achnanthes coarctata</i> (Bréb.) Grun.																										
<i>Achnanthes delicatula</i> (Kütz.) Grun.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Achnanthes exigua</i> Grun.																										
<i>Achnanthes germainii</i> Mang.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>dubia</i> (Grun.) L.-Bert.																										
<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>lanceolata</i> var. <i>haynaldii</i> (Schaarschmidt) Cl.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Achnanthes minutissima</i> Kütz.																										
<i>Achnanthes subatomoides</i> (Hust.) L.-Bert. et Archibald	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Amphora</i> cf. <i>dusenii</i> Brun																										
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Sim.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Caloneis bacillum</i> (Grun.) Cl.																										

Tabla 2: Lista florística correspondiente a los taxones algales registrados en los diferentes cuerpos de agua. Presencia: 1. P: planctónico, B: bentónico, E: epilítico, A: aerófilo, C: criófilo, M: metafítion.

	Taxones	Cuerpos de agua																									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
	Bacillariophyceae																										
E	<i>Cocconeis californica</i> Grun.					1	1																				
E	<i>Cocconeis costata</i> Greg.					1	1																				
E	<i>Cocconeis gautieri</i> V. Heurck					1																					
E	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>placentula</i> Ehr.																										
E	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehr.) V. Heurck					1																					
E	<i>Cocconeis scutellum</i> Ehr.					1	1																				
E	<i>Cocconeis</i> sp.1					1	1																				
E	<i>Cocconeis</i> sp.2					1	1																				
P	<i>Corethron valdiviae</i> Karst.					1																					
P	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.																										
E	<i>Cymbella tumida</i> (Bréb.) V. Heurck					1	1																				
B	<i>Entopyla ocellata</i> var. <i>pulchella</i> (Am.) Fricke*					1	1																				
E	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>capucina</i> Desmaz.					1	1																				
E	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>rumpens</i> (Kütz.) L.-Bert.					1	1																				
B	<i>Fragilaria construens</i> var. <i>subsalina</i> Hust.					1	1																				
P	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton					1	1																				
B	<i>Fragilaria pinnata</i> Ehr.					1	1																				
P	<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) L.-Bert.					1	1																				
E	<i>Fragilaria (Tabularia)</i> sp.					1																					
B	<i>Fragilariopsis</i> sp.					1																					
E	<i>Gomphonema clavatum</i> Ehr.					1	1																				
E	<i>Gomphonema gracile</i> Ehr.					1	1																				
E	<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Bréb.					1	1																				
E	<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.					1	1																				
E	<i>Gomphonema</i> sp.					1	1																				
A	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grun.					1	1																				
B	<i>Licmophora antarctica</i> Carlson					1	1																				
B	<i>Licmophora</i> cf. <i>communis</i> (Heib.) Grun.					1	1																				
B	<i>Navicula austrosheppardica</i> Carlson					1	1																				
B	<i>Navicula bacillum</i> Ehr.					1	1																				
B	<i>Navicula capitata</i> var. <i>hungarica</i> (Grun.) Ross					1	1																				
B	<i>Navicula cincta</i> (Ehr.) Ralfs					1	1																				
A	<i>Navicula contenta</i> Grun.					1	1																				
B	<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.					1	1																				

Tabla 2: Lista florística correspondiente a los taxones algales registrados en los diferentes cuerpos de agua. Presencia: 1. P: planctónico, B: bentónico, E: epilítico, A: aerófilo, C: criófilo, M: metafiton.

Taxones	Cuerpos de agua																									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
Bacillariophyceae																										
<i>Navicula elginensis</i> (Greg.) Ralfs	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Navicula gibbula</i> Cl.																										
<i>Navicula halophila</i> (Grun.) Cl.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Navicula molestiformis</i> Hust.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Navicula mutica</i> Kütz.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Navicula multicopsis</i> V. Heurck	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Navicula naumannii</i> Hust.																										
<i>Navicula nivalis</i> Ehr.	1																									
<i>Navicula pseudoscutiformis</i> Hust.																										
<i>Navicula cf. pseudosilicula</i> Hust.																										
<i>Navicula cf. subminuscula</i> Mang.																										
<i>Navicula tabellariaeformis</i> Krasske	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Navicula</i> sp.																										
<i>Nitzschia alpina</i> Hust.																										
<i>Nitzschia angustata</i> L.-Bert. *																										
<i>Nitzschia capitellata</i> Hust.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Nitzschia inconspicua</i> Grun.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Smith	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Nitzschia reversa</i> W. Smith *	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Orthoseira roeseana</i> (Rabenh.) O'Meara	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pinnularia acrosphaeria</i> Rabh.																										
<i>Pinnularia borealis</i> var. <i>borealis</i> Ehr.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pinnularia borealis</i> var. <i>rectangularis</i> Carlson																										
<i>Pinnularia krookii</i> (Grun.) Cl.-Euler	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pinnularia cf. lundii</i> Hust.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pinnularia maior</i> (Kütz.) Rabenh.																										
<i>Pinnularia microstauron</i> var. <i>microstauron</i> (Ehr.) Cl.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pinnularia microstauron</i> var. <i>ambigua</i> Meist.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pinnularia schoenfelderi</i> Krammer	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pinnularia</i> sp.1																										
<i>Pinnularia</i> sp.2																										
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Ag.) L.-Bert.																										
<i>Stauroneis anceps</i> Ehr.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Stauroneis gracilis</i> Ehr.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 2: Lista florística correspondiente a los taxones algales registrados en los diferentes cuerpos de agua. Presencia: 1. P: planctónico, B: bentónico, E: epilítico, A: aerófilo, C: criófilo, M: metafiton.

Taxones	Cuerpos de agua																										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	
Bacillariophyceae																											
<i>Stauroneis obtusa</i> Lagerstedt																											
<i>Surirella cf. minuta</i> Bréb.																											
<i>Diatomea céntrica</i>																											
Euglenophyta																											
Euglenophyceae																											
<i>Euglena</i> sp.																											
Chlorophyta																											
Chlorophyceae																											
<i>Ankya judayi</i> (G.M. Smith) Fott *																											
<i>Aphanochaete repens</i> A. Braun																											
cf. <i>Carteria</i>																											
<i>Characium</i> cf. <i>ensiforme</i> Herm.																											
<i>Characium</i> sp.																											
<i>Chlamydomonas nivalis</i> (Bauer) Wille																											
<i>Chlamydomonas subcaudata</i> Wille																											
<i>Chlamydomonas</i> sp.1																											
<i>Chlamydomonas</i> sp.2																											
<i>Chlamydomonas</i> sp.3																											
<i>Chlamydomodium</i> cf. <i>starrii</i> (Fott) Ettl et Gärtner																											
<i>Chlorella vulgaris</i> Beij.																											
<i>Closteropsis acicularis</i> (G.M. Smith) Belcher et Swale *																											
<i>Coenocystis subcylindrica</i> Kors. *																											
<i>Dictyosphaerium dichotomum</i> Ling et Seppelt																											
<i>Golenkiopsis parvula</i> (Voronich.) Kors.																											
<i>Golenkiopsis solitaria</i> (Kors.) Kors. *																											
<i>Hyaloraphidium contortum</i> Pascher et Kors. *																											
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom.-Legn.																											
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Kom.-Legn.																											
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nyg.																											
<i>Oedogonium</i> sp.1																											
<i>Oedogonium</i> sp.2																											
<i>Palmella miniata</i> var. <i>aequalis</i> Näg. sensu G.M. Smith																											

Tabla 2: Lista florística correspondiente a los taxones algales registrados en los diferentes cuerpos de agua. Presencia: 1. P: planctónico, B: bentónico, E: epilítico, A: aerófilo, C: criófilo, M: metafiton.

Taxones	Cuerpos de agua																										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	
Chlorophyceae																											
Pleurococcus sp.																											
Pseudococcomyxa simplex (Mainx) Fott																											
Pseudodictyosphaerium jurisii (Hind.) Hind. *	1																										1
Schroederia setigera (Schröd.) Lemm. *	1																										
Schroederia cf. robusta Kors.																											
Stigeoclonium sp.																											
Tetraspora gelatinosa (Vaucher) Desvaux *																											
Tetrastrum elegans Playf. *	1																										
Ulvophyceae																											
Ulothrix moniliformis Kütz.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pleurostrophyceae																											
Prasiococcus calcarius (Boye Petersen) Vischer	1	1																									
Prasiola crispa (Lightf.) Menegh.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Zygnematophyceae																											
Cosmarium binum Nordst.																											
Cosmarium dentiferum Corda *	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cosmarium laeve Rabenh.																											
Cosmarium sp.																											
Gonatozygon brebissonii De Bary																											
Mougeotia sp.																											
Spirogyra sp.	1																										
Staurastrum punctulatum Bréb.																											
Zygnema sp.																											
Klebsormidiophyceae																											
Raphidonema nivale Lagerh.																											
Stichococcus bacillaris Näg.	1	1																									
Stichococcus minutissimus Skuja *																											

Tabla 3: Valores máximos, mínimos y promedio para cada parámetro físico-químico y número total de muestreos en los cuales se registró cada taxón.

Taxones	N°	TEMP			pH			COND			OX DIS			SOL SUSP			PT			PRS			NID		
		Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom
<i>Anabaena inaequalis</i> (Kütz.) Born. et Flah.	6	14	2,8	7,5	8,8	7,9	8,3	217	79	149,2	14,7	11,3	13,1	5,3	1,7	3	71	13	30,8	18	0	9,2	88	0	42,5
<i>Anabaena variabilis</i> Kütz.*	24	14	2,8	6,7	8,8	7,3	8,0	1129	50	209,5	14,1	10,1	12,3	127	0	14	448	0	41,2	221	0	17,1	3138	3	183,1
<i>Aphanocapsa conferta</i> (W. et G.S. West) Kom.-Legn. et Cronberg *	4	9	3,8	6,1	8,8	7,9	8,2	167,2	79	112,4	14,7	10,9	13,0	9,1	1,6	4	29	1	16,3	18	0	6,8	88	28	54,5
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> W. et G.S. West	10	9	2	4,5	7,9	7,0	7,6	392	61	162,8	13,5	10,9	12,4	195	0,9	31	2430	0	297,67	870	0	92,3	11270	3	1186,0
<i>Aphanothece nidulans</i> Richter	2	11	3,5	7,3	8,6	7,8	8,2	539	172	355,5	13,5	12,3	12,9	53	2,9	28	3880	0	1940	1992	0	996	9230	40	4635,0
<i>Calothrix</i> sp.1	19	14	2	6,3	8,9	7,5	8,1	268	79	161,3	13,5	10,9	12,5	81,5	0,9	8	160,3	0	23,2	15,3	0	3,7	90	0	40,0
<i>Calothrix</i> sp.2	2	8,5	4	6,3	8,0	7,7	7,9	134,4	106	120,3	12,7	12,3	12,5	4,9	0,6	3	18	12	15	0	0	0	69	14	41,5
<i>Chamaesiphon subglobosus</i> (Rostaf.) Lemm.	11	9	2,8	6,1	8,3	7,4	7,9	6800	79	863,8	14,7	10,9	12,5	127	0,3	19	448	1	72,4	221	0	37,4	3138	28	394,3
<i>Chroococcus minimus</i> (Keissler) Lemm.	1	4	4	4,0	7,8	7,8	7,8	167,1	167	167,1	13,1	13,1	13,1	2,4	2,4	2	4	4	4	0	0	0	28	28	28,0
<i>Chroococcus minutus</i> (Kütz.) Näg.	5	11	3,5	6,2	8,9	7,8	8,4	441	154	256,2	13,5	10,1	12,6	19,5	2,3	9	37	0	12,8	15	0	3	119	9	47,4
<i>Chondrocystis cf. demochroa</i> (Näg.) Kom. et Anag.	3	4,5	3,5	4,2	7,8	7,6	7,7	172	94	132,3	13,5	11,5	12,2	195	0	66	375	0	129,33	44	0	16	279	35	118,0
<i>Clastidium setigerum</i> Kirchner	3	6	4	5,3	8,9	7,7	8,2	250	134	178,3	13,0	11,6	12,3	14	4,9	8	18	6	10,7	0	0	0	69	28	43,3
<i>Cyanosarcina cf. burmensis</i> (Skuja) Kováčik	2	11	6,5	8,8	8,6	7,5	8,0	539	392	465,5	12,5	12,3	12,4	53	33,7	43	3880	2430	3155	1992	870	1431	11270	9230	10250
<i>Eucapsis alpina</i> Clements et Shantz	4	9,8	3,5	6,6	8,0	7,7	7,8	172	89	115,4	13,5	11,6	12,4	3	0	2	17	0	10,5	11	0	3,8	44	14	33,3
<i>Eucapsis minor</i> (Skuja) Elenkin *	1	3,5	3,5	3,5	7,8	7,8	7,8	172	172	172	13,5	13,5	13,5	2,9	2,9	3	0	0	0	0	0	0	40	40	40,0
<i>Gloeocapsa kuetzingiana</i> Näg.	24	11	2,8	5,9	8,8	7,3	8,1	1129	50	205,4	14,7	10,9	12,6	195	0	23	3880	0	213,72	1992	0	96,1	9230	0	479,9
<i>Gloeocapsa ralfsii</i> (Harv.) Kütz.	2	8,5	6	7,3	8,3	8,0	8,1	264	106	185,1	12,7	12,7	12,7	4	0,6	2	14	12	13	0	0	0	36	14	25,0
<i>Gloeocapsa</i> sp.	5	11	4,7	7,9	8,8	7,0	8,1	441	50	177,6	13,1	10,1	12,0	52,7	1,9	14	104,7	5	35,133	27	0	10,3	260	9	80,9
<i>Gloeocapsopsis magma</i> (Bréb.) Kom. et Anag.	9	10	2,8	5,8	8,8	7,3	8,0	264	50	164,2	14,1	10,9	12,8	9,1	1,6	4	71	0	19	10	0	4	79	0	43,3
<i>Leptolyngbya angustissima</i> (W. et G.S. West) Anag. et Kom.	30	14	2,8	6,4	8,9	6,8	8,0	539	37	172,7	14,7	10,1	12,5	354,7	0	26	3880	0	271,07	1992	0	108,8	11270	0	766,7
<i>Leptolyngbya antarctica</i> (W. et G.S. West) Anag. et K	13	14	2,8	6,9	8,8	7,5	8,1	539	79	204,4	14,7	11,3	12,8	53	0,3	13	3880	0	510,92	1992	0	233,54	11270	28	1659,8
<i>Leptolyngbya fragilis</i> (Gom.) Anag. et Kom.	49	14	2	6,3	8,9	6,8	7,9	6800	37	318,6	15,3	10,1	12,5	354,7	0	35	3880	0	214,67	1992	0	84,0	11270	0	615,9
<i>Leptolyngbya frigida</i> (Fritsch) Anag. et Kom.	49	14	2	6,3	8,9	6,8	7,9	6800	37	319,6	14,7	10,1	12,4	195	0	21	3880	0	181,43	1992	0	76,5	11270	0	560,2
<i>Leptolyngbya tenuis</i> (Gom.) Anag. et Kom.	4	9,8	3,5	6,6	8,0	7,7	7,8	172	89	115,4	13,5	11,6	12,4	3	0	2	17	0	10,5	11	0	3,8	44	14	33,3
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.	9	10	5	6,7	8,9	7,1	7,9	392	111	190,4	15,3	10,5	12,5	354,7	0	52	2430	6	434	870	0	135,67	11270	0	1547,9
<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittr.) Kirchner	5	10	2	6,5	8,8	7,0	8,0	223	95	143,9	12,6	11,5	12,2	81,5	0,9	29	160,3	0	72,6	27	0	11,6	260	0	76,8
<i>Nodularia harveyana</i> Thur.	8	11	3	7,0	8,8	7,4	8,1	6800	126	1036	13,2	10,1	12,3	49,5	2	11	162	5	40,1	102	0	18,1	349	0	110,5
<i>Nostoc commune</i> Vaucher	26	14	2	6,8	8,9	7,3	8,1	441	48	173,1	13,9	10,1	12,4	81,5	0	10	160,3	0	27,8	35	0	7,5	260	0	56,4
<i>Oscillatoria chlorina</i> Kütz.	24	14	2	5,7	8,8	7,0	7,8	6800	48	450,9	15,3	10,5	12,5	354,7	0	41	2430	0	213,25	870	0	63,2	11270	0	666,0
<i>Oscillatoria fracta</i> Carlson	10	11	3,5	6,8	8,8	6,8	8,1	1129	37	284,4	13,5	11,5	12,7	53	2,9	17	3880	0	423	1992	0	217,1	9230	8	1005,9
<i>Oscillatoria tenuis</i> Ag.	13	14	2	7,0	8,8	7,0	7,9	6800	56	654,8	13,5	10,1	11,9	278	0	29	356	0	47,4	65	0	11,1	323	9	89,2
<i>Phormidium ambiguum</i> Gom.	11	10	2,8	6,1	8,8	7,0	8,1	242	79	148,7	14,1	11,6	12,8	52,7	0,3	15	154	0	52,3	90	0	23,2	260	0	88,2
<i>Phormidium amphibium</i> (Ag. ex Gom.) Anag. et Kom.	13	11	3,3	5,2	8,9	6,8	7,9	441	37	147,8	13,9	10,1	12,7	52,7	0	12	104,7	4	30,2	62	0	10,4	172	3	46,8
<i>Phormidium attenuatum</i> (Fritsch) Anag. et Kom.	8	9	3,8	5,5	8,8	6,8	7,9	199	37	122,2	13,4	10,5	12,4	45,2	0	10	97	4	39	90	0	20,3	172	18	50,6

Tabla 3: Valores máximos, mínimos y promedio para cada parámetro físico-químico y número total de muestreos en los cuales se registró cada taxón.

Taxones	N°	TEMP			pH			COND			OX DIS			SOL SUSP			PT			PRS			NID		
		Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom
<i>Phormidium autumnale</i> (Ag.) Gom.	39	14	2	6,2	8,9	6,8	7,9	1129	37	170,3	15,3	10,1	12,5	278	0	27	2430	0	127,97	870	0	43,3	11270	0	404,8
<i>Phormidium corium</i> (Ag.) Gom.	41	14	2,8	6,2	8,9	6,8	8,0	6800	37	325,7	14,7	10,1	12,5	354,7	0	31	2430	0	139,89	870	0	44,7	11270	0	467,5
<i>Phormidium simplicissimum</i> var. <i>antarcticum</i> (Fritsch) Anag. et Korn.	12	10	3	6,4	8,8	7,5	8,2	268	79	144,8	14,7	10,5	12,7	81,5	0	10	160,3	9	36,1	18	0	8,0	119	0	47,4
<i>Phormidium</i> sp.1	5	9,8	5,5	7,7	8,8	7,5	8,1	223	89	158,5	13,0	11,7	12,4	138	3	47	267	13	96,9	40	11	21,3	484	8	173,7
<i>Phormidium</i> sp.2	10	9	2,8	5,3	8,8	7,5	8,0	199	88	146,4	14,1	11,5	12,8	195	0,3	49	375	4	107,13	90	0	27,9	484	22	136,4
<i>Phormidium</i> sp.3	3	8	2,8	5,9	8,8	8,0	8,4	268	79	173,2	14,1	12,5	13,2	4,3	1,9	3	23	9	16,3	9	8	8,7	79	40	60,7
<i>Phormidium</i> sp.4	2	10	2	6,0	8,8	7,3	8,0	148,8	48	99	13,1	12,3	12,7	4,5	3,2	4	71	20	45,5	20	9	14,5	53	0	26,5
<i>Schizothrix cf. fragilis</i> (Kütz.) Gom.	7	9	3,8	5,8	8,1	7,5	7,8	392	91	186,4	13,4	10,5	12,3	138	0	33	2430	4	424,43	870	0	143,9	11270	18	1737,0
<i>Synechococcus elongatus</i> (Näg.) Næg.	4	7	3,8	5,1	8,8	7,3	8,0	129	56	97	13,4	12,3	12,8	354,7	1,9	161	963	17	341,25	166	0	59,8	1285	28	405,0
<i>Tolypothrix</i> sp.	1	6	6	6,0	8,3	8,3	8,3	264	264	264	12,7	12,7	12,7	4	4	4	14	14	14	0	0	0	36	36	36,0
<i>Hydrurus foetidus</i> (Vill.) Trev.	8	9	4,7	6,6	8,1	7,0	7,6	6800	50	942,9	12,9	11,7	12,4	354,7	0,6	64	963	0	161	166	0	27,3	1285	14	241,1
<i>Ochromonas</i> sp.	4	8	4,5	5,8	8,3	7,4	7,7	6800	94	1823	12,5	11,6	12,1	354,7	0	94	963	9	251,75	166	4	48,8	1285	35	426,5
<i>Phaeogloea mucosa</i> Chod.	4	6,2	4	4,8	8,8	7,0	7,8	199	94	130,7	12,9	11,6	12,3	52,7	0	16	104,7	13	44,4	6,667	0	2,7	69	20,7	36,7
Quistes	24	11	2	6,7	8,9	6,8	7,9	6800	37	447,9	15,3	10,1	12,3	354,7	0	32	3880	1	259,63	1992	0	113,75	9230	9	679,9
<i>Characiopsis sphagnicola</i> Pasch.	1	8	8	8,0	8,3	8,3	8,3	268	268	268	12,5	12,5	12,5	4,3	4,3	4	9	9	9	9	9	9	63	63	63,0
<i>Chlorocloster minimus</i> Pasch.	1	7,2	7,2	7,2	8,6	8,6	8,6	217	217	217	13,0	13,0	13,0	3,5	3,5	4	13	13	13	13	13	13	8	8	8,0
<i>Tribonema utriculosum</i> (Kütz.) Hazen.	1	5,5	5,5	5,5	7,4	7,4	7,4	6800	6800	6800	11,9	11,9	11,9	17,4	17,4	17	22	22	22	16	16	16	323	323	323,0
<i>Achnanthes biasolettiana</i> Grun.	27	11	2	5,7	8,9	7,0	7,8	441	48	148,4	14,1	10,1	12,4	278	0	36	448	0	78,7	221	0	22	3138	0	193,0
<i>Achnanthes coarctata</i> (Bréb.) Grun.	21	10	2	5,8	8,8	7,3	8,0	6800	48	493,4	14,7	11,5	12,7	17,4	0	4	71	0	19,9	35	0	9	323	0	76,5
<i>Achnanthes delicatula</i> (Kütz.) Grun.	28	14	2	6,4	8,8	6,8	7,7	6800	37	407,6	15,3	10,1	12,3	354,7	0	38	963	0	100,75	166	0	25	1285	3	183,9
<i>Achnanthes exigua</i> Grun.	4	9,8	2,8	5,4	8,0	7,7	7,9	172,6	79	108,6	14,7	11,6	13,0	3	0	2	23	13	17,8	18	4	11	88	35	61,5
<i>Achnanthes germainii</i> Mang.	31	14	2	6,4	8,8	6,8	7,8	6800	37	359,5	15,3	10,1	12,4	354,7	0	44	2430	0	182,35	870	0	52	11270	0	535,0
<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>dubia</i> (Grun.) L.-Bert.	4	9	3,3	6,2	8,2	7,0	7,4	153,8	50	90	13,1	11,7	12,5	52,7	2,6	29	162	22	80,7	102	1,5	30	349	20,7	125,4
<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>lanceolata</i> var. <i>haynaldii</i> (Schaarschmidt) Cl.	42	14	2	6,3	8,9	6,8	7,8	1129	37	182,6	15,3	10,1	12,5	278	0	32	3880	0	224,48	1992	0	93	11270	0	672,3
<i>Achnanthes minutissima</i> Kütz.	8	9,8	3,5	6,3	8,8	7,4	8,0	6800	79	1074	13,5	11,5	12,4	17,4	0	5	39	0	18,6	35	0	9	323	14	82,4
<i>Achnanthes subatomoides</i> (Hust.) L.-Bert. et Archibald	24	9,8	2,8	6,3	8,9	7,0	7,8	6800	50	431,4	14,1	10,9	12,4	354,7	0	27	2430	1	170,28	870	0	54	11270	0	585,4
<i>Amphora cf. dusenii</i> Brun	22	14	3,3	7,1	8,9	6,8	8,1	6800	37	461,6	14,7	10,1	12,4	81,5	0	9	160,3	0	26,0	27	0	6	323	0	64,9
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Sim.	5	9	2	6,0	8,1	7,0	7,5	6800	48	1455	13,1	11,6	12,4	52,7	1,4	24	154	4	60,9	35	4	16	323	20,7	120,7
<i>Caloneis bacillum</i> (Grun.) Cl.	7	9	4,5	6,7	8,8	7,0	7,7	6800	50	1067	13,1	11,6	12,2	52,7	0	17	154	12	49,2	35	0	11	323	14	95,2
<i>Cocconeis californica</i> Grun.	2	5,5	4,5	5,0	7,8	7,4	7,6	6800	94	3447	11,9	11,6	11,7	17,4	0	9	22	13	17,5	16	4	10	323	35	179,0
<i>Cocconeis costata</i> Greg.	3	7,5	4,5	5,8	8,0	7,4	7,7	6800	94	2674	11,9	11,5	11,6	17,4	0	9	39	13	24,7	35	4	18	323	35	164,3
<i>Cocconeis gautieri</i> V. Heurck	2	7,5	5,5	6,5	8,0	7,4	7,7	6800	1129	3965	11,9	11,5	11,7	17,4	8,5	13	39	22	30,5	35	16	26	323	135	229,0
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>placentula</i> Ehr.	1	9	9	9,0	8,1	8,1	8,1	88	88	88	12,9	12,9	12,9	1,4	1,4	1	4	4	4	4	4	4	48	48	48,0
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehr.) V. Heurck	3	7,5	2	5,0	8,0	7,3	7,5	6800	48	2659	13,1	11,5	12,2	17,4	4,5	10	39	20	27	35	16	23,7	323	53	170,3

Tabla 3: Valores máximos, mínimos y promedio para cada parámetro físico-químico y número total de muestreos en los cuales se registró cada taxón.

Taxones	TEMP			pH			COND			OX DIS			SOL SUSP			PT			PRS			NID			
	N°	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehr.	2	5,5	4,5	5,0	7,8	7,4	7,6	6800	94	3447	11,9	11,6	11,7	17,4	0	9	22	13	17,5	16	4	10	323	35	179,0
<i>Cocconeis</i> sp.1	5	9	4,5	6,9	8,0	7,3	7,6	6800	50	1663	11,9	11,5	11,6	46	0	15	154	13	50	35	4	20	323	35	145,4
<i>Cocconeis</i> sp.2	2	7,5	5,5	6,5	8,0	7,4	7,7	6800	1129	3965	11,9	11,5	11,7	17,4	8,5	13	39	22	30,5	35	16	25,5	323	135	229,0
<i>Corethron valdiviae</i> Karst.	2	7,5	5,5	6,5	8,0	7,4	7,7	6800	1129	3965	11,9	11,5	11,7	17,4	8,5	13	39	22	30,5	35	16	25,5	323	135	229,0
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	2	5	4,7	4,8	7,1	7,0	7,1	111	95	103,1	15,3	12,6	14,0	53	52,7	53	367	105	235,83	163	6,7	84,8	1234	20,7	627,3
<i>Cymbella tumida</i> (Bréb.) V. Heurck	3	14	7,2	10,1	8,8	7,9	8,4	223	79	173	13,0	11,3	12,2	8,8	3,5	6	27	13	19,3	27	6	15,3	260	8	108,7
<i>Entopylia ocellata</i> var. <i>pulchella</i> (Arm.) Fricke *	4	7,5	4,5	5,6	8,0	7,4	7,7	6800	94	2038	12,3	11,5	11,8	354,7	0	95	963	13	259,25	166	4	55,3	1285	35	444,5
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>capucina</i> Desmaz.	13	9,8	3,3	6,5	8,8	7,0	7,7	6800	61	623,2	14,7	11,6	12,5	354,7	0	44	963	4	118,92	166	0	22,3	1285	0	168,2
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>rumpens</i> (Kütz.) L.-Bert.	15	9,8	3,3	5,7	8,1	6,8	7,6	6800	37	657,1	13,5	11,5	12,6	354,7	1,3	38	2430	0	256,71	870	0	76,5	11270	3	903,5
<i>Fragilaria construens</i> var. <i>subsalina</i> Hust.	33	14	2	6,1	8,9	7,0	8,0	6800	48	352,4	14,7	10,1	12,5	278,0	0	19	356	0	42,2	90	0	11,7	323	0	72,6
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	1	4,7	4,7	4,7	7,0	7,0	7,0	95	95	95	12,6	12,6	12,6	52,7	52,7	53	104,7	105	104,67	6,7	6,7	6,7	20,7	20,7	20,7
<i>Fragilaria pinnata</i> Ehr.	5	9,8	3,3	6,5	8,3	7,2	7,6	6800	50	1453	13,1	11,7	12,2	17,4	2,6	7	34	14	21,8	16	0	7,7	323	36	107,0
<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) L.-Bert.	5	8,5	4,5	6,5	8,3	7,0	7,7	268	94	136,3	12,7	11,6	12,3	52,7	0	12	104,7	9	33,133	9	0	4,7	63	0	26,5
<i>Fragilaria (Tabularia)</i> sp.	2	11	8	9,5	8,4	7,3	7,9	441	50	245,4	11,7	10,1	10,9	2,6	2,3	2	22	5	13,5	10	0	5	75	9	42,0
<i>Fragilariopsis</i> sp.	1	5,5	5,5	5,5	7,4	7,4	7,4	6800	6800	6800	11,9	11,9	11,9	17,4	17,4	17	22	22	22	16	16	16	323	323	323,0
<i>Gomphonema clavatum</i> Ehr.	47	14	2	6,2	8,9	6,8	7,9	6800	37	311,7	15,3	10,1	12,5	354,7	0	34	963	0	86	221	0	23,7	3138	0	195,4
<i>Gomphonema gracile</i> Ehr.	7	9	3,3	6,8	8,9	7,2	8,2	250	61	150,7	13,1	11,6	12,5	46	0	12	154	8	37,9	35	0	10,8	280	14	85,4
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Homemann) Bréb.	4	9	9	9,0	8,8	7,7	8,1	261	88	203,6	12,9	11,3	12,0	127	1,4	46	448	4	158,25	221	4	71,8	3138	48	901,3
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.	5	9	4,5	7,3	8,8	7,4	7,9	6800	94	1493	12,7	11,6	12,0	46	0	15	154	12	45,6	35	0	16,4	323	14	158,2
<i>Gomphonema</i> sp.	4	9	4,5	7,4	8,8	7,8	8,3	242	79	159,5	13,1	11,6	12,1	46	0	14	154	13	52,8	35	4	19,5	260	35	123,5
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grun.	40	14	2	6,2	8,9	6,8	7,9	6800	37	332,5	15,3	10,1	12,5	278	0	24	375	0	59,4	163	0	18,5	1234	0	113,8
<i>Licmophora antarctica</i> Carlson	3	7,5	5,5	6,6	8,0	7,4	7,6	6800	121	2683	12,4	11,5	11,9	81,5	8,5	36	160,3	22	73,8	35	15,3	22,1	323	72,3	176,8
<i>Licmophora cf. communis</i> (Heib.) Grun.	3	7,5	4,5	5,8	8,0	7,4	7,7	6800	94	2674	11,9	11,5	11,6	17,4	0	9	39	13	24,7	35	4	18,3	323	35	164,3
<i>Navicula austroshetlandica</i> Carlson	2	6,5	5	5,8	7,5	7,5	7,5	392	129	260,5	12,5	12,3	12,4	354,7	33,7	194	2430	963	1696,5	870	166	518	11270	1285	6277,5
<i>Navicula bacillum</i> Ehr.	7	9	4,5	7,2	8,8	7,3	7,8	6800	50	1084	12,7	10,9	11,8	17,4	0	5	27	1	14,7	27	0	8,3	323	14	113,9
<i>Navicula capitata</i> var. <i>hungarica</i> (Grun.) Ross	21	11	2	5,6	8,9	6,8	7,7	6800	37	497	13,4	10,1	12,2	195	0	24	375	0	55,3	44	0	11,3	323	0	75,8
<i>Navicula cincta</i> (Ehr.) Ralfs	22	9,8	2	5,9	8,9	7,0	7,8	6800	48	490,5	14,7	10,9	12,5	354,7	0	31	963	0	79,8	166	0	21,4	1285	20,7	140,0
<i>Navicula contenta</i> Grun.	32	10	2	6,0	8,9	6,8	7,9	6800	37	368,2	15,3	10,9	12,6	354,7	0	27	963	1	82,9	166	0	26,7	1285	0	154,4
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	4	14	4	7,4	8,6	7,7	8,0	217	79	131,1	13,0	11,3	12,0	5,3	0	3	18	13	15,5	13	0	5,8	69	8	42,5
<i>Navicula elginensis</i> (Greg.) Ralfs	18	9	2	6,1	8,9	7,0	7,8	6800	48	504,3	15,3	11,3	12,7	127	0	25	448	4	82,2	221	0	30,6	3138	8	303,6
<i>Navicula gibbula</i> Cl.	1	8	8	8,0	7,3	7,3	7,3	49,8	50	49,8	11,7	11,7	11,7	2,6	2,6	3	22	22	22	10	10	10	75	75	75,0
<i>Navicula halophila</i> (Grun.) Cl.	21	10	2	6,6	8,8	7,0	7,8	6800	48	496,6	15,3	10,9	12,5	127	0	24	448	1	81,4	221	0	34,3	3138	0	282,7
<i>Navicula molestiformis</i> Hust	6	9	4,5	6,2	7,9	7,0	7,5	261	94	142,9	15,3	10,9	12,3	354,7	0	98	963	1	316,11	221	1	93,6	3138	20,7	962,4
<i>Navicula mutica</i> Kütz.	16	14	2	6,8	8,8	7,0	7,8	6800	48	582,3	15,3	10,1	12,4	81,5	0	20	2430	5	213,81	870	0	74,7	11270	8	856,9
<i>Navicula multicoopsis</i> V. Heurck	37	14	2	6,5	8,8	6,8	7,8	6800	37	351,3	15,3	10,9	12,5	354,7	0	45	3880	0	280,76	1992	0	110,73	11270	0	801,6

Tabla 3: Valores máximos, mínimos y promedio para cada parámetro físico-químico y número total de muestreos en los cuales se registró cada taxón.

Taxones	TEMP			pH			COND			OX DIS			SOL SUSP			PT			PRS			NID			
	N°	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom
<i>Navicula naumannii</i> Hust.	2	8	4,5	6,3	7,8	7,3	7,5	94	50	72	11,7	11,6	11,6	2,6	0	1	22	13	17,5	10	4	7	75	35	55,0
<i>Navicula nivalis</i> Ehr.	2	8,5	6,5	7,5	8,0	7,5	7,7	392	106	249,1	12,7	12,5	12,6	33,7	0,6	17	2430	12	1221	870	0	435	11270	14	5642,0
<i>Navicula pseudoscutiformis</i> Hust.	1	5,5	5,5	5,5	7,4	7,4	7,4	6800	6800	6800	11,9	11,9	11,9	17,4	17,4	17	22	22	22	16	16	16	323	323	323,0
<i>Navicula cf. pseudosilicula</i> Hust.	4	7,5	2	4,9	8,0	7,4	7,7	6800	94	2039	14,9	11,5	11,6	17,4	0	7	39	0	18,5	35	0	13,8	323	31	131,0
<i>Navicula cf. subminuscula</i> Mang.	2	5,5	4,5	5,0	7,9	7,4	7,7	6800	79	3439	14,7	11,9	13,3	17,4	1,7	10	22	18	20	18	16	17	323	88	205,5
<i>Navicula tabellariaeformis</i> Krasske	8	11	4,5	6,6	8,8	7,0	7,8	6800	79	1029	13,1	11,6	12,4	35,4	0	64	3880	12	930,21	1992	0	382,83	11270	14	2777,2
<i>Navicula</i> sp.	1	9	4,7	6,8	8,8	7,0	7,9	223	95	159,1	12,6	12,3	12,5	52,7	8,8	31	104,7	27	65,8	27	6,7	16,8	260	20,7	140,3
<i>Nitzschia alpina</i> Hust.	2	9	9,0	9,0	8,8	8,8	8,8	223	223	223	12,3	12,3	12,3	8,8	8,8	9	27	27	27	27	27	27	260	260	260,0
<i>Nitzschia angustiatula</i> L.-Bert. *	2	7,5	5,5	6,5	8,0	7,4	7,7	6800	1129	3965	11,9	11,5	11,7	17,4	8,5	13	39	22	30,5	35	16	25,5	323	135	229,0
<i>Nitzschia capitellata</i> Hust.	30	11	3	6,6	8,8	6,8	7,8	6800	37	410,9	15,3	10,1	12,3	27,8	0	30	2430	0	159,57	870	0	60,267	11270	0	604,4
<i>Nitzschia inconspicua</i> Grun.	45	14	2	6,0	8,9	6,8	7,9	6800	37	319,7	15,3	10,1	12,5	35,4	0	31	963	0	80,4	221	0	23,422	3138	0	196,8
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Smith	51	14	2	6,1	8,9	6,8	7,9	6800	37	302,3	15,3	10,1	12,5	35,4	0	33	2430	0	131,29	870	0	42,137	11270	0	411,8
<i>Nitzschia reversa</i> W. Smith *	2	5,5	4,7	5,1	7,4	7,0	7,2	6800	95	3448	12,6	11,9	12,3	52,67	17,4	35	104,7	22	63,3	16	6,7	11,3	323	20,7	171,8
<i>Orthoseira roeseana</i> (Rabenh.) O'Meara	16	9,8	2	6,6	8,8	7,0	7,8	6800	48	603,9	15,3	11,5	12,6	35,4	0	34	2430	4	262,19	870	0	94,8	11270	14	964,1
<i>Pinnularia acrophaera</i> Rabh.	2	7	4,7	5,8	7,5	7,0	7,3	118,1	95	106,7	12,6	12,1	12,4	52,7	2,3	27	104,7	27	65,8	870	4	5,3	20,7	0	10,3
<i>Pinnularia borealis</i> var. <i>borealis</i> Ehr.	14	9	2	5,9	8,8	7,0	7,7	6800	48	690,4	13,5	11,5	12,4	27,8	0	43	2430	0	252,79	870	0	86,1	11270	20,7	934,4
<i>Pinnularia borealis</i> var. <i>rectangularis</i> Carlson	1	6	6	6,0	8,3	8,3	8,3	264	264	264	12,7	12,7	12,7	4	4	4	14	14	14	0	0	0	36	36	36,0
<i>Pinnularia krookii</i> (Grun.) Cl.-Euler	37	14	2	6,3	8,8	7,0	7,9	6800	50	361,4	15,3	10,1	12,4	35,4	0	32	2430	0	152,88	870	0	53,7	11270	0	532,9
<i>Pinnularia cf. lundii</i> Hust.	5	9	4,5	6,1	7,8	7,4	7,6	6800	94	1531	12,5	11,6	12,0	35,4	0	90	2430	13	716,4	870	4	218,2	11270	35	2614,4
<i>Pinnularia maior</i> (Kütz.) Rabenh.	2	14	8	11,0	7,9	7,3	7,6	79	50	64	11,7	11,3	11,5	5,3	2,6	4	22	18	20	10	6	8	75	58	66,5
<i>Pinnularia microstauron</i> var. <i>microstauron</i> (Ehr.) Cl.	46	14	2	6,3	8,9	6,8	7,9	6800	37	331,3	15,3	10,1	12,5	35,4	0	24	3880	0	206,46	1992	0	86,696	11270	0	633,9
<i>Pinnularia microstauron</i> var. <i>ambigua</i> Meist.	22	11	2,8	6,2	8,9	7,0	8,0	6800	61	498,1	15,3	10,1	12,5	53	0	16	3880	1	333,21	1992	0	147,33	11270	0	1048,8
<i>Pinnularia schoenfelderi</i> Krammer	7	8,5	4,5	6,5	8,0	7,1	7,6	6800	50	1240	15,3	11,5	12,4	53	0	17	2430	12	415	870	0	156,86	11270	14	1869,4
<i>Pinnularia</i> sp.1	8	9	4,5	6,3	8,9	7,3	7,8	6800	50	1097	14,7	11,5	12,3	35,4	0	56	963	8	154,88	166	0	35,5	1285	33	266,6
<i>Pinnularia</i> sp.2	3	8	4,5	6,0	7,8	7,3	7,5	6800	50	2315	11,9	11,6	11,7	17,4	0	7	22	13	19	16	4	10	323	35	144,3
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Ag.) L.-Bert.	3	8,5	4,5	6,2	8,0	7,4	7,7	6800	94	2333	12,7	11,6	12,1	17,4	0	6	22	12	15,7	16	0	6,7	323	14	124,0
<i>Stauroneis anceps</i> Ehr.	41	14	2	6,1	8,8	7,0	7,8	6800	48	337,5	15,3	10,1	12,5	35,4	0	39	2430	0	158,9	870	0	51,6	11270	0	501,2
<i>Stauroneis gracilis</i> Ehr.	3	6,5	5,5	6,0	7,8	7,5	7,7	392	151	232,2	12,7	11,6	12,3	33,7	3,1	14	2430	0	812	870	0	290	11270	28	3796,3
<i>Stauroneis obtusa</i> Lagerstedt	2	5,5	5	5,3	7,5	7,4	7,5	6800	129	3465	12,3	11,9	12,1	35,4	17,4	186	963	22	492,5	166	16	91	1285	323	804,0
<i>Surirella cf. minuta</i> Bréb.	11	9,8	2	6,4	8,8	6,8	7,7	6800	37	795,8	14,7	11,5	12,4	46	0	10	154	12	34	35	0	14,5	323	14	89,7
<i>Diatomea céntrica</i>	4	8	3,3	5,4	7,4	7,0	7,2	6800	50	1751	13,1	11,7	12,3	52,7	2,6	21	104,7	22	45,7	16	1,5	8,5	323	20,7	118,9
<i>Euglena</i> sp.	2	11	6,5	8,8	8,6	7,5	8,0	539	392	465,5	12,5	12,3	12,4	53	33,7	43	3880	2430	3155	1992	870	1431	11270	9230	10250,0
<i>Ankya judayi</i> (G.M. Smith) Fott *	9	11	3,3	5,6	8,6	6,8	7,5	539	37	158,7	13,1	11,6	12,4	27,8	2,3	54	3880	6	508,41	1992	0	240,85	9230	0	1079,9
<i>Aphanochaete repens</i> A. Braun	8	11	3,5	6,4	8,8	7,8	8,1	539	79	182,3	13,5	10,9	12,5	53	0	9	3880	0	495,25	1992	0	250,63	9230	3	1181,5
<i>cf. Carteria</i>	3	11	5,5	7,7	8,6	7,4	7,8	6800	392	2577	12,5	11,9	12,2	53	17,4	35	3880	22	2110,7	1992	16	959,33	11270	323	6941,0

Tabla 3: Valores máximos, mínimos y promedio para cada parámetro físico-químico y número total de muestreos en los cuales se registró cada taxón.

Taxones	N°	TEMP			pH			COND			OX DIS			SOL SUSP			PT			PRS			NID		
		Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom
<i>Characium cf. ensiforme</i> Herm.	2	9	4,8	6,9	7,8	7,8	7,8	242	198	220	12,5	11,6	12,0	46	45,2	46	154	97	125,5	90	35	62,5	159	61	110,0
<i>Characium</i> sp.	1	4	4	4,0	7,8	7,8	7,8	167,1	167,1	167,1	13,1	13,1	13,1	2,4	2,4	2	4	4	4	0	0	0	28	28	28,0
<i>Chlamydomonas nivalis</i> (Bauer) Wille	23	11	2,8	6,4	8,8	6,8	7,8	6800	37	495,7	14,7	10,9	12,6	354,7	0,6	35	3880	1	366,16	1992	0	153,55	11270	0	1152,2
<i>Chlamydomonas subcaudata</i> Wille	3	11	4,5	8,4	8,6	7,3	7,9	539	56	228	12,5	11,7	12,2	278	3	111	3880	17	1417,7	1992	11	689,33	9230	44	3180,3
<i>Chlamydomonas</i> sp.1	1	4,5	4,5	4,5	8,0	8,0	8,0	91	91	91	12,3	12,3	12,3	0,3	0,3	0	62	62	62	62	62	62	172	172	172,0
<i>Chlamydomonas</i> sp.2	1	5	5	5,0	7,1	7,1	7,1	111	111	111	15,3	15,3	15,3	53	53	53	367	367	367	163	163	163	1234	1234	1234,0
<i>Chlamydomonas</i> sp.3	8	14	2	6,6	8,3	7,1	7,5	6800	48	985,8	15,3	11,3	12,6	138	2,6	32	2430	14	395	870	0	140,63	11270	36	1691,6
<i>Chlamydomodum cf. starrii</i> (Fott) Ettl et Gärtner	4	4,8	3,9	4,3	7,8	6,8	7,3	198	37	116,2	13,0	12,3	12,6	52,7	4,9	31	104,7	18	64,9	90	0	24,8	69	20,7	42,9
<i>Chlorella vulgaris</i> Beij.	9	11	4	7,3	8,8	7,5	8,0	539	64	220,8	13,1	10,9	12,3	53	1,3	26	3880	1	748,44	1992	0	338	11270	3	2352,9
<i>Closteropsis ocellularis</i> (G.M. Smith) Belcher et Swalle	7	6	2	4,5	7,8	6,8	7,5	6800	37	1089	13,0	11,5	12,1	45,2	0,9	17	97	0	30,6	90	0	16,4	323	21	81,0
<i>Coenocystis subcylindrica</i> Kors.*	3	11	6,5	8,8	8,6	7,5	8,0	539	167	366,1	12,5	10,9	11,9	53	1,6	29	3880	1	2103,7	1992	1	954,33	11270	62	6854,0
<i>Dictyosphaerium dichotomum</i> Ling et Seppelt	2	11	6,5	8,8	8,6	7,5	8,0	539	392	465,5	12,5	12,3	12,4	53	33,7	43	3880	2430	3155	1992	870	1431	11270	9230	10250,0
<i>Golenkinopsis parvula</i> (Voronich.) Kors.	2	11	6,5	8,8	8,6	7,5	8,0	539	392	465,5	12,5	12,3	12,4	53	33,7	43	3880	2430	3155	1992	870	1431	11270	9230	10250,0
<i>Golenkinopsis solitaria</i> (Kors.) Kors.*	2	11	6,5	8,8	8,6	7,5	8,0	539	392	465,5	12,5	12,3	12,4	53	33,7	43	3880	2430	3155	1992	870	1431	11270	9230	10250,0
<i>Hyaloraphidium contortum</i> Pasch. et Kors.*	2	11	6,5	8,8	8,6	7,5	8,0	539	392	465,5	12,5	12,3	12,4	53	33,7	43	3880	2430	3155	1992	870	1431	11270	9230	10250,0
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom.-Legn.	11	11	3,3	5,6	8,6	6,8	7,6	6800	37	865,7	13,1	11,5	12,5	354,7	4,9	65	3880	18	713,52	1992	0	287,06	11270	20,7	2084,0
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Kom.-Legn.	2	11	3,9	7,4	8,6	6,8	7,7	539	37	288	13,0	12,3	12,6	53	19,8	36	3880	40	1960	1992	2,5	997,25	9230	21	4625,5
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nyg.	3	6,5	4,5	5,3	7,8	7,5	7,6	392	94	205	12,5	11,6	12,1	354,7	0	129	2430	13	1135,3	870	4	346,67	11270	35	4186,7
<i>Oedogonium</i> sp.1	5	9,8	4,5	6,7	8,9	7,5	8,1	250	89	152,4	13,5	11,6	12,4	19,5	2,3	9	37	6	19	15	0	6	119	0	44,8
<i>Oedogonium</i> sp.2	1	6	6	6,0	8,9	8,9	8,9	250	250	250	13,0	13,0	13,0	14	14	14	8	8	8	0	0	0	33	33	33,0
<i>Palmella miniata</i> var. <i>aequalis</i> Näg. sensu G.M. Smith	1	4,5	4,5	4,5	7,6	7,6	7,6	131	131	131	11,5	11,5	11,5	195	195	195	375	375	375	44	44	44	279	279	279,0
<i>Pleurococcus</i> sp.	8	9	4,5	6,8	8,9	7,7	8,2	1129	79	290,9	14,7	10,5	12,6	14	0	5	39	0	15,1	35	0	8,8	135	8	57,1
<i>Pseudococcomyxa simplex</i> (Mainx) Fott	3	6,8	4,5	5,4	7,8	7,5	7,7	198	94	137,6	12,5	11,6	12,2	81,5	0	42	160,3	13	90,1	90	4	36,4	72,3	35	56,1
<i>Pseudodictyosphaerium jursii</i> (Hind.) Hind.*	4	11	2	5,5	8,6	7,6	7,9	539	132	250,8	12,5	11,5	12,1	53	0,9	26	3880	0	998,75	1992	0	520,5	9230	31	2347,8
<i>Schroederia seitgeri</i> (Schröd.) Lemm.*	2	11	6,5	8,8	8,6	7,5	8,0	539	392	465,5	12,5	12,3	12,4	53	33,7	43	3880	2430	3155	1992	870	1431	11270	9230	10250,0
<i>Schroederia cf. robusta</i> Kors.	1	3,9	3,9	3,9	6,8	6,8	6,8	37	37	37	13,0	13,0	13,0	19,8	19,8	20	40	40	40	2,5	2,5	2,5	21	21	21,0
<i>Stigeoclonium</i> sp.	12	9,8	2	6,3	8,9	7,6	8,0	1129	89	244	13,4	10,5	12,1	46	0	11	154	0	33	90	0	14,3	159	3	51,3
<i>Tetraspora gelatinosa</i> (Vaucher) Desvaux*	7	9,8	3,5	6,0	8,6	7,4	7,9	6800	89	1108	13,5	11,7	12,7	19,5	0,6	7	37	0	15,1	16	0	6	323	14	86,3
<i>Tetrastrum elegans</i> Playf.*	1	6,5	6,5	6,5	7,5	7,5	7,5	392	392	392	12,5	12,5	12,5	33,7	33,7	34	2430	2430	2430	870	870	870	11270	11270	11270,0
<i>Ulothrix moniliformis</i> Kütz.	29	11	2	5,9	8,6	6,8	7,7	6800	37	406,9	14,1	10,1	12,4	354,7	0,3	44	963	0	107,34	221	0	32,2	3138	9	253,5
<i>Prasiococcus calcarius</i> (Boye Petersen) Vischer	12	9	2	5,3	8,8	7,5	8,1	392	79	173,3	14,7	11,5	12,8	195	0,3	25	2430	0	259	870	0	95,1	11270	8	1028,2
<i>Prasiola crispa</i> (Lightf.) Menegh.	15	11	4	6,7	8,8	7,1	7,7	6800	50	692,8	15,3	11,3	12,5	354,7	0	71	3880	4	593,56	1992	0	242,5	11270	28	1840,0
<i>Cosmarium binum</i> Nordst.	15	10	2	5,3	8,9	7,3	7,9	264	48	152	13,5	10,9	12,5	81,5	0,9	12	160,3	0	28,0	28	0	5,3	91	0	40,6
<i>Cosmarium dentiferum</i> Corda*	22	14	2	6,7	8,8	7,0	7,9	6800	50	458,4	13,9	10,1	12,4	81,5	0,6	14	160,3	0	37,2	35	0	8,8	323	0	65,9
<i>Cosmarium laeve</i> Rabenh.	2	8,5	3,5	6,0	8,0	7,8	7,9	172	106	139,1	13,5	12,7	13,1	2,9	0,6	2	12	0	6	0	0	0	40	14	27,0

Tabla 3: Valores máximos, mínimos y promedio para cada parámetro físico-químico y número total de muestreos en los cuales se registró cada taxón.

Taxones	TEMP			pH			COND			OX DIS			SOL SUSP			PT			PRS			NID			
	N°	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom			
<i>Cosmarium</i> sp.	3	8,5	4	5,7	8,0	7,0	7,6	167,1	95	122,8	13,1	12,6	12,8	52,7	0,6	19	104,7	4	40,2	6,7	0	2,2	28	14	20,9
<i>Gonatozygon brebissonii</i> De Bary	9	11	4	7,0	8,4	7,4	7,9	6800	89	931,5	13,1	10,1	12,1	17,4	0	4	22	0	10,7	16	0	4,4	323	9	71,4
<i>Mougeotia</i> sp.	4	9,8	4,5	7,5	8,8	7,7	8,1	106,2	79	92	13,1	11,6	12,3	3	0	1	17	12	14,8	11	0	5,8	44	14	33,3
<i>Spirogyra</i> sp.	34	14	2	6,3	8,9	6,8	8,0	441	37	152,6	14,7	10,1	12,5	52,7	0	9	154	0	28,6	90	0	10,3	260	0	55,2
<i>Staurastrum punctulatum</i> Bréb.	3	5,5	3,5	4,3	7,9	7,7	7,8	176,5	154	167,5	13,5	12,7	13,0	3,1	1,3	2	10	0	3,3	0	0	0	91	3	44,7
<i>Zygnema</i> sp.	14	11	2	6,5	8,6	7,6	7,9	441	88	183	13,5	10,1	12,3	127	0,6	11	448	0	38,9	221	0	18,2	3138	3	260,1
<i>Raphidonema nivale</i> Lagerh.	10	9,8	2	4,6	8,0	6,8	7,4	1129	37	183,7	13,2	11,5	12,5	278	0,9	40	356	0	67,8	65	0	17,5	267	20,7	74,8
<i>Stichococcus bacillaris</i> Näg.	5	11	3	6,1	8,6	7,1	7,7	539	111	273,2	15,3	12,3	13,2	53	2	37	3880	16	1358	1992	5	624	11270	61	4377,0
<i>Stichococcus minutissimus</i> Skuja *	4	8	2	4,7	7,7	7,0	7,4	134,4	50	102,8	12,6	11,5	12,0	52,7	0,9	15	104,7	0	36,2	10	0	4,2	75	20,7	48,9

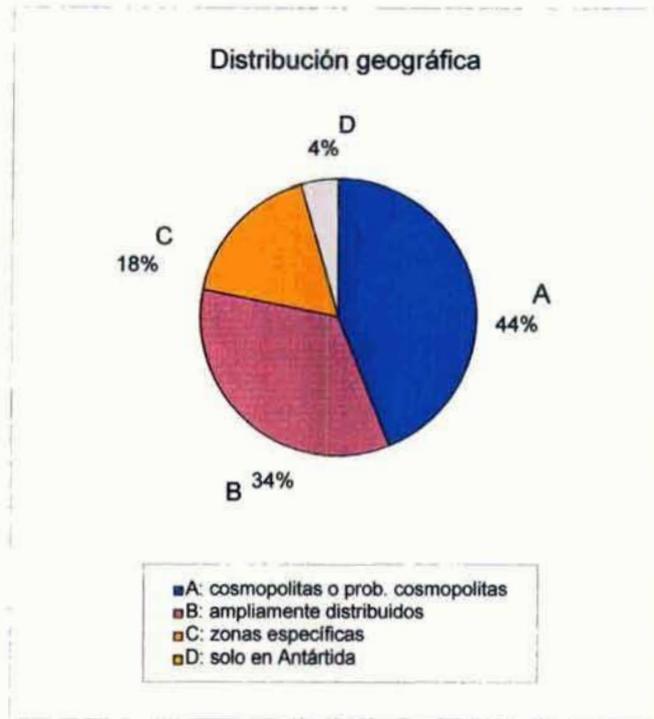


Fig. 10 : Distribución geográfica de todos los taxones registrados en los 26 cuerpos de agua.

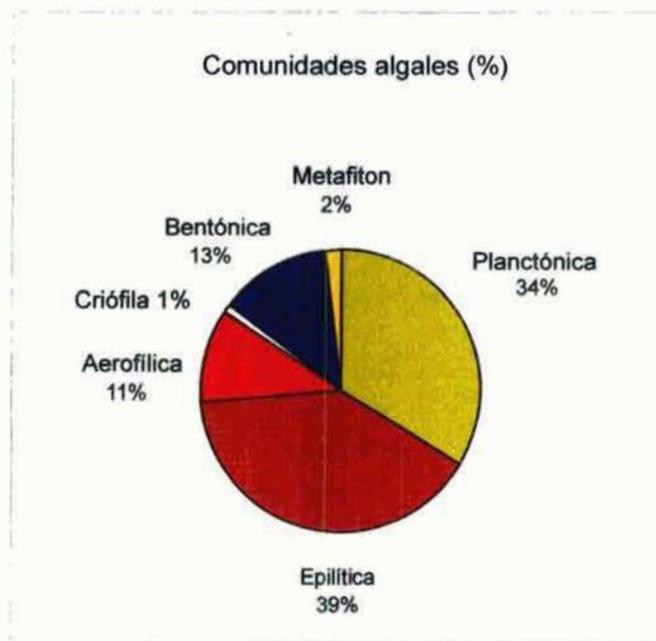


Fig. 11 : Porcentaje de especies registradas para cada comunidad algal.

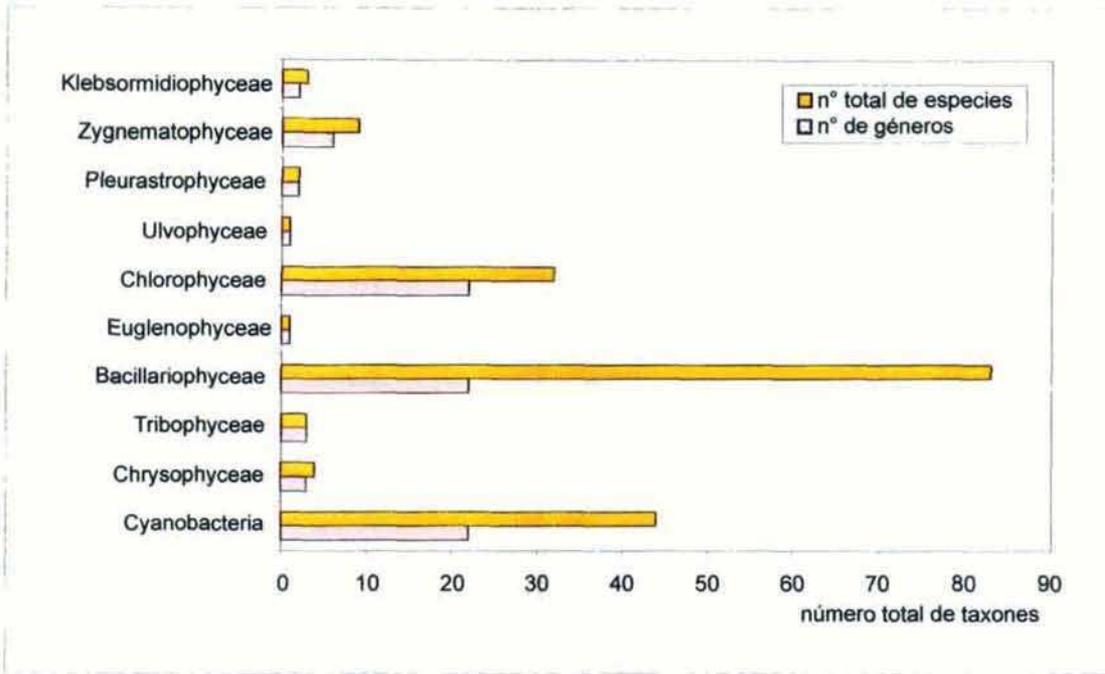


Fig. 12 : Número de géneros y especies pertenecientes a cada grupo algal registrado en los cuerpos de agua estudiados.

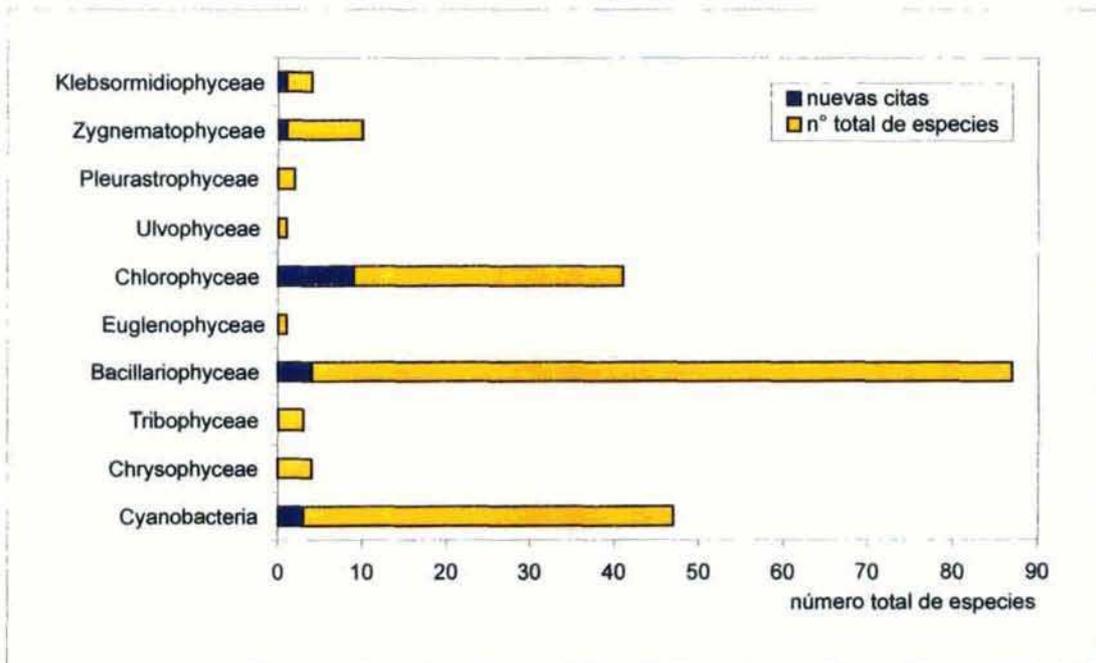


Fig. 13 : Número total de especies registradas en los cuerpos de agua estudiados. Para cada grupo taxonómico se señala la proporción de nuevos registros para la Antártida.

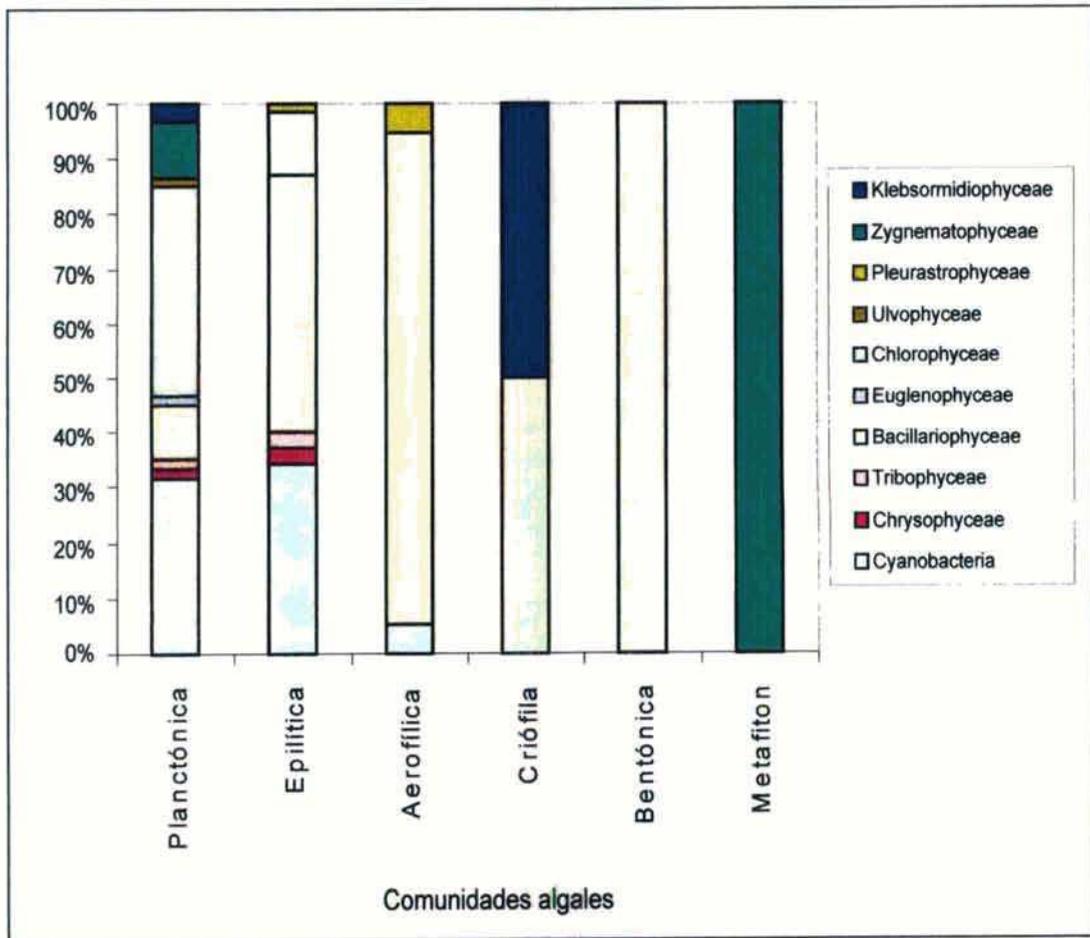


Fig. 14 : Porcentaje de taxones por grupo taxonómico para cada comunidad algal.

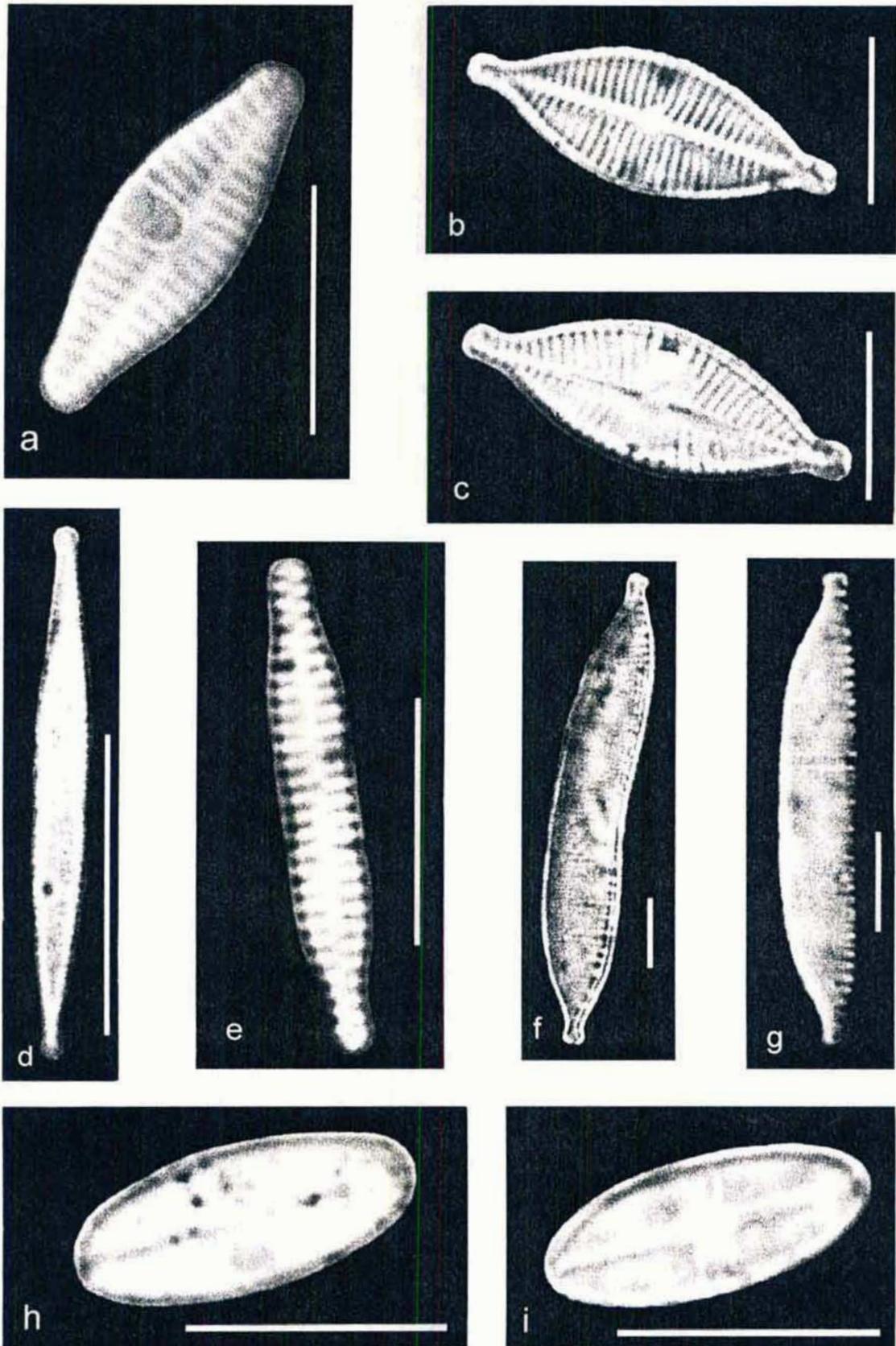


Fig. 15: a- *Achnanthes lanceolata* ssp. *lanceolata* var. *haynaldii* (Schaarschmidt) Cl., valva s/rafe; b-c *Achnanthes delicatula* (Kütz.) Grun., valva s/rafe y valva c/rafe; d- *Fragilaria capucina* var. *capucina* Desmaz.; e- *Fragilaria construens* var. *subsalina* Hust.; f-g *Hantzschia amphioxys* (Erh.) Grun.; h-i *Achnanthes subatomoides*, valva s/rafe y valva c/rafe. En todas las figuras, la escala corresponde a 10 μ m.

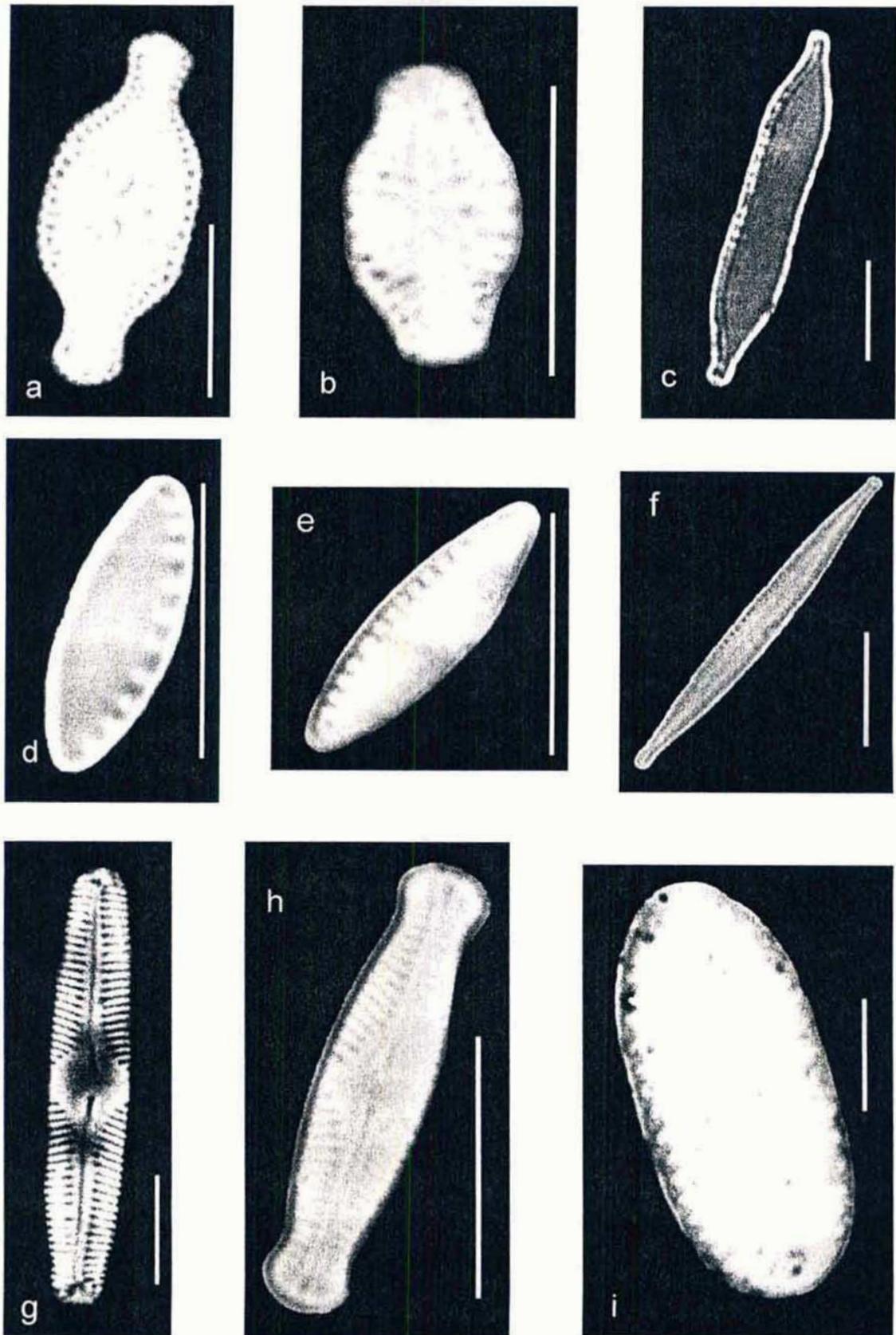


Fig. 16: a-b *Navicula muticopsis* V. Heurck; c- *Nitzschia capitellata* Hust.; d-e *Nitzschia inconspicua* Grun.; f- *Nitzschia palea* (Kütz.) W. Smith; g- *Pinnularia microstauron* var. *microstauron* (Ehr.) Cl.; h- *Pinnularia krookii* (Grun.) Cl.-Euler; i- *Surirella* cf. *minuta* Bréb. En todas las figuras, la escala corresponde a 10 μ m.

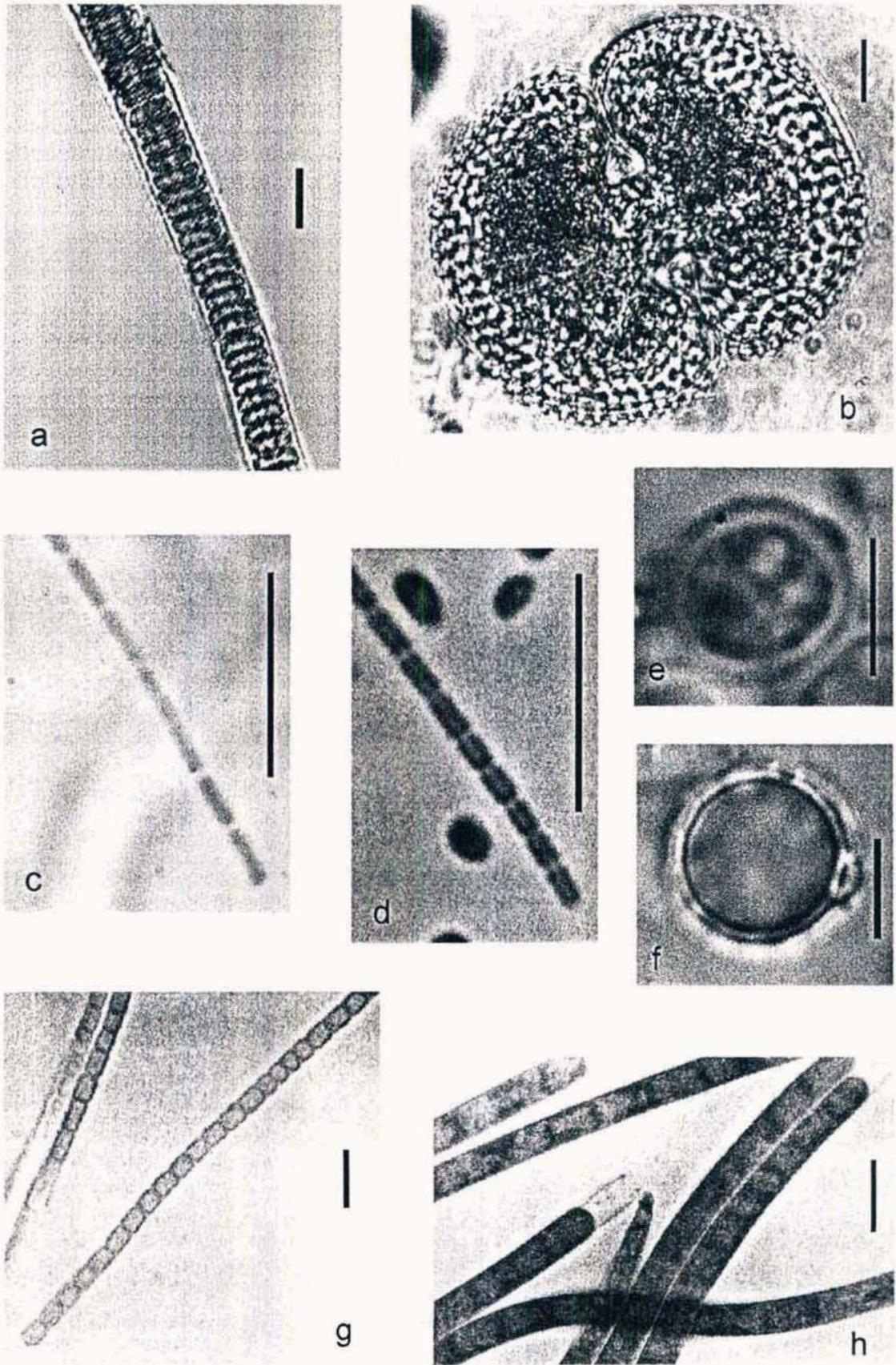


Fig. 17 : a- *Prasiola crisper* (Lightf.) Menegh.; b- *Cosmarium dentiferum* Corda; c- *Leptolyngbya angustissima* (W. et G. S. West) Anag et Kom.; d- *Leptolyngbya frigida* (Fritsch) Anag. et Kom.; e- *Hydrurus foetidus* (Vill.) Trev., quiste; f- Chrysophyceae n.i., quiste; g- *Leptolyngbya fragilis* (Gom.) Anag. et Kom.; h- *Phormidium autumnale* (Ag.) Gom. En las figuras e- y f- la escala corresponde a 5 μ m, y en las demás a 10 μ m. Las fotografías d-g-h fueron cedidas por la Dra. Gabriela Mataloni.

CAPÍTULO II-1

**Tipificación de 26 cuerpos de agua
lénticos en Península Potter basada en
características físico-químicas y de la
comunidad fitoplanctónica**

En este capítulo se relacionaron las comunidades fitoplanctónicas con el estado trófico de los cuerpos de agua lénticos situados en Península Potter. Se caracterizaron los 26 cuerpos de agua en base a los factores abióticos y a las comunidades fitoplanctónicas. También se consideró la influencia de algunas condiciones del medio ambiente (vegetación, fauna, proximidad al mar) y la morfometría de los cuerpos de agua sobre la composición y abundancia del fitoplancton.

Resultados

En la Tabla 1 se presentan para cada cuerpo de agua datos sobre la morfometría de la cubeta y características sobre la cuenca en relación a la presencia de vegetación y animales.

El 19 % de todos los cuerpos de agua presentó una cubierta de hielo que persistió aún después del comienzo del verano. El 23 % está afectado por la actividad animal en su cuenca o en las proximidades, en especial aquellos localizados cerca de Punta Stranger, mientras que un 50 % presenta vegetación en su cuenca.

En la Tabla 4 se dan los valores medios de los parámetros físicos, químicos y biológicos. Considerando los 26 cuerpos de agua, la temperatura varió entre 3 y 10,6 °C y el pH entre 7 y 8,8. Las aguas siempre estuvieron bien oxigenadas ($>11,4 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1}$) y la conductividad fluctuó entre 49 y 3.965 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Las concentraciones medias de SS fueron muy bajas (13 mg l^{-1}) excepto en los lagos C, D y E que presentaron un alto contenido de sólidos (valor medio: 191 mg l^{-1}). El PT varió entre <5 y $3.155 \mu\text{g l}^{-1}$ y el PRS entre <5 y $1.431 \mu\text{g l}^{-1}$. El NID fluctuó entre 11 y $10.250 \mu\text{g l}^{-1}$; el $\text{NO}_3\text{-N}$ desde <5 a $9.250 \mu\text{g l}^{-1}$ y el $\text{NH}_4\text{-N}$ desde 11 a $1.000 \mu\text{g l}^{-1}$. La clorofila-a varió desde 0,3 hasta $158,7 \mu\text{g l}^{-1}$.

En la Tabla 5 se registran los 135 taxones algales encontrados en los 26 cuerpos de agua estudiados. Bacillariophyceae fue el grupo mejor representado (59 especies) seguido por Chlorophyta (38 especies) y Cyanobacteria (31 especies). Los demás grupos estuvieron representados por pocos taxones. Del total de especies, 87 resultaron ticoplanctónicas y 46 euplanctónicas.

La riqueza específica varió entre 11 y 35 y la densidad algal entre 22 y $817.860 \text{ ind ml}^{-1}$ (Tabla 4). La riqueza específica de las Bacillariophyceae fue la mayor en todos los cuerpos de agua excepto para las lagunas B y O (Fig. 18a); Cyanobacteria y Chlorophyta (excepto Zygnematophyceae) fueron subdominantes.

Las algas ticoplanctónicas predominaron en todos los cuerpos de agua, fluctuando entre 9 (lagos D y E) y 29 especies (lago G). Las especies planctónicas variaron entre 2 y 10 para cada cuerpo de agua. En la laguna B y el lago Z los taxones planctónicos estuvieron mejor representados (constituyendo al menos el 40 % del total de la flora) (Fig. 18b). En la mayor parte de los cuerpos de agua, las diatomeas fueron las algas más abundantes y las algas azul-verdosas fueron subdominantes. Por el contrario, en las lagunas B y K y en los lagos X y Z las algas verdes dominaron; en la laguna O y el lago W las Zygnematophyceae fueron las más abundantes (Fig. 19a).

La diversidad específica promedio varió entre 0,45 y 2,89 (Tabla 4). Bacillariophyceae y Cyanobacteria fueron los grupos que más contribuyeron a los valores más altos de diversidad (Fig. 19b). La equitatividad específica en los cuerpos de agua fue en general alta y esto hizo que la diversidad también permaneciera alta. Por el contrario, en la laguna B y el lago Z el fitoplancton estuvo dominado por pocas especies, lo que provocó bajos valores de diversidad.

Análisis multivariados

Los 2 primeros factores del PCA basado en los datos físicos y químicos explicaron el 67,43 % de la varianza total. El primer factor se correlacionó con los nutrientes, mientras que el segundo se correlacionó positivamente con el pH e inversamente con los SS. La ordenación de los cuerpos de agua en relación a los dos primeros ejes se presenta en la Figura 20. Si bien el tercer factor no se representó en esta figura, separa claramente el lago F del resto de los cuerpos de agua debido a su alta conductividad. En base a la ordenación obtenida a partir del PCA se identificaron claramente 5 grupos. En la Figura 21 se representaron los valores medios de las variables que explican la ordenación de los cuerpos de agua en 5 grupos diferentes junto con los valores medios de la clorofila-a y el PT, los que se usaron como una medida del nivel trófico de los cuerpos de agua.

Grupo 1

Aquí se encuentra sólo una laguna pequeña, larga y poco profunda, denominada laguna B, que está separada del mar por una suave y baja elevación. El agua proviene mayormente de las tierras circundantes por deshielo y por derretimiento de la nieve. Esta laguna está localizada en el interior de una pingüinera de *Pygoscelis papua* y *P. adeliae*; en sus proximidades también es posible encontrar otras aves y mamíferos marinos. Los márgenes se encuentran

rodeados del alga verde macroscópica y coprófila *Prasiola crispera*. Este cuerpo de agua fue el que presentó los mayores contenidos de nutrientes y elevados valores de conductividad y SS debido a su escasa profundidad, pequeño tamaño y a su proximidad al mar y a las pingüíneas que la rodean (Fig. 20, 21a-b-c). Esta laguna exhibió los mayores valores de densidad fitoplanctónica y clorofila-a (Fig. 21c), moderada riqueza específica y los menores valores de diversidad específica (Tabla 4). *Chlorella vulgaris* dominó el fitoplancton (76 %), seguida por las *Chlamydomonas* spp. y *Leptolyngbya frigida*. Aquí también se registraron las mayores densidades de quistes de Chrysophyceae (370 ind ml⁻¹). *Golenkiniopsis parvula*, *Schroederia setigera*, *Tetrastrum elegans* y una especie de *Euglena* Ehrenberg fueron taxones exclusivos de este cuerpo de agua. Las algas planctónicas flageladas y cocoides dominaron la laguna.

Grupo II

Este grupo está formado por los lagos C, D y E, que se encuentran en la base de un acantilado, a 10 m s.n.m y están separados del mar por una pequeña elevación. La principal entrada de agua a los lagos proviene del descongelamiento de un glaciar próximo; este agua acarrea altos contenidos de SS. Todos los lagos están cercanos a zonas de nidificación de pingüinos y descanso de focas y elefantes marinos. La única vegetación presente en los alrededores está formada por parches de *Prasiola crispera*. Este grupo se diferenció del resto por los altos contenidos de SS y de nutrientes, principalmente NID (Fig. 21a-b-c). También presentó los más bajos valores de densidad algal promedio (Tabla 6) y concentración de clorofila-a (Fig. 21c). La transparencia de las agua fluctuó entre 6 y 13 cm. En estos lagos se registraron pocas especies, en su mayoría pequeñas diatomeas ticoplanctónicas y algas filamentosas verde-azuladas. Las otras clases algales estuvieron escasamente representadas.

Grupo III

Este grupo está formado únicamente por el lago F, situado a nivel del mar y separado del mismo por una pequeña elevación. Dada su ubicación se encuentra expuesto al rocío marino. El agua que penetra en este lago proviene de arroyos que fluyen a través de bancos de musgos. Es frecuente encontrar en los alrededores elefantes marinos que ocasionalmente se bañan en sus aguas. Este cuerpo de agua presentó las conductividades más elevadas (Fig. 21b), baja cantidad de SS, moderadas concentraciones de nutrientes y clorofila-a (Fig. 20, 21a,c), así como los valores más elevados de riqueza específica (Tabla 6) con una

diversidad moderada, compuesta principalmente por diatomeas aerófilas y bentónicas. Con frecuencia se encontraron diatomeas de aguas salobres y marinas tales como: *Achnanthes delicatula*, *Cocconeis californica*, *C. costata*, *C. scutellum*, *Entopyla ocellata* var. *pulchella*, *Licmophora antarctica*, *L. cf. communis*, *Navicula halophila*, *N. muticopsis* y *Pinnularia krooki*.

Grupo IV

Este grupo está formado por los siguientes cuerpos de agua: K, A y H (Tabla 1). El lago H es extenso y profundo, mientras que K y A son lagunas pequeñas. La laguna K presenta un gran desarrollo de musgos y en ocasiones se pueden observar grupos de skúas y elefantes reunidos en su costa, aunque en mucha menor densidad que en Punta Stranger. La superficie de este cuerpo de agua se redujo a lo largo del período estudiado debido probablemente a la disminución en la entrada del agua de deshielo. En las proximidades de la laguna A se observan líquenes, musgos y presencia de animales. Todos estos cuerpos de agua compartieron niveles medios de SS y nutrientes (Fig. 20, 21a,c). El pH fue ligeramente alcalino y la conductividad promedio fue menor a $200 \mu\text{S cm}^{-1}$ (Fig. 21b). Tanto la riqueza específica promedio como la densidad fitoplanctónica promedio fueron diferentes en estos 3 cuerpos de agua (Tabla 6). En el lago H las especies ticoplanctónicas fueron dominantes (16 especies), siendo las más abundantes las diatomeas epilíticas (especialmente *Achnanthes lanceolata* ssp. *lanceolata* var. *haynaldii*) y los quistes de *Hydrurus foetidus*. En la laguna K, el número de especies ticoplanctónicas también fue alto (26 especies) siendo en su mayoría diatomeas, aunque la especie más abundante fue la clorofícea *Chlorella vulgaris*. La laguna A presentó 14 taxones ticoplanctónicos, en su mayoría diatomeas aerófilas, aunque la especie más abundante fue la Cyanobacteria *Leptolyngbya frigida* (Fig. 18a).

Grupo V

Este grupo está formado por 18 cuerpos de agua muy heterogéneos en cuanto a sus características limnológicas y morfológicas (Tabla 1). En algunos de ellos se observó una cubierta parcial de hielo (G, L, P, S, Z). En las cuencas de estos cuerpos de agua es común observar musgos, líquenes y "microbial mats" dominados por Cyanobacteria y diatomeas (Capítulo II-2). En las cercanías de algunos de estos cuerpos de agua se localizan nidos de skúas pero en baja densidad. En general, este grupo presentó altos valores de pH y muy bajas concentraciones de nutrientes, SS y clorofila-a (Tabla 4; Fig. 21a-b-c). En la Tabla

4 se registraron los valores promedios de densidad fitoplanctónica, riqueza específica y diversidad algal. Las diatomeas y las Cyanobacteria filamentosas ticoplanctónicas (especies de *Leptolyngbya* y *Phormidium*) representaron la mayor parte de los taxones. En todos los cuerpos de agua Bacillariophyceae fue la clase dominante con excepción de J donde predominaron las Cyanobacteria, O y W donde dominaron las Zygnematophyceae y X y Z donde las Chlorophyceae (*Chlorella vulgaris* y *Pseudodictyosphaerium jurisii*) fueron las especies más frecuentes. Este grupo se caracterizó por la presencia de metafiton (*Spirogyra* sp., *Zygnema* sp. y *Mougeotia* sp.).

Discusión

Tanto en la Antártida Continental como Marítima se localizan una gran variedad de cuerpos de agua lénticos. Estos comprenden desde lagunas formadas por agua de deshielo muy diluida que permanecen congeladas o drenan hasta desaparecer durante el invierno, a verdaderos lagos de agua dulce que permanecen cubiertos con hielo durante 8-12 meses por año (Priddle *et al.*, 1986, Hawes, 1983, 1990; Mrozinska *et al.*, 1998a; Kawecka *et al.*, 1998; Izaguirre *et al.*, 1998). En Península Potter los cuerpos de agua dulce tienen un amplio rango de características físicas, químicas y biológicas (Fourcade, 1960; Drago, 1983; Godagnone, 1997).

Todos los cuerpos de agua presentaron un pH superior a 7. Es probable que este hecho este relacionado con los suelos básicos de la zona (Godagnone, 1997). En estudios realizados en lagos próximos a la Base polaca Arctowski (Isla 25 de Mayo), también se registraron pH superiores a 7 (Kawecka *et al.*, 1998). Pero en otras áreas de la Antártida Marítima, tal como Isla Signy y Bahía Esperanza, las aguas interiores varían generalmente de circumneutrales a levemente ácidas (Heywood, 1978; Tesolín *et al.*, 1997; Izaguirre *et al.*, 1998; Mataloni *et al.*, 1998).

Las características de un lago están fuertemente afectadas por las de su cuenca, por lo tanto se esperaría que las diferencias entre las cuencas de los cuerpos de agua de Península Potter se reflejen también en los propios cuerpos de agua. Estas diferencias son el resultado de la combinación entre el tipo de sustrato, la presencia de animales y/o vegetación, la exposición a los vientos predominantes y la proximidad al mar. Para Isla Ross, Broady (1989b) señaló que en las lagunas localizadas en áreas afectadas por el rocío marino prevalecían las conductividades altas ($>300 \mu\text{S cm}^{-1}$) mientras que fuera de estas zonas la conductividad era más

baja ($50-300 \mu\text{S cm}^{-1}$). Para el caso de las lagunas situadas próximas o dentro de áreas de nidificación de pingüinos, Broady (*op. cit.*) registró conductividades mayores a $300 \mu\text{S cm}^{-1}$. Aun cuando la mayoría de las aguas de Península Potter presentaron bajas conductividades, el lago F y la laguna B mostraron altos valores de este parámetro debido a su proximidad al mar y/o áreas de nidificación en el caso de la laguna B. En la flora del lago F también se observó la influencia marina, la que se caracterizó por la presencia de diatomeas marinas o de aguas salobres, tales como especies de *Licmophora* y *Cocconeis*.

Los cuerpos de agua de esta península abarcan un gradiente que va desde los ultraoligotróficos hasta los hipereutróficos. La influencia animal se vió reflejada en los altos contenidos de nutrientes de los cuerpos de agua de los Grupos I, II y III y en menor medida en la laguna K del Grupo IV. Estos cuerpos de agua se pueden ordenar de acuerdo a su proximidad al punto de ingreso de los nutrientes. Del mismo modo, un gradiente de nivel trófico fue encontrado para otros cuerpos de agua antárticos (Priddle *et al.*, 1986; Hawes, 1990; Oppenheim, 1990; Izaguirre *et al.*, 1998; Kawecka *et al.*, 1998). La mayor fuente de enriquecimiento de los lagos antárticos parecería ser la entrada de nutrientes desde el mar por medio de las aves y los mamíferos marinos (Heywood, 1978; Heywood *et al.*, 1980; Hawes, 1983; Priddle *et al.*, 1986; Izaguirre *et al.*, 1998). En particular, la laguna B estaba muy enriquecida con el guano de los pingüinos. Los valores de nutrientes y clorofila-*a* registrados para esta laguna fueron comparables a los hallados para la mayoría de los cuerpos de agua antárticos eutrofizados (Hawes, 1990; Izaguirre *et al.*, 1996, 1998; Olech *et al.*, 1998). Esta laguna se caracterizó por presentar la más elevada densidad fitoplanctónica, representada por especies de Chlorophyceae, y por presentar la más baja diversidad específica. Por el contrario, la mayoría de los cuerpos de agua estudiados (Grupo V) estaban libres de influencia animal y presentaban características ultraoligotróficas con baja concentración de nutrientes, limitado desarrollo fitoplanctónico y un profuso desarrollo de un bioderma epilítico o "microbial mats" (Capítulo II-2). Este patrón también se encontró en Isla Signy, donde los lagos con aguas claras pobres en nutrientes exhiben un "microbial mats" bien desarrollado, perenne y rico en especies dominado por Cyanobacteria filamentosas (Heywood, 1978) y en los cuales siempre se desarrollan musgos. Por otra parte, Hawes (1988) registró la presencia de matas de *Spirogyra* sp. en un lago de Isla Signy. En los lagos pobres en nutrientes de Península Potter también se constató la presencia de musgos y metafiton (especies filamentosas no fértiles

de Zygnematales). A pesar que Priddle *et al.* (1986) sostienen que en los sistemas antárticos hay una ausencia casi total de especies de Desmidiáles, en los cuerpos de agua de los Grupos IV y V se registró la presencia de cinco especies de estas algas verdes pertenecientes a los géneros *Cosmarium* Corda, *Gonatozygon* de Bary y *Staurastrum* Meyen. Diversas especies pertenecientes a este grupo algal también han sido citadas formando parte de la flora de otras zonas de la Isla 25 de Mayo (Mrozinska *et al.*, 1998a; Olech *et al.*, 1998).

El elevado contenido de sólidos en suspensión en los lagos del Grupo II (y en menor medida en los lagos del Grupo IV) originado por el lavado de las montañas vecinas, provocó la disminución en la penetración de la luz con la consiguiente disminución de la zona eufótica en ambos grupos. Esto limitó la densidad fitoplanctónica y la concentración de clorofila-a a pesar de la disponibilidad de altas concentraciones de nutrientes. Del mismo modo, en el Lago Amos (Isla Signy), Heywood (1978) registró bajas concentraciones de clorofila-a fitoplanctónica, a pesar de los altos niveles de nutrientes; esto se debió a la escasa transparencia causada por los sedimentos removidos por las focas.

Podemos clasificar a los cinco grupos identificados a partir del PCA en dos categorías:

- 1) aquellos con alto contenido de materia particulada en suspensión de origen inorgánico (Grupos II y IV)
- 2) aquellos con bajos niveles de sólidos en suspensión (Grupos I, III y V).

Ambos conjuntos presentan un gradiente de biomasa fitoplanctónica (clorofila-a) regulado por la disponibilidad de luz en el primer grupo y por la concentración de nutrientes en el último grupo (Fig. 22).

A pesar de que los taxones registrados en este trabajo se encontraron en las muestras de fitoplancton, la mayoría son especies típicamente epilíticas o que están asociadas a la nieve o a suelos húmedos. Estas especies pudieron haber sido transportadas a los cuerpos de agua por el viento, la nieve, el agua de deshielo o por los animales (Heywood, 1978). Como ya fue citado para otros sistemas antárticos (Priddle *et al.*, 1986; Vinocur e Izaguirre, 1994; Vinocur y Pizarro, 1995; Izaguirre *et al.*, 1993, 1998; Kawecka y Olech, 1993; Kawecka *et al.*, 1998; Olech *et al.*, 1998), las Bacillariophyceae y Cyanobacteria planctónicas no son frecuentes en Península Potter. No obstante, las especies epilíticas de estos grupos algales fueron muy comunes y mostraron una alta riqueza y densidad en la mayoría de los cuerpos de agua estudiados, encontrándose en el plancton por

desprendimiento. La mayoría de las especies euplanctónicas eran flageladas o pequeñas y cocoides (ej.: *Chlorella vulgaris*, *Closteriopsis acicularis*, *Monoraphidium contortum*, *M. griffithii*, *Pseudodictyosphaerium jurisii*, *Chlamydomonas* spp. (Chlorophyceae), *Raphidonema nivale* (Klebsormidiophyceae)) y otras eran filamentosas, como *Anabaena variabilis*, *Oscillatoria chlorina*, *O. fracta*, *O. tenuis* (Cyanobacteria), *Ulothrix moniliformis* (Ulvophyceae) y *Tribonema utriculosum* (Xanthophyceae). La presencia de flagelos y el pequeño tamaño en los organismos algales probablemente sean los requisitos básicos para la supervivencia del plancton durante los largos períodos en que los cuerpos de agua están cubiertos por hielo, además las bajas tasas de sedimentación también son necesarias en ausencia de turbulencia originada por el viento (Heywood, 1978). Las Chrysophyceae flageladas han sido señaladas como muy abundantes en lagos antárticos oligotróficos, especialmente durante los períodos en que están cubiertos por hielo (Priddle *et al.*, 1986; Izaguirre *et al.*, 1998). Sin embargo, en las lagunas y lagos de Península Potter estas algas estuvieron presentes pero en bajas densidades, aunque los estadíos enquistados estuvieron ampliamente representados. Dado que los muestreos comenzaron luego que la mayoría de los lagos estaban descongelados es posible que el período de crecimiento no se haya registrado.

Tabla 4: Valores medios de los parámetros físicos, químicos y biológicos de los 26 cuerpos de agua.

Lago/Laguna	Temp. (°C)	Ox.Dis. (mg l ⁻¹)	pH	Cond.(μS cm ⁻¹)	Sol. susp. (mg l ⁻¹)	PT (μg l ⁻¹)	PRS (μg l ⁻¹)	NO ₃ -N (μg l ⁻¹)	NH ₄ -N (μg l ⁻¹)	NID (μg l ⁻¹)	Cl-a (μg l ⁻¹)	Riqueza especif.	Dens. fitopl. (ind. ml ⁻¹)	Divers. especif	Equitabil. especif.
A	6,8	12,4	8,1	122	25	112	82	190	71	261	2,4	17	317	1,64	0,58
B	8,8	12,4	8,0	466	43	3155	1431	9250	1000	10250	158,7	25	817860	0,45	0,15
C	7,0	13,3	7,4	186	90	408	192	2015	172	2186	2,0	17	118	2,25	0,81
D	4,8	12,4	7,4	92	316	660	116	493	284	776	0,9	14	72	1,89	0,74
E	5,0	12,0	7,7	137	167	321	42	315	67	382	2,6	11	22	1,75	0,75
F	6,5	11,7	7,7	3965	13	31	26	132	97	229	10,9	27	968	1,65	0,50
G	7,2	11,6	7,7	92	2	15	8	19	21	40	2,7	35	631	2,50	0,69
H	5,7	12,5	7,3	108	67	133	11	6	40	46	4,3	25	95	2,31	0,73
I	5,5	11,8	7,9	157	1	15	<5	<5	23	23	3,6	20	123	1,98	0,67
J	8,5	11,4	8,4	353	3	10	<5	7	16	23	0,9	25	576	2,00	0,63
K	6,9	12,0	7,8	220	46	126	63	70	40	110	3,7	33	5060	1,74	0,51
L	3,6	13,0	7,0	49	15	37	<5	<5	39	39	1,0	27	149	2,43	0,74
M	5,3	12,6	7,7	119	23	41	17	<5	29	32	1,2	21	267	2,02	0,68
N	6,5	11,8	7,7	134	4	17	<5	<5	14	14	1,8	22	80	2,58	0,86
O	7,0	12,7	8,6	259	9	9	5	15	33	48	1,3	21	152	1,94	0,65
P	3,3	13,3	7,9	101	12	29	18	75	11	86	0,5	27	42	2,89	0,89
Q	8,1	12,6	8,8	174	4	57	5	<5	11	11	0,3	27	158	2,03	0,62
R	10,6	12,1	8,2	148	4	16	10	8	26	34	0,6	26	429	1,55	0,47
S	5,5	12,4	7,6	88	2	19	8	58	25	83	0,6	30	271	2,82	0,84
T	7,0	13,1	8,6	218	6	17	17	100	52	152	0,5	18	196	1,89	0,68
U	3,7	14,4	8,0	126	2	21	14	64	20	84	0,9	21	155	1,97	0,66
V	7,3	12,8	7,9	121	2	<5	<5	37	33	70	1,0	30	333	1,87	0,55
W	6,0	13,1	7,9	139	2	6	<5	14	13	27	0,9	16	46	2,04	0,74
X	6,5	11,8	7,9	172	1	6	<5	15	18	33	1,3	26	176	1,83	0,57
Y	5,4	13,2	8,5	102	6	23	<5	20	14	34	1,3	18	140	1,92	0,68
Z	3,0	11,9	7,6	133	3	9	<5	28	23	51	2,4	19	5556	0,94	0,32

Tabla 5: Lista florística y densidad de cada especie algal en los 26 cuerpos de agua estudiados. P: planctónico, T: ticoplanctónico.

		Cuerpos de agua																										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	
Cyanobacteria																												
P	<i>Anabaena inaequalis</i> (Kütz.) Born. et Flah.	1					30				1	239		8	3	1		28	16	5	33		11				2	
P	<i>Anabaena variabilis</i> Kütz.*						1		1																			1
P	<i>Aphanocapsa delicatissima</i> W. et G.S. West																											1
P	<i>Aphanothece nidulans</i> Richter*	1									1																	1
T	<i>Calothrix</i> sp.						1					1					1											1
T	<i>Chamaesiphon subglobosus</i> (Rostaf.) Lemm.																											1
P	<i>Chroococcus minutus</i> (Kütz.) Näg.																											1
T	<i>Clastidium seigerum</i> Kirchner																											1
P	<i>Eucapsis minor</i> (Skuja) Elenkin*																											1
T	<i>Gloeocapsa</i> sp.																											1
T	<i>Leptolyngbya angustissima</i> (W. et G.S. West) Anag. et Kom.	1									1	5		6	2	1			1	1	1	1	2				2	
T	<i>Leptolyngbya antarctica</i> (W. et G.S. West) Anag. et Kom.	1																										1
P	<i>Leptolyngbya fragilis</i> (Gom.) Anag. et Kom.	1	15	8	1	1	4	1	1	1	50		33	1	1	1	2	1	2	2	1	1	10	4	1		12	
T	<i>Leptolyngbya frigida</i> (Fritsch) Anag. et Kom.	169	1097	14	1	4	3	1	7	4	6		6	1	1	1	1	1	12	22	4	3	4				2	
T	<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.	1									1																	1
P	<i>Nodularia harveyana</i> Thur.						4				2																	1
T	<i>Nostoc commune</i> Vaucher																											1
P	<i>Oscillatoria chlorina</i> Kütz.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	4				1	
P	<i>Oscillatoria fracta</i> Carlson	14																										1
P	<i>Oscillatoria tenuis</i> Ag.										1	7																1
P	<i>Oscillatoria</i> sp.																											1
T	<i>Phormidium ambiguum</i> Gom.																											1
P	<i>Phormidium amphibium</i> (Ag. ex Gom.) Anag. et Kom.																											1
T	<i>Phormidium attenuatum</i> (Fritsch) Anag. et Kom.																											1
T	<i>Phormidium autumnale</i> (Ag.) Gom.	1	4	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	16	1	10	5	11				1	
T	<i>Phormidium cornutum</i> (Ag.) Gom.	1																										1
T	<i>Phormidium simplicissimum</i> var. <i>antarcticum</i> (Fritsch) Anag. et Kom.																											1
T	<i>Phormidium</i> sp.1	1																										1
T	<i>Phormidium</i> sp.2																											1
T	<i>Phormidium</i> sp.3																											1
T	<i>Phormidium</i> sp.4																											1
Heterokontophyta																												
Chrysophyceae																												
T	<i>Hydrurus foetidus</i> (Vill.) Trev. (quistes)																										1	
P	<i>Ochromonas</i> sp.																											1
T	<i>Phaeogloea mucosa</i> Chodat																											1

Tabla 5. Lista florística y densidad de cada especie algal en los 26 cuerpos de agua estudiados. P: planctónico, T: ticoplanctónico.

		Cuerpos de agua																									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
		370	16	7				9	46			17	6	5		1	1	10	3	2	11					4	1
	Chrysophyceae																										
	Quistes																										
	Chrysophyceae n.i.																										
	Xanthophyceae																										
T	<i>Characopsis sphagnicola</i> Pascher																										
P	<i>Tribonema utriculosum</i> (Kütz.) Hazen.						1																				
	Bacillariophyceae																										
T	<i>Achnanthes bisolettiana</i> Grun.	4	1					7			1	1	2	1			1		3				1		1		62
T	<i>Achnanthes coarctata</i> (Bréb.) Grun.							1									1					2					
T	<i>Achnanthes delicatula</i> (Kütz.) Grun.							112			1	126	1						1			1			3		7
T	<i>Achnanthes germainii</i> Mang.							1			1	50	11						1			1					1
T	<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>dubia</i> (Grun.) L.-Bert.	7																									
T	<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>lanceolata</i> var. <i>haynaldii</i> (Schaarschmit) Cl.	1	370	15	1	4		26	25	1	44	13	163	16	1	1	1	1	1	7	2	2	4	5	3	19	
T	<i>Achnanthes subatomoides</i> (Hust.) L.-Bert. et Archibald							23	1	1	12	1	12	2	1							1	1	1	1		
T	<i>Achnanthes</i> sp.									1																	
T	<i>Amphora cf. duseunii</i> Brun									1	19	2					1	2	2			1	6	1			
P	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Sim.											1					1										
T	<i>Caloneis bacillum</i> (Grun.) Cl.							1				17															
T	<i>Cocconeis californica</i> Grun.							4	2																		
T	<i>Cocconeis costata</i> Greg.																										
T	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>placentula</i> Ehr.																										
T	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehr.) V. Heurck							1										1									
T	<i>Cocconeis scutellum</i> Ehr.							1																			
T	<i>Cocconeis</i> sp.																										
P	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.									1																	
T	<i>Cymbella turmida</i> (Bréb.) V. Heurck																										
T	<i>Cymbella</i> sp.																										
T	<i>Entopyia ocellata</i> var. <i>pulchella</i> (Am.) Fricke *							1																			
T	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>capucina</i> Desmaz.																										
T	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>rumpens</i> (Kütz.) L.-Bert.																										
P	<i>Fragilaria construens</i> var. <i>subsalina</i> (Hust.) Hust.																										
T	<i>Fragilaria pinnata</i> Ehr.							2																			
P	<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) L.-Bert.							1																			
T	<i>Gomphonema clavatum</i> Ehr.																										
T	<i>Gomphonema gracile</i> Ehr.																										
T	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grun.																										
T	<i>Licmophora antarctica</i> Carlson																										

Tabla 5: Lista florística y densidad de cada especie algal en los 26 cuerpos de agua estudiados. P: planctónico, T: ticoplanctónico.

		Cuerpos de agua																									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
T	Bacillariophyceae																										
T	<i>Licmophora cf. communis</i> (Heib.) Grun.						14	2																			
T	<i>Licmophora</i> sp.						1																				
T	<i>Navicula bacillum</i> Ehr.																										
T	<i>Navicula capitata</i> var. <i>hungarica</i> (Grun.) Ross						3	17	3				1	19													20
T	<i>Navicula cincta</i> (Ehr.) Ralfs						1					12															1
T	<i>Navicula contenta</i> Grun.	42			17		25	37	2			6	1	7	12												
T	<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.																										
T	<i>Navicula elginensis</i> (Greg.) Ralfs																										
T	<i>Navicula halophila</i> (Grun.) Cl.						417	19																			
T	<i>Navicula molestiformis</i> Hust.																										
T	<i>Navicula multica</i> Kütz.																										
T	<i>Navicula multicopsis</i> V. Heurck																										
T	<i>Navicula cf. subminuscula</i> Mang.																										
T	<i>Navicula tabellariaeformis</i> Krasske																										
T	<i>Navicula</i> sp.																										
T	<i>Nitzschia capitellata</i> Hust.																										
T	<i>Nitzschia inconspicua</i> Grun.	4			1	1	1	8	33	1	2	2	4	2	1												320
T	<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Smith																										
T	<i>Nitzschia reversa</i> W. Smith *	4			1	1	1	23	181	2	11	26	66	24	20	5	5	11	15	57	18	9	101	6	3	24	1
P	<i>Nitzschia</i> sp.																										
T	<i>Orthoseira roeseana</i> (Rabh.) O'Meara	4					14	2																			
T	<i>Pinnularia acrosphaeria</i> Rabh.																										
T	<i>Pinnularia borealis</i> Ehr.	4			1	1																					
T	<i>Pinnularia krookii</i> (Grun.) Cl.-Euler																										
T	<i>Pinnularia cf. lundii</i> Hust.																										
T	<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehr.) Cl.	28			293	11		28	7	1	1	4	22	1	5	2	1	1	5	9	44	3	1	15	4		6
T	<i>Stauroneis anceps</i> Ehr.	18			8	1	1	47	19		8	1	1	1	3												
T	<i>Stauroneis gracilis</i> Ehr.																										
T	<i>Sutirella cf. minuta</i> Bréb.																										
P	Euglenophyta																										
P	Euglenophyceae																										
P	<i>Euglena</i> sp.																										
P	Chlorophyta																										
P	Chlorophyceae																										
P	<i>Ankyra judayi</i> (G.M. Smith) Fott *																										

Tabla 5: Lista florística y densidad de cada especie algal en los 26 cuerpos de agua estudiados. P: planctónico, T: ticoplanctónico.

		Cuerpos de agua																										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	
	Chlorophyceae																											
T	<i>Aphanochaete repens</i> A. Braun	1																										
T	<i>Characium cf. ensiforme</i> Herm.																											
T	<i>Characium</i> sp.									1																		
T	<i>Chlamydomonas nivialis</i> (Bauer) Wille	1	1			7	4	1	1	1	1		1				1			1	1	1					3	
P	<i>Chlamydomonas</i> sp.1																											
P	<i>Chlamydomonas</i> sp.2	1	1			1	1	1	1	1							1			1	1	1						
P	<i>Chlamydomonas</i> sp.3																											
P	<i>Chlamydomonas</i> spp.	79265				3	3	3		4	20	4	1	31	1	1	1			13	1	3					6	
T	<i>Chlamydomodium cf. starni</i> (Fott) Ettl et Gärtner											3	1														1	
P	<i>Chlorella vulgaris</i> Beij.	4	624134								3936	14														126	2	
P	<i>Closteriopsis acicularis</i> (G.M. Smith) Belcher et Swale *										6	1	1	1													122	
P	<i>Coenocystis subcylindrica</i> Kors. *	1																										
P	<i>Golenkiniopsis parvula</i> (Voronich.) Kors.	1																										
P	<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom.-Legn.	1110				1	1						32	2													13	
P	<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Kom.-Legn.	1											1															
T	<i>Oedogonium</i> sp.1																											
T	<i>Oedogonium</i> sp.2																											
P	<i>Pleurococcus</i> sp.									1																		
P	<i>Pseudococcomyxa simplex</i> (Mainx) Fott																											
P	<i>Pseudodictyosphaerium jurisii</i> (Hind.) Hind. *																										4784	
P	<i>Schroederia setigera</i> (Schroeder) Lemm. *	1																										
T	<i>Stigeoclonium</i> sp.																											
P	<i>Tetraspora gelatinosa</i> (Vaucher) Desvaux *							1		1	1																	
P	<i>Tetraspora elegans</i> Playf. *	1																										
	Chlorophyceae n.i.																											
	Ulvophyceae																											
P	<i>Ulothrix moniliformis</i> Kütz.																											
	Pleurastrorphyceae																											
T	<i>Prasiococcus calcarius</i> (Boye Petersen) Vischer																											
T	<i>Prasiola crispa</i> (Lightl.) Menegh.	1	1	1		1	1	1	1	1		1	1	1	1		3			8	6	1	1					
	Zygnematophyceae																											
P	<i>Cosmanium binum</i> Nordst.																											
P	<i>Cosmanium dentiferum</i> Corda *																											
P	<i>Cosmanium laeve</i> Rabenh.																											
P	<i>Gonatozygon brebissonii</i> De Bary																											
T	<i>Mougeotia</i> sp.																											
T	<i>Spirogyra</i> sp.																											

Tabla 5: Lista florística y densidad de cada especie algal en los 26 cuerpos de agua estudiados. P: planctónico, T: ticoplanctónico.

		Cuerpos de agua																									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
Zygnematophyceae																											
P	<i>Staurastrum punctulatum</i> Bréb.																			1	1			1	1	1	
T	<i>Zygnema</i> sp.			1					1	2														2	1	2	
Klebsormidiophyceae																											
T	<i>Raphidonema nivale</i> Lagerh.			1			1	1	1				2	1			1			1							6
P	<i>Stichococcus minutissimus</i> Skuja *																										142

Tabla 6: Valores medios, mínimos y máximos de la riqueza específica, diversidad específica y equitatividad específica para los 5 grupos de cuerpos de agua (I-V) obtenidos a partir del PCA.

	Grupos				
	I	II	III	IV	V
Riqueza específica	25	13 (11-17)	27	25 (17-33)	24 (16-35)
Densidad fitoplanctónica (ind. ml ⁻¹)	817860	71 (22-120)	969	1824 (95-5060)	527 (43-5556)
Diversidad específica	0,45	1,96 (1,75-2,25)	1,65	1,89 (1,64-2,31)	2,07 (0,94-2,89)
Equitabilidad específica	0,14	0,76 (0,74-0,81)	0,50	0,60 (0,51-0,73)	0,66 (0,32-0,89)

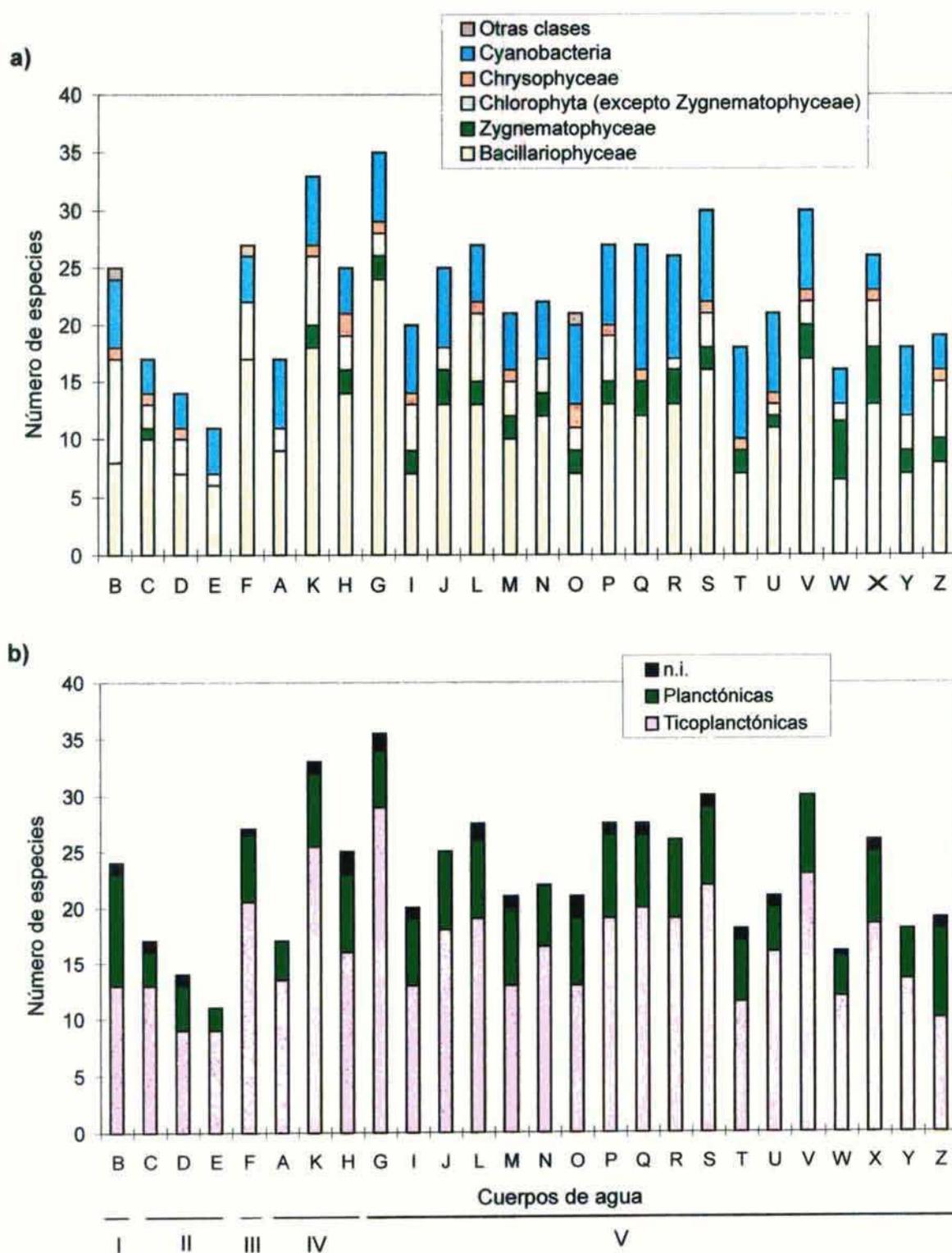


Fig. 18 : a- Riqueza específica por grupo algal; b- Número de especies planctónicas, ticoplanctónicas y no identificadas (n.i.). Grupos I-V: grupos de cuerpos de agua obtenidos a partir del PCA.

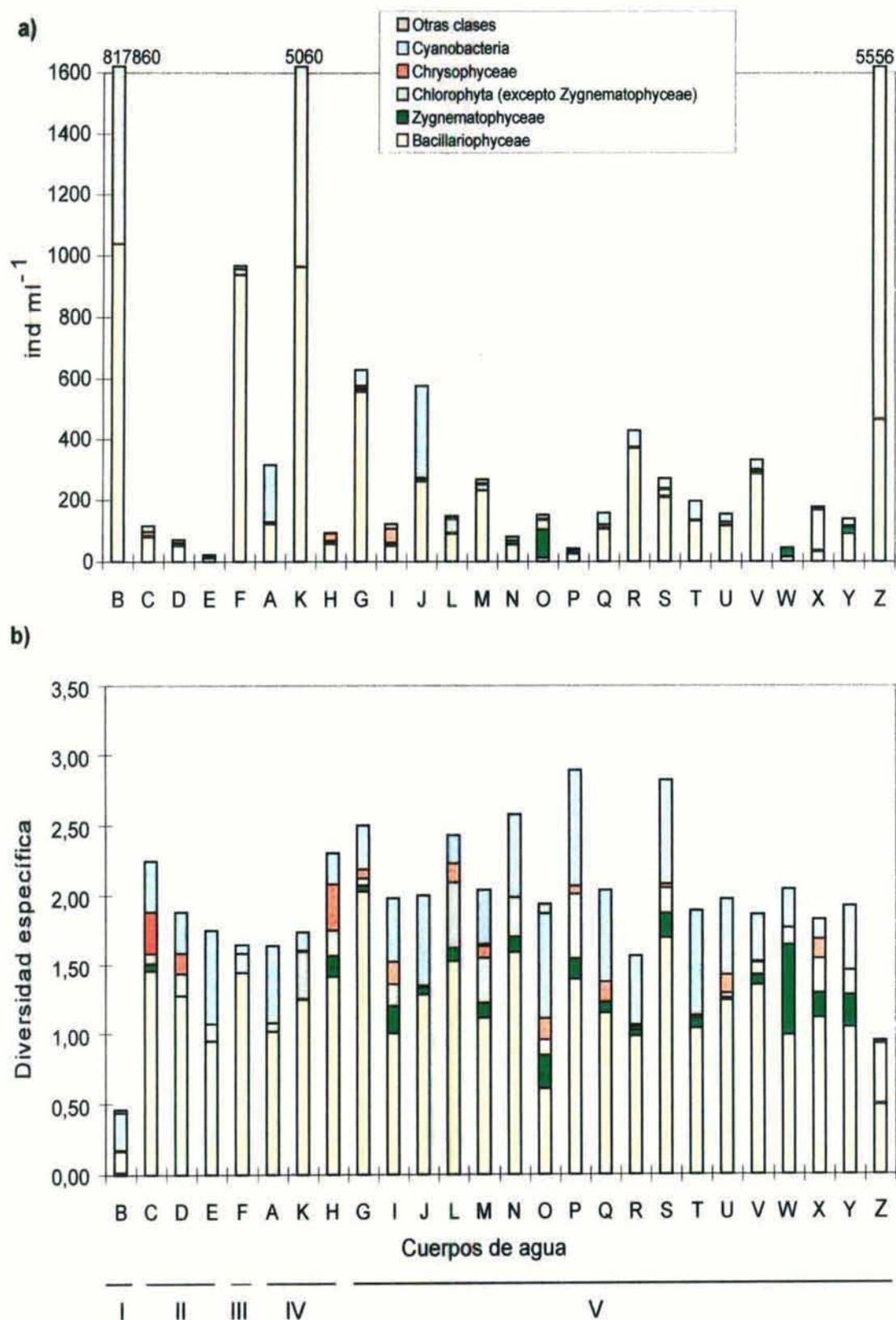


Fig. 19 : a- Densidad fitoplanctónica para cada clase algal; b- Diversidad específica para cada clase algal. Grupos I-V: grupos de cuerpos de agua obtenidos a partir del PCA.

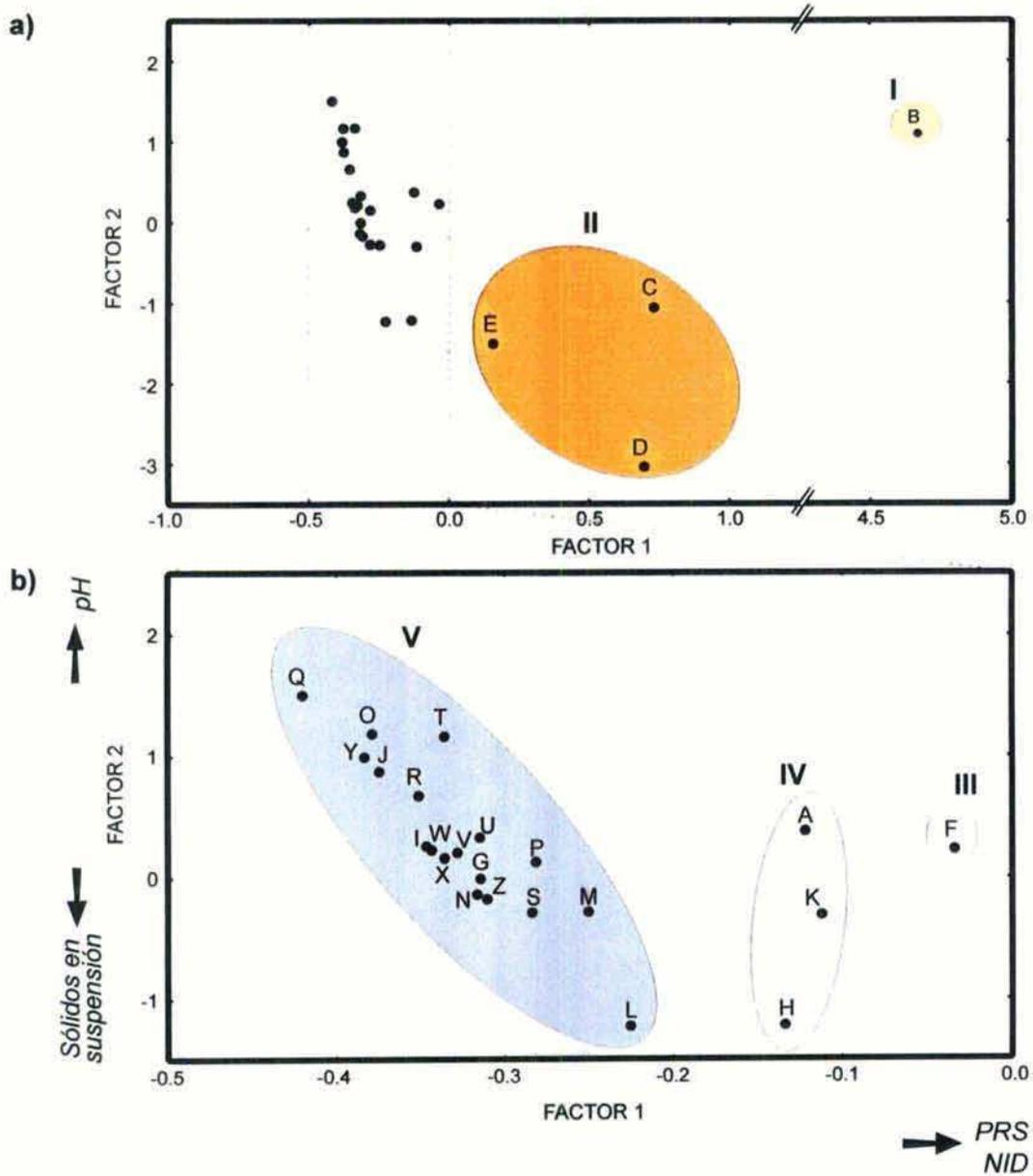


Fig. 20: Análisis de Componentes Principales (PCA) de los sitios de muestreo basado en la estandarización de los parámetros físicos y químicos. a- ordenación de los 26 cuerpos de agua de acuerdo a sus scores en los factores 1 y 2; b- detalle de los Grupos III, IV y V.

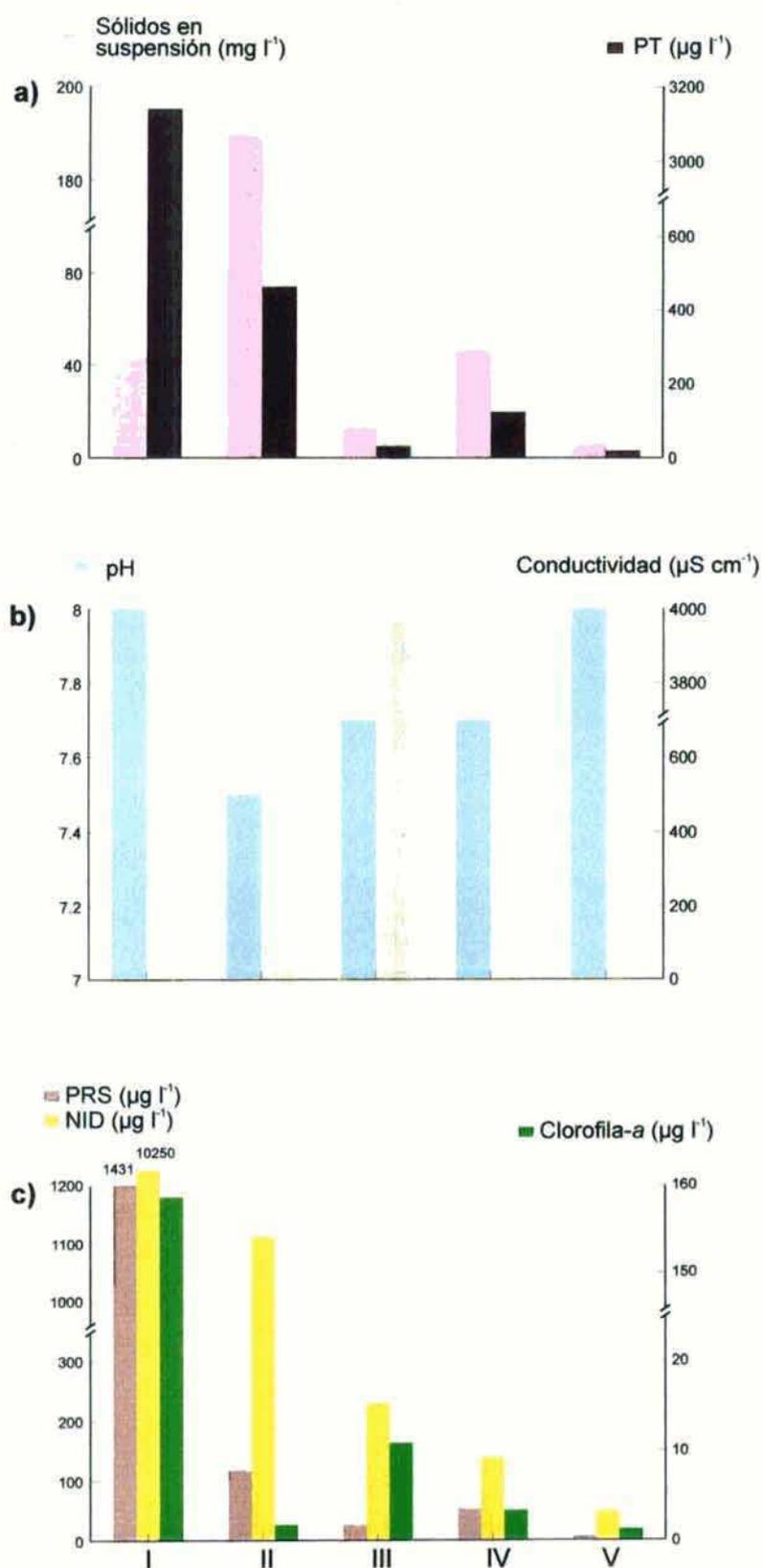


Fig. 21 : a- Sólidos en suspensión y fósforo total; b- pH y conductividad; c- Fósforo reactivo soluble, nitrógeno inorgánico disuelto y clorofila-a para cada grupo de lagos resultante de la ordenación a partir del PCA.

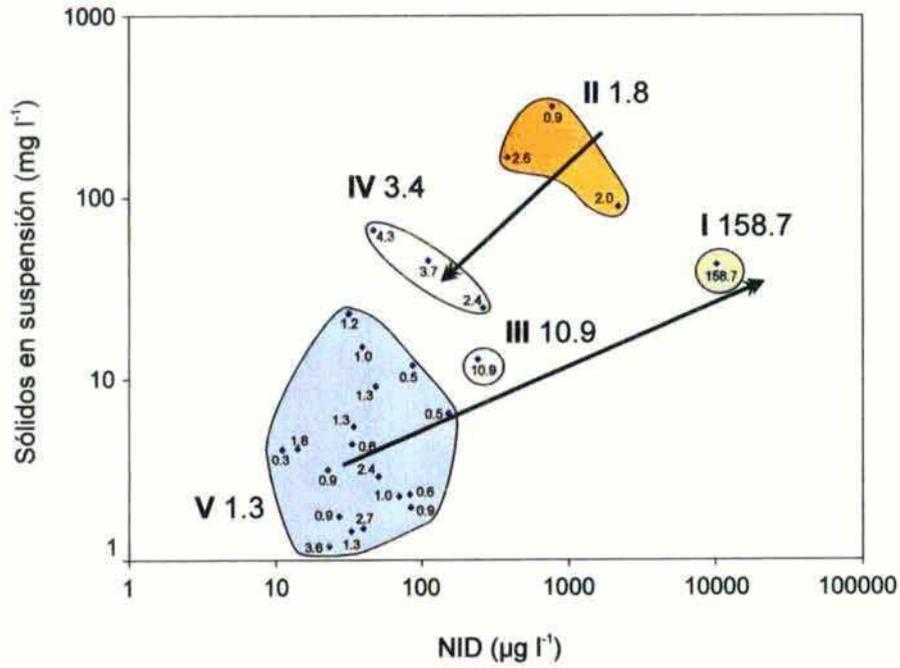


Fig. 22 : Distribución de los grupos de cuerpos de agua (I-V) en relación al contenido de sólidos en suspensión (disponibilidad de luz) y NID (concentración de nutrientes). La dirección de las flechas indica el aumento de la biomasa fitoplanctónica. Los números arábigos junto a los números romanos indican los valores de clorofila-a promedios dentro de cada grupo, mientras que los valores para cada cuerpo de agua están ubicados dentro de cada grupo.

CAPÍTULO II-2

**Estudio de las algas epilíticas
“microbial mats” de 26 cuerpos de
agua de Península Potter**

En este capítulo se plantea la hipótesis de que las diferencias en las características limnológicas entre los cuerpos de agua de Península Potter producirían comunidades algales bentónicas con características distintivas. Con el fin de conocer estas comunidades y sus características propias, se estudiaron las algas epilíticas litorales de 26 cuerpos de agua que presentan características físico-químicas y morfométricas heterogéneas.

Resultados

Todos los cuerpos de agua estuvieron libres de hielo durante el verano. Las concentraciones de oxígeno disuelto siempre estuvieron por arriba de $11,4 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1}$. En base a las concentraciones de PT y a las concentraciones de clorofila-a fitoplanctónica según los rangos propuestos por Vollenweider (1969), los 26 cuerpos de agua se ubicaron en un gradiente que va desde aquellos ultraoligotróficos hasta los hipereutróficos. Las características generales de los factores ambientales ya fueron descritos en el Capítulo II-1 (Tabla 4).

En el estudio de la composición específica de los diferentes "microbial mats" se registró un total de 136 taxones algales entre especies, variedades y formas (Tabla 7). Bacillariophyceae presentó los mayores valores de riqueza específica (51,4 % del total de taxones), seguida por Cyanobacteria (25,4 %) y Chlorophyceae (12,3 %) mientras que Chrysophyceae, Tribophyceae, Euglenophyceae, Ulvophyceae, Pleurastrophyceae, Zygnemathophyceae y Klebshormidiophyceae constituyeron menos del 6 % del total de la flora.

En general, la riqueza específica fluctuó desde un mínimo de 13 taxones para el lago D, hasta 52 para la laguna S, con una media de 32 y una mediana de 34 taxones (Fig. 23). Al considerar la composición específica en forma separada para cada cuerpo de agua, Bacillariophyceae resultó la clase dominante (promedio en porcentaje: 53 %), mientras que las Cyanobacteria (33 %) y las Chlorophyceae (6 %) fueron subdominantes. Sin embargo, las Cyanobacteria fueron dominantes en los siguientes cuerpos de agua: A, E, W, I e Y, mientras que la laguna Q y el lago X presentaron porcentajes similares de Bacillariophyceae y Cyanobacteria (Fig. 24). Por otra parte, la laguna B es la que presentó la mayor proporción de Chlorophyceae.

En lo que respecta a la composición de las algas halladas en relación a su comunidad de origen, las verdaderamente epilíticas fueron las mejor representadas (promedio 60 %), seguidas por elementos provenientes de otros hábitats y

comunidades: aerófilas (21 %), planctónicas (15 %), metafíticas (2,3 %) y criófilas (1,7 %). Estas proporciones varían muy poco entre la mayoría de los cuerpos de agua. Sin embargo, en la laguna B los porcentajes de algas epilíticas y planctónicas fueron similares, mientras que los cuerpos de agua Z, Y, Q, I y B tuvieron una alta proporción de algas planctónicas/algas aerófilas. Además, W, O, J y E presentaron porcentajes similares de algas planctónicas y aerófilas (Fig. 25).

El aspecto macroscópico de los "microbial mats" (textura, color y grosor) fue muy variable teniendo en cuenta la presencia de los distintos taxones algales, de la morfología del sustrato y de la acumulación del sedimento. Tomando en cuenta estas características, todos los "microbial mats" podrían estar incluidos en los llamados "non-stromatolitic moat and pond mats" del sistema de clasificación propuesta por Wharton Jr. *et al.* (1983) y como "moat mats" de acuerdo a Hawes y Schwarz (1999).

Análisis TWINSPAN

La clasificación de los 26 cuerpos de agua se presenta en la Fig. 26. De acuerdo a ella se pudieron identificar 6 grupos al quinto nivel divisivo.

TWIN-grupo I: está formado sólo por la laguna B, que es un cuerpo de agua hipereutrófico ubicado en el medio de una pingüinera. Los siguientes taxones solo se encontraron en esta laguna: entidades ticoepilíticas *Euglena* sp., *Pseudodictyosphaerium jurissi*, *Schroederia setigera*, *Chlamydomonas subcaudata*, *Tetrastrum elegans*, *Golenkiniopsis parvula* y el taxón euepilítico *Navicula tabellariaeformis*. Otras especies también fueron características de este "microbial mat": los taxones ticoepilíticos *Stichococcus bacillaris*, *Monoraphidium contortum* y *Merismopedia tenuissima* y el euepilítico *Prasiola crispa*.

Para este cuerpo de agua se registraron 29 especies, siendo dominantes las Chlorophyta, seguidas por especies de Bacillariophyceae y de Cyanobacteria como subdominantes (Figs. 23 y 24). Este "microbial mat" estaba formado por una matriz gelatinosa de Cyanobacteria cocoides y filamentosas, en la cual también participa el alga coprófila *Prasiola crispa* (Figs. 25 y 27).

Si la comparamos con los otros grupos de cuerpos de agua, esta laguna tiene una baja riqueza específica total con la más baja proporción de taxones de Bacillariophyceae y la mayor proporción de especies de Chlorophyceae. El "microbial mat" también presenta un bajo número de especies epilíticas y uno de los más elevados número de especies provenientes de la comunidad planctónica.

TWIN-grupo II: este grupo está formado solo por el lago F, ubicado próximo a la costa y poco influenciado por los mamíferos marinos. Las siguientes son especies eupilíticas exclusivas de este sistema: *Cocconeis californica*, *C. costata*, *C. placentula* var. *lineata*, *C. sp. 1*, *Entopyla ocellata* var. *pulchella*, *Gomphonema sp. 1*, *Licmophora antarctica*, *L. cf. communis*, *Nitzschia angustatula* y *Surirella cf. minuta*. Las especies características son en su mayoría diatomeas epilíticas: *Pinnularia schoenfelderi*, *P. 1*, *Navicula cf. pseudosilicula* y *Cocconeis sp. 2*. Este lago presenta la mayor riqueza específica (42) y la mayor proporción de diatomeas epilíticas rafidiales. Las otras clases algales están escasamente representadas (Figs. 23 y 24).

TWIN-grupo III: está formado por los lagos C, D, E, H y L y por las lagunas K, P, S, T, U y V. Entre ellos se encuentran los cuerpos de agua de mayor tamaño de Península Potter, así como los que presentan las más elevadas concentraciones de sólidos en suspensión, mientras que otros tienen el fondo de la cubeta cubierta por musgos (Tablas 1 y 4, Capítulo II-1). Los taxones eupilíticos que caracterizan a este grupo son: *Leptolyngbya angustissima*, *Phormidium ambiguum*, quistes de Chrysophyceae, *Achnanthes biasolettiana*, *A. coarctata*, *A. subatomoides*, *Fragilaria capucina*, *F. construens* var. *subsalina*, *Gomphonema clavatum*, *G. olivaceum* y *Navicula mutica*.

La riqueza específica promedio para este grupo es de 35 entidades; Bacillariophyceae es la clase dominante, seguida por las Cyanobacteria. (Figs. 23 y 24). El "microbial mat" está formado principalmente por Chlorophyta y Cyanobacteria cocoides y filamentosas. Este tipo de matriz hospeda un alto número de Bacillariophyceae rafidiales epilíticas. En comparación con los otros grupos, estos cuerpos de agua albergan un elevado número de especies de diatomeas (Fig. 28).

TWIN-grupo IV: está formado por los lagos G, X y Z y las lagunas Q y R. Estos cuerpos de agua son de tamaño pequeño a mediano y presentan la zona litoral de los lagos cubierta por musgos (Tablas 1 y 4, Capítulo II-1). Algunas de las especies son, no sólo características, sino también exclusivas de las lagunas Q (*Phaeogloea mucosa* y *Nitzschia sp. 1*) y R (*Chlorocloster minimus* y *Navicula cryptocephala*). Las especies que caracterizan este grupo son los taxones eupilíticos *Gloeocapsa kuetzingiana*, *Phormidium autumnale*, *Achnanthes germainii*, *Pinnularia krookii*, *Stigeoclonium sp.*, *Prasiococcus calcarius* y el alga metafítica *Zygnema sp.*

Este conjunto de cuerpos de agua no está dominado por ninguna clase algal, y el "microbial mat" está compuesto por una matriz gelatinosa de especies coloniales y filamentosas de Cyanobacteria, Chlorophyta y Chrysophyceae en la cual están incrustadas diatomeas epilíticas. Las Zygnematales filamentosas que crecen sobre el "microbial mat" pueden formar matas conspicuas de metafiton (Figs. 25 y 29).

La riqueza específica promedio es bastante alta (34) y las clases dominantes son Bacillariophyceae y Cyanobacteria (Figs. 23 y 24). En este grupo el metafiton está bien representado.

TWIN-grupo V: está formado por los lagos M y N y las lagunas O y J; los 3 primeros están localizados muy próximos entre sí. Las cubetas de las dos lagunas están completamente cubiertas por musgos. La asociación algal está formada principalmente por diatomeas epilíticas o aerofilicas incrustadas en una matriz compuesta por Cyanobacteria cocoides. Las especies características son la ticoepilítica *Chroococcus minutus* y las euepilíticas *Navicula cincta*, *N. elginensis* y quistes de Chrysophyceae. También, *Tolypothrix* sp. y *Pinnularia borealis* que son especies exclusivas de la laguna J.

La riqueza específica promedio es de 28 taxones; Bacillariophyceae es la clase dominante seguida por Cyanobacteria. Las otras clases algales están escasamente representadas (Figs. 23 y 24). La matriz está formada por Cyanobacteria cocoides y diatomeas rafidiales.

TWIN-grupo VI: está compuesto por los lagos W e Y, y las lagunas A e I. Las especies características de la asociación algal son principalmente Cyanobacteria cocoides y filamentosas: *Aphanocapsa delicatissima*, *Chamaesiphon subglobosus*, *Gloeocapsopsis magma*, *Oscillatoria tenuis*, *Fragilaria crotonensis*, *Navicula contenta* y *Tetraspora gelatinosa*. También, *Chroococcus minimus* y *Cosmarium* sp. que sólo se encontraron en la laguna I.

Este grupo presenta la más baja riqueza específica promedio (27). La clase dominante es Cyanobacteria, seguida por Bacillariophyceae (Figs. 23 y 24). La matriz del epilíton está formada principalmente por Cyanobacteria cocoides y filamentosas con una baja proporción de diatomeas. Como los grupos IV y V, este conjunto presenta un buen desarrollo de metafiton, formado por especies filamentosas de Zygnematales (Figs. 25 y 30).

Identificación de los factores ambientales que influyen sobre la distribución algal.

El PT fue removido del análisis de CCA debido a la alta colinealidad medida por "Variable Inflation Factor". Como resultado de esto, las 8 variables restantes fueron usadas para la ordenación. De los 4 ejes obtenidos a partir del CCA, los 2 primeros suman el 46,8 % de la varianza explicada del promedio ponderado de los taxones epilíticos (eje 1: 25,5 % y eje 2: 21,3 %). Los autovalores para los ejes 1 y 2 fueron 0,33 y 0,27 respectivamente. Los coeficientes de correlación especies-ambiente fueron altos para los dos primeros ejes (0,99 y 0,98 respectivamente), lo que sugiere una fuerte relación entre la composición específica del epilíton y las variables del medio ambiente. El test de Monte Carlo fue significativo para el primer eje ($p = 0,01$) y para los cuatro ejes combinados ($p = 0,04$).

Se encontró correlación significativa de PRS con el primer eje ambiental ($r = 0,96$; $gl = 24$; $p < 0,05$) y de conductividad ($r = 0,94$; $gl = 24$; $p < 0,05$) y clorofila-a fitoplanctónica ($r = 0,87$; $gl = 24$; $p < 0,05$) con el segundo eje ambiental.

Los ejes 1 y 2 permiten la identificación de 3 grupos de cuerpos de agua (Fig. 31). El Grupo α , situado sobre el lado positivo del eje 1, está formado por la laguna B y caracterizado por la presencia de *Euglena* sp., *Navicula tabellariaeformis*, *Pseudodictyosphaerium jurissi*, *Schroederia setigera*, *Chlamydomonas subcaudata*, *Tetrastrum elegans* y *Golenkiniopsis parvula*, y un elevado nivel de PRS. El Grupo β , compuesto por el lago F, está localizado sobre el lado positivo del eje 2 en asociación con alta conductividad y alta concentración de clorofila-a fitoplanctónica. Se caracteriza por la presencia de diatomeas de ambientes marinos o salobres: *Cocconeis costata*, C. sp. 1, *Entopyla ocellata* var. *pulchella*, *Gomphonema* sp. 1, *Licmophora antarctica*, L. cf. *communis*, *Nitzschia angustatula* y *Surirella* cf. *minuta*. Los restantes cuerpos de agua conforman el Grupo γ , el cual está colocado sobre el lado negativo del eje 1. Se caracterizan por la presencia de *Gloeocapsa ralfsiana*, G. sp., *Leptolyngbya angustissima*, *Phaeogloea mucosa*, *Cymbella tumida*, *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia alpina*, N. sp. 1, *Pinnularia borealis* y *P. maior*. Estos cuerpos de agua presentan bajos valores de PRS, conductividad, y concentración de clorofila-a fitoplanctónica.

La ordenación del CCA de los 24 cuerpos de agua agrupados en el Grupo γ muestra que la distribución de las algas epilíticas no se puede explicar por las variables ambientales consideradas. El test de Monte Carlo no fue significativo ni para el primer eje ($p = 0,41$) ni para los cuatro ejes combinados ($p = 0,67$).

Discusión

Como ya fue señalado por Ellis-Evans (1996), la compleja geología de la región marítima hace que las aguas de los lagos presenten una química variable y además permite el desarrollo de un amplio rango de vegetación terrestre. Esta situación conduce a una gran variedad de ambientes acuáticos, lo que a su vez favorece la existencia de una gran diversidad de nichos.

Las comunidades bentónicas de la región marítima parecen ser más ricas en especies que las de la Antártida Continental (Broady 1985, 1987; Fumanti *et al.*, 1995, 1997). La riqueza específica algal total observada en este estudio es elevada y similar a las registradas para otros ambientes lénticos de la Antártida Marítima (Oppenheim, 1990; Vinocur y Pizarro, 1995; Kawecka *et al.*, 1998). Por otra parte, la estructura de los diferentes "microbial mats" reflejan el amplio rango de condiciones físicas y químicas de los cuerpos de agua considerados.

La dominancia de especies de Bacillariophyceae y Cyanobacteria es similar a la registrada para comunidades epilíticas que habitan los cuerpos de agua de otras regiones tanto de la Antártida Marítima como de la Antártida Continental (Wharton Jr. *et al.*, 1983; Vinocur y Pizarro, 1995; Ellis-Evans, 1996; Fumanti *et al.*, 1997; Vincent, 2000).

Los componentes más comunes de todos los "microbial mats" son principalmente especies de Cyanobacteria cocoides y filamentosas, ampliamente distribuidas en los ecosistemas antárticos (Parker y Wharton Jr., 1985; Howard-Williams *et al.*, 1986; Broady, 1989b; Vinocur y Pizarro, 1995; Ellis-Evans, 1996; Pizarro *et al.*, 1996; Izaguirre y Pizarro, 1998; Vincent, 2000).

La comunidad de algas eupilíticas es la mejor representada en los cuerpos de agua de Península Potter. Teniendo en cuenta que las muestras fueron tomadas en las zonas litorales, las entidades aerófilas están bien representadas como resultado de la variación del nivel de las aguas, que expone el sustrato a desecaciones periódicas. Además, en los ambientes lacustres de escasa profundidad y ricos en nutrientes, se registraron frecuentemente taxones típicamente planctónicos. Esto ya fue señalado por varios autores (Stevenson, 1996; Izaguirre *et al.*, 1998; Kawecka *et al.*, 1998) para otros sistemas playos antárticos con aguas bien mezcladas, donde el límite entre las comunidades planctónicas y bentónicas es sutil.

Por medio del análisis de CCA se demostró claramente la gran influencia de las variables físicas y químicas, así como de la concentración de clorofila-*a* sobre la composición de los "microbial mats". La materia orgánica que proviene de la actividad animal enriquece fuertemente las aguas de la laguna B (Grupo α) en la cual el "microbial mat" presenta especies típicamente eutróficas tal como el alga verde coprófila *Prasiola crispera*. La presencia de pequeños taxones planctónicos probablemente contribuya al aspecto desagregado y floculoso del "mat" de esta laguna con aguas bien mezcladas (Capítulo II-1). Por otra parte, el lago F (Grupo β) mostró una fuerte influencia marina evidenciada por los altos valores de conductividad de las aguas y la presencia en el "microbial mat" de diatomeas típicas de aguas marinas o salobres, transportadas por los animales o por el rocío marino.

Los cuerpos de agua que forman el Grupo γ mostraron bajos valores de fósforo reactivo soluble, conductividad y concentraciones de clorofila-*a* fitoplanctónica. La matriz del "microbial mat" estaba compuesta, en general, por especies filamentosas y cocoides de Cyanobacteria y en ella se encontraban incluidas especies de Bacillariophyceae. Las Cyanobacteria producen una excreción mucilaginosa que contribuye a unir las partículas de la matriz. Además, así como ya fue observado en otras regiones de Antártida (Hawes, 1989; Ellis-Evans, 1996; Vincent, 2000) algunos lagos presentan un metafiton bien desarrollado formado por especies de Zygnematales filamentosas, las que crecen sobre los "mats" de Cyanobacteria y ocasionalmente se desprenden. *Spirogyra* sp. y *Zygnema* sp. fueron las especies dominantes del metafiton y así como ya fue observado por Hawes (1989) para Isla Signy, siempre se las encontró estériles. De acuerdo al análisis de CCA, algunas especies de los géneros *Gloeocapsa* Kütz. y *Gloeocapsopsis* Geitler ex Kom. fueron muy frecuentes. Aunque Vincent (2000) y Broady (1996) afirmaron que las especies de *Gloeocapsa* y *Gloeocapsopsis* están ausentes de las áreas costeras influenciadas por el rocío marino (ej.: Isla Signy, Vestfold Hills), en este trabajo encontramos especies de estos géneros en cuerpos de agua próximos al mar.

Considerando que las concentraciones de fósforo reactivo soluble y de clorofila-*a* fitoplanctónica reflejan el estado trófico, el eje 1 (Fig. 31) muestra el gradiente trófico de estos ambientes, desde los hipereutróficos a los ultraoligotróficos.

Se encontró una relación estrecha entre los análisis de TWINSPLAN y de CCA. La asociación algal del TWIN-grupo I es la misma que la obtenida en el Grupo

α del CCA, mientras que la asociación algal del TWIN-grupo II es la misma que la del Grupo β . Sin embargo, el Grupo γ está formado por el agrupamiento de los restantes grupos del TWINSpan. El análisis de CCA basado en los cuerpos de agua del Grupo γ no permitió identificar ningún factor de los considerados en este trabajo como responsable de las diferentes composiciones de los "microbial mats". Otros factores tales como diferencias de los taxones en la capacidad de colonización y diferencias de los taxones a la tolerancia a otras variables no consideradas, probablemente estuvieron involucrados aquí. Algunas algas verdes filamentosas ubicuas necesitan sólo la presencia de agua libre para establecerse en un rango de situaciones que abarcan desde suelos húmedos hasta lagos cubiertos por hielo (Broady, 1989b; Hawes, 1989). Al igual que Hawes (*op. cit.*), observamos que la fragmentación fue la única forma de reproducción en *Zygnema* sp., *Spirogyra* sp. y *Mougeotia* sp. Priddle y Heywood (1980) observaron que las Cyanobacteria filamentosas pueden tolerar el congelamiento y la desecación y tienden a dominar el bentos de las aguas profundas de los lagos claros antárticos. En los cuerpos de agua de Península Potter, estas algas estuvieron presentes en la mayoría de los cuerpos de agua del Grupo γ . Por otra parte, las especies de los géneros *Gloeocapsa* y *Leptolyngbya* también juegan un papel importante en la unión de las partículas, contribuyendo a la estructura física de los "microbial mats" donde se aglutinan las diatomeas. Esto también fue observado en suelos de Punta Cierva (Mataloni *et al.*, 2000a).

Las posibilidades de llegar a un sitio favorable y colonizar también depende de las estrategias de dispersión. Algunas especies producen un gran número de propágulos, mientras que otras forman muy pocos pero de larga vida. Como fue señalado por Ellis-Evans y Walton (1990) ".....las llaves para una colonización exitosa son la combinación o acoplamiento de los propágulos y los hábitats, no sólo para permitir que el propágulo germine sino también para permitir que el organismo crezca y se establezca". Nosotros hipotetizamos que las posibilidades de los propágulos de viajar por medio del aire, lluvia o por medio de la actividad animal, colonizar y desarrollarse, sería diferente y podría tener también un componente estocástico, como lo mencionan Davey y Rothery (1993) para los sucesos de colonización.

Tabla 7: Lista florística correspondiente a los taxones algales registrados en los diferentes cuerpos de agua. Presencia: 1; P: planctónico, A: aerófilo, E: epilítico, M: metafiton, C: criófilo.

	Grupos de cuerpos de agua obtenidos por TWINSpan																							
	I		III					IV				V			VI									
	B	F	C	D	E	H	K	L	P	S	T	U	V	G	Q	R	X	Z	J	N	O	A	I	Y
Cyanobacteria																								
<i>Anabaena variabilis</i> Kütz.	P							1					1	1	1	1			1	1				1
<i>Aphanocapsa conferta</i> (W. et G.S. West) Kom.-Legn. et Cronberg	P										1													
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> W. et G.S. West	P							1																1
<i>Calothrix</i> sp.	E																							1
<i>Chamaesiphon subglobosus</i> (Rostaf.) Lemm.	E																							1
<i>Chondrocystis</i> cf. <i>dermochroa</i> (Näg.) Kom. et Anag.	E																							1
<i>Chroococcus minimus</i> (Keissler) Lemm.	P																							1
<i>Chroococcus minutus</i> (Kütz.) Näg.	P																							1
<i>Clastidium setigerum</i> Kirchner	E																							1
<i>Gloeocapsa kuetzingiana</i> Näg.	E																							1
<i>Gloeocapsa ralfsiana</i> (Harv.) Kütz.	E																							1
<i>Gloeocapsa</i> sp.	E																							1
<i>Gloeocapsopsis magma</i> (Bréb.) Kom. et Anag.	E																							1
<i>Leptolyngbya angustissima</i> (W. et G.S. West) Anag. et Kom.	E																							1
<i>Leptolyngbya antarctica</i> (W. et G.S. West) Anag. et Kom.	P																							1
<i>Leptolyngbya fragilis</i> (Gom.) Anag. et Kom.	E																							1
<i>Leptolyngbya frigida</i> (Fritsch) Anag. et Kom.	E																							1
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.	P																							1
<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittr.) Kirchner	P																							1
<i>Nodularia harveyana</i> Thur.	P																							1
<i>Nostoc commune</i> Vaucher	E																							1
<i>Oscillatoria chlorina</i> Kütz.	P																							1
<i>Oscillatoria tenuis</i> Ag.	P																							1
<i>Oscillatoria</i> sp.	P																							1
<i>Phormidium ambiguum</i> Gom.	E																							1
<i>Phormidium amphibium</i> (Ag. ex Gom.) Anag. et Kom.	P																							1
<i>Phormidium attenuatum</i> (Fritsch) Anag. et Kom.	E																							1
<i>Phormidium autumnale</i> ((Ag.) Gom.	E																							1
<i>Phormidium corium</i> (Ag.) Gom.	E																							1
<i>Phormidium simplicissimum</i> var. <i>antarcticum</i> (Fritsch) Anag. et Kom.	E																							1
<i>Phormidium</i> sp.	E																							1
<i>Schizothrix</i> cf. <i>fragilis</i> (Kütz.) Gom.	E																							1
<i>Tolypothrix</i> sp.	A																							1
Heterokontophyta																								
Chrysophyceae																								
<i>Hydrurus foetidus</i> (Vill.) Trev.	E																							1
<i>Phaeogloea mucosa</i> Chod. quistes	E																							1
Tribophyceae																								
<i>Chlorocloster minimus</i> Pascher	E																							1
Bacillariophyceae																								
<i>Achnanthes biasolettiana</i> Grun.	E																							1
<i>Achnanthes coarctata</i> (Bréb.) Grun.	E																							1
<i>Achnanthes delicatula</i> (Kütz.) Grun.	E																							1
<i>Achnanthes germainii</i> Mang.	E																							1
<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>dubia</i> (Grun.) L.-Bert	E																							1
<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>lanceolata</i> var. <i>haynaldii</i> (Schaarschmidt) Cl.	E																							1
Arch.	E																							1
<i>Amphora</i> cf. <i>dusenii</i> Brun	E																							1
<i>Caloneis bacillum</i> (Grun.) Cl.	A																							1

Tabla 7: Lista florística correspondiente a los taxones algales registrados en los diferentes cuerpos de agua. Presencia; 1; P: planctónico, A: aerófilo, E: epilítico, M: metafiton, C: criófilo.

	Grupos de cuerpos de agua obtenidos por TWINSpan																							
	I		III							IV					V			VI						
	B	F	C	D	E	H	K	L	P	S	T	U	V	G	Q	R	X	Z	J	N	O	A	I	Y
Bacillariophyceae																								
<i>Cocconeis californica</i> Grun.	E		1																					
<i>Cocconeis costata</i> Greg.	E		1																					
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehr.) V. Heurck	E		1																					
<i>Cocconeis</i> sp.1	E		1																					
<i>Cocconeis</i> sp.2	E		1								1													
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	P		1																					
<i>Cymbella tumida</i> (Bréb.) V. Heurck	E										1						1							
<i>Entopylla ocellata</i> var. <i>pulchella</i> (Arn.) Fricke	E		1																					
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>capucina</i> Desmaz.	E						1	1	1				1	1	1									
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>rumpens</i> (Kütz.) L.-Bert.	E		1	1			1	1					1	1			1						1	1
<i>Fragilaria construens</i> var. <i>subsalina</i> Hust.	E						1	1	1	1	1	1	1	1	1		1				1			
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	P						1																	
<i>Fragilaria pinnata</i> Ehr.	E							1		1							1							
<i>Fragilaria (Tabularia)</i> sp.	E									1											1			
<i>Gomphonema clavatum</i> Ehr.	E		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Gomphonema gracile</i> Ehr.	E							1		1												1		
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Bréb.	E		1					1		1	1													
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.	E						1			1														
<i>Gomphonema</i> sp.1	E		1																					
<i>Gomphonema</i> sp.2	E							1		1														
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grun.	A		1	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Licmophora antarctica</i> Carlson	E		1																					
<i>Licmophora</i> cf. <i>communis</i> (Heib.) Grun.	E		1																					
<i>Navicula bacillum</i> Ehr.	E										1	1												
<i>Navicula capitata</i> var. <i>hungarica</i> (Grun.) Ross	E		1				1	1	1	1	1	1					1	1	1	1	1	1	1	
<i>Navicula cincta</i> (Ehr.) Ralfs	E		1				1	1	1	1	1	1							1		1			
<i>Navicula contenta</i> Grun.	A		1				1	1	1	1	1	1								1	1	1	1	
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	E																							
<i>Navicula elginensis</i> (Greg.) Ralfs	E		1				1	1	1	1									1	1	1			
<i>Navicula gibbula</i> Cl.	A										1													
<i>Navicula halophila</i> (Grun.) Cl.	E		1	1				1	1	1	1	1	1	1	1				1	1				
<i>Navicula molestiformis</i> Hust.	E		1				1																	
<i>Navicula mutica</i> Kütz.	A		1				1	1	1	1									1		1			
<i>Navicula muticopsis</i> V. Heurck	A		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Navicula naumannii</i> Hust.	E										1													
<i>Navicula</i> cf. <i>pseudosilicula</i> Hust.	E		1																					
<i>Navicula</i> cf. <i>subminuscula</i> Mang.	E											1												
<i>Navicula tabellariaeformis</i> Krasske	E		1																					
<i>Nitzschia alpina</i> Hust.	A											1												
<i>Nitzschia angustatula</i> L.-Bert.	E		1																					
<i>Nitzschia capitellata</i> Hust.	E		1	1	1	1			1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Nitzschia inconspicua</i> Grun.	E		1	1					1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Smith	A		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Nitzschia</i> sp.1											1													
<i>Nitzschia</i> sp.2																								
<i>Orthoseira roeseana</i> (Rabenh.) O'Meara	A		1	1						1	1	1	1	1	1									
<i>Pinnularia borealis</i> var. <i>borealis</i> Ehr.	A		1	1	1				1	1	1	1	1											
<i>Pinnularia borealis</i> var. <i>rectangularis</i> Carlson	A																							
<i>Pinnularia krookii</i> (Grun.) Cl.	A		1	1	1																	1	1	1
<i>Pinnularia</i> cf. <i>lundii</i> Hust.	E																							
<i>Pinnularia maior</i> (Kütz.) Rabenh.	E																							
<i>Pinnularia microstauron</i> var. <i>microstauron</i> (Ehr.)	A		1	1	1																			
<i>Pinnularia microstauron</i> var. <i>ambigua</i> Meist.	A		1																					
<i>Pinnularia schoenfelderii</i> Krammer	E		1	1																				
<i>Pinnularia</i> sp.1			1																					
<i>Pinnularia</i> sp.2																								
<i>Stauroneis gracilis</i> Ehr.	A																							
<i>Surirella</i> cf. <i>minuta</i> Bréb.	E		1																					
Diatomea céntrica																								

Tabla 7: Lista florística correspondiente a los taxones algales registrados en los diferentes cuerpos de agua. Presencia: 1; P: planctónico, A: aerófilo, E: epilítico, M: metafiton, C: criófilo.

	Grupos de cuerpos de agua obtenidos por TWINSpan																							
	I		III						IV				V			VI								
	B	F	C	D	E	H	K	L	P	S	T	U	V	G	Q	R	X	Z	J	N	O	A	I	Y
Euglenophyta																								
Euglenophyceae																								
<i>Euglena</i> sp.	P	1																						
Chlorophyta																								
Chlorophyceae																								
<i>Ankyra judayi</i> (G.M. Smith) Fott	P			1				1																
<i>Chlamydomonas nivalis</i> (Bauer) Wille	C	1	1	1		1	1	1					1	1				1	1				1	
<i>Chlamydomonas subcaudata</i> Wille	P	1																						
<i>Chlamydomonas</i> sp.	P	1	1	1			1	1	1													1	1	
<i>Golenkinopsis parvula</i> (Voronich.) Kors.	P	1																						
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom.-Legn.	P	1	1																					
<i>Palmella miniata</i> var. <i>aequalis</i> Näg. sensu G.M. Smith	E				1																			
<i>Pleurococcus</i> sp.	P										1								1					
<i>Pseudococcomyxa simplex</i> (Mainx) Fott	P							1																
<i>Pseudodictyosphaerium jurissi</i> (Hind.) Hind.	P	1																						
<i>Schroederia setigera</i> (Schröd.) Lemm.	P	1																						
<i>Schroederia</i> cf. <i>robusta</i> Kors.	P							1																
<i>Stigeoclonium</i> sp.	E												1	1	1				1	1	1	1	1	
<i>Tetraspora gelatinosa</i> (Vaucher) Desvaux	P							1					1					1					1	1
<i>Tetrastrum elegans</i> Playf.	P	1																						
Chlorophyceae n.i.1												1												
Chlorophyceae n.i.2								1																
Ulvophyceae																								
<i>Ulothrix moniliformis</i> Kütz.	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						1	1			1	1	
Pleurostrophyceae																								
<i>Prasiococcus calcarius</i> (Boye Petersen) Vischer	E	1			1	1			1	1			1	1	1				1			1	1	
<i>Prasiola crispa</i> (Lightf.) Menegh.	A	1	1	1			1	1	1														1	
Zygnematophyceae																								
<i>Cosmarium binum</i> Nordst.	P																		1	1	1			
<i>Cosmarium dentiferum</i> Corda	P									1			1										1	
<i>Cosmarium</i> sp.	P																						1	
<i>Gonatozygon brebissonii</i> De Bary	P												1					1				1		
<i>Mougeotia</i> sp.	M												1										1	
<i>Spirogyra</i> sp.	M												1	1	1							1	1	1
<i>Zygnema</i> sp.	M												1	1	1	1	1						1	
Klebsormidiophyceae																								
<i>Stichococcus bacillaris</i> Näg.	P	1	1					1	1															

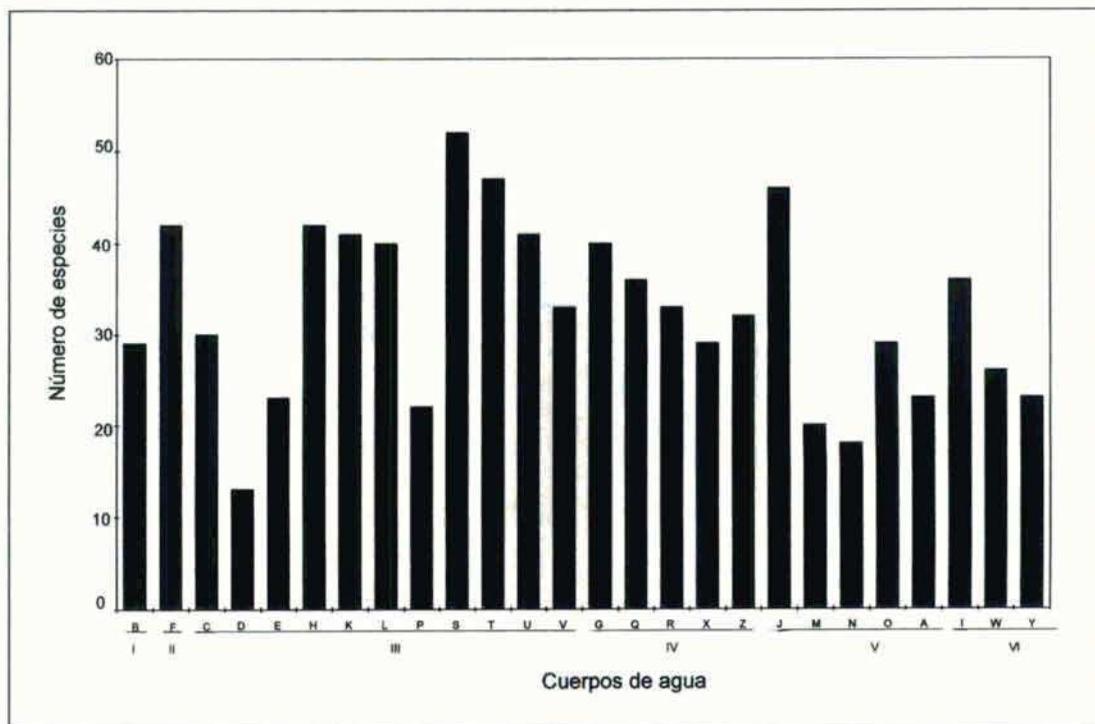


Fig. 23: Riqueza de especies en los 26 cuerpos de agua estudiados. (Los grupos del TWISPAN se indican en números romanos).

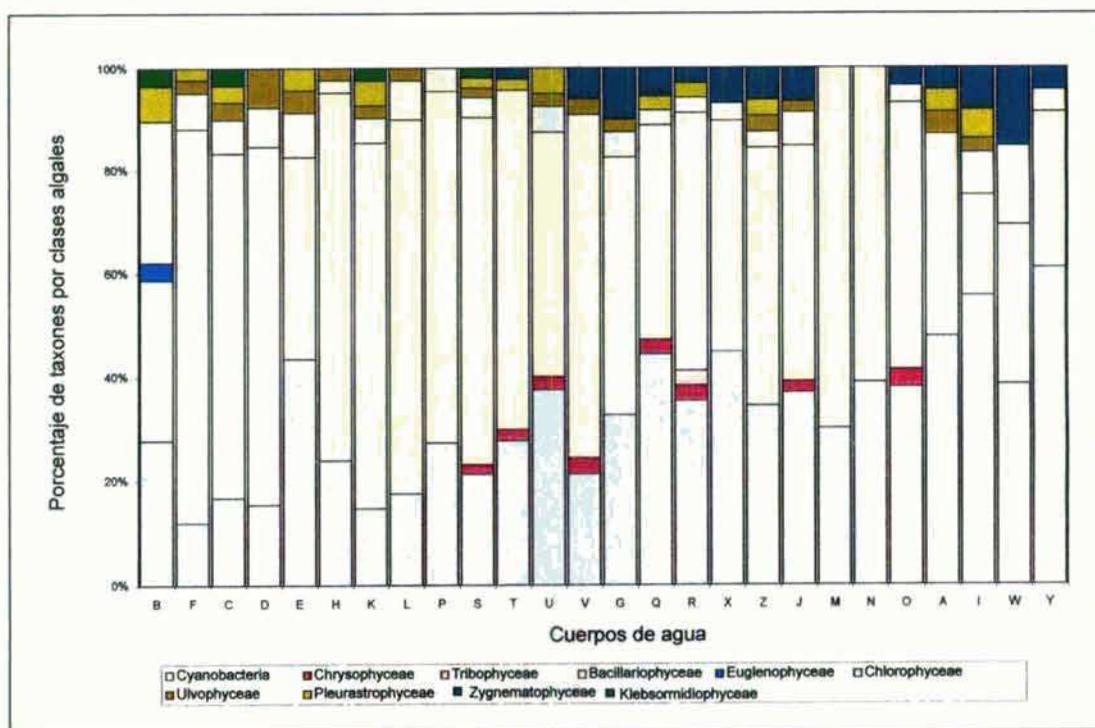


Fig. 24 : Porcentaje de clases algales en los 26 cuerpos de agua estudiados.

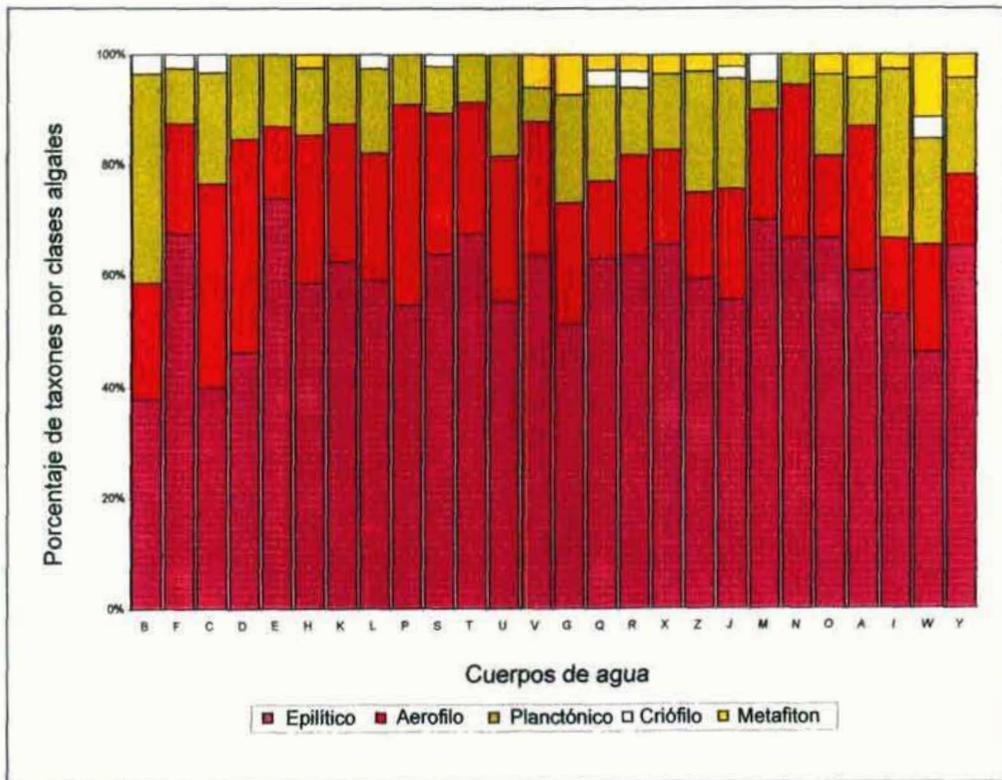


Fig. 25 : Porcentaje de las distintas comunidades algales para los 26 cuerpos de agua estudiados.

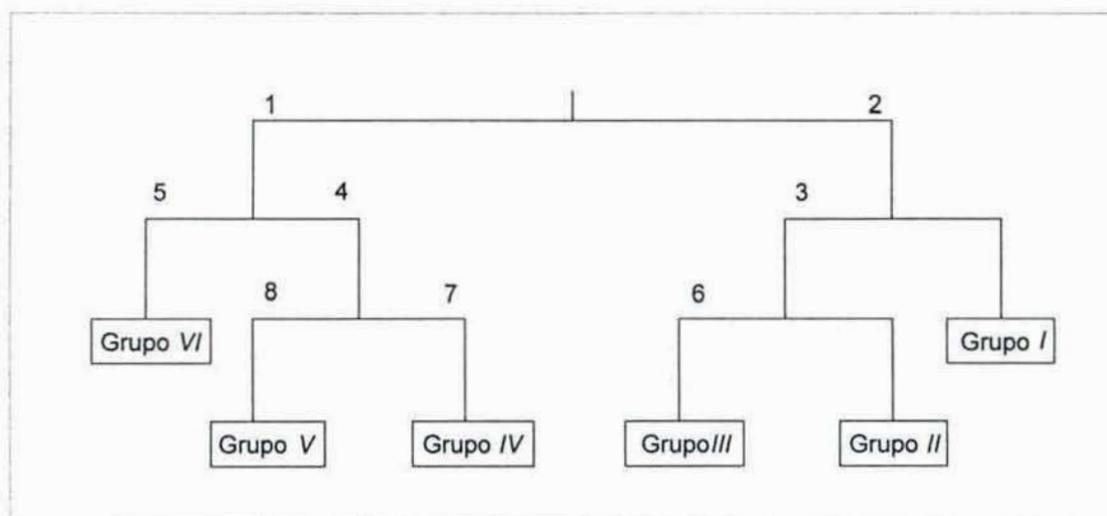


Fig. 26 : Dendrograma de los cuerpos de agua obtenido por Twispan indicando los sucesivos niveles divisivos. Abajo se detallan las especies indicadoras para las divisiones posteriores.

Grupo 1: *Spirogyra* sp., *Stigeoclonium* sp., *Achnanthes biassoletiana*, *Nostoc commune*.

Grupo 2: *Pinnularia borealis*.

Grupo 3: *Gomphonema clavatum*.

Grupo 4: *Leptolyngbya angustissima*, *Achnanthes germainii*.

Grupo 5: *Spirogyra* sp., *Leptolyngbya antarctica*, *Schizothrix* cf. *fragilis*.

Grupo 6: *Phormidium corium*.

Grupo 7: *Oscillatoria chlorina*.

Grupo 8: *Navicula capitata* var. *hungarica*.

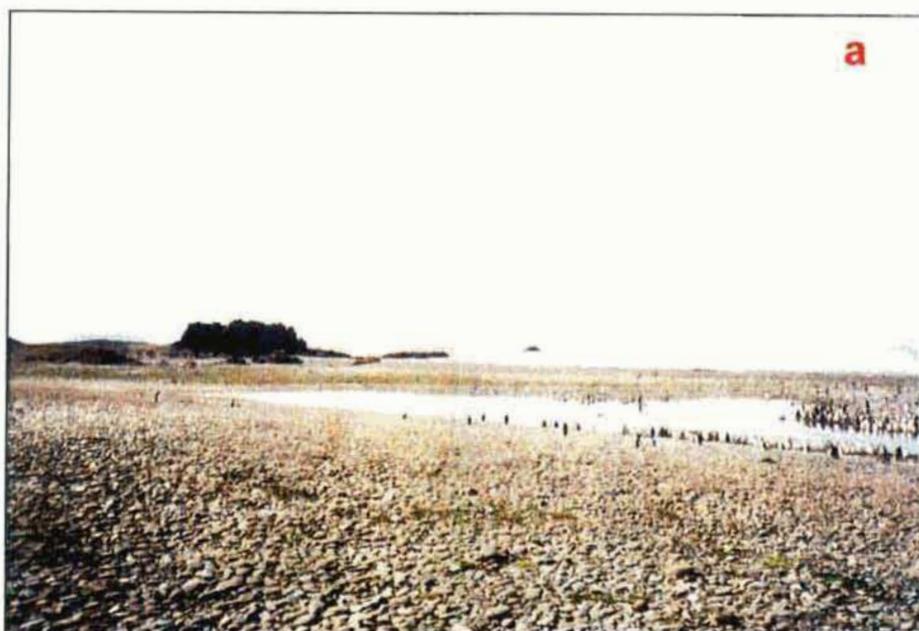


Fig. 27 : Ejemplo de "microbial mat" correspondiente a los cuerpos de agua del *TWIN-grupo I*.
a- Aspecto general de la Laguna B. b- Detalle del "microbial mat". c- Aspecto macroscópico de *Prasiola crispa*, alga que se encuentra tanto en los alrededores como en el litoral de esta laguna.

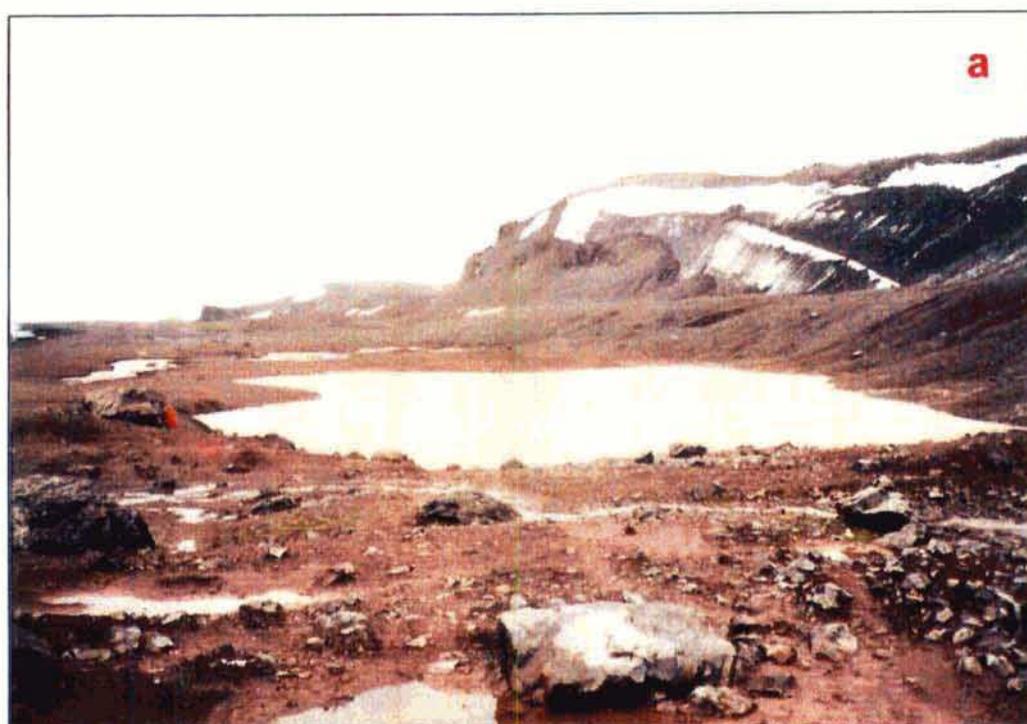


Fig. 28 : Ejemplo de "microbial mat" correspondiente a los cuerpos de agua del *TWIN-grupo III*.
a- Aspecto general del Lago D. b- Detalle del "microbial mat".

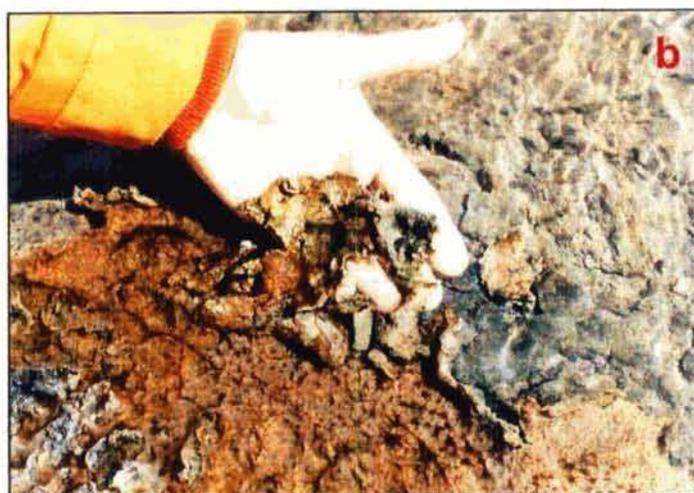


Fig. 29 : Ejemplo de "microbial mat" correspondiente a los cuerpos de agua del *TWIN-grupo IV*.
a- Ubicación de la Laguna R. b- Detalle del "microbial mat".



Fig. 30 : Ejemplo de "microbial mat" correspondiente a los cuerpos de agua del *TWIN-grupo VI*. **a**- Ubicación del Lago Y. **b**- Detalle del "microbial mat".

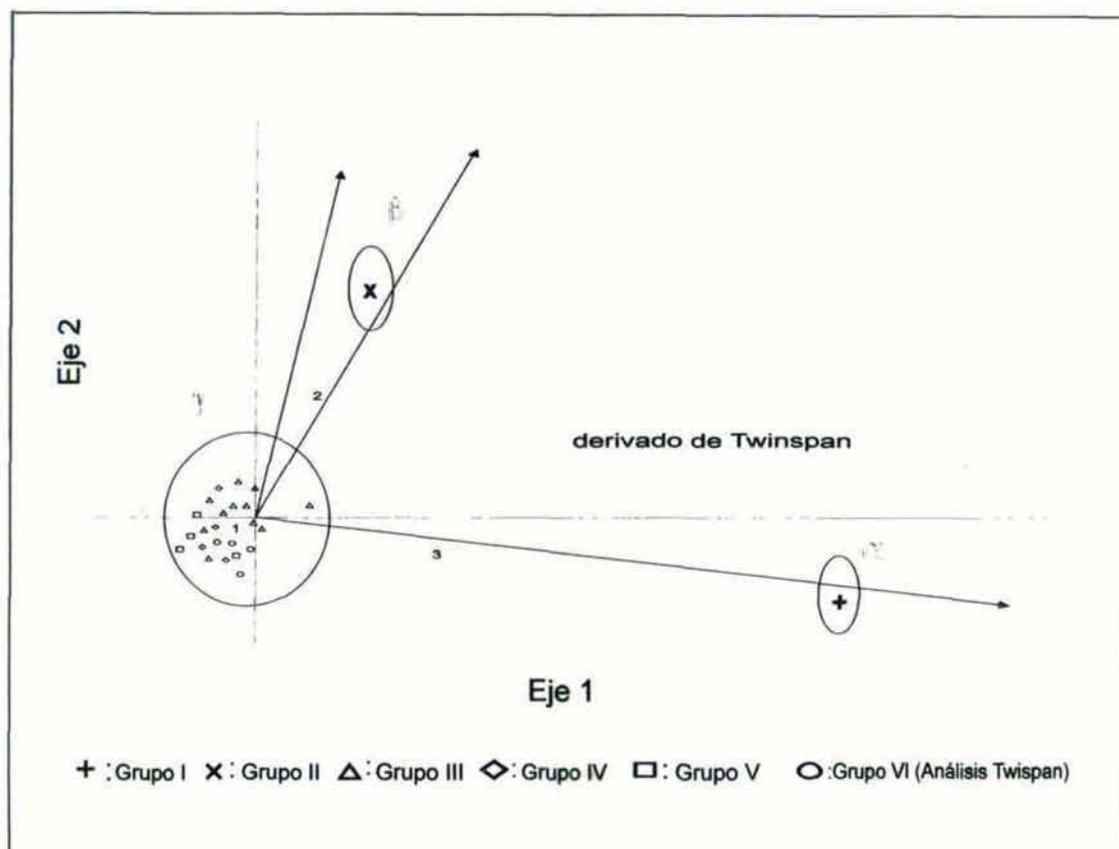


Fig. 31 : Ordenación de los 26 cuerpos de agua de Península Potter obtenida mediante CCA a partir de los datos de presencia-ausencia de las algas. Las variables ambientales significativas se indican con flechas. Con círculos se indican los 3 grupos principales de cuerpos de agua. Grupo α = Laguna B; Grupo β = Lago F; Grupo γ = los restantes cuerpos de agua. Los números arábigos se refieren a los taxones algales derivados del CCA (ver en el texto). Los grupos de cuerpos de agua del Twinspan se representan con los siguientes símbolos: Grupo I: +; Grupo II: x; Grupo III: Δ ; Grupo IV: \diamond ; Grupo V: \square ; Grupo VI: \circ .

CAPÍTULO III

**Estudio de la estructura y dinámica del
fitoplancton en 4 cuerpos de agua
seleccionados**

CAPÍTULO III-1

Lago H

En este capítulo se estudian los cambios cuali y cuantitativos en la comunidad fitoplanctónica estival y su relación con los factores abióticos en el lago H.

El lago H está localizado en la base del Cerro Tres Hermanos y es el segundo en importancia por su extensión en toda la península; además años atrás proveía de agua dulce a la Base Científica Jubany.

El lago, rodeado de morenas y situado en una planicie de origen glaciario (Godagnone, 1997), está dividido en dos cubetas de diferente tamaño por un isla rocosa flanqueada por dos canales. Las características morfométricas principales del lago H se presentan en la Tabla 8 (Drago, 1983). La principal entrada de agua proviene del glaciar situado próximo a la línea de costa al sudeste en la cubeta mayor, mientras que el efluente principal de 500 m de largo sale hacia el noroeste a partir de la cubeta de menor tamaño y desemboca en la Caleta Potter (Figs. 7 y 8). Este lago está constantemente influenciado por fuertes vientos del oeste con una velocidad media de 38 km h^{-1} durante el verano. La temperatura media del aire durante enero-febrero de 1996 fue de $2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (datos suministrados por el Servicio Meteorológico Nacional). El lago estuvo libre de hielo durante el período estudiado, con la excepción de la primera fecha de muestreo cuando el 13 % de su superficie estaba cubierta. La elevada turbidez de las aguas, evidenciada en su color amarronado, se debe a la entrada de finos sedimentos de origen glaciario aportados por los afluentes junto con la resuspensión desde el fondo debido a los fuertes vientos de la zona.

Resultados

El ANOVA efectuado con datos de diferentes profundidades en H2 y H4 no mostró diferencias significativas en el perfil vertical ($p < 0,05$) para ninguno de los parámetros estudiados (abióticos y bióticos). Sobre esta base, decidimos usar el valor medio de las tres profundidades como dato para todos los cálculos y análisis. Los tres niveles de profundidad fueron tomados como réplicas para cada sitio de muestreo con el fin de testear diferencias significativas entre cubetas (H2 y H4).

Propiedades físicas y químicas

En la Tabla 9 se muestran los resultados de los parámetros físicos y químicos medidos en todos los sitios de muestreo. La temperatura del agua varió entre $2,5$ y $7 \text{ }^{\circ}\text{C}$, y se incrementó hacia mediados de febrero. La concentración de

oxígeno disuelto fue siempre elevada; la conductividad y el pH se incrementaron hacia el fin del verano (Fig. 32) y ambos parámetros se correlacionaron significativamente (Tabla 10). En términos generales, la transparencia decreció hacia el fin del período de muestreo para todos los sitios; esta variable estuvo inversamente correlacionada con los SS (Tabla 10). Las concentraciones de PRS fueron relativamente constantes durante el período en estudio. Las concentraciones de $\text{NO}_3\text{-N}$ disminuyeron fuertemente en el término de pocos días desde $13\text{-}70 \mu\text{g l}^{-1}$ a concentraciones indetectables; en contraste, el $\text{NH}_4\text{-N}$ aumentó desde indetectable a $20 \mu\text{g l}^{-1}$ y a $50\text{-}110 \mu\text{g l}^{-1}$ (Fig. 33). Ninguno de los parámetros citados precedentemente mostraron diferencias significativas entre H2 y H4. Las concentraciones de SS y PT estuvieron significativamente correlacionadas (Tabla 10), incrementándose hacia el fin del verano (Fig. 34). Por otra parte, se detectaron diferencias significativas ($p < 0,05$) después de la tercera fecha entre los sitios de muestreo H2 y H4.

Estructura y dinámica del fitoplancton

Se identificaron 63 taxones específicos e infraespecíficos (Tabla 11). La diatomea marina *Licmophora antarctica* se encontró frecuentemente pero como frústulos vacíos tanto en las muestras cualitativas como cuantitativas. Las especies ticoplanctónicas (72 % del total) dominaron el fitoplancton tanto en riqueza específica como en densidad. De los taxones ticoplanctónicos, las algas epilíticas fueron las mejor representadas (36,96 %) mientras que las algas bentónicas (15,8 %), aerófilas (15,8 %) y las criófilas (3,5 %) constituyeron una muy pequeña fracción de la comunidad (Fig. 35). El eufitoplancton estuvo escasamente representado en este lago.

En la Tabla 9 se presentan los rangos de las variables bióticas. En términos de riqueza específica (Tabla 10), Heterokontophyta fue el grupo mejor representado (Bacillariophyceae, 31 taxones; Chrysophyceae, 2 taxones), seguido por las Cyanobacteria (16 taxones) y las Chlorophyta (14 taxones). En general, la riqueza específica decreció a lo largo del período de estudio y para todos los sitios de muestreo.

La densidad fitoplanctónica mostró diferencias significativas entre fechas ($p < 0,05$) con una drástica caída hacia fines del verano (Fig. 36). Aunque no se detectaron diferencias significativas entre sitios de muestreo ($p < 0,05$), H1 presentó las más altas densidades fitoplanctónicas durante las dos primeras fechas de

muestreo (232 y 121 ind ml⁻¹ respectivamente). Bacillariophyceae exhibió las densidades mayores, variando entre 40 ind ml⁻¹ (1H2) y 110 ind ml⁻¹ (1H1) hacia el comienzo del verano, con mínimos valores (5 ind ml⁻¹) hacia el final del período de muestreo (6H5). Chrysophyceae fue el grupo subdominante con densidades que llegaron a 95 ind ml⁻¹ (1H1); los valores más bajos se registraron hacia finales del verano. Tanto las Chlorophyta como las Cyanobacteria estuvieron presentes sólo durante el comienzo del verano y en bajas densidades (10-15 ind ml⁻¹), especialmente en H1, H2 y H3. *Achnanthes lanceolata* ssp. *lanceolata* var. *haynaldii* (Bacillariophyceae) e *Hydrurus foetidus* (Chrysophyceae) fueron las especies dominantes a lo largo del verano y en todo el lago, y son las responsables del pico de densidad registrado en H1 a principios del verano (Fig. 37). *H. foetidus* fue registrada exclusivamente en su forma de resistencia (quistes). *Gomphonema clavatum*, *Nitzschia inconspicua* y *N. palea* estuvieron siempre presentes pero en bajas densidades (aproximadamente 10 ind ml⁻¹).

La diversidad específica permaneció relativamente constante durante el período de estudio, con un valor promedio de 2. El mayor valor (2,8) se registró durante el pico de riqueza específica (24 taxones) en la fecha 3H3, debido a la presencia de varias especies de *Navicula* Bory de St. Vincent y *Cosmarium* Corda (sólo presentes en esta fecha). La riqueza y diversidad específica estuvieron fuertemente correlacionadas (Tabla 10). Por otro lado, la equitatividad (Tabla 9) aumentó hacia fines del verano.

El biovolumen algal siguió la misma tendencia que la densidad algal; ambas variables estuvieron positivamente correlacionadas (Tabla 10). En general, el biovolumen decreció desde 35.000 µm³ ml⁻¹ hasta 20.000 µm³ ml⁻¹. En contraste, la clorofila-*a* mostró un significativo incremento ($p < 0,05$) desde el 5 al 25 de enero (2 hasta 5,5 µg l⁻¹) (Fig. 36) y estuvo inversamente correlacionada con la densidad fitoplanctónica (Tabla 10).

Análisis multivariados

El PCA realizado con los factores abióticos refleja claramente la variación temporal y espacial de estos parámetros (Fig. 38). Los primeros 2 ejes suman el 61 % de la varianza total. Los sólidos en suspensión, la conductividad, PT, pH y NH₄-N estuvieron inversamente correlacionados con el primer componente, mientras la transparencia, el oxígeno disuelto y el NO₃-N estuvieron positivamente correlacionados con el mismo. El segundo eje estuvo positivamente correlacionado

con la temperatura. La ordenación permite observar claramente 4 grupos de sitios de muestreo que siguen un claro gradiente temporal. Los 3 grupos reunidos a la derecha pueden dividirse cada uno en 2 subgrupos: sitios H1 y H2 (cubeta pequeña) y sitios H3, H4 y H5 (cubeta grande). La diferencia encontrada entre cubetas para la tercera fecha de muestreo se correlaciona perfectamente con los resultados del ANOVA para el SS y el PT.

En la Figura 39 se presenta la ordenación de las muestras de acuerdo a los factores 1 y 3 del PCA basado en la diversidad específica, equitatividad, densidad total de los grupos de mayor jerarquía taxonómica y clorofila-a. Los primeros 3 factores representan respectivamente el 48 %, 21 % y 14 % de la varianza total. Así como sucedió con el PCA basado en las variables físicas y químicas, el primer factor ordenó los sitios de muestreo de acuerdo a un gradiente temporal. La primer fecha de muestreo ubicada hacia el lado izquierdo de la figura se caracterizó por la alta densidad de Bacillariophyceae, Chrysophyceae y Chlorophyta mientras que las últimas fechas con alta equitatividad aparecen agregadas. Se eligieron los factores 1 y 3 dado que 3H3 sólo se separa del resto por su alta diversidad específica (esta variable está inversamente correlacionada con el factor 2). Por otra parte, el factor 3 está directamente correlacionado con la clorofila-a. En esta ordenación, las primeras dos fechas de muestreo se separan del resto por sus bajas concentraciones de clorofila-a. 1H1 se diferencia de las demás fechas por su elevado valor de densidad fitoplanctónica y clorofila-a.

Discusión

Debido a la acción constante del viento y a la baja profundidad, el lago presenta a lo largo del verano una completa mezcla vertical. Así como ya fue observado repetidamente para otros lagos antárticos (Torii *et al.*, 1988; Izaguirre *et al.*, 1993, 1996; Mataloni *et al.*, 1998) las concentraciones de oxígeno fueron siempre altas y próximas a la saturación o sobresaturación (Tabla 9).

Durante los períodos de sol a comienzo de enero, cuando la cuenca estaba cubierta con nieve y la superficie del lago permanecía aún congelada, las aguas de deshielo produjeron dilución, con la consecuente disminución de la conductividad. Los bajos valores de conductividad persistieron hasta la segunda fecha de muestreo. Posteriormente, cuando la cuenca estuvo libre de nieve y el lago descongelado, las aguas que fluían de los arroyos y por drenaje subsuperficial acarrearón sedimentos finos de las áreas circundantes provocando una elevación

de la conductividad. Este hecho también fue observado en otros lagos antárticos (Hawes, 1983; Mataloni *et al.*, 1998).

Las concentraciones de nitratos registradas en este trabajo están próximas a aquellas encontradas por Jones *et al.* (1993) para lagos de Península Byres (Isla Livingston, Islas Shetland del Sur), pero son bajas en comparación a las registradas para otros lagos antárticos como aquellos localizados en Isla Signy (Jones *et al.*, *op. cit.*) y en las vecindades de Bahía Esperanza (Izaguirre *et al.*, 1993). La relación $\text{NO}_3\text{-N}:\text{NH}_4\text{-N}$ registrada después de la tercera fecha de muestreo fue extremadamente baja, pero sin embargo el lago estuvo casi constantemente saturado de oxígeno. Algunos autores (Margalef, 1983; Díaz, 1994) sugieren que el zooplancton tiene un papel importante en el reciclado de nitrógeno dado que esa comunidad excreta principalmente amonio.

Las diferencias significativas entre ambas cubetas en cuanto a los sólidos en suspensión muestra que la retención de sólidos en la cubeta grande es alta si se la compara con la cubeta más pequeña. Por otra parte, la alta correlación entre los sólidos en suspensión y el fósforo total, y la baja proporción de fósforo reactivo soluble en comparación al fósforo total (media de 8 %), indica que la fracción más importante del fósforo es adsorbida sobre los sólidos en suspensión y no está biodisponible.

El alto número y densidad de las especies ticoplanctónicas, ya sea de origen aloctóno (aerófilas) como autóctono (principalmente especies epilíticas y bentónicas), sugiere que este lago podría estar fuertemente influenciado no sólo por el lavado de su cuenca de drenaje, sino también por los constantes vientos que inducen la turbulencia de sus aguas. Esto podría favorecer el desprendimiento de las algas adheridas a diferentes sustratos y la resuspensión de las algas bentónicas principalmente de la zona litoral. En el estudio de la flora algal de este lago, un gran porcentaje de las especies ticoplanctónicas que se registraron, provenían de la comunidad epilítica. Además, se encontró que las algas epilíticas del principal efluente de este cuerpo de agua (Vinocur, en preparación) y de la línea de costa próxima a su desembocadura (donde está ubicado el sitio H1) estaban básicamente dominados por *Hydrurus foetidus*, una especie típicamente reofila y frío-estenotérmica (Pfister, 1993). La formación de quistes en esta especie ha sido registrada frecuentemente en arroyos de la Antártida marítima (Pizarro *et al.*, 1996; Izaguirre y Pizarro, 1998). Estos quistes se registraron en gran abundancia en el sitio H1 y en mucha menor densidad en los otros sitios de muestreo. Es posible que

la presencia de estos quistes en el resto del lago pudiera ser el resultado del acarreo de los arroyos afluentes.

Si bien para otros lagos y lagunas antárticas se registró una alta abundancia de fitoflagelados (ej. *Ochromonas* Wyssotzki, *Chlamydomonas* Ehr.) (Priddle *et al.*, 1986; Izaguirre *et al.*, 1993; Lizotte *et al.*, 1996; Mataloni *et al.*, 1998), en este lago las diatomeas son las que dominaron tanto en abundancia como en diversidad.

Ambos PCA (Figs. 38 y 39) revelan un gradiente temporal pronunciado. A medida que el verano transcurría, se observó un aumento en sólidos en suspensión, fósforo total, amonio, pH, conductividad, clorofila-*a* y equitatividad, y una disminución en nitratos, transparencia y densidad fitoplanctónica. Se encontró una disminución en la abundancia fitoplanctónica (fracciones de nanoplancton y microplancton) a pesar del incremento en la clorofila-*a* (Fig. 36). Aunque los cambios en la composición específica del nanoplancton (ej. cambios en el espectro de tamaño, clases algales o importancia de mixotrófos) han sido usados para explicar esta relación inversa (Margalef, 1983; Sandgren, 1988; Izaguirre *et al.*, 1996), en nuestro estudio la composición algal de las fracciones permaneció casi estable mientras que la densidad algal decrecía hacia fines del verano. Los cambios fisiológicos que se manifiestan en las diferentes poblaciones algales serían otra posible causa para explicar esta relación (Margalef, 1983; Sandgren, 1988), pero este tema excede el propósito de la presente investigación. Por último, un incremento en el picoplancton podría ser otra posible explicación. Diversos estudios han demostrado que el picoplancton es una importante fracción de la biomasa algal en muchos de los ecosistemas de agua dulce (Hawes, 1983, 1990; Caron *et al.*, 1985; Stockner, 1988; Wehr, 1990, 1991; Ellis-Evans, 1991; Vincent, 2000; Callieri y Stockner, 2000; Agawin *et al.*, 2000). Aunque esta fracción (<2 μm) no pudo ser contada con el método de Utermöhl, una gran proporción fue retenida por los filtros usados para la extracción de clorofila (0,7 μm de poro). Esta fracción, conjuntamente con bacterias y microheterótrofos interactúan en el denominado "microbial loop", trama trófica que escapa a los alcances de este estudio.

Por otra parte, la alta concentración de sólidos en suspensión (el que está inversamente correlacionado con la densidad fitoplanctónica; Tabla 10) produciría posiblemente una limitación por luz para el crecimiento algal. Estudios realizados en ambientes turbios (Cloern, 1987; Carignan y Planas, 1994) sugieren que la limitación por luz debería esperarse cuando la razón entre la profundidad eufótica (Z_{euf}): profundidad de mezcla (Z_{mix}) es más baja que 0,2-0,5. Si consideramos que

aproximadamente $Z_{euf} = \text{Secchi} \times 3$ y que Z_{mix} = profundidad media de cada cubeta (debido a la completa mezcla vertical), entonces la razón $Z_{euf} : Z_{mix}$ en este lago fluctúa entre 0,15 y 0,23 con un valor medio de 0,19. Así, el crecimiento del fitoplancton estaría limitado por la luz en ambas cubetas. Sin embargo, la limitación por luz aumenta levemente a lo largo del período en estudio (Fig. 40). No obstante, esto no explica el incremento de la clorofila-*a*, y por consiguiente debería existir otro factor que regule la abundancia y principalmente la estructura de tamaño del fitoplancton. Una explicación posible sería que un pastoreo selectivo (control por predación o top-down) estaría influyendo sobre la composición del fitoplancton. Aunque no tenemos datos de campo, la elevada proporción de *Boeckella poppei* (Mrázek) (Calanoida, Copepoda) registrada por Paggi (1987) para este lago (97 % de la densidad zooplanctónica total) fue apreciada por observaciones directas en el campo durante el presente trabajo. Cuando se estudio a *B. poppei* (Mrázek) en lagos de Isla Signy (Heywood, 1970; Weller, 1977) e Isla 25 de Mayo (Paggi, *op. cit.*), incluyendo el lago H, los autores concluyeron que tienen un ciclo de vida univoltino (una única y sincronizada puesta anual), con un pico de actividad sexual cuando los lagos están aún cubiertos de hielo (primavera) y un pico en el número de adultos durante el fin del verano. Los cambios morfológicos de los copépodos durante el desarrollo son acompañados por cambios en la locomoción y en los hábitos de alimentación: los primeros estadios de *B. poppei* (Mrázek) son esencialmente planctónicos alimentándose de partículas en suspensión (pequeñas algas, bacterias), mientras que los *B. poppei* adultos (desde estadio copepodito III) son nectobentónicos, alimentándose facultativamente del recurso más abundante (fitoplancton y/o fitobentos) (Heywood, 1970; Weller, 1977; Clarke *et al.*, 1989).

Se necesitaría realizar más investigaciones para poder testear el efecto del control que ejerce el pastoreo sobre la estructura del fitoplancton. Los aparentes cambios en el comportamiento alimenticio de los copépodos a lo largo del verano podrían constituir el principal enfoque en futuros estudios para dilucidar la hipótesis planteada.

Tabla 8: Principales características morfométricas del Lago H (Drago, 1983).

Los valores con asterico se calcularon en base al mapa batimétrico de Drago.

Area total (m²)	73.290
Area cubeta pequeña (m ²) *	19.931
Area cubeta grande (m ²) *	53.359
Volumen total (m³)	186.017
Volumen cubeta pequeña (m ³) *	58.313
Volumen cubeta grande (m ³) *	127.704
Profundidad máxima (m)	6,50
Profundidad promedio del lago (m)	2,54
Profundidad media de la cubeta pequeña (m) *	2,93
Profundidad media de la cubeta grande (m) *	2,39
Largo (m)	520
Ancho (m)	250
Largo de la línea de costa (m)	1.710
Desarrollo de la línea de costa	1,77
Desarrollo del volumen (profundidad media:profundidad máxima)	0,39

Tabla 9: Rangos y valores medios de las principales características limnológicas durante el período estudiado (nd: no detectable).

	Mínimo	Máximo	Promedio
Temperatura (°C)	2,5	7	4,4
pH	6,9	7,6	7,3
Conductividad (µS cm ⁻¹)	90	124	106
Transparencia (cm)	11	21	16
Oxígeno disuelto (mg l ⁻¹)	11,2	15	12,7
Sólidos en suspensión (mg l ⁻¹)	47	105	67
NO ₃ -N (µg l ⁻¹)	nd	72	7
NH ₄ -N (µg l ⁻¹)	nd	114	46
PRS (µg l ⁻¹)	nd	26	11
Fósforo total (µg l ⁻¹)	86	232	132
Densidad total (ind ml ⁻¹)	7	232	55
Bacillariophyceae (ind ml ⁻¹)	5	111	43
Chrysophyceae (ind ml ⁻¹)	0	90	8
Chlorophyta (ind ml ⁻¹)	0	21	3
Cyanobacteria (ind ml ⁻¹)	0	9	1
Biovolumen algal total (µm ³ ml ⁻¹)	1.862	198.111	37.335
Clorofila-a (µg l ⁻¹)	1,6	8,3	4,3
Riqueza específica	3	26	14,5
Diversidad específica	1,0	2,8	2,1
Equitatividad específica	0,61	0,94	0,8

	Temp	pH	Cond.	OD	Transp	SS	PT	PRS	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Bacill.	Chryso.	Chloro.	Cyano.	Dens.tot	Chl-a	Riq.	Diver.	Equit.	Biovol.	A. lan. hay.	H. foet.	
pH	0,31																						
Cond.	0,61	0,86																					
OD	-0,51	-0,37																					
Transp.		-0,38	-0,51	0,52																			
SS	0,31	0,58	0,69	-0,52	-0,70																		
PT		0,45	0,52	-0,44	-0,65	0,85																	
PRS																							
NO ₃ -N		-0,30	-0,32		0,41	-0,28																	
NH ₄ -N		0,50	0,54	-0,37		0,43	0,28	0,33	-0,29														
Bacill.		-0,50	-0,51		0,41	-0,60	-0,58	0,37	-0,31														
Chryso.		-0,43	-0,39			-0,36	-0,31		0,42														
Chloro.		-0,43	-0,40		0,44	-0,38	-0,39	0,50	0,66	0,46													
Cyano.									0,32	0,33													
Dens. tot.		-0,55	-0,55		0,42	-0,59	-0,57	0,36	-0,35	0,93	0,72	0,75	0,40										
Chl-a		0,72	0,71			0,49	0,32	-0,40	0,49	-0,31	-0,33												
Riq.		-0,37	-0,42		0,39	-0,57	-0,62	-0,31	-0,39	0,71													
Diver.			-0,27	0,32		-0,45	-0,48	-0,41	-0,44	0,56	0,32												
Equit.									-0,28														
Biovol.																							
A. lan. hay.		-0,52	-0,53		0,45	-0,58	-0,50	0,37	0,85	0,59	0,63	0,35	0,88	0,47	-0,29	0,29							
H. foet.		-0,41	-0,36			-0,31		0,44	0,97	0,50	0,32	0,71	-0,27	0,49	0,49	0,36	0,32	0,38					

Tabla 10: Correlaciones cruzadas entre todas las variables medidas. Temp. (temperatura del agua), pH, Cond. (conductividad), OD (oxígeno disuelto), Transp. (transparencia), SS (sólidos en suspensión), PT (fósforo total), PRS (fósforo reactivo soluble), NO₃-N, NH₄-N, Bacill. (Bacillariophyceae), Chryso. (Chrysophyceae), Chloro. (Chlorophyta), Cyano. (Cyanobacteria), Dens. tot. (densidad total), Chl-a (clorofila-a), Riq. (riqueza específica), Diver. (diversidad específica), Equit. (equitatividad), Biovol. (biovolumen algal total), A. lan. hay. (*Achnanthes lanceolata* ssp. *lanceolata* var. *haynaldii*) e H. foet. (*Hydrurus foetidus*). Sólo se muestran las correlaciones significativas con p < 0,05.

1H1 2H1 3H1 4H1 5H1 6H1 1H2 2H2 3H2 4H2 5H2 6H2 1H3 2H3 3H3 4H3 5H3 6H3 1H4 2H4 3H4 4H4 5H4 6H4 1H5 2H5 3H5 4H5 5H5 6H5	
Cyanobacteria	1
Phormidium sp.1	1
Phormidium sp.2	1

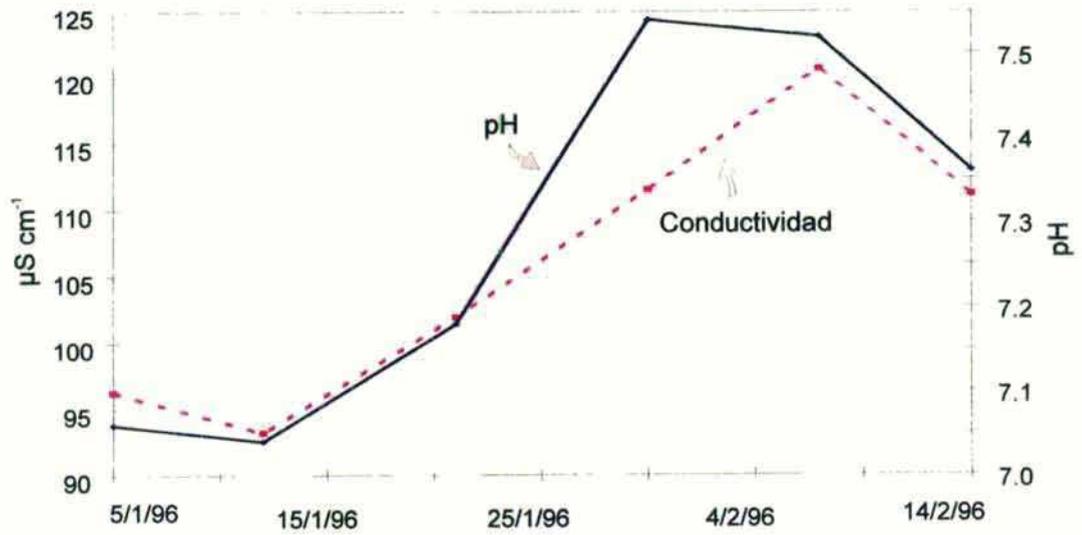


Fig. 32 : Valores promedios de pH y conductividad para cada fecha de muestreo.

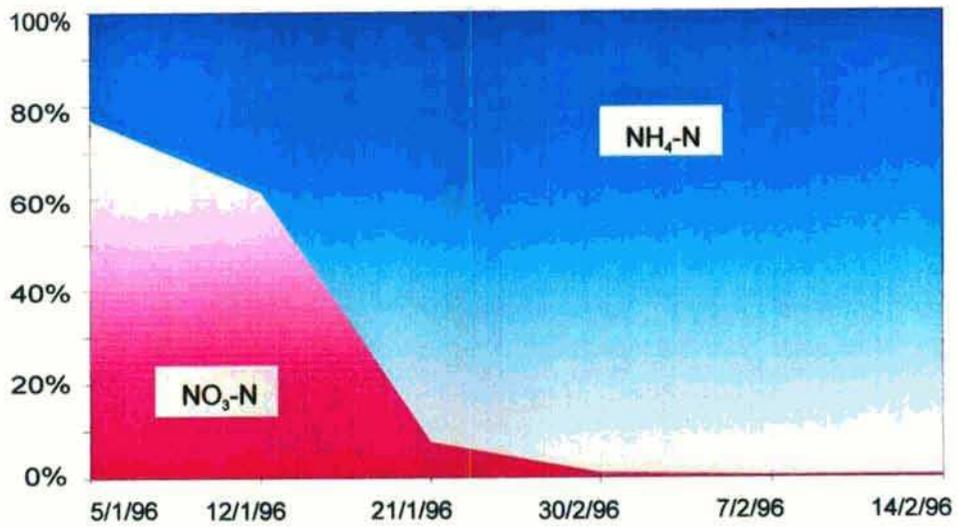


Fig. 33 : Cambios estacionales de la razón $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ promediada para todos los sitios muestreados.

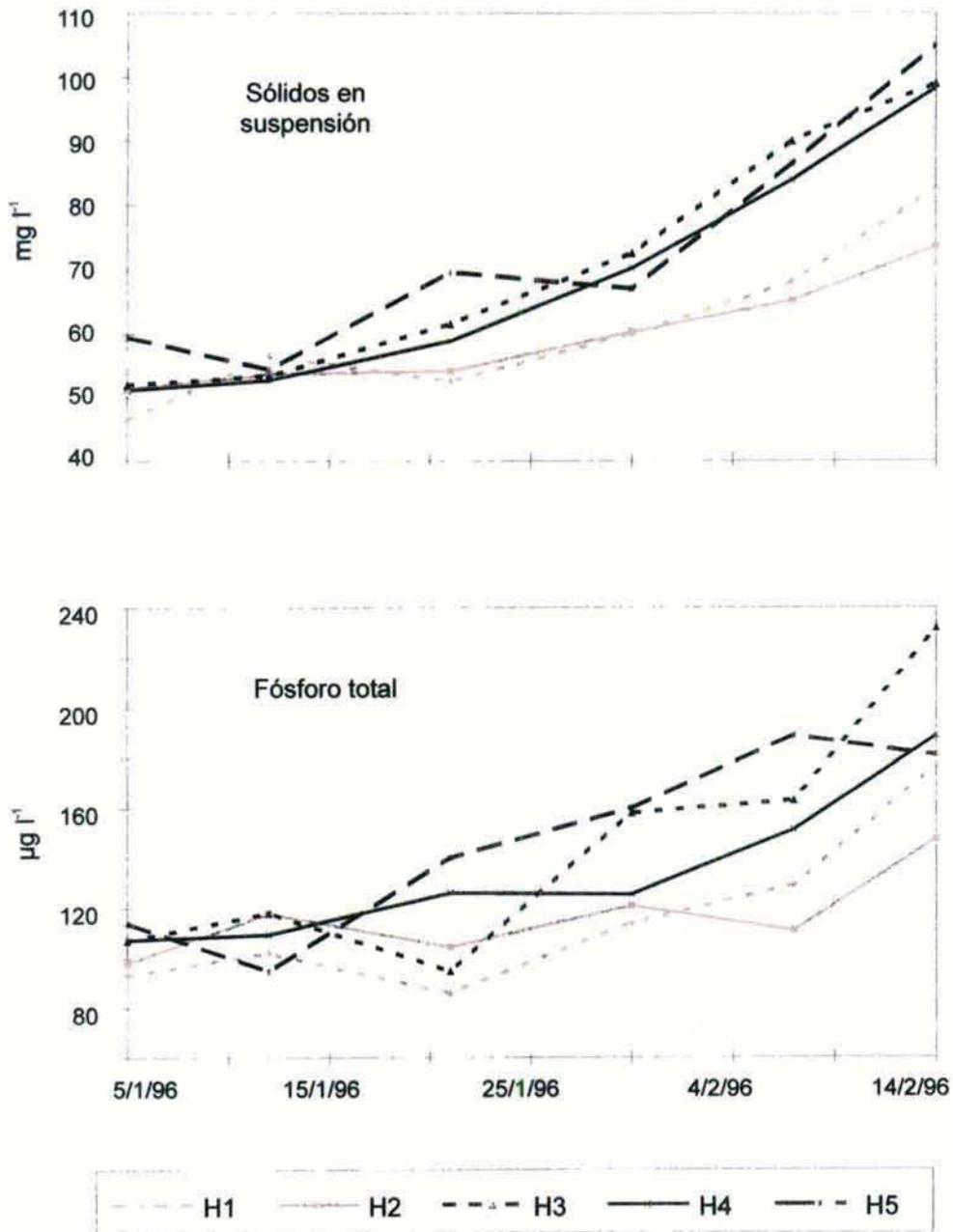


Fig. 34 : Cambios estivales de los sólidos en suspensión y el fósforo total para cada sitio de muestreo.

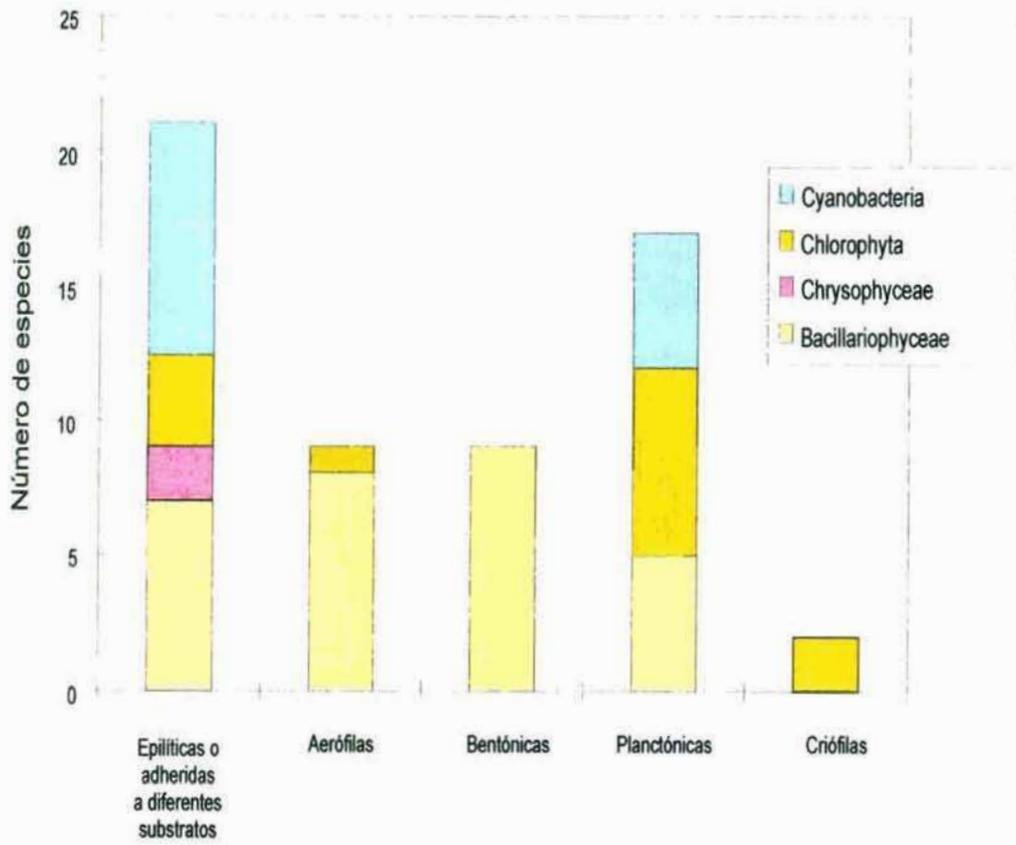


Fig. 35 : Proporción del número de especies para cada grupo algal de acuerdo a los diferentes tipos de hábitats.

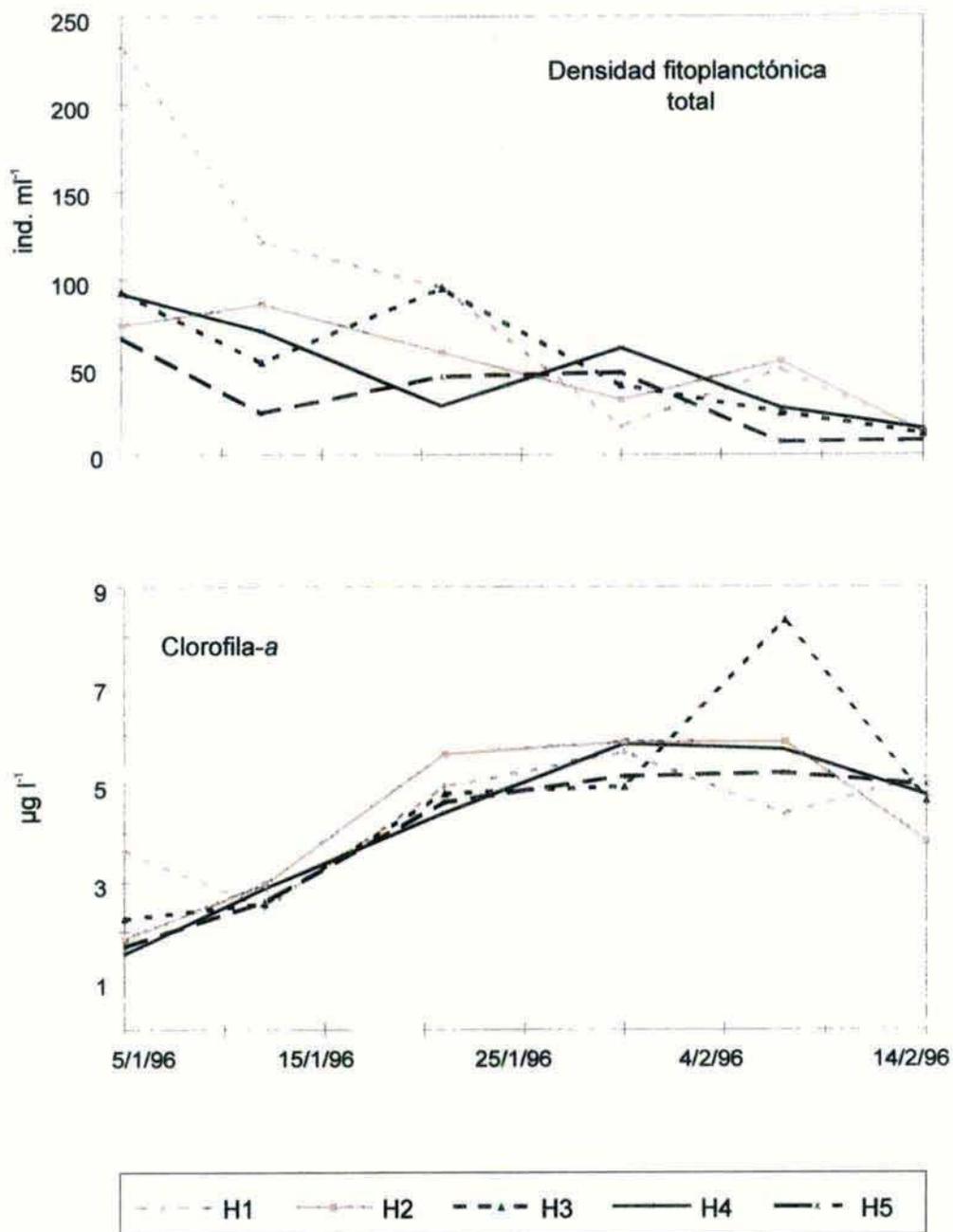


Fig. 36 : Densidad fitoplanctónica total y variación de clorofila-a para cada sitio de muestreo durante el período estudiado.

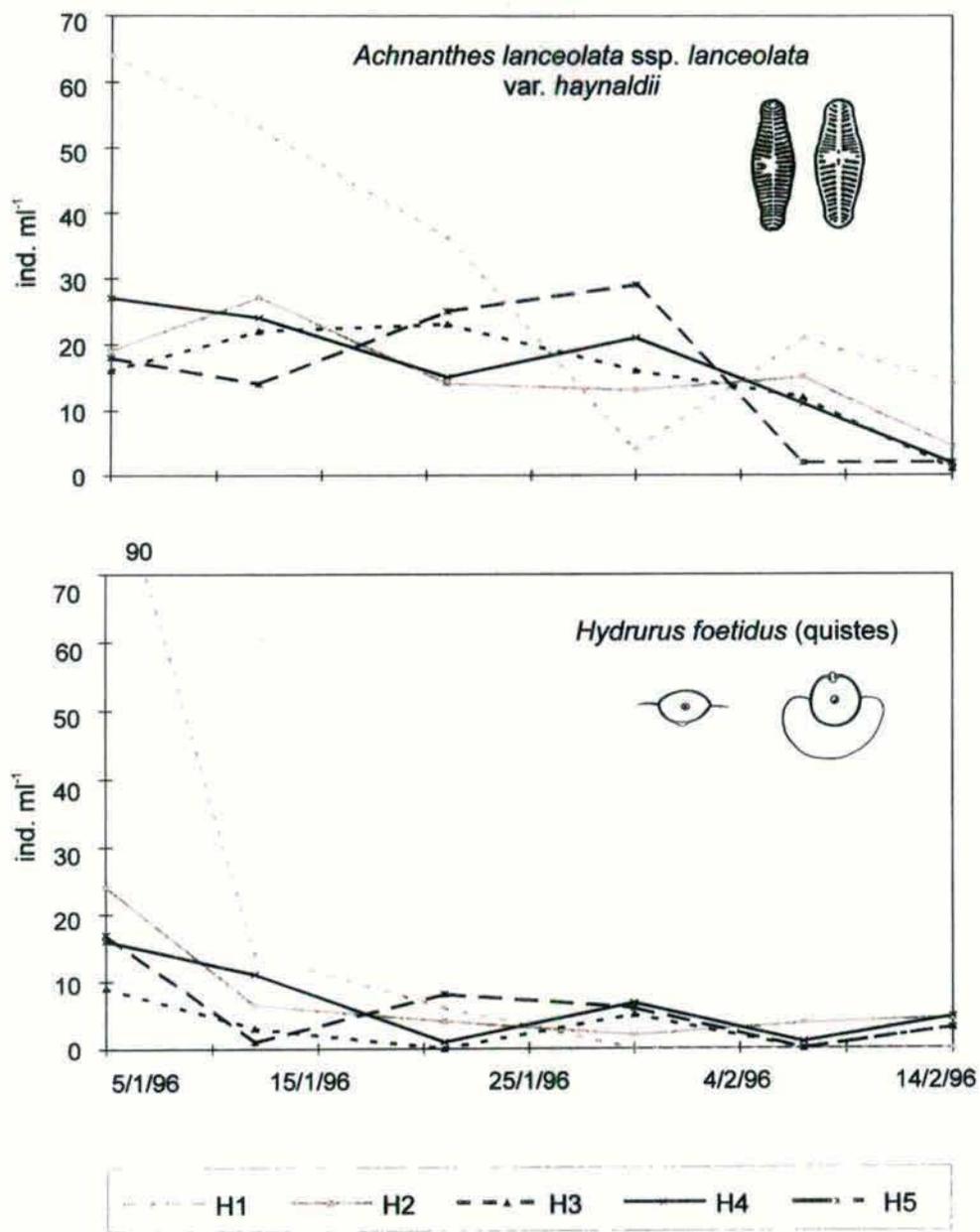


Fig. 37 : Variaciones estivales de la densidad de *Achnanthes lanceolata* ssp. *lanceolata* var. *haynaldii* e *Hydrurus foetidus* (quistes) para cada sitio de muestreo.

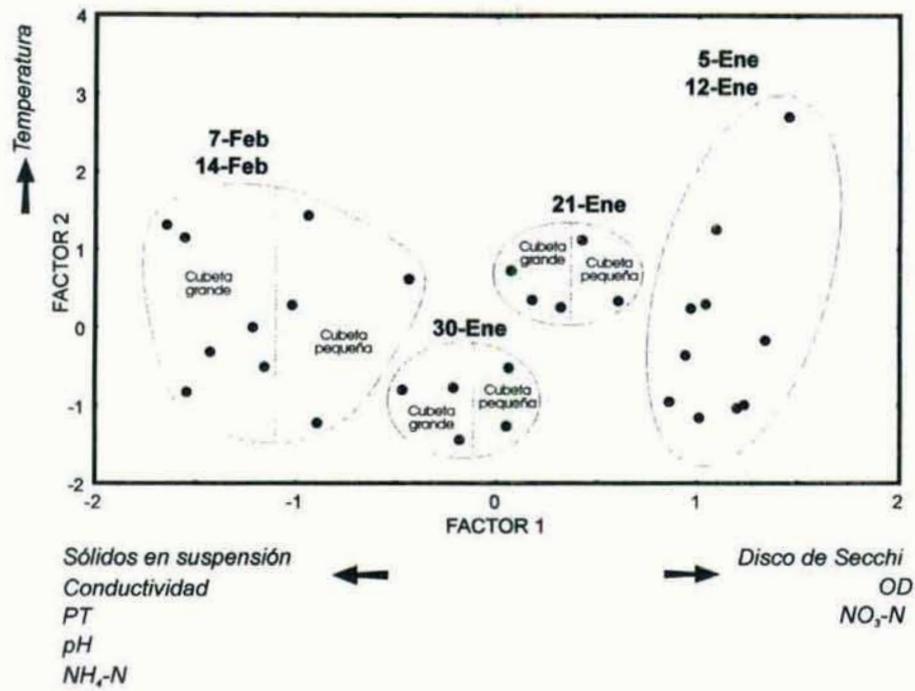


Fig. 38 : Análisis de Componentes Principales (PCA) de las muestras basado en los parámetros físicos y químicos estandarizados. Ploteo de 30 muestras de acuerdo a sus valores en los factores 1 y 2.

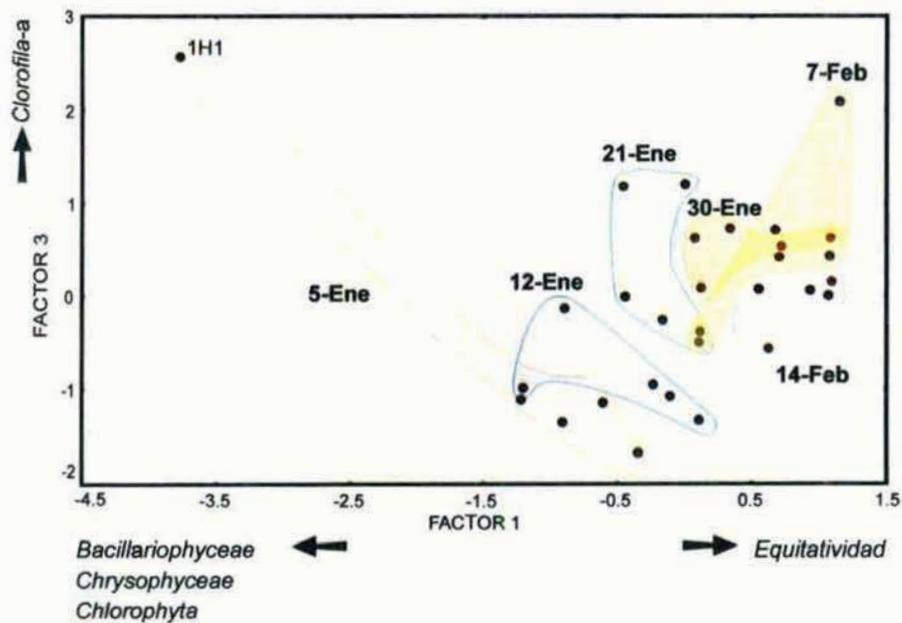


Fig. 39: Análisis de Componentes Principales (PCA) de las muestras basado en algunos parámetros bióticos (clorofila-a, diversidad específica, equitatividad y densidad de los principales grupos algales). Ploteo de 30 muestras de acuerdo a sus valores en el factor 1 y 3.

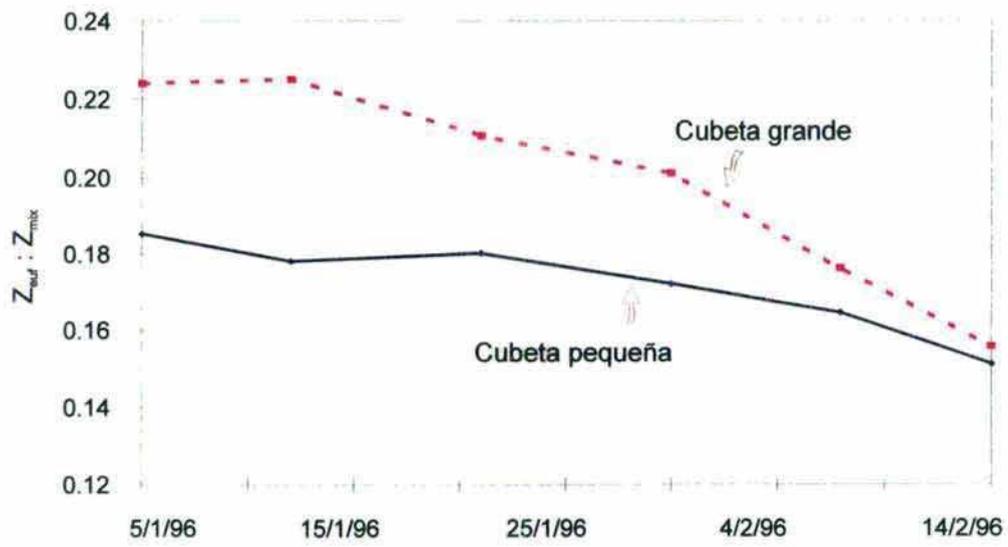


Fig. 40 : Variaciones estivales de $Z_{euf} : Z_{mix}$ (profundidad eufótica: profundidad de mezcla) para cada cubeta.

CAPÍTULO III-2

Laguna B

Las características de este cuerpo de agua ya fueron descritas en el Capítulo II-1 y en la Tabla 1.

Resultados

En la Tabla 12 se registran los principales datos morfométricos de este cuerpo de agua. La laguna presenta su eje mayor paralelo al mar; la entrada de agua se produce básicamente por deshielo de la cuenca, por derretimiento de la nieve y por lluvias ocasionales. El cuerpo de agua está localizado en el interior de una colonia de pingüinos, y en las cercanías también se encuentran otras aves y mamíferos marinos. Predominan los asentamientos de pingüinos Papua (prefieren construir sus nidos sobre las playas de guijarros próximos a la costa marina) y un poco más alejados se ubican los pingüinos Adelia (prefieren hacer sus nidos en zonas más escarpadas y más hacia el interior) (Aguirre, 1995). Estas aves usan la zona para los procesos de reproducción, crianza y muda de pelaje sólo en la época estival. Los márgenes de la laguna están tapizados por *Prasiola crista*, un alga verde macroscópica y coprófila.

En la Tabla 13 se presentan los valores máximos, mínimos y las medias de las principales variables físico-químicas y biológicas correspondientes a todo el período estudiado (mediados de primavera-finales del verano). Aunque en la primer fecha de muestreo la laguna se encontraba cubierta por hielo en aproximadamente el 75 % de su superficie, para la segunda fecha ya estaba totalmente descongelada y permaneció así hasta el fin del período estudiado. Cabe señalar que para el 24/1/97 el nivel de las aguas fue más bajo que lo habitual y se observó una gran cantidad de crías de pingüino, número que se incrementó hacia la última fecha de muestreo (Fig. 41).

La temperatura del agua siguió la tendencia estacional, siendo baja en los primeros días del muestreo (por la cubierta de hielo, cielo completamente nublado y los constantes y fuertes vientos que llegaron a 37 km h^{-1}) para aumentar recién a partir de los primeros días de diciembre. La temperatura promedio fue de $6,4 \text{ }^\circ\text{C}$, pero alcanzó valores de $18 \text{ }^\circ\text{C}$ el 24/1/97 debido a condiciones climáticas particulares (día a pleno sol, brisa suave 8 km h^{-1} y nivel de las aguas muy bajo en relación a los otros muestreos). Hacia fines del verano volvió a disminuir. Los valores de oxígeno disuelto siempre fueron elevados (valor promedio de $13,7 \text{ mg l}^{-1}$), la conductividad fluctuó entre 189 y $413 \text{ } \mu\text{S cm}^{-1}$ disminuyendo hacia el final del período y el pH fue circumneutral a ligeramente básico. Los valores de SS siempre

fueron bajos excepto el 2/12/96 y el 24/1/97 cuando superaron los 100 mg l⁻¹ (Fig. 42a).

Los valores de concentración de nutrientes fueron siempre muy elevados, registrándose para los NO₃-N valores superiores a los 13.000 µg l⁻¹. La concentración de clorofila-a siempre fue elevada y además aumentó considerablemente hacia el final del período en estudio, presentando un pico máximo de 514,8 µg l⁻¹ (24/1/97), en coincidencia con una disminución de las concentraciones de NH₄-N y de PRS. La disminución de las concentraciones de estos nutrientes coincidió con el pico de temperatura máxima, con los picos máximos de SS y clorofila-a y con un incremento en los valores de pH (Fig. 42a,b).

Para esta laguna se identificaron 36 entidades algales entre taxones específicos e infraespecíficos (Tabla 14). La riqueza específica más elevada correspondió a la clase Bacillariophyceae (14 taxones), seguida por las Cyanobacteria y Chlorophyta (9 taxones cada una). Las restantes clases algales estuvieron escasamente representadas. A lo largo del tiempo la riqueza específica fluctuó entre 14 y 25 taxones, con el valor mínimo el 24/1/97, debido a una disminución del número de especies de Cyanobacteria y Chlorophyta (Tabla 13, Fig. 43). Del total de especies registradas sólo 13 fueron planctónicas (el 70 % nanoplancton) y el resto ticoplanctónicas. Todas las diatomeas presentes fueron ticoplanctónicas (bentónicas, epilíticas y aerófilas), mientras que la mayor parte de las Chlorophyta fueron planctónicas. En relación a las Cyanobacteria el 55 % de los taxones fueron epilíticos y los restantes planctónicos. A lo largo del tiempo se observó que las algas planctónicas fluctuaron entre 1 y 8 taxones con un mínimo el 24/1/97 (en coincidencia con aguas bajas) mientras que las algas ticoplanctónicas fluctuaron entre 12 y 19 especies con un máximo el 11/11/96 que luego disminuyó hacia el fin de la época de muestreo (Tabla 14).

La densidad algal total fluctuó entre 66.838 y 633.338 ind ml⁻¹ con un pico máximo el 24/1/97 (debido a una floración de *Leptolyngbya fragilis*) que coincidió con el pico máximo de temperatura y el menor nivel de las aguas de todo el período en estudio (Tabla 13; Fig. 44). Cabe señalar que se registraron correlaciones significativas entre la densidad algal total y la temperatura del agua ($r: 0,92; p < 0,05$) y entre la densidad algal total y la concentración de clorofila-a ($r: 0,97; p < 0,05$). La clase dominante siempre fue Cyanobacteria, acompañada por Bacillariophyceae y Chlorophyta como subdominantes (Fig. 45). La riqueza específica, la diversidad específica y la equitatividad siguen un patrón similar. A lo

largo de la sucesión estival los valores de esas variables disminuyeron, pero sufrieron un leve incremento hacia el final del período. La diversidad algal varió entre 0,18 y 2, mientras que la equitatividad lo hizo entre 0,07 y 0,62 (Tabla 13; Fig. 46). En coincidencia con el pico de densidad total registrado el 24/1/97, se observaron los menores valores de riqueza específica, de diversidad y de equitatividad de todo el período bajo estudio.

Los taxones más abundantes fueron *Leptolyngbya fragilis*, *L. frigida*, *L. angustissima*, *Pinnularia microstauron* y *Chlamydomonas* spp. A lo largo del tiempo, *L. fragilis* siempre fue la especie dominante en este cuerpo de agua (alcanzando un 97 % de la densidad total el 24/1/97) excepto para el 28/12/96 donde *L. frigida* fue el taxón dominante (71,45 % del total). *L. angustissima* sólo estuvo presente en un número considerable el 28/12/96 (14,11 % del total). *Pinnularia microstauron* llegó a ser el 9,8 % de la densidad total al principio del estudio y luego prácticamente desapareció. El grupo de *Chlamydomonas* spp. nunca superó el 11,5 % de la densidad total y estuvo presente sólo al inicio y al final del período estudiado (desde fines de diciembre de 1996 hasta fines de enero de 1997 desapareció totalmente) (Fig. 47).

En base al análisis de SIMI aplicado entre fechas consecutivas y entre la primera y última fecha de muestreo, se observa un alto grado de similitud entre los dos primeros muestreos, entre los dos últimos muestreos y también entre la primera fecha de muestreo y la última. Por el contrario, los valores de similitud entre la segunda y tercer fecha y entre la tercera y cuarta fecha son muy bajos (Tabla 15).

Discusión

Los valores de las variables físico-químicas y biológicas registrados en este estudio estuvieron, en general, dentro de los rangos ya citados para este cuerpo de agua en el Capítulo II-1 (Tabla 4).

Debido a la presencia de hielo en la mayor parte de su superficie al inicio del muestreo, la temperatura del agua recién comenzó a aumentar a partir de la primer semana de diciembre. Dada la cercanía al mar y su escasa profundidad, la laguna está muy expuesta a la acción de los vientos, lo que favorece la rápida homogenización de sus aguas (una vez producido el descongelamiento), generando a partir de mediados de diciembre el progresivo aumento de la temperatura, así como elevados valores de concentración de oxígeno a lo largo del

estudio. Las altas concentraciones de oxígeno disuelto registradas durante el verano son típicas de la mayoría de los lagos de la Antártida Marítima, como ya fuera anteriormente señalado (Heywood, 1967; Izaguirre *et al.*, 1993, 1996; Mataloni *et al.*, 1998; Butler, 1999; Unrein y Vinocur, 1999).

Tatur (1989) sostiene que los pingüinos juegan el papel más importante en el abonado natural de las zonas costeras antárticas debido a su gran número y la distancia a la que penetran tierra adentro en la época de procreación. Una capa de guano mineralizado, rico en fosfato cálcico y amonio es característico en el área de crianza. Por otra parte, los procesos de descomposición microbiológica de los excrementos dejados por las aves son muy rápidos en las condiciones climáticas de la Antártica Marítima (Pietr *et al.*, 1983). En los inicios del proceso de transformación de los suelos actuales en futuros suelos relictuales por efecto de la deposición de guano en las pingüineras, la capa superficial del suelo presenta un pH alcalino a neutro (Myrcha y Tatur, 1988). El pH de las aguas de esta laguna fue neutro a ligeramente básico. Probablemente estos valores estén en relación al sustrato original de la cuenca y a la presencia de las pingüineras (Godagnone, 1997). En estudios realizados en lagos cercanos a la Base polaca Arctowski situada en la misma isla donde se realizó este estudio, las aguas de los lagos también son alcalinas (Kawecka *et al.*, 1998) mientras que para otros ambientes similares se registraron pH levemente ácidos a circumneutrales (Izaguirre *et al.*, 1998; Mataloni *et al.*, 2000b). Los valores de conductividad van aumentando a lo largo del tiempo por efecto del lavado de la cuenca, por aumento del abono debido al incremento en el número de pingüinos y por su ubicación próxima al mar. Broady (1989b) registró conductividades mayores a $300 \mu\text{S cm}^{-1}$ para lagunas situadas próximas o dentro de zonas de nidificación en Isla Ross.

Esta laguna, por su particular morfometría y ubicación, funciona como sumidero de desechos orgánicos, producto fundamentalmente de la actividad de los pingüinos. En relación a este hecho se observaron elevadas concentraciones de nutrientes y clorofila-*a* propios de cuerpos de agua próximos a zonas de actividad de aves y mamíferos marinos (Hansson *et al.*, 1996; Izaguirre *et al.*, 1996; Mataloni *et al.*, 1998; Olech *et al.*, 1998). Además, Tatur (1989) indica que la disponibilidad de fosfato soluble (fosfatización) se ve facilitada por las condiciones climáticas (el clima es más húmedo que en la Antártida Continental) y por la estructura geológicas de los suelos de Punta Stranger que están constituidos principalmente por piedras volcánicas de basalto, andesita, etc., fácil y rápidamente meteorizables.

Al aumentar la temperatura ambiente, producirse el descongelamiento de las tierras circundantes y aumentar la actividad de los pingüinos, gran cantidad de nutrientes llegan por lavado a la cubeta. Debido a la escasa profundidad de la laguna, los nutrientes y los sólidos en suspensión son removidos del fondo. Los dos picos en la concentración de sólidos en suspensión pueden deberse, en el primer caso a efectos de lavado al producirse el descongelamiento de la cuenca y en el segundo caso a la actividad de los pingüinos y sus crías en el propio cuerpo de agua (se bañan y juegan). El pico de temperatura registrado para el 24/1/97, está positivamente correlacionado con la concentración de clorofila-*a* y de densidad algal. Al mismo tiempo se produjo un pico máximo de concentración de sólidos en suspensión, un incremento de pH y una disminución en las concentraciones de fósforo reactivo soluble y amonio. Estos hechos pueden deberse a la disminución del nivel de las aguas y al aumento de la temperatura que provocó una mayor actividad algal, con aumento de pH y mayor consumo de nutrientes. Los altos contenidos de nutrientes y concentración de clorofila-*a* que presenta este cuerpo de agua permiten ubicarlo como el más eutrófico de los hasta ahora estudiados en Península Potter (Capítulo II-1).

El fitoplancton estuvo principalmente representado por taxones fitoplanctónicos, básicamente muchas especies de diatomeas. La fuerte predominancia de Bacillariophyceae se debe seguramente a los procesos de mezcla continuos que se generan en este cuerpo playo, resuspendiendo las diatomeas del fondo. Por otra parte, las Cyanobacteria de origen epilítico fueron las más abundantes a lo largo de todo el muestreo. Estos dos grupos algales se encuentran en el plancton estival por desprendimiento y resuspensión desde otras comunidades, tal como también fue observado por Heywood (1978), Priddle *et al.* (1986) y Ellis-Evans (1996) para otros ambientes lacustres antárticos. La floración de *Leptolyngbya fragilis* fue la responsable del pico de densidad registrado para el 24/1/97 y de los menores valores de riqueza específica, diversidad y equitatividad fitoplanctónica de todo el estudio. Hacia fines del período de muestreo se produjo una disminución de la densidad fitoplanctónica, a pesar de la disponibilidad de nutrientes; esa disminución podría deberse al brusco descenso de la temperatura registrada para la última fecha de muestreo. La biodiversidad en esta laguna es baja y propia de ambientes muy eutroficados. Esto también fue registrado por Hawes (1990) y Laybourn-Parry *et al.* (1996) para otros ambientes similares. Los bajos valores de SIMI registrados entre la segunda-tercera y entre la tercera-cuarta

fecha se deben a un cambio en la estructura de la comunidad algal (fundamentalmente a un cambio de la especie dominante, *L. fragilis* por *L. frigida*).

Komárek y Komárek (1999) destacan que si bien en la mayoría de los lagos antárticos no son comunes los taxones planctónicos, sí lo son en sistemas lacustres eutrofizados como los de la zona de Base Arctowski (Isla 25 de Mayo), donde los euglenofitos y las algas verdes flageladas son generalmente las especies dominantes. En relación a esto, Hawes (1990) indica que la gran disponibilidad de nutrientes favorecería un elevado crecimiento fitoplanctónico, el que a su vez limitaría el desarrollo del fitobentos por efecto de sombreado. En este tipo de ambientes, el fitoplancton estaría representado por una elevada proporción de clorofíceas flageladas capaces de desplazarse hacia donde hubiera más disponibilidad lumínica. Además, en estos cuerpos de agua son típicas las algas de pequeño tamaño, oportunistas, de rápido crecimiento y con rápidas fluctuaciones en sus densidades, todas características de las especies r-estrategas (Vincent y Vincent, 1982). Por otra parte, Izaguirre *et al.* (1998), para un ambiente muy eutrofizado situado en el área de Bahía Esperanza encontraron como dominantes a especies de *Chlamydomonas* Ehr. y como subdominantes a especies de *Phormidium* Kütz., mientras que Ellis-Evans y Sanders (1988) para un lago playo con alta concentración de nutrientes ubicado en Isla Signy encontraron que el plancton del lago estaba casi exclusivamente compuesto por especies de *Chlamydomonas*.

Como ya fue citado en el Capítulo II-1 durante el verano de 1995-1996, y en concordancia con lo expresado en el párrafo anterior, para esta laguna se encontró una comunidad similar a la registrada por esos autores, donde la mayor densidad fitoplanctónica estuvo representada por especies de Chlorophyceae planctónicas, unicelulares flageladas o cocoides, siendo *Chlorella vulgaris* el taxón dominante, seguida por *Chlamydomonas* spp. y *Leptolyngbya frigida*. También se registró una elevada densidad de quistes de Chrysophyceae y la presencia de taxones exclusivos de este cuerpo de agua como *Golenkiniopsis parvula*, *Schroederia setigera* y *Tetrastrum elegans* (Chlorococcales) y una especie de *Euglena*. Sin embargo, en el verano de este estudio (1996-1997) la sucesión estival fue muy diferente, caracterizándose por la dominancia de distintas especies de *Leptolyngbya* y con la presencia de *Pinnularia microstauron* y *Chlamydomonas* spp. sólo al principio y al final del período estudiado. Además, los quistes de

Chrysophyceae solo fueron abundantes en la primera y cuarta fecha y el único taxón exclusivo registrado fue *G. parvula*.

Prasiola crispa es un alga coprófila, y debido a la gran cantidad de nutrientes presentes en esta cuenca, crece abundantemente y se la puede ver a simple vista formando parches aislados en los alrededores de la laguna. En los suelos ornitogénicos como los que se presentan en este área, la formación de humus comienza con la implantación de este alga que tienen una alta tasa de crecimiento (Tatur, 1989; Komárek y Komárek, 1999).

Los ambientes lacustres de escasas dimensiones como este deben soportar fuertes cambios, desde estar completamente congelados durante el invierno a descongelarse por completo por sólo algunas semanas durante el verano austral antes de que se vuelvan a secar o congelar nuevamente. Por lo tanto, los microorganismos que los habitan están sometidos a una corta estación de crecimiento donde deben soportar cambios abruptos en los regímenes de luz, temperatura, salinidad y concentraciones de nutrientes (Vincent y Vincent, 1982). Komárek y Komárek (1999) observaron que en ambientes similares al estudiado, la sucesión algal estival es muy variable y puede ser fácilmente modificada por factores climáticos cambiantes (vientos, temperatura, precipitaciones, etc.). La importante diferencia en la estructura de la comunidad fitoplanctónica encontrada entre el presente estudio y el realizado el año anterior para esta laguna (cuyos resultados se presentan en el Capítulo II-1) indicarían que este ambiente es muy variable a lo largo del tiempo y que sería necesario realizar estudios repetitivos y a largo plazo con el fin de tener más datos comparables y poder arribar de esta manera a conclusiones más precisas sobre la dinámica de las comunidades algales a largo plazo.

Tabla 12 : Variables morfométricas correspondientes a la laguna estudiada.
(Datos estimados por la autora en base a observaciones a campo)

	Laguna B
Altura snm (m)	10
Distancia al mar (m)	50
Area (m ²)	<2.000
Volumen (m ³)	
Perímetro (m)	
Zmax (m)	<1
Zmedia (m)	
Largo (m)	
Ancho (m)	

Tabla 13: Valores máximos, mínimos y medios de las principales variables abióticas y bióticas medidas en la Laguna B durante el período en estudio.

	Máx.	Mín.	Media
T (°C)	18	0,8	6,4
Cond. ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	413	189	273,6
pH	8	6,8	7,4
OD (mg l^{-1})	16,2	12,3	13,7
Sol. Susp. (mg l^{-1})	132	24	79,2
NO ₃ -N ($\mu\text{g l}^{-1}$)	>13.000	1.402	~ 5070,5
NH ₄ -N ($\mu\text{g l}^{-1}$)	4.757	1.043	2.802,8
PT ($\mu\text{g l}^{-1}$)	5.074	1.964	3.662,4
PRS ($\mu\text{g l}^{-1}$)	1.320	410	985
Clorofila-a ($\mu\text{g l}^{-1}$)	514,8	53,7	175,6
Densidad total (ind ml^{-1})	633.338	66.838	209.904
Cyanobacteria (ind ml^{-1})	615.094	60.614	187.509
Chrysophyceae (ind ml^{-1})	2.831	0	1.070
Bacillariophyceae (ind ml^{-1})	43.164	1.313	13.512
Chlorophyta (ind ml^{-1})	20.756	1	7.782
Euglenophyceae (ind ml^{-1})	157	0	31
Riqueza específica	25	14	20
Diversidad específica	2	0,18	1,00
Equitatividad específica	0,62	0,07	0,32

Tabla 14: Lista florística y densidad (ind ml⁻¹) de cada especie para cada fecha de muestreo.
 n.i.: no identificada. P: planctónica, E: epilítica, B: bentónica, C: criófila, A: aerófila.

Taxones	B	B	B	B	B
	11/11/96	2/12/96	28/12/96	24/1/97	21/2/97
CYANOBACTERIA					
P <i>Aphanocapsa delicatissima</i> W. et G.S.West		1			
P <i>Cyanosarcina</i> cf. <i>burmensis</i> (Skuja) Kovacic					1
E <i>Leptolyngbya angustissima</i> (W. et G.S.West) Anag. et Kom.	236	1101	9434	1	1
E <i>Leptolyngbya fragilis</i> (Gom.) Anag. et Kom.	44339	58962	7862	615092	102987
E <i>Leptolyngbya frigida</i> (Fritsch) Anag. et Kom.	708	472	47759	1	20440
P <i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.	1	157	393		
P <i>Oscillatoria fracta</i> Carlson					1
E <i>Phormidium autumnale</i> (Ag.) Gom.		1730			
E <i>Phormidium corium</i> (Ag.) Gom.	15330	10535	1		1
HETEROKONTOPHYTA					
Chrysophyceae					
Quistes	2831	1		2516	1
Bacillariophyceae					
E <i>Achnanthes germainii</i> Manguin	708	157	1	1	
E <i>Achnanthes subatomoides</i> (Hust.) L.-Bert. et Archibald	5896	1101		2516	262
B <i>Navicula austroshetlandica</i> Carlson				1	1
A <i>Navicula muticopsis</i> V.H.	7075	786	590	1887	1
A <i>Navicula nivalis</i> Ehr.	1				
E <i>Navicula tabellariaeformis</i> Krasske	7547	943	590		262
B <i>Nitzschia capitellata</i> Hust.	6132	629	1	1258	524
A <i>Orthoseira roeseana</i> (Rabh.) O'Meara	943				
A <i>Pinnularia borealis</i> Ehr.	1	1	1	1	1
A <i>Pinnularia krookii</i> (Grun.) Cl.-Euler	3538	157		629	
B <i>Pinnularia</i> cf. <i>lundii</i> Hust.	1				
A <i>Pinnularia microstauron</i> (Ehr.) Cl.	10613	2201	198	8805	262
E <i>Pinnularia schoenfelderi</i> Krammer	1				
A <i>Stauroneis anceps</i> Ehr.	708			629	
CHLOROPHYTA					
Chlorophyceae					
C <i>Chlamydomonas nivalis</i> (Bauer) Wille	236	3616	1		1
P <i>Chlamydomonas subcaudata</i> Wille	1	6918	1	1	
P <i>Chlamydomonas</i> spp.	236	8962	1		16247
P <i>Dictyosphaerium dichotomum</i> Ling et Seppelt	708	786	1		1
P <i>Golenkiniopsis parvula</i> (Voronich.) Kors.		1	1		1
P <i>Golenkiniopsis solitaria</i> (Kors.) Kors.			1		
P <i>Hyaloraphidium contortum</i> Pasch. et Kors.					1
P <i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom.-Legn.	1	472	1		1
P <i>Monoraphidium komarkovae</i> Nyg.					1
Chlorophyceae n.i.	472				
Pleurostrophyceae					
A <i>Prasiola crispa</i> (Lightf.) Menegh.	236	1	1		1
EUGLENOPHYTA					
Euglenophyceae					
P <i>Euglena</i> sp.		157			

Tabla : Índice de similitud (SIMI) entre fechas de muestreo calculado para la densidad fitoplanctónica.

SIMI: Índice de similitud	
Período de muestreo	Densidad (ind ml⁻¹)
11/11/96 - 2/12/96	0,92
2/12/96 - 28/12/96	0,17
28/12/96 - 24/1/97	0,16
24/1/97 - 21/2/97	0,97
11/11/96 - 21/2/97	0,86

11/11/96



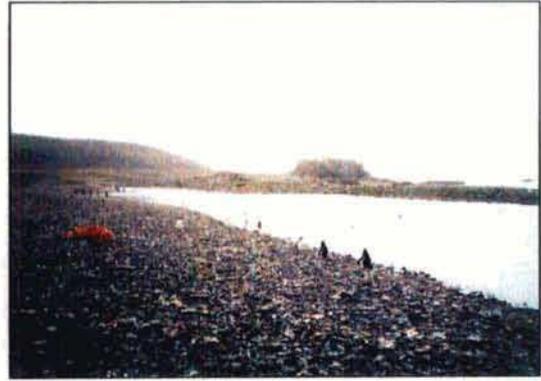
24/1/97



2/12/96



20/2/97



28/12/96



Fig. 41 : Fotografías de la Laguna B para cada fecha de muestreo.

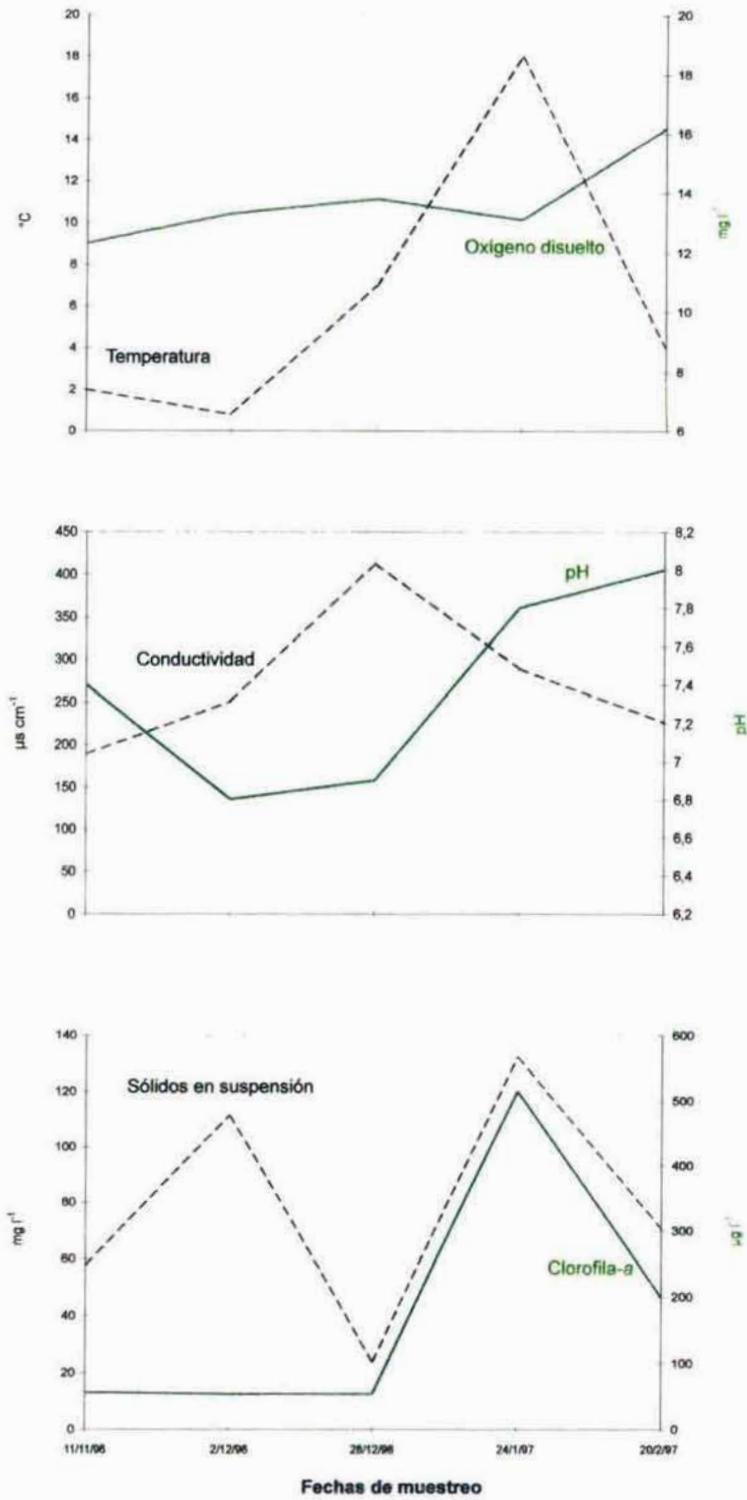


Fig. 42 a : Variación temporal de los parámetros abióticos y bióticos en la Laguna B.

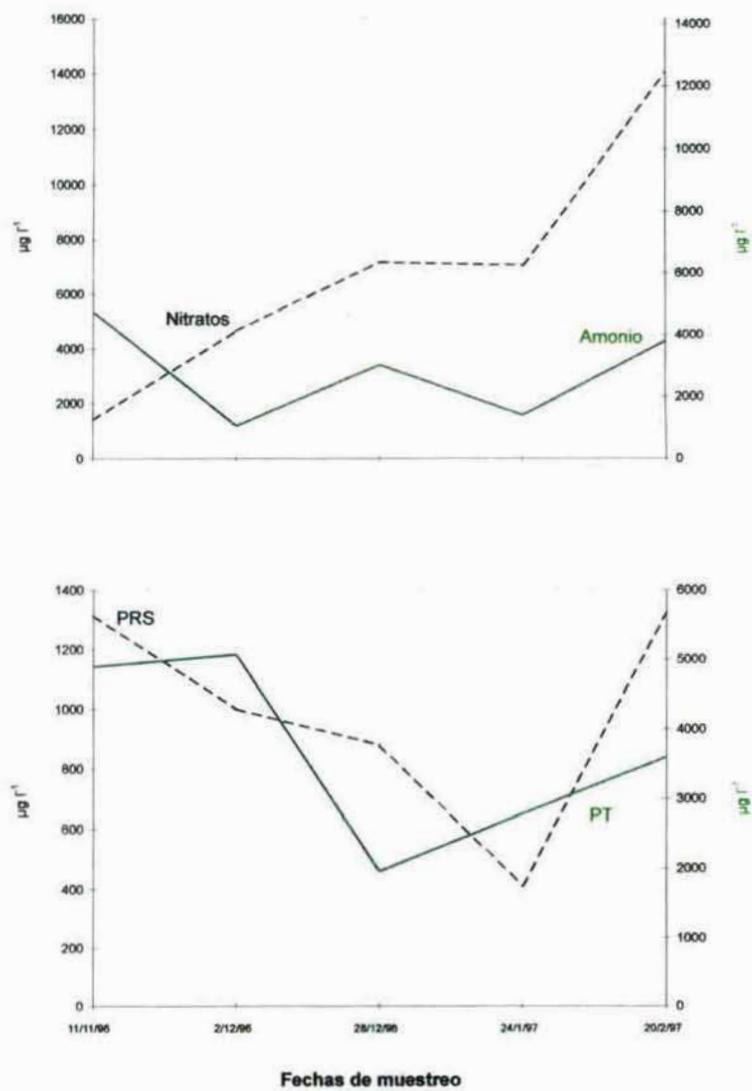


Fig. 42 b : Variación temporal de los parámetros abióticos y bióticos en la Laguna B.

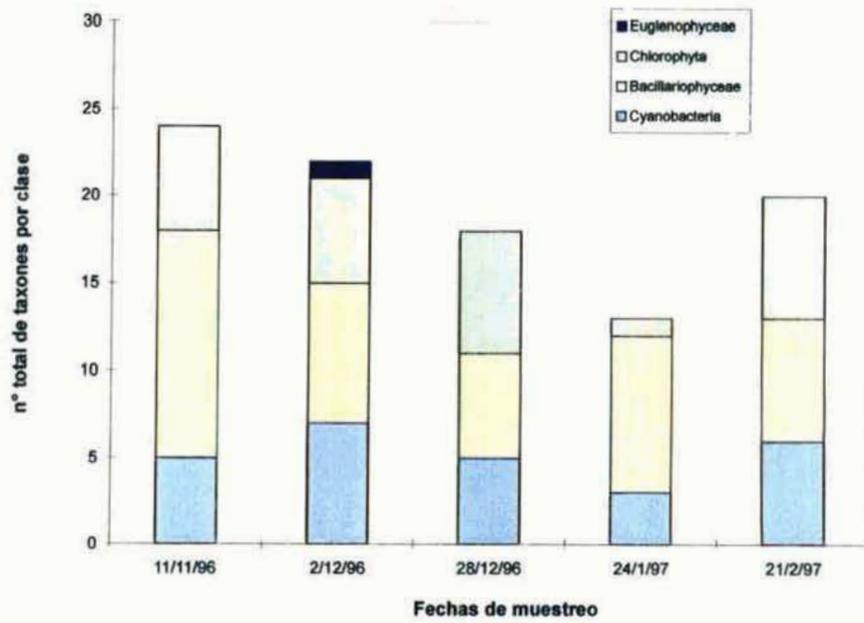


Fig. 43 : Variación temporal del número total de taxones por grupo algal en la Laguna B.

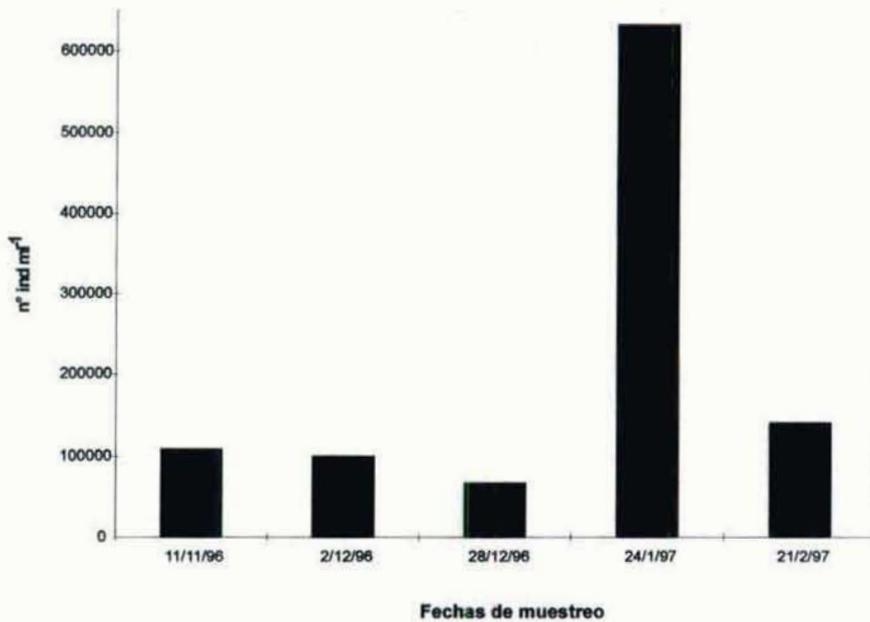


Fig. 44 : Variación temporal de la densidad algal total en la Laguna B.

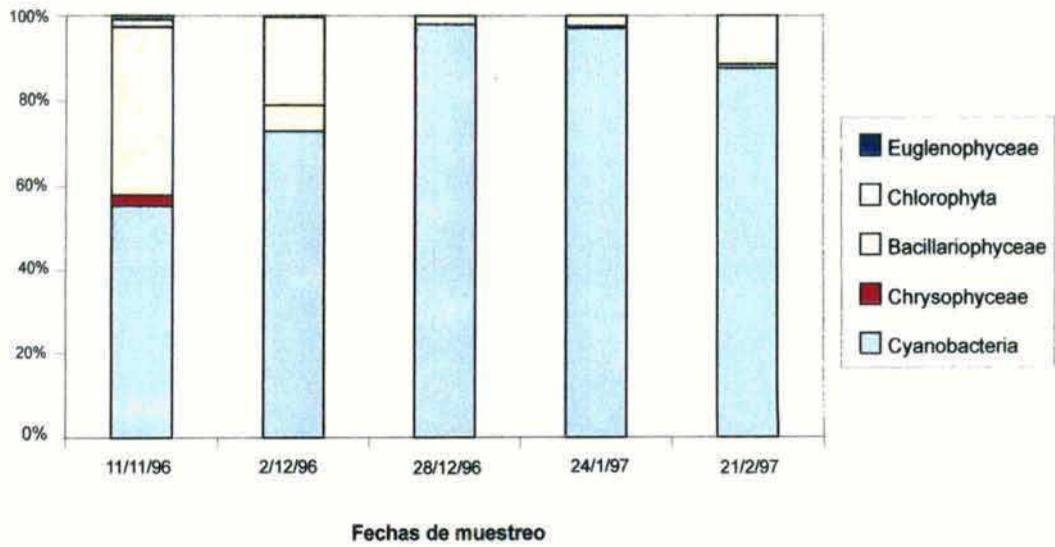


Fig. 45 : Variación temporal de la densidad por grupo algal expresada como porcentaje de la densidad total para la Laguna B.

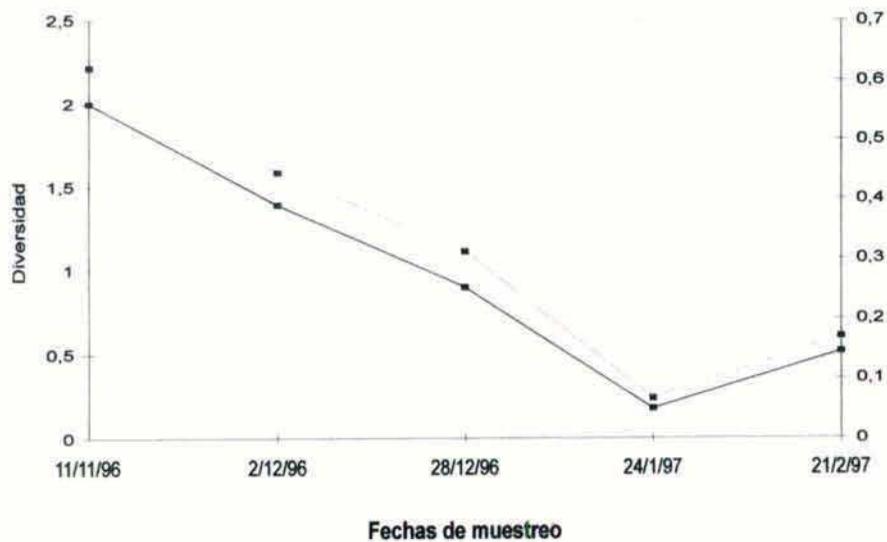


Fig. 46 : Variación temporal de la diversidad y la equitatividad algal en la Laguna B.

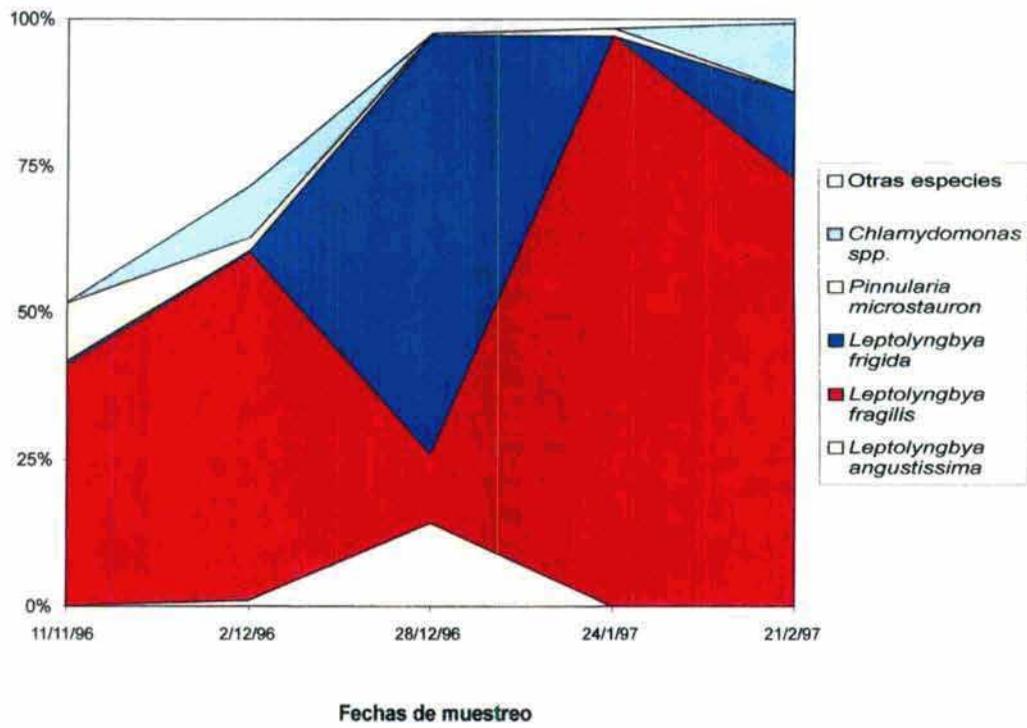


Fig. 47 : Variación temporal de la proporción relativa de la densidad de las especies algales dominantes en la Laguna B.

CAPÍTULO III-3

Lago F

Las características de este cuerpo de agua ya fueron descritas en el Capítulo II-1 y en la Tabla 1.

Resultados

En la Tabla 16 se registran los principales datos morfométricos de este cuerpo de agua. El lago está situado próximo al mar y separado del mismo por una pequeña lomada. Está ubicado en una zona muy expuesta a los vientos y entre el lago y el mar se encuentran algunos asentamientos de elefantes y lobos marinos. Parte del agua que drena hacia este lago por arroyuelos y por escurrimiento superficial pasa por manchones de musgos. En la segunda y tercer fecha de muestreo se observaron algunos ejemplares de elefantes marinos juveniles bañándose en las aguas del lago.

En la Tabla 17 se presentan los valores máximos, mínimos y las medias de las principales variables físico-químicas y biológicas correspondientes a todo el período estudiado (mediados de primavera-finales del verano). En la primera fecha de muestreo el 80 % de la superficie del cuerpo de agua estuvo cubierto por hielo y nieve. En la segunda fecha de muestreo el planchón de hielo y nieve cubría un 50 % de la superficie total. En ambos casos las orillas se encontraban libres de hielo. En fechas posteriores la superficie del cuerpo de agua se presentó libre de hielo en toda su extensión (Fig. 48). La temperatura del agua siguió la tendencia estacional, siendo casi 0 °C en las primeras 2 fechas para ir elevándose progresivamente a medida que aumentaba el descongelamiento (máxima de 10 °C) y luego disminuir hacia el final del período estudiado. Cabe señalar que para la segunda y la última fecha de muestreo se registró una velocidad del viento elevada (aprox. 55 km h⁻¹). Los valores de concentración de oxígeno disuelto presentaron pequeñas fluctuaciones pero siempre fueron elevados con una media de 13 mg l⁻¹ (Fig. 49a). Los valores de conductividad fueron muy elevados en las 2 primeras fechas de muestreo (> 4.400 μS cm⁻¹) para luego disminuir a valores menores a 260 μS cm⁻¹. El pH siempre fue circumneutral a levemente alcalino (Fig. 49a). La concentración de SS siempre fue baja, excepto el 2/12/96 cuando llegó a un valor máximo de 144 mg l⁻¹ para luego disminuir hacia el fin del muestreo (Fig. 49a). Las concentraciones de NH₄-N y de NO₃-N siempre fueron moderados. Los elevados valores que presentaron ambos nutrientes el 28/1/96 (1.100 μg l⁻¹ y 2.550 μg l⁻¹ respectivamente) se consideran valores erráticos debidos probablemente al ingreso circunstancial de nutrientes provenientes de la fauna local (Fig. 49b). Los valores

de PT presentaron un pico máximo de $780 \mu\text{g l}^{-1}$ para el 2/12/96 y disminuyeron hacia fines de verano; los valores de PRS fueron bajos y aumentaron levemente hacia el fin del período estudiado (Fig. 49b). Se observó una correlación significativa entre el PT y SS ($r: 0,94; p < 0,05$). La concentración de clorofila-a presentó un pico máximo de $11,7 \mu\text{g l}^{-1}$ y mínimos de $0,4 \mu\text{g l}^{-1}$ (al comienzo del muestreo) y $2,1 \mu\text{g l}^{-1}$ (para el 28/12/96) (Fig. 49a).

Para este lago se registraron 69 entidades algales (Tabla 18). La riqueza específica más elevada correspondió a las Bacillariophyceae (51 taxones), seguida por Chlorophyta (9 taxones) y Cyanobacteria (7 taxones). Las Chrysophyceae sólo estuvieron representadas por 2 taxones. Cabe destacar que del total de diatomeas, ocho son especies marinas (*Cocconeis californica*, *C. costata*, *C. gautieri*, *C. scutellum*, *Corethron valdiviae*, *Entopyla ocellata* var. *pulchella*, *Licmophora antarctica* y *L. cf. communis*) y siete son especies halófilas o mesohalófilas (*Achnanthes delicatula*, *Fragilaria construens* var. *subsalina*, *Navicula halophila*, *N. mutica*, *N. muticopsis*, *Nitzschia capitellata* y *N. incospicua*). A lo largo del tiempo la riqueza específica total fluctuó entre 23 y 53 entidades algales (Tabla 17), con un valor mínimo el 24/1/97 fundamentalmente debido a una marcada disminución en el número de especies de diatomeas (Fig. 50). La mayor parte de las entidades algales son ticoplanctónicas. Casi la totalidad de las diatomeas son entidades epilíticas, bentónicas o aerófilas. La mayoría de las Chlorophyta son planctónicas (solo 3 especies de dimensiones pequeñas) y entre las Cyanobacteria se encontraron las mismas proporciones de taxones planctónicos (siempre con dimensiones $\geq 20 \mu\text{m}$) y ticoplanctónicos. A lo largo del tiempo se observó que las algas planctónicas fluctuaron entre 3 y 7 taxones con el mínimo para el 28/12/96, mientras que las algas ticoplanctónicas fluctuaron entre 34 y 45 taxones con un valor mínimo el 24/1/97.

La densidad algal total fluctuó entre 102 y $19.140 \text{ ind ml}^{-1}$ con un pico máximo para el 2/12/96 (debido a un aumento en la densidad de varias especies de diatomeas pennadas) (Fig. 51). Este valor máximo coincidió con los picos máximos de concentración de clorofila-a, SS y PT. A lo largo del tiempo las diatomeas siempre fueron dominantes, acompañadas en mucha menor proporción por las Cyanobacteria (Fig. 52). La diversidad específica y la equitatividad siguieron un patrón similar con máximos a principios y finales del período estudiado. En coincidencia con los picos máximos de riqueza específica y densidad algal total registrados para el 2/12/96 se dieron los valores más bajos de equitatividad y

diversidad específica (Fig. 53). Los taxones más abundantes a lo largo del tiempo fueron *Navicula halophila*, *Pinnularia krookii*, *Nitzschia capitellata* y *Leptolyngbya frigida* acompañadas en mucha menor proporción por *Pinnularia microstauron*, *Surirella cf. minuta*, *Nitzschia palea* y *Gomphonema clavatum* (Fig. 54).

En base al análisis de SIMI aplicado entre fechas consecutivas y entre la primera y última fecha de muestreo, se observó un alto grado de similitud entre la segunda y tercer fecha de muestreo (0,92) (Tabla 19).

Discusión

Por efectos del congelamiento parcial del lago, la temperatura de las aguas fue baja al comienzo de los muestreos y aumentó paulatinamente al avanzar el deshielo. Al formarse hielo durante la época invernal, los iones pasan a la fase líquida y en consecuencia las aguas del lago al comienzo del deshielo presentaron una muy elevada conductividad, contrariamente al completarse el deshielo, por efecto de la dilución se produjo una fuerte disminución de la conductividad. Este lago presenta los mayores valores de conductividad de todos los cuerpos de agua de la Península Potter (Capítulo II-1, Tabla 4). Dichos valores son típicos de ambientes lacustres situados próximos al mar e influenciados por los vientos y rocío marino, así como por el tipo de sustrato de la cuenca. Cabe destacar que los valores máximos registrados para este lago son casi el doble de aquellos citados para cuerpos semejantes tanto de Antártida Continental como Marítima (Vincent, 1982; Hansson y Håkansson, 1992; Ellis-Evans *et al.*, 1998; Izaguirre *et al.*, 1998; Kawecka *et al.*, 1998; Komárek y Komárek, 1999).

En la Antártida Marítima, los lagos costeros presentan en general escasa profundidad lo que favorece la completa mezcla de la columna de agua durante el verano austral debido a los fuertes vientos reinantes en la zona. La mezcla de las aguas ya es evidente desde principios de diciembre. Las concentraciones de oxígeno disuelto siempre fueron elevadas y características de la mayoría de los lagos antárticos costeros en época estival, como ya se discutió anteriormente. Como fue señalado en el Capítulo II-1 los valores de pH circumneutrales a levemente alcalinos registrados en este lago estarían en estrecha relación con la composición de suelos alcalinos de la zona (Godagnone, 1997). El pico máximo en la concentración de sólidos en suspensión pudo deberse a los procesos de mezcla de las aguas y remoción de los sedimentos del fondo de la cubeta, efecto de los fuertes vientos que se produjeron en esa fecha. Además, ya estaba avanzado el

proceso de lavado de la cuenca por efecto del descongelamiento con el consiguiente acarreo de material proveniente de los alrededores del cuerpo de agua. Los valores de nutrientes y de clorofila-*a* corresponden a los de un lago meso-eutrófico. Como ya fue discutido en el Capítulo II-1, por sus contenido de nutrientes y clorofila-*a* fitoplanctónica este lago se sitúa en posición intermedia entre aquellos cuerpos de agua muy próximos a fuentes de eutrofización (áreas de actividad de fauna marina) y aquellos otros alejados de las mismas. En este caso en los alrededores hay zonas de descanso de focas y lobos marinos. Los elevados valores de fósforo total del 2/12/96 se deben probablemente a los procesos de mezcla y remoción de las aguas producto del descongelamiento mientras que el leve y constante aumento del fósforo reactivo soluble luego del pico de densidad fitoplanctónica, tendría su origen tanto del que proviene del lavado de la cuenca como del que es liberado al medio por mineralización de la materia orgánica.

La riqueza específica registrada para este lago fue elevada y representa casi el doble de la consignada para el verano anterior. Algunas teorías ecológicas predicen que la riqueza específica sería máxima en sistemas con productividades medias y que la misma disminuiría a medida que el nivel trófico aumenta debido a problemas de competencia (Hansson y Håkansson, 1992). Otras teorías, sin embargo, sugieren que los factores físicos relacionados con la latitud (ej.: períodos de luz muy cortos y por lo tanto cortas estaciones de crecimiento, etc.) serían determinantes en la riqueza de especies (Harris, 1986). En este caso, en la caracterización regional efectuada en el Capítulo II-1 se ubicó a este cuerpo de agua en posición intermedia entre los ambientes lénticos ultra-oligotróficos y los hipereutrófico, mientras que su ubicación (próximo al mar y con carpetas de musgos a su alrededor) favorece el aporte a la cubeta de especies propias de otras comunidades. Por otra parte, se observa un fuerte predominio de especies fitoplanctónicas (fundamentalmente diatomeas pennadas) que se encuentran en suspensión en la columna de agua debido a la turbulencia de las aguas por los fuertes vientos de la zona.

El grupo algal mejor representado en cuanto a riqueza específica y densidad siempre fue Bacillariophyceae. Cabe señalar que el 21,7 % corresponde a diatomeas marinas o de ambientes salobres. También otros autores (Hansson y Håkansson, 1992; Kawecka *et al.*, 1998; Komárek y Komárek, 1999) señalaron la presencia de estas especies, propias de ambientes lacustres costeros con aguas de elevada conductividad, características que también se presentan en este lago.

Como ya fue citado para la mayoría de los lagos de Península Potter (Capítulos II-1 y II-2) la comunidad fitoplanctónica del lago en estudio presenta un fuerte predominio de diatomeas ticoplanctónicas que se mantienen a lo largo de la sucesión estival con pequeñas fluctuaciones en sus densidades a lo largo del tiempo. En el Capítulo II-2 se describe al "microbial mats" de este lago como formado principalmente por diatomeas rafidiales epilíticas. El fuerte predominio de este tipo de algas en la comunidad fitoplanctónica se debe tanto a la morfometría de la cubeta como a la constante mezcla de las aguas del lago, así como a las condiciones climáticas que se dan en el verano austral, las que junto con las bajas concentraciones de sólidos en suspensión y la moderada concentración de nutrientes biodisponibles favorecen el desarrollo de la comunidad bentónica en detrimento de las algas fitoplanctónicas. Además, y en concordancia con lo señalado por Priddle *et al.* (1986) e Izaguirre *et al.* (1993, 1998) para otros lagos de la Antártida Marítima, durante el verano, cuando la superficie de este cuerpo de agua se encuentra libre de hielo, la turbulencia favorece la mezcla de la columna de agua, pudiéndose entonces registrar elevadas densidades de diatomeas formando parte del plancton. El elevado grado de similitud que se registró entre la segunda y tercer fecha de muestreo se debió a que si bien la densidad algal total y la densidad de las especies dominantes fue muy distinta entre esas dos fechas de muestreo, la riqueza específica de las diatomeas que es la clase dominante fue semejante (43 y 41 especies de diatomeas respectivamente).

Tabla 16: Variables morfométricas correspondientes al lago estudiado. (#: datos tomados de del Valle, Vallverdú, Lusky y Gomez Izquierdo, *com. pers.*) (Las otras medidas son estimaciones de la autora en base a observaciones a campo)

	Lago F
Altura snm (m)	3
Distancia al mar (m)	30
Area (m ²)	8.980 [#]
Volumen (m ³)	
Perímetro (m)	737 [#]
Zmax (m)	<3
Zmedia (m)	
Largo (m)	170 [#]
Ancho (m)	103 [#]

Tabla 17: Valores máximos, mínimos y medios de las principales variables abióticas y bióticas medidas en el Lago F durante el período en estudio.

	Máx.	Mín.	Media
T (°C)	10	0	4
Cond. (µS cm ⁻¹)	6.310	154	2.260
pH	7,7	6,9	7,2
OD (mg l ⁻¹)	14,1	12,1	13,0
Sol.Susp. (mg l ⁻¹)	144	9	43
NO ₃ -N (µg l ⁻¹)	2.550	35	561
NH ₄ -N (µg l ⁻¹)	1.100	4	293
PT (µg l ⁻¹)	780	18	230
PRS (µg l ⁻¹)	65	17	34
Clorofila-a (µg l ⁻¹)	11,7	0,4	5,2
Densidad total (ind ml ⁻¹)	19.140	102	4.478
Cyanobacteria (ind ml ⁻¹)	1.340	15	290
Chrysophyceae (ind ml ⁻¹)	28	0	11
Bacillariophyceae (ind ml ⁻¹)	17.403	76	4.094
Chlorophyta (ex-			
Zygnematophyceae) (ind ml ⁻¹)	318	2	66
Zygnematophyceae (ind ml ⁻¹)	79	0	16
Riqueza específica	53	23	41
Diversidad específica	3,2	2,1	2,5
Equitatividad específica	0,8	0,5	0,7

Tabla 18: Lista florística y densidad (ind ml⁻¹) de cada especie para cada fecha de muestreo.
n.i.: no identificada. P: planctónica, E: epilítica, B: bentónica, C: criófila, A: aerófila.

Taxones	F	F	F	F	F
	11/11/96	2/12/96	28/12/96	24/1/97	21/2/97
CYANOBACTERIA					
P <i>Anabaena variabilis</i> Kütz.	3				1
E <i>Leptolyngbya angustissima</i> (W. et G.S.West) Anag. et Kom.		236			1
E <i>Leptolyngbya fragilis</i> (Gom.) Anag. et Kom.	1	1	1	31	1
E <i>Leptolyngbya frigida</i> (Fritsch) Anag. et Kom.	13	1101	1	21	13
P <i>Oscillatoria fracta</i> Carlson		1			1
P <i>Oscillatoria tenuis</i> Ag.	1				
E <i>Phormidium corium</i> (Ag.) Gom.	5	1	13	1	3
HETEROKONTOPHYTA					
Chrysophyceae					
E <i>Hydrurus foetidus</i> (Vill.) Trev. (quistes)	1		1		1
P <i>Ochromonas</i> sp.			1		
Quistes			26	21	5
Bacillariophyceae					
E <i>Achnanthes biasolettiana</i> Grun.				1	1
E <i>Achnanthes coarctata</i> (Bréb.) Grun.			1		
E <i>Achnanthes delicatula</i> (Kütz.) Grun.	1	1	1		1
E <i>Achnanthes germainii</i> Manguin	1	1	1		1
E <i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>lanceolata</i> var. <i>haynaldii</i> (Schaarschmit) Cl.	1	1	13	21	3
E <i>Achnanthes minutissima</i> Kütz.		1			
E <i>Achnanthes subatomoides</i> (Hust.) L.-Bert. et Archibald	1	79	1		1
B <i>Amphora</i> cf. <i>dusenii</i> Brun.			1		
P <i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Sim.					1
A <i>Caloneis bacillum</i> (Grun.) Cl.		157	25		
E <i>Cocconeis californica</i> Grun.	1	1	1		1
E <i>Cocconeis costata</i> Greg.	1	1	1	1	1
E <i>Cocconeis gautieri</i> V.Heurck		1	1		1
E <i>Cocconeis scutellum</i> Ehr.	1	1	1		1
E <i>Cocconeis</i> sp.		1	1		1
P <i>Corethron valdiviae</i> Karst.		1			
B <i>Entopyla ocellata</i> var. <i>pulchella</i> (Arn.) Fricke		1	1		
E <i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	1	472	1	21	1
B <i>Fragilaria construens</i> var. <i>subsalina</i> Hust.		1	25		1
E <i>Fragilaria pinnata</i> Ehr.	1	1	1		1
E <i>Gomphonema clavatum</i> Ehr.	1	1	1	10	15
E <i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.		1			
A <i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grun.	5	314	25	84	3
B <i>Licmophora antarctica</i> Carlson			25		
B <i>Licmophora</i> cf. <i>communis</i> (Heib.) Grun.		1	1	10	
B <i>Navicula bacillum</i> Ehr.	1	157	1		
B <i>Navicula capitata</i> var. <i>hungarica</i> (Grun.) Ross	1	157	1		1
B <i>Navicula cincta</i> (Ehr.) Ralfs	1	1	1		3
A <i>Navicula contenta</i> Grun.	1	1	1		
B <i>Navicula elginensis</i> (Greg.) Ralfs		1	1		
B <i>Navicula halophila</i> (Grun.) Cl.	1	5189	377	334	10

Tabla 18: Lista florística y densidad (ind ml⁻¹) de cada especie para cada fecha de muestreo. n.i.: no identificada. P: planctónica, E: epilítica, B: bentónica, C: criófila, A: aerófila.

Taxones	F	F	F	F	F
	11/11/96	2/12/96	28/12/96	24/1/97	21/2/97
Bacillariophyceae					
A <i>Navicula mutica</i> Kütz.		1	25		1
A <i>Navicula muticopsis</i> V.H.	5	236	25	10	1
B <i>Navicula pseudoscutiformis</i> Hust.		1			
B <i>Navicula cf. subminuscula</i> Manguin	1				1
E <i>Navicula tabellariaeformis</i> Krasske	1	236			5
B <i>Nitzschia capitellata</i> Hust.	1	2830	415	84	8
B <i>Nitzschia inconspicua</i> Grun.	1	79	25	1	1
A <i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W.Smith	5	1887	88	10	8
A <i>Orthoseira roeseana</i> (Rabh.) O'Meara		1	1		
A <i>Pinnularia borealis</i> Ehr.		1	13		1
A <i>Pinnularia krookii</i> (Grun.) Cl.-Euler	15	4245	654	125	23
B <i>Pinnularia cf. lundii</i> Hust.	1	1	25		1
A <i>Pinnularia microstauron</i> (Ehr.) Cl.	15	79	50	10	10
E <i>Pinnularia schoenfelderii</i> Krammer	1	1	1		
<i>Pinnularia</i> sp.1	5	1	1		3
<i>Pinnularia</i> sp.2	1				
E <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) L.-Bert.	1	1	1		
A <i>Stauroneis anceps</i> Ehr.	1	1	50	10	1
B <i>Stauroneis obtusa</i> Lagerstedt	1				
B <i>Surirella cf. minuta</i> Bréb.	1	1101	189	63	10
Pennadas n.i.		157	1		
CHLOROPHYTA					
Chlorophyceae					
C <i>Chlamydomonas nivalis</i> (Bauer) Wille		79			
P <i>Chlamydomonas</i> spp.	1	236	1		1
P <i>Closteriopsis acicularis</i> (G.M.Smith) Belcher et Swale					1
P <i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom.-Legn.		1		1	1
P <i>Tetraspora gelatinosa</i> (Vaucher) Desvaux				1	
Chlorophyceae n.i.		1			1
Ulvophyceae					
P <i>Ulothrix moniliformis</i> Kütz.	1	1	1	1	1
Pleurastrorphyceae					
A <i>Prasiola crispa</i> (Lightf.) Menegh.			1		
Zygnematophyceae					
P <i>Cosmarium dentiferum</i> Corda		79			
P <i>Gonatozygon brebissonii</i> De Bary				1	

Tabla 19: Índice de similitud (SIMI) entre fechas de muestreo calculado para la densidad fitoplanctónica.

SIMI: Índice de similitud	
Período de muestreo	Densidad (ind ml ⁻¹)
11/11/96 - 2/12/96	0,47
2/12/96 - 28/12/96	0,92
28/12/96 - 24/1/97	0,75
24/1/97 - 21/2/97	0,58
11/11/96 - 21/2/97	0,77

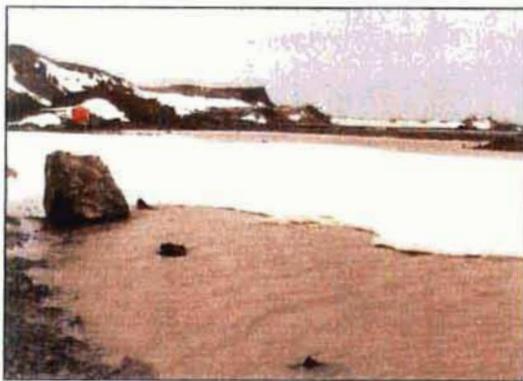
11/11/96



24/1/97



2/12/96



20/2/97



28/12/96



Fig. 48 : Fotografías del Lago F para cada fecha de muestreo.

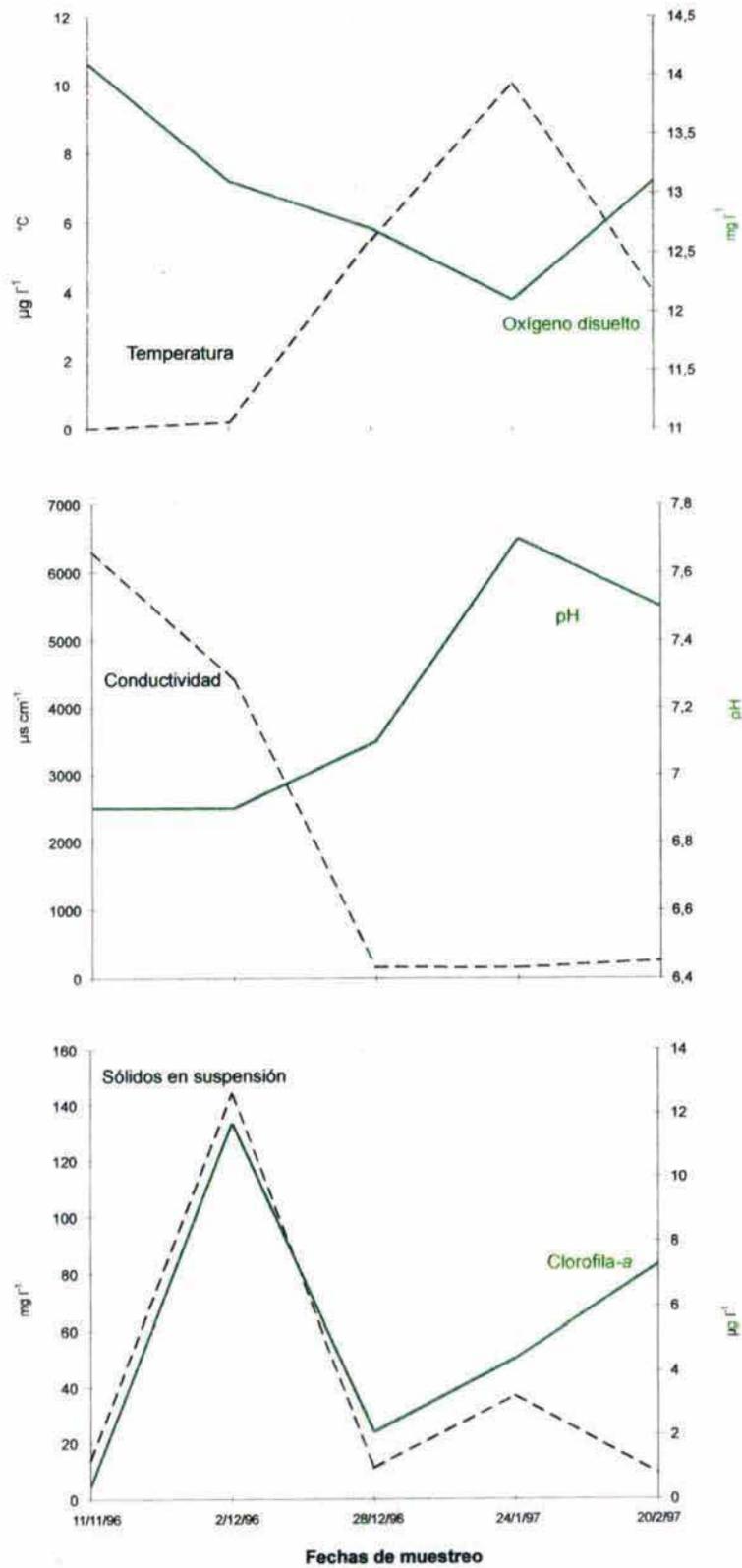


Fig. 49 a : Variación temporal de los parámetros abióticos y bióticos en el Lago F.

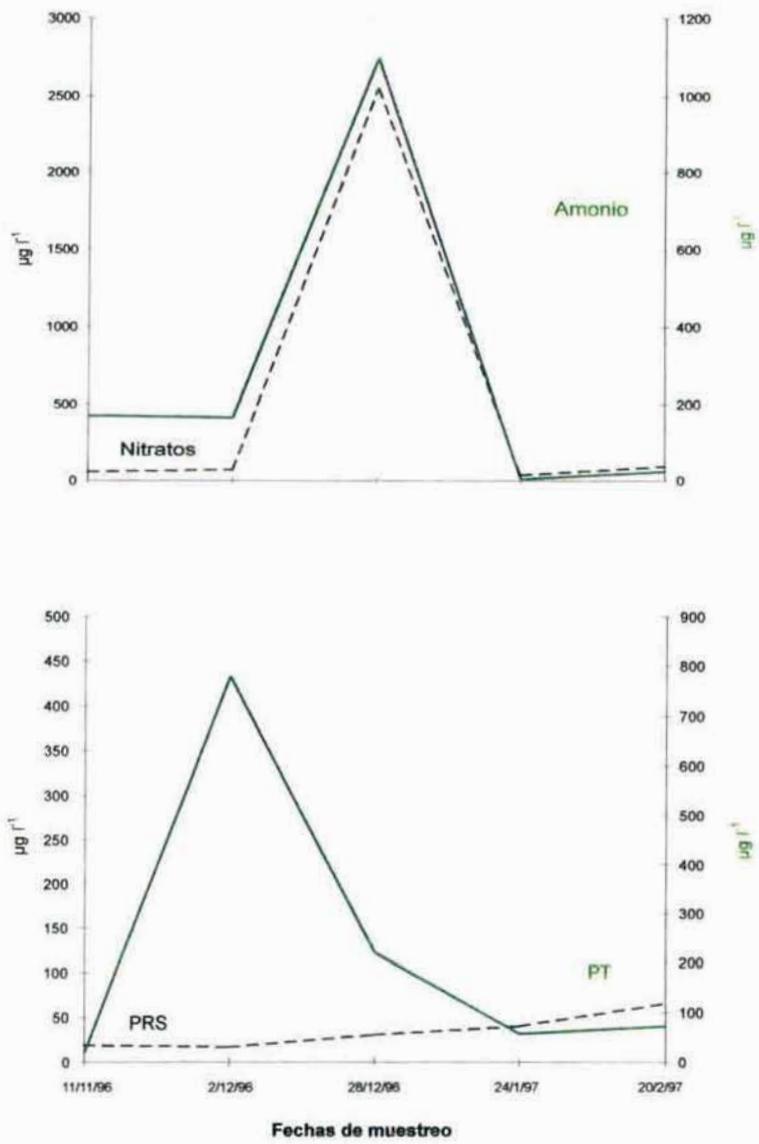


Fig. 49 b : Variación temporal de los parámetros abióticos y bióticos en el Lago F.

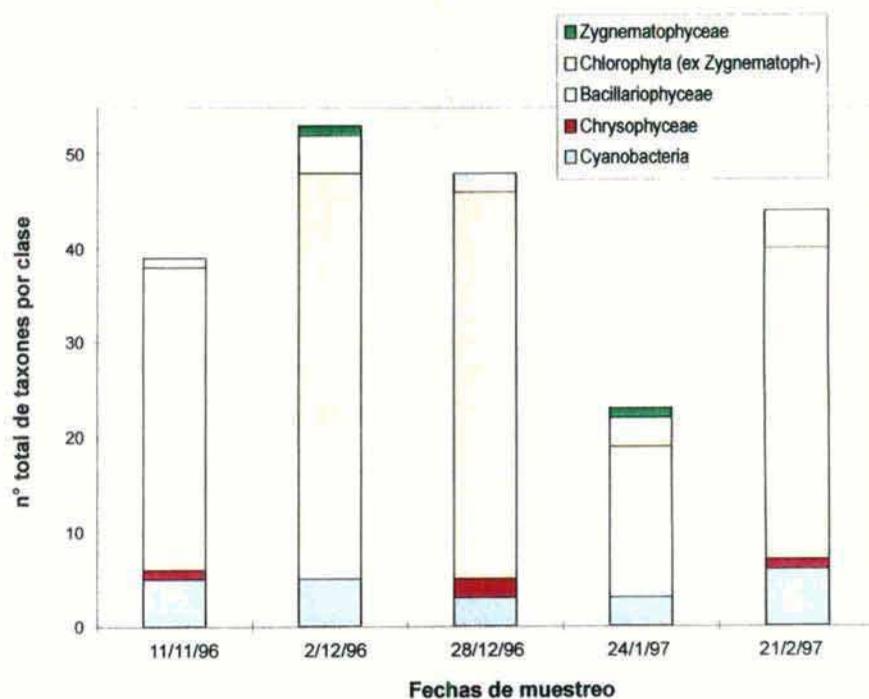


Fig. 50 : Variación temporal del número total de taxones por grupo algal en el Lago F.

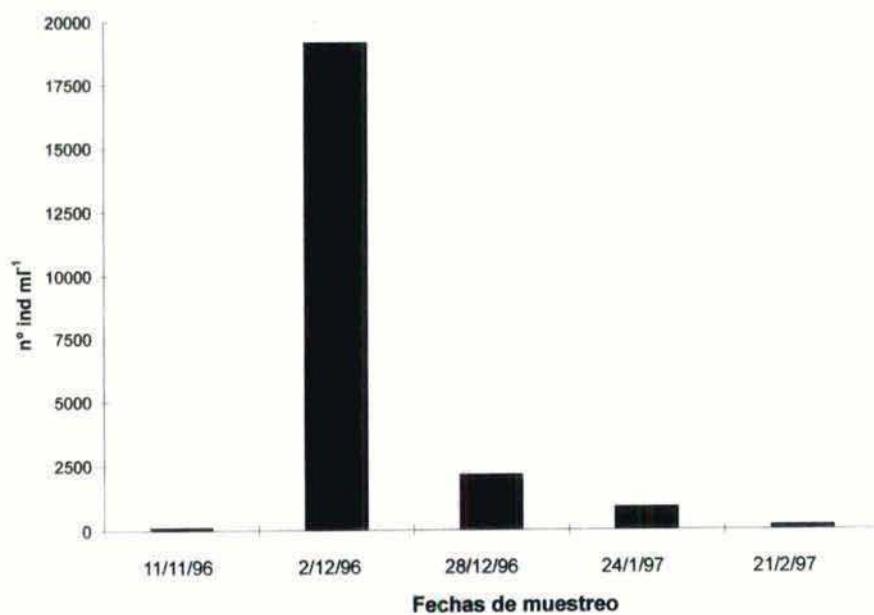


Fig. 51 : Variación temporal de la densidad algal total en el Lago F.

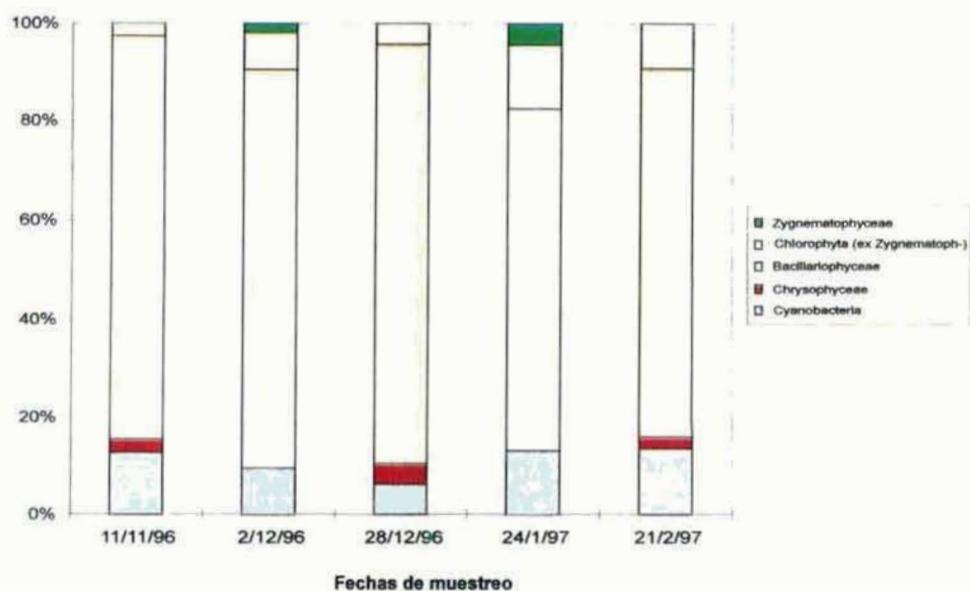


Fig. 52 : Variación temporal de la densidad por grupo algal expresada como porcentaje de la densidad total para el Lago F.

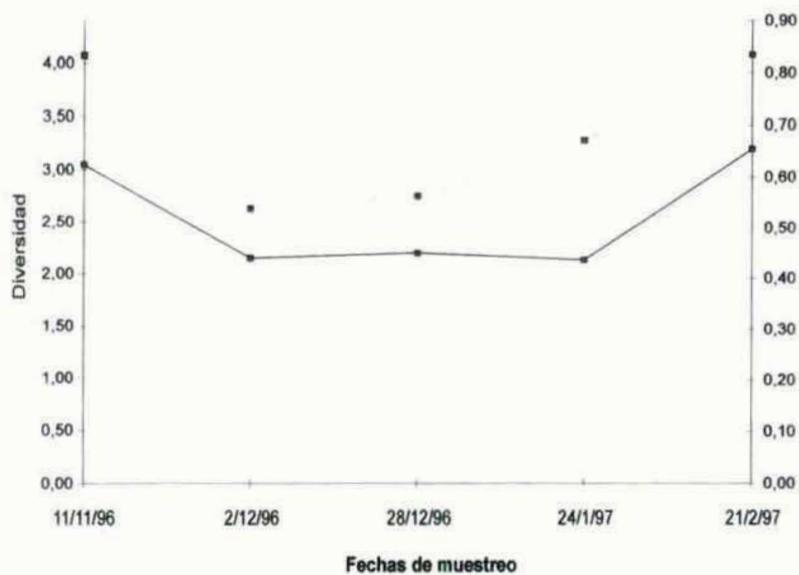


Fig. 53 : Variación temporal de la diversidad y la equitatividad algal en el Lago F.

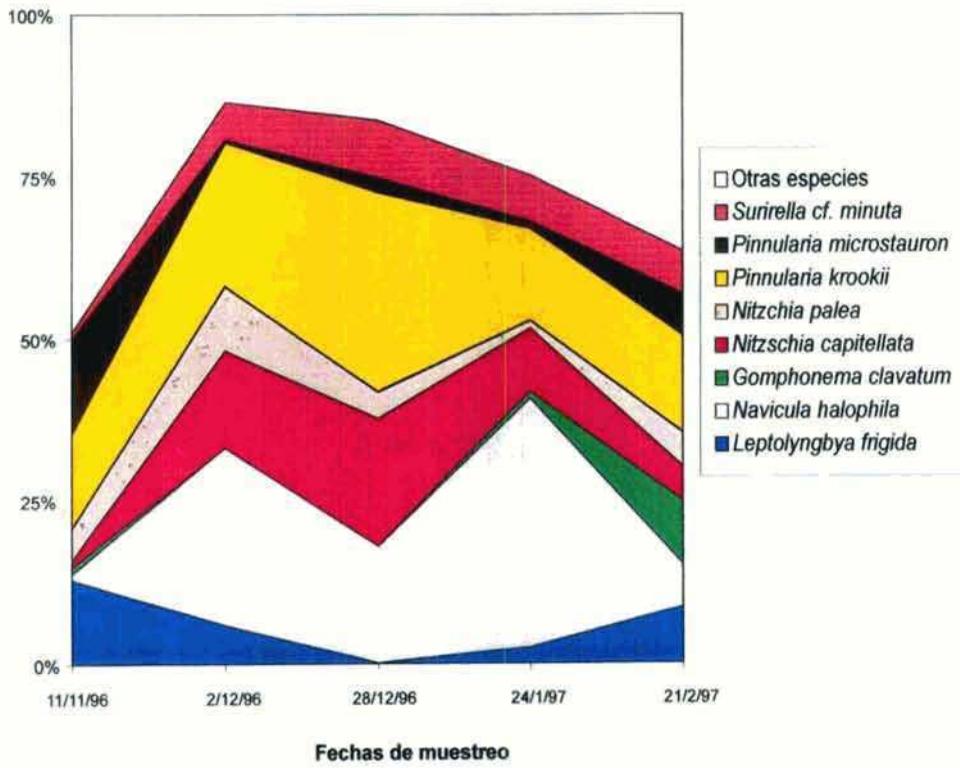


Fig. 54 : Variación temporal de la proporción relativa de la densidad de las especies algales dominantes en el Lago F.

CAPÍTULO III-4

Lago W

Las características de este cuerpo de agua se presentan en la Tabla 1 y en el Capítulo II-1.

Resultados

En la Tabla 20 se registran los principales datos morfométricos de este cuerpo de agua. Hay musgos tapizando las rocas tanto en la zona litoral como en la propia cubeta; no se encuentran animales en la cuenca. Cabe señalar que el agua de este lago luego de pasar por una serie de filtros es utilizada como agua potable por la dotación de la Base Científica Jubany. En la primer fecha de muestreo la superficie del lago estaba totalmente cubierta por una capa delgada de hielo y nieve y fue necesario romperla para poder realizar el muestreo. Para la segunda fecha, la capa de hielo sólo permanecía en un extremo del cuerpo de agua y desapareció completamente en los siguientes muestreos (Fig. 55).

En la Tabla 21 se presentan los valores máximos, mínimos y las medias de las principales variables físico-químicas y biológicas correspondientes a todo el período estudiado (mediados de primavera-finales de verano). La temperatura del agua siguió la tendencia estacional siendo baja en las primeras fechas y llegando a un valor máximo de 11 °C el 24/1/97 (correspondiente a un día a pleno sol y escaso viento), para luego disminuir a 7 °C debido a los fuertes vientos reinantes en la última fecha de muestreo (55 km h⁻¹). Los valores de oxígeno disuelto siempre fueron elevados (valor promedio: 13,5 mg l⁻¹) (Fig. 56a). Los valores de conductividad no superaron nunca los 184 µS cm⁻¹; el pH fue circumneutral a levemente alcalino con un máximo de 8,1 para el 24/1/97 (Fig. 56a). La concentración de SS fue muy baja (valor promedio: 3 mg l⁻¹). La concentración de clorofila-a fue casi nula excepto en el último muestreo donde llegó a un valor de 1,9 µg l⁻¹ (Fig. 56a). Los valores de concentración de los nutrientes siempre fueron bajos, llegando en todos los caso a sus máximos valores el 28/12/96 (Fig. 56b). Se encontraron correlaciones significativas entre el PT y el NH₄-N (r: 0,91; p < 0,05) y entre el PT y el PRS (r: 0,99; p < 0,05).

Para este lago se registraron 67 entidades algales (Tabla 22). La riqueza específica más elevada correspondió a la clase Bacillariophyceae (36 taxones), seguida por Cyanobacteria (19 taxones) y Chlorophyta (11 taxones). Las Chrysophyceae estuvieron representadas por un solo taxón. A lo largo del tiempo la riqueza específica fluctuó entre 23 y 46 entidades, con máximos registrados para el 11/11/96 y 28/12/96 debido en ambos casos a la predominancia de especies de

diatomeas y en segundo lugar a especies de Cyanobacteria (Fig. 57). Del total de entidades registradas, 15 fueron planctónicas en su mayoría con dimensiones ≥ 20 μm (el 60 % de las Chlorophyta y el 39 % de las Cyanobacteria) y el resto ticoplanctónicas (el 97 % de las diatomeas, el 61 % de las Cyanobacteria y el 40 % de las Chlorophyta). Cabe señalar que en este lago se encontraron algas verdes filamentosas de los géneros *Spirogyra* Link y *Zygnema* Ag. formando parte del metafiton adherido a los musgos de la cubeta. A lo largo del tiempo se observó que las entidades euplanctónicas fluctuaron entre 4 y 9 taxones con el máximo valor para el 2/12/96 y luego fueron disminuyendo hacia el fin del período de muestreo. Las algas ticoplanctónicas fluctuaron entre 19 y 38 entidades, con valores máximos para el 11/11/96 y el 28/12/96.

La densidad algal total fluctuó entre 49 y 147 ind ml^{-1} (Tabla 21) con el valor máximo registrado para el 28/12/96 (Fig. 58) debido a un aumento considerable en la densidad de las diatomeas. En esa fecha también se dio uno de los valores más altos de riqueza específica total. Se registró una correlación positiva entre la densidad total y la concentración de $\text{NH}_4\text{-N}$ de las aguas ($r: 0,88; p < 0,05$). A lo largo del tiempo las diatomeas siempre fueron dominantes, acompañadas en mucha menor proporción por las Cyanobacteria y Zygnematophyceae (Fig. 59). La diversidad específica y la equitatividad siguieron un patrón similar, en ambos casos los valores fueron disminuyendo hacia el fin del período de estudio (Fig. 60). Estos dos parámetros estuvieron altamente correlacionados ($r: 0,92; p < 0,05$).

Los taxones más abundantes fueron *Nitzschia inconspicua*, *N. palea*, *Navicula halophila*, *Achnanthes lanceolata* ssp. *lanceolata* var. *haynaldii*, *Leptolyngbya frigida* y *Cosmarium laeve*. A lo largo del tiempo se observó un reemplazo (en densidad) de las diatomeas por *C. laeve* y *L. frigida* (Fig. 61).

En base al análisis de SIMI aplicado entre fechas consecutivas y entre la primera y última fecha de muestreo, se observó que la similitud mayor se dio entre la tercera y cuarta fecha de muestreo mientras que los demás muestreos fueron muy diferentes entre sí (Tabla 23).

Discusión

La mayoría de los lagos ubicados en la Antártida Marítima son cuerpos de agua de escasa profundidad (no mayor a 10 m) que, como el caso en estudio, permanecen libres de hielo por sólo unas pocas semanas cada año y son muy pobres en nutrientes. El lago W es un cuerpo de agua playo, sin influencia animal,

pero en su cubeta predominan los musgos que a su vez están tapizados por abundantes "microbial mats". Estas características también se presentan en un gran número de sistemas lacustres situados en las zonas costeras de Antártida, por ejemplo los ubicados en las Islas Orcadas del Sur y las Islas Shetland del Sur (Heywood, 1978; Jones *et al.*, 1993; Ellis-Evans, 1996).

Los valores de oxígeno disuelto registrados en este lago siempre fueron elevados. La cubierta de hielo y nieve que cubre por largos períodos los lagos antárticos impide los procesos de mezcla de las aguas y entonces es frecuente que durante el invierno se produzca anoxia en los mismos. Sin embargo, a medida que avanza el descongelamiento de la cubeta, las aguas se mezclan y por efecto de los fuertes vientos reinantes es común registrar altos valores de concentración de oxígeno disuelto durante los meses estivales (Ellis-Evans, 1996; Hansson *et al.*, 1996; Unrein, 2000).

A medida que se completaba el descongelamiento de la cubeta, los valores de conductividad disminuyeron levemente debido a que el agua de deshielo es pobre en sales y ejerce un efecto de dilución. Al avanzar el verano, se observó el efecto contrario, con un aumento en la conductividad debido al ingreso de agua por escurrimiento superficial y por los pequeños chorrillos, con una mayor proporción de sales de los suelos circundantes. Estas variaciones de la conductividad a lo largo de la época estival también fueron registradas para otros lagos antárticos (Hawes, 1983; Unrein, 2000).

Como ya fue señalado en el Capítulo II-1 los valores levemente alcalinos del pH podrían deberse a la composición de los suelos predominantes en esta zona (Godagnone, 1997).

Los bajos valores de clorofila-a que se registran para este lago son típicos de lagos antárticos ultra-oligotróficos. Por otra parte, es probable que el aumento en la concentración de este parámetro registrado en la última fecha de muestreo pueda deberse al ingreso fortuito de filamentos de metafiton en la muestra a procesar. Los valores registrados para este lago están dentro del rango señalado por otros autores para cuerpos de agua con características semejantes (Arcos, 1990; Izaguirre *et al.*, 1998; Unrein, 2000).

Este lago se caracteriza por presentar masas de *Spirogyra* sp. y *Zygnema* sp. que forman el metafiton, las que en parte se adhieren al musgo que tapiza el sustrato pedregoso de la cubeta, y en ocasiones se pueden desprender. La presencia de masas de metafiton formadas por Zygnematales filamentosas ya fue

señalado por Hawes (1988) y Ellis-Evans (1996) para lagos situados en las Islas Orcadas del Sur. Como ya se indicó en el Capítulo I y fuera observado por Hawes (1989) para lagos situados en Isla Signy, estos filamentos nunca se encontraron fértiles.

El fitoplancton de este lago es rico en especies. Este hecho ya fue registrado por diversos autores, entre ellos Priddle *et al.* (1986) y Ellis-Evans (1996), para lagos con escasos nutrientes y aguas transparentes como el aquí estudiado. Sin embargo, la mayoría de los taxones son ticoplanctónicos. Las Bacillariophyceae tanto en riqueza como en densidad fueron dominantes a lo largo de todo el estudio, seguidas por las Cyanobacteria filamentosas y las Zygnematophyceae. Cabe señalar que el elevado número de taxones registrados en la primer fecha de muestreo, principalmente diatomeas ticoplanctónicas, puede deberse a la remoción de las aguas debido a la rotura del hielo por medios mecánicos. El segundo pico de riqueza específica (28/12/96) coincide con un incremento en los nutrientes y en la densidad fitoplanctónica, sin embargo los valores de clorofila-*a* no siguieron esta tendencia. Es probable que el escaso aumento en la densidad no sea tan importante como para que se vea reflejado en la concentración de clorofila-*a*. El hecho de que este lago presente muy bajas concentraciones de sólidos, permite que la luz llegue hasta el fondo, favoreciendo de esta manera el desarrollo de un conspicuo "microbial mat" con metafiton adherido al mismo. Si bien el estudio de la estructura del "microbial mat" fue presentado en el Capítulo II-2, aún no ha sido cuantificado. Sin embargo, distintos estudios llevados a cabo sobre las comunidades algales bentónicas en este tipo de lagos remarcan el hecho de que es la comunidad que predomina en productividad (Broady, 1989b; Oppenheim, 1990).

Para este lago se registraron 5 especies de Desmidiáles. Sin embargo, diversos autores (Hirano, 1965; Brook y Williamson, 1983; Priddle *et al.*, 1986) han señalado que este grupo de algas está casi ausentes de los lagos antárticos y por el contrario son abundantes en las zonas árticas. Diversas especies de este grupo algal también fueron citados para lagos situados en otras zonas de la Isla 25 de Mayo (Mrozinska *et al.*, 1998; Olech *et al.*, 1998). Broady (1996) destaca que la presencia de musgos genera un ambiente favorable para la existencia de diversos organismos, entre ellos las algas.

Tanto los valores de diversidad específica como de equitatividad fueron elevados y disminuyeron levemente hacia el fin del muestreo. La disminución

observada para ambos parámetros de la comunidad a lo largo del estudio se debe a que hay un menor número de especies pero algunas de ellas son dominantes.

La comunidad algal de esta laguna está dominada por un conjunto de diatomeas ticoplanctónicas cuyas densidades van fluctuando a lo largo del tiempo. Hacia el fin del período de muestreo se produjo una disminución de la densidad de este grupo de diatomeas, siendo reemplazadas en dominancia por *Cosmarium laeve* y *Leptolyngbya frigida*. Las diferencias en el grado de similitud entre las distintas fechas de muestreo se deben a una variación en la riqueza específica y en la densidad de las especies dominantes.

Los bajos valores de nutrientes, el limitado desarrollo fitoplanctónico reflejado en los bajísimos valores de clorofila-a y el profuso desarrollo del "microbial mat" observado, ubican a este lago como ultra-oligotrófico, hecho que concuerda con la ubicación del mismo en la caracterización presentada en el Capítulo II-1 de esta Tesis.

Tabla 20: Variables morfométricas correspondientes al lago estudiado.
(*: datos tomados de Drago (1983))

	Lago W
Altura snm (m)	12*
Distancia al mar (m)	100*
Area (m ²)	5.922*
Volumen (m ³)	4.696*
Perímetro (m)	387*
Zmax (m)	2,20*
Zmedia (m)	0,79*
Largo (m)	140*
Ancho (m)	63*

Tabla 21: Valores máximos, mínimos y medios de las principales variables abióticas y bióticas medidas en el Lago W durante el período en estudio.

	Máx.	Mín.	Media
T (°C)	11	0	5
Cond. (μS cm ⁻¹)	184	100	150
pH	8,1	7,1	7,5
OD (mg l ⁻¹)	14,3	13,1	13,5
Sol. Susp. (mg l ⁻¹)	9	1	3
NO ₃ -N (μg l ⁻¹)	59	8	41
NH ₄ -N (μg l ⁻¹)	71	5	22
PT (μg l ⁻¹)	17	4	9
PRS (μg l ⁻¹)	15	4	8
Clorofila-a (μg l ⁻¹)	1,9	0,3	1,1
Densidad total (ind ml ⁻¹)	147	49	76
Cyanobacteria (ind ml ⁻¹)	21	7	14
Chrysophyceae (ind ml ⁻¹)	3	0	1
Bacillariophyceae (ind ml ⁻¹)	100	16	44
Chlorophyta (ex- Zygnematophyceae) (ind ml ⁻¹)	3	0	2
Zygnematophyceae (ind ml ⁻¹)	24	4	14
Riqueza específica	46	23	34
Diversidad específica	3,9	2,5	3,0
Equitatividad específica	1,0	0,76	0,85

Tabla 22: Lista florística y densidad (ind ml⁻¹) de cada especie para cada fecha de muestreo. n.i.: no identificada. P: planctónica, E: epilítica, B: bentónica, A: aerófila, M: metafiton.

Taxones	W	W	W	W	W
	11/11/96	2/12/96	28/12/96	24/1/97	21/2/97
CYANOBACTERIA					
P <i>Anabaena variabilis</i> Kütz.	1		3		
P <i>Aphanocapsa delicatissima</i> W. et G.S.West			1		1
P <i>Aphanothece nidulans</i> Richter				1	1
E <i>Calothrix</i> sp.1	1	1	4	1	1
E <i>Calothrix</i> sp.2		1			
E <i>Chondrocystis</i> cf. <i>demochroa</i> (Näg.) Kom. et Anag.			1		
P <i>Eucapsis alpina</i> Clements et Shantz	1	1	1		
E <i>Leptolyngbya angustissima</i> (W. et G.S.West) Anag. et Kom.	1	1	1	1	
E <i>Leptolyngbya fragilis</i> (Gom.) Anag. et Kom.	1	1	1		
E <i>Leptolyngbya frigida</i> (Fritsch) Anag. et Kom.		3	6	3	14
E <i>Leptolyngbya tenuis</i> (Gom.) Anag. et Kom.			1		
E <i>Nostoc commune</i> Vaucher	1	1	1	1	1
P <i>Oscillatoria chlorina</i> Kütz.		1			
P <i>Oscillatoria fracta</i> Carlson		1			
P <i>Oscillatoria tenuis</i> Ag.		1			
E <i>Phormidium ambiguum</i> Gom.		1			
E <i>Phormidium autumnale</i> (Ag.) Gom.	1	1			
E <i>Phormidium corium</i> (Ag.) Gom.		4		1	
E <i>Phormidium simplicissimum</i> var. <i>antarcticum</i> (Fritsch) Anag. et Kom.			1		
HETEROKONTOPHYTA					
Chrysophyceae					
E <i>Hydrurus foetidus</i> (Vill.) Trev. (quistes)	1				1
Quistes	2			1	
Bacillariophyceae					
E <i>Achnanthes biasoletiana</i> Grun.	1				
E <i>Achnanthes coarctata</i> (Bréb.) Grun.	1		1		
E <i>Achnanthes delicatula</i> (Kütz.) Grun.	1		1		1
E <i>Achnanthes exigua</i> Grun.	1		3	1	1
E <i>Achnanthes germainii</i> Manguin					1
E <i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>lanceolata</i> var. <i>haynaldii</i> (Schaarschmit) Cl.	1	1	15	1	1
E <i>Achnanthes minutissima</i> Kütz.	1		1	1	
E <i>Achnanthes subatomoides</i> (Hust.) L.-Bert. et Archibald	1		1	1	
B <i>Amphora</i> cf. <i>dusenii</i> Brun.	1		1		
A <i>Caloneis bacillum</i> (Grun.) Cl.	1		1		
E <i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	1	5		1	1
B <i>Fragilaria construens</i> var. <i>subsalina</i> Hust.	1		1		
P <i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) L.-Bert.	1		1		
E <i>Gomphonema clavatum</i> Ehr.	1	2	8	2	2
E <i>Gomphonema gracile</i> Ehr.	1		1		
E <i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.				1	
A <i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grun.	1	1	1		

Tabla 22: Lista florística y densidad (ind ml⁻¹) de cada especie para cada fecha de muestreo. n.i.: no identificada. P: planctónica, E: epilítica, B: bentónica, A: aerófila, M: metafiton.

Taxones	W	W	W	W	W
	11/11/96	2/12/96	28/12/96	24/1/97	21/2/97
Bacillariophyceae					
B <i>Navicula bacillum</i> Ehr.	1				
B <i>Navicula cincta</i> (Ehr.) Ralfs	1		3		
A <i>Navicula contenta</i> Grun.	1	2	1		
B <i>Navicula elginensis</i> (Greg.) Ralfs	1		1		
B <i>Navicula halophila</i> (Grun.) Cl.	1	4		7	1
A <i>Navicula muticopsis</i> V.H.	1		1	1	
A <i>Navicula nivalis</i> Ehr.	1				
E <i>Navicula tabellariaeformis</i> Krasske					1
B <i>Nitzschia capitellata</i> Hust.	1		1		
B <i>Nitzschia inconspicua</i> Grun.	2	10	38	15	4
A <i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W.Smith	1	7	13	4	1
A <i>Orthoseira roeseana</i> (Rabh.) O'Meara			1		
A <i>Pinnularia borealis</i> Ehr.	1				
A <i>Pinnularia krookii</i> (Grun.) Cl.-Euler	1		1	1	
A <i>Pinnularia microstauron</i> (Ehr.) Cl.	1	1	1	1	1
E <i>Pinnularia schoenfelderii</i> Krammer	1				
E <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) L.-Bert.			1		
A <i>Stauroneis anceps</i> Ehr.	1	1	1		1
B <i>Surirella cf. minuta</i> Bréb.	1		1		
Pennadas n.i.		2		1	
CHLOROPHYTA					
Chlorophyceae					
E <i>Aphanochaete repens</i> A. Braun			1		1
P <i>Chlamydomonas</i> spp.	1	1	1		1
Chlorophyceae n.i.	1	1			
Ulvophyceae					
P <i>Ulothrix moniliformis</i> Kütz.		1			
Pleurastrorhynchaceae					
A <i>Prasiola crispa</i> (Lightf.) Menegh.	1				
Zygnematophyceae					
P <i>Cosmarium dentiferum</i> Corda	1	1	2	1	1
P <i>Cosmarium laeve</i> Rabenh.	1	3	18	18	12
P <i>Cosmarium</i> sp.	1	1		1	
P <i>Gonatozygon brebissonii</i> De Bary			1	1	
M <i>Spirogyra</i> sp.		1	1	1	1
P <i>Staurastrum punctulatum</i> Bréb.			1		
M <i>Zygnema</i> sp.	1		1	1	1

Tabla 23: Índice de similitud (SIMI) entre fechas de muestreo calculado para la densidad fitoplanctónica.

SIMI: Índice de similitud	
Periodo de muestreo	Densidad (ind ml ⁻¹)
11/11/96 - 2/12/96	0,49
2/12/96 - 28/12/96	0,77
28/12/96 - 24/1/97	0,82
24/1/97 - 21/2/97	0,69
11/11/96 - 21/2/97	0,25

11/11/96



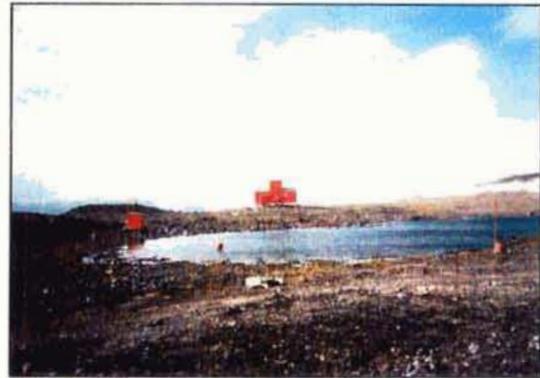
24/1/97



2/12/96



20/2/97



28/12/96



Fig. 55 : Fotografías del Lago W para cada fecha de muestreo.

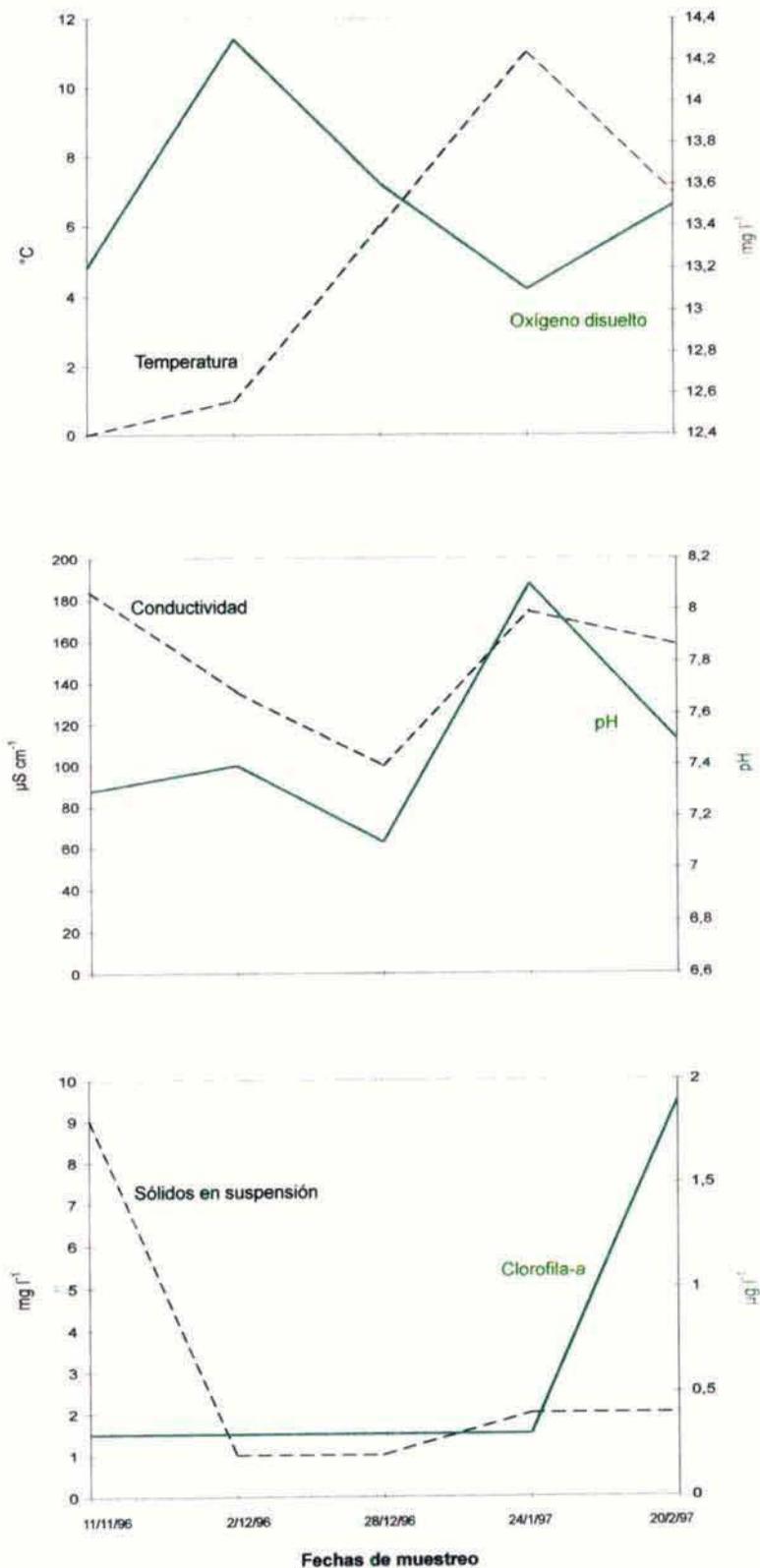


Fig. 56 a : Variación temporal de los parámetros abióticos y bióticos en el Lago W.

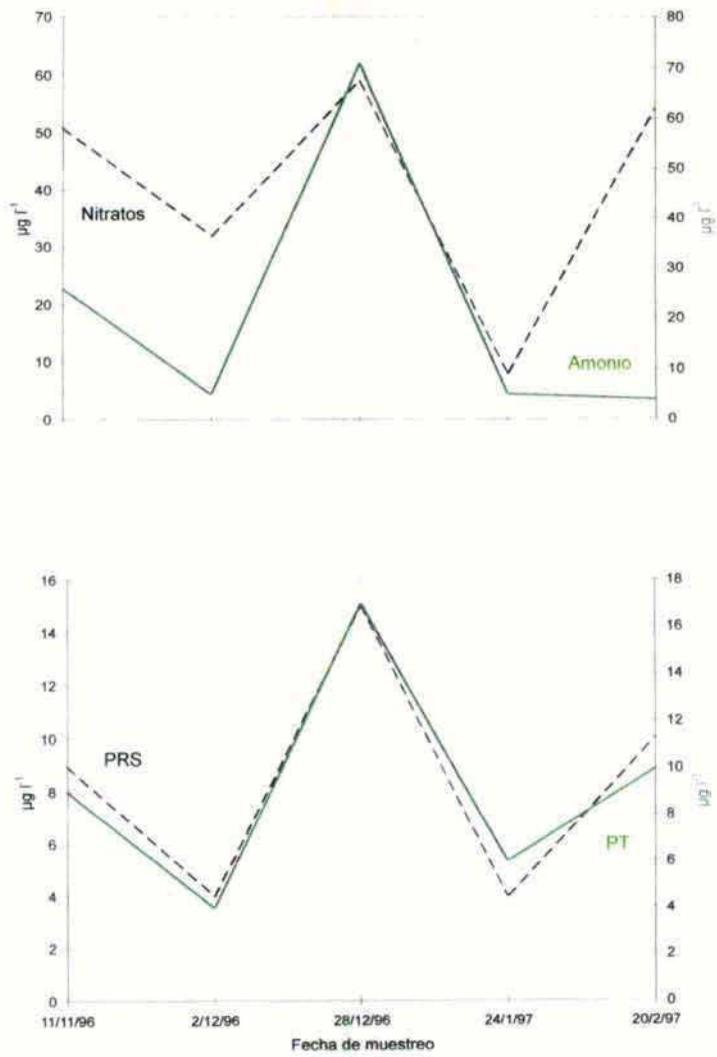


Fig. 56 b : Variación temporal de los parámetros abióticos y bióticos en el Lago W.

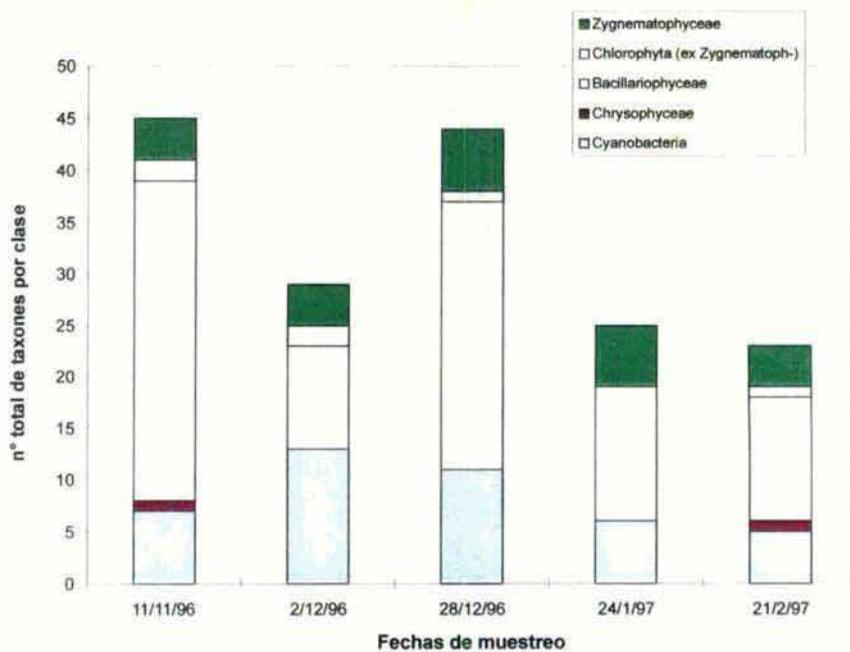


Fig. 57 : Variación temporal del número total de taxones por grupo algal en el Lago W.

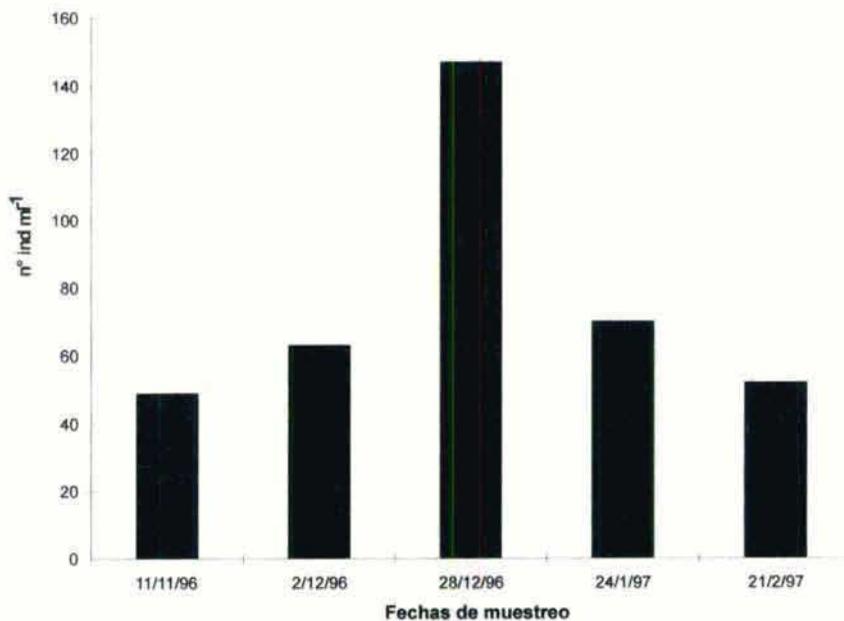


Fig. 58 : Variación temporal de la densidad algal total en el Lago W.

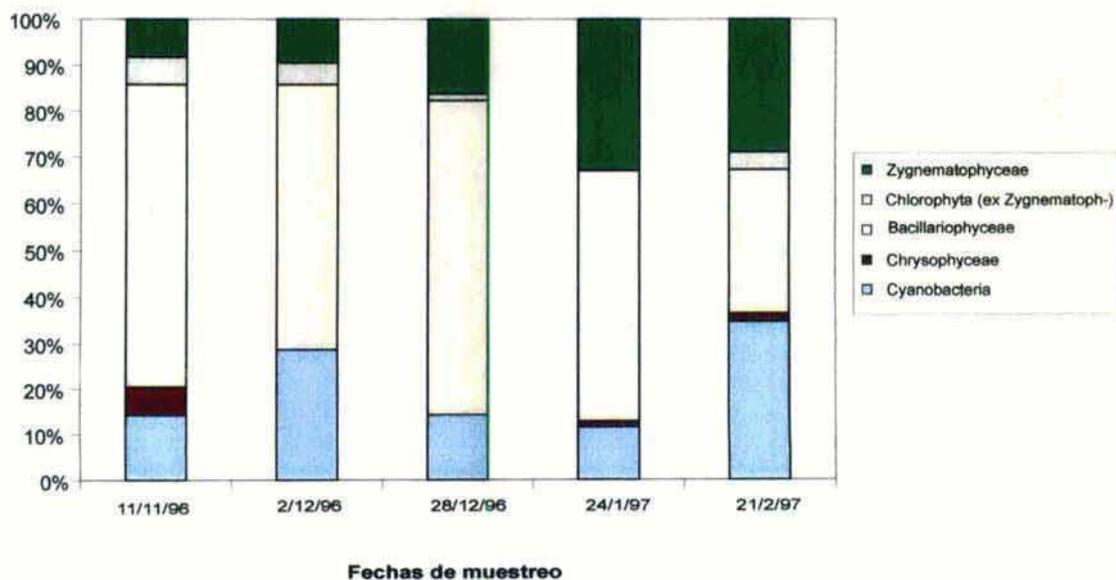


Fig. 59 : Variación temporal de la densidad por grupo algal expresada como porcentaje de la densidad total para el Lago W.

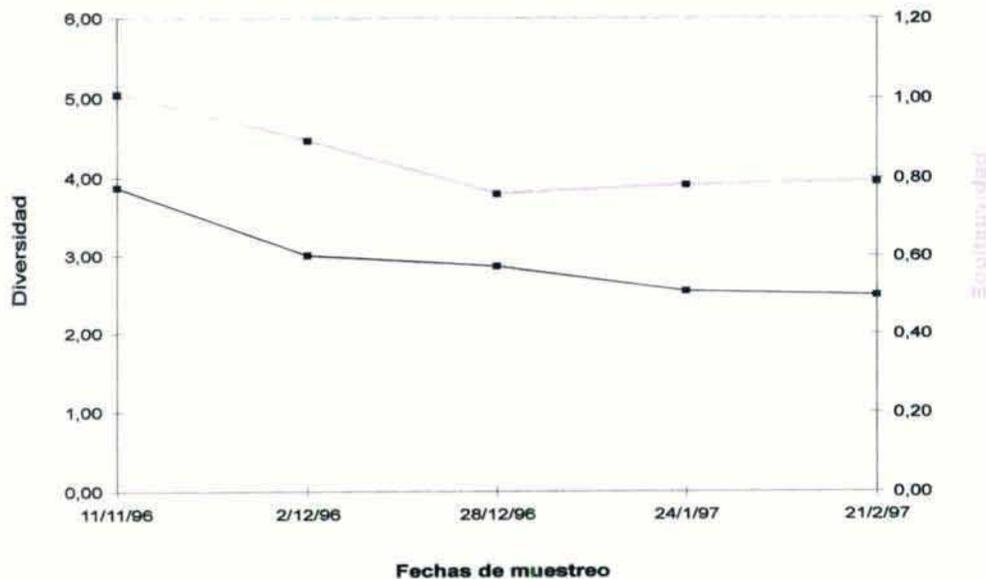


Fig. 60 : Variación temporal de la diversidad y la equitatividad algal en el Lago W.

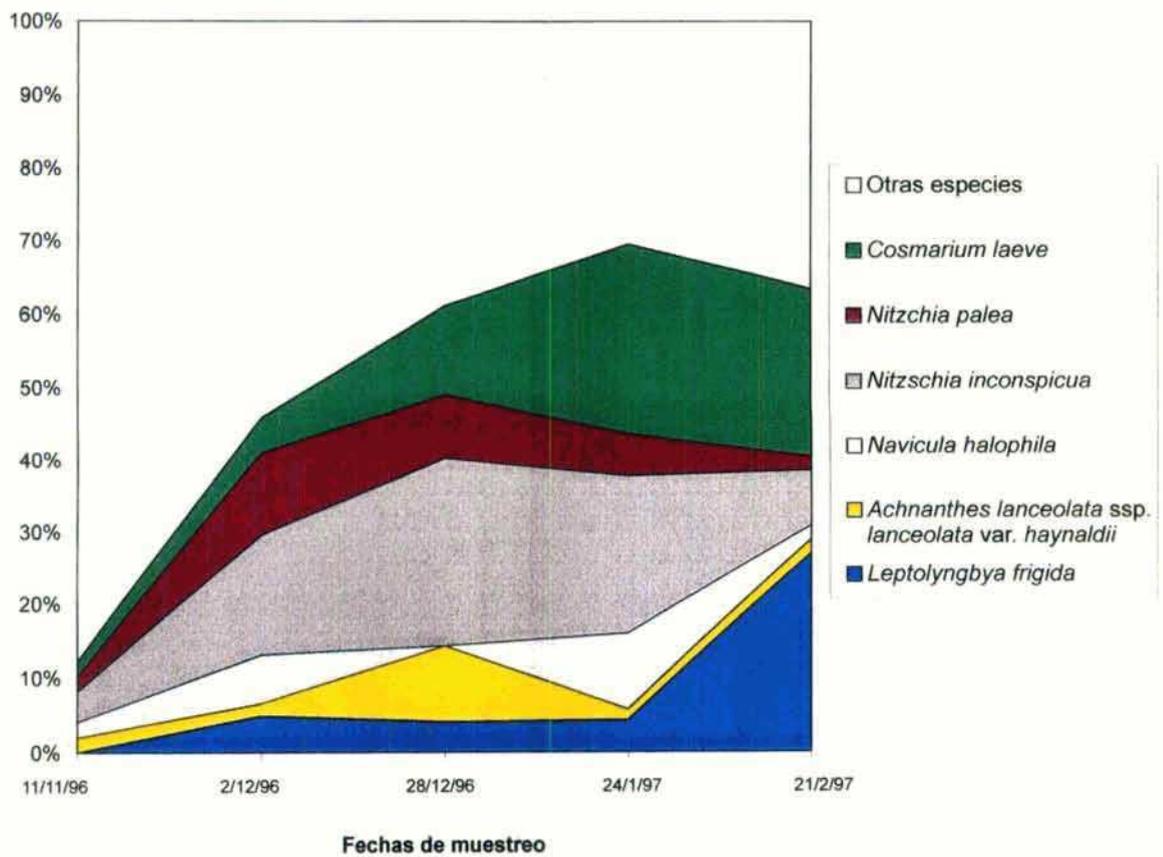


Fig. 61 : Variación temporal de la proporción relativa de la densidad de las especies algales dominantes en el Lago W.

CONCLUSIONES

Durante las campañas de verano de 1995-96 y 1996-97 se relevaron en total 26 cuerpos de agua lénticos ubicados en la Península Potter (SEIC n° 13) zona donde está localizada la Base Científica Jubany.

Capítulo I

- Esta Tesis constituye el primer estudio integral florístico y ecológico de diferentes comunidades algales de los lagos y lagunas de Península Potter.
- Para la zona en estudio se registraron 182 entidades algales entre especies y taxones infraespecíficos, distribuidos en 84 géneros.
- Las Bacillariophyceae poseen la mayor riqueza específica, seguidas por las Cyanobacteria y Chlorophyceae.
- Los géneros con mayor número de especies y entidades infraespecíficas fueron: *Achnanthes* Bory de St. Vincent, *Cocconeis* Ehr., *Fragilaria* Lyngbye, *Gomphonema* Ehr., *Navicula* Bory de St. Vincent y *Pinnularia* Ehr. (Bacillariophyceae), *Leptolyngbya* Anag. et Kom. y *Phormidium* Kütz. (Cyanobacteria) y *Chlamydomonas* Ehr. (Chlorophyceae).
- El 71 % de la ficoflora está formada por entidades cosmopolitas o ampliamente distribuidas en el mundo.
- El 9,5 % del total de la flora constituyen nuevos registros para el Continente Antártico. Las Chlorophyceae son las que presentan la mayor proporción de nuevos registros.
- Del total de taxones, 70 son epilíticas, 60 planctónicas, 23 bentónicas, 19 aerofílicas, 3 metafiton y 2 especies son criófilas.
- La mayor parte de las entidades (79 %) son raras o poco frecuentes en los sitios muestreados.

Capítulo II-1

- La tipificación de 26 cuerpos de agua en base a sus características físico-químicas y a su composición fitoplanctónica permitió diferenciar 5 grupos de lagos distribuidos a lo largo de un amplio gradiente trófico.
- Por otro lado, este estudio permitió detectar una gran diversidad de ambientes lénticos con diferentes características limnológicas y niveles tróficos, desde los ultraoligotróficos hasta los hipereutróficos.
- Las características limnológicas de cada uno de los cuerpos de agua estudiados en Península Potter son el resultado de la combinación de los

siguientes factores: el tipo de sustrato, la presencia de animales y/o vegetación en la cuenca, la exposición a los vientos, la proximidad al mar, los ciclos de congelamiento-descongelamiento y los ciclos de mezcla de las aguas.

- En la mayoría de los cuerpos estudiados, los grupos algales dominantes, tanto en riqueza como en densidad, fueron Bacillariophyceae y Cyanobacteria.
- La mayor parte de los taxones registrados resultaron ticoplanctónicos, fundamentalmente especies típicamente epilíticas o asociadas a la nieve o a suelos húmedos. Estas probablemente fueron transportadas a los cuerpos de agua por el viento, la nieve, agua de deshielo o por los animales y que se encuentran en el plancton por procesos de mezcla de las aguas y/o remoción desde el fondo de las cubetas.
- Las especies euplanctónicas fueron en su mayoría flageladas o pequeñas y cocoides.
- La macrofauna, especialmente aves y mamíferos marinos sería uno de los factores clave en los procesos de eutrofización de los ambientes lacustres en Península Potter. La influencia animal se vió reflejada en los altos contenidos de nutrientes de los cuerpos de agua de los Grupos I (B) , II (C, D, E), III (F) y el lago K del Grupo IV, los que evidenciaron un mayor grado de eutrofia de origen biogénica.
- Además, los cuerpos de agua afectados por el rocío marino y aquellos próximos o dentro de pingüineras se caracterizaron por valores muy elevados de conductividad (B y F).
- La laguna B, hipereutrónica, se caracterizó por presentar la mayor densidad fitoplanctónica, una riqueza específica moderada y la más baja diversidad algal debido a la dominancia de unas pocas especies.
- Por el contrario, la mayor parte de los cuerpos de agua estudiados (Grupo V) evidenciaron características ultraoligotróficas. En estos ambientes, la escasez de nutrientes favorece el desarrollo de un profuso "microbial mats" y un limitado desarrollo fitoplanctónico, el que se refleja en la baja densidad algal y en una elevada riqueza y diversidad específica.
- Se puede clasificar a los 5 grupos de cuerpos de agua en dos categorías: 1) cuerpos de agua que poseen un alto contenido de materia particulada en suspensión de origen inorgánico (II, IV) y 2) cuerpos de agua con bajos

niveles de sólidos en suspensión (I, III, V). Tanto el grupo 1 como el grupo 2 presentan un gradiente de biomasa fitoplanctónica (clorofila-a) regulado por la disponibilidad de luz en el primer grupo y por la concentración de nutrientes en el último grupo.

Capítulo II-2

- La tipificación de los 26 lagos y lagunas en base a la comunidad epilítica, permitió describir 6 tipos de asociaciones algales (análisis de Twispan).
- En relación al número de especies, predominaron las Bacillariophyceae, seguidas por las Cyanobacteria y Chlorophyceae.
- Las algas eupilíticas fueron las mejor representadas (excepto para la laguna B) y dado que las muestras fueron tomadas de la zona litoral, también se registraron muchos taxones aerófilos.
- Muchos de los cuerpos de agua presentaban la cubeta cubierta por musgos y presencia de metafiton.
- El aspecto macroscópico de los "microbial mats" (textura, grosor y color) fue muy variable dependiendo de la presencia o frecuencia relativa de los distintos taxones algales, la morfología del sustrato y la acumulación del sedimento.
- Dominaron las Cyanobacteria cocoides y filamentosas que formaban la matriz de los "microbial mats" (en especial, especies de *Gloeocapsa* Kütz. y *Leptolyngbya* Anag. et Kom.) y sobre esa matriz se aglutinaban, en general, especies de Bacillariophyceae pennadas.
- Por medio del análisis de CCA de los 26 cuerpos de agua se identificó al fósforo reactivo soluble, a la conductividad y a la clorofila-a fitoplanctónica como los factores más importantes en la distribución algal de los "microbial mats" (Grupos α y β). Sin embargo, la composición de los "microbial mats" de los restantes cuerpos de agua agrupados en el Grupo γ , no pudo ser explicada en base a las variables utilizadas. Probablemente estén involucrados otros factores, tales como diferencias en la habilidad colonizadora de las especies y en las tolerancias a variables ambientales no consideradas.

Capítulo III 1-4

- Al analizar en particular la estructura y dinámica del fitoplancton de la

laguna B y de los lagos H, F y W se observó que en general, las comunidades fitoplanctónicas estaban dominadas tanto en número de especies como en densidad por taxones ticoplanctónicos de Bacillariophyceae y Cyanobacteria. Los fuertes vientos antárticos al actuar sobre estos ambientes de escasa profundidad (promedio: < 4 m) producen la mezcla y remoción de las aguas, lo que a su vez favorece el desprendimiento y resuspensión de taxones de otras comunidades. Otras formas de entrada de algas de otras comunidades estaría dado por el lavado de la cuenca y el transporte por el viento y los animales.

- La laguna B, situada en el interior de una pingüinera es la que presenta la mayor proporción de entidades planctónicas y en los alrededores se encuentra *Prasiola crista*, un alga propia de zonas ricas en nutrientes de origen orgánico.
- En relación al lago H, el fitoplancton está dominado por diatomeas ticoplanctónicas y se observa que la elevada turbidez de origen inorgánico produciría una limitación por luz en el desarrollo algal.
- El lago F, debido a su proximidad al mar, presenta una conductividad elevada y una flora muy particular, con una considerable proporción de diatomeas marinas o de ambientes salobres.
- Por su parte, el lago W, fuente de agua potable para la base científica, es un lago ultra-oligotrófico que presenta un escaso desarrollo fitoplanctónico, aunque con alta riqueza algal (entre ellas 5 especies de desmidiáceas) y que tiene la particularidad de presentar masas de Zygnematales filamentosas formando el metafiton. Sobre los musgos que tapizan el sustrato pedregoso del lago, se desarrolla un profuso "microbial mats" con metafiton adherido al mismo.
- Al comparar la estructura y dinámica del fitoplancton de estos cuerpos de agua durante las 2 campañas de verano realizadas, se observó que en general la sucesión estival en estos cuerpos de agua de escasa dimensiones es muy variable y puede ser fácilmente modificada por factores climáticos cambiantes como los vientos, la temperatura, las precipitaciones, etc. Los ciclos de vida de las algas en los ambientes lacustres de la Antártida Marítima son cortos y rápidos y la sucesión estacional de las distintas comunidades puede ser muy variable en un mismo sitio o en diferentes sitios a lo largo del tiempo. La sucesión estacional puede ser

afectada por cambios en los factores climáticos: vientos, influencia del rocío marino, temperatura y precipitaciones.

Perspectivas

Dado el escaso conocimiento que aún se posee sobre el Continente Antártico, este estudio aportaría información limnológica básica de importancia sobre una zona hasta ahora no estudiada y permitiría comparar estos resultados con los de otros ambientes lénticos tanto de la Antártida Continental como Marítima.

Dado que uno de los cuerpos de agua seleccionados es fuente de agua potable para la base antártica situada en Península Potter, los estudios sobre eutrofización aportarán información importante para evaluar la calidad del agua para uso del ser humano.

Por último, considero que sería necesario realizar estudios más intensivos y prolongados en el tiempo en estos cuerpos lénticos a fin de poder entender el funcionamiento de las distintas comunidades algales desde el punto de vista estructural y funcional y sus cambios a lo largo del tiempo, y de qué manera estos sistemas pueden ser influenciados por el cambio climático que afecta a otras regiones del planeta. También sería interesante utilizar las nuevas técnicas moleculares para resolver problemas sobre taxonomía y biogeografía de los taxones antárticos. Las algas de agua dulce que habitan la Antártida cumplen un papel fundamental en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas y necesitan una protección especial de la misma manera que se les otorga a las plantas y animales superiores que viven en este continente.



BIBLIOGRAFÍA

- Agawin, N.S.R., C.M. Duarte y S. Agustí, 2000. Nutrient and temperature control of the contribution of picoplankton to phytoplankton biomass and production. *Limnology and Oceanography* 43: 591-600.
- Aguirre, C.A., 1995. Distribution and abundance of birds at Potter Peninsula, 25 de Mayo (King George Island), South Shetland Islands, Antarctica. *Marine Ornithology* 23: 23-31.
- Allen, T.F.H. y J.F. Koonce, 1973. Multivariate approaches to algal stratagems and tactics in systems analysis of phytoplankton. *Ecology* 54: 1234-1246.
- American Public Health Association (APHA), 1975. Standard methods for the examination of water and wastewaters. APHA, Washington, DC, 1193 pp.
- Anagnostidis, K. y J. Komárek, 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3. Oscillatoriales. *Archiv für Hydrobiologie Suppl. 80 (Algological Studies 50-53)*: 327-472.
- Andreoli, C., 1993. Microalgal flora of the Antarctica. *Giornale Botanico Italiano* 127: 407-411.
- Arcos, F., 1990. Estudios preliminares en un cuerpo de agua dulce de Punta Fort Williams, Isla Greenwich. *Acta Antártica Ecuatoriana, PROANTEC* 2: 57-67.
- Bourelly, P., 1970. Les algues d'eau douce. III. Boubée, París, 512 pp.
- Bourelly, P., 1972. Les algues d'eau douce. I. Boubée, París, 569 pp.
- Bourelly, P., 1981. Les algues d'eau douce. II. Boubée, París, 517 pp.
- Broady, P.A., 1979. The terrestrial algae of Signy Island, South Orkney Island. *British Antarctic Survey Scientific Report* 98: 1-117.
- Broady, P.A., 1982. Taxonomy and ecology of algae in freshwater stream in Taylor Valley, Antarctica. *Archiv für Hydrobiologie Suppl. 63 (Algological Studies 32)*: 331-349.
- Broady, P.A., 1985. A preliminary report of phycological studies in Northern Victoria Land and Ross Island during 1984-85. Melbourne University Programme in Antarctic Studies. Report 66.
- Broady, P.A., 1986. Ecology and taxonomy of terrestrial algae of Vestfold Hills. En: Pickard, J. (ed.) *Antarctic Oasis*. Academic Press, Sidney, 165-202 pp.
- Broady, P.A., 1987. A floristic survey of algae at four locations in Northern Victoria Land. *New Zealand Antarctic Record* 7: 8-19.
- Broady, P.A., 1989a. The distribution of *Prasiola calophylla* (Carmich.) Menegh. (Chlorophyta) in Antarctic freshwater and terrestrial habitats. *Antarctic Science* 1: 109-118.

- Broady, P.A., 1989b. Broadscale patterns in the distribution of aquatic and terrestrial vegetation at three ice-free regions on Ross Island, Antarctica. *Antarctic Science* 1: 109-118.
- Broady, P.A., 1996. Diversity, distribution and dispersal of Antarctic terrestrial algae. *Biodiversity and Conservation* 5: 1307-1335.
- Broady, P.A. y R.A. Smith, 1994. A preliminary investigation of the diversity, survivality and dispersal of algae introduced into Antarctica by human activity. *Proceedings of the NIPR Symposium on Polar Biology* 7: 185-197.
- Brook, A.J. y D.B. Williamson, 1983. Desmids from some lakes on Signy Island, South Orkney Islands, Antarctica. *British Antarctic Survey* 61: 59-70.
- Butler, H.G., 1999. Seasonal dynamics of the planktonic microbial community in a maritime Antarctic lake undergoing eutrophication. *Journal of Plankton Research* 21: 2393-2419.
- Callieri, C. y J. Stockner, 2000. Picocyanobacteria success in oligotrophic lakes: fact or fiction?. *Journal of Limnology* 59: 72-76.
- Campos, H., J. Arenas y W. Steffen, 1978. Antecedentes y observaciones limnológicas en los principales lagos de la isla Rey Jorge, Shetland del Sur, Antarctica. *Publicación Instituto Antártico Chileno Serie Científica* 24: 11-19.
- Carignan, R. y D. Planas, 1994. Recognition of nutrient and light limitation in turbid mixed layers: Three approaches compared in Paraná floodplain (Argentina). *Limnology and Oceanography* 39: 580-596.
- Carlson, G.W.F., 1913. Süßwasseralgen aus der Antarktis, Südgeorgien und den Falkland Inseln. *Wiss. Ergebn. schwed. Südpolar-expedition*, 4: 1-94.
- Caron, D.A., F.R. Pick y D.R.S. Lean, 1985. Chroococcoid cyanobacteria in Lake Ontario: vertical and seasonal distribution during 1982. *Journal of Phycology* 21: 171-175.
- Chipev, N. y D. Temniskova-Topalova, 1999. Diversity, dynamics and distribution of diatom assemblages in land habitats on the Livingston Island (The Antarctic). *Bulgarian Antarctic Research, Life Sciences* 2: 32-42.
- Clarke, A., J.C. Ellis-Evans, M.W. Sanders y L.J. Holmes, 1989. Patterns of energy storage in the *Pseudoboeckella poppei* (Crustacea-Copepoda) from two contrasting lakes on Signy Island, Antarctica. *Hydrobiologia* 172: 183-191.
- Cloern, J.E., 1987. Turbidity as a control on phytoplankton biomass and productivity in estuaries. *Continental Shelf Research* 7: 1367-1381.

- Contreras, M., S. Cabrera, V. Montecino y G. Pizarro, 1991. Dinámica abiótica del lago Kitiesh. *Antártica Serie Científica INACH* 41: 9-32.
- Corte, A., 1962. Algas de agua dulce en lagos semicongelados de Bahía Esperanza, Península Antártica. *Contribución Revista Instituto Antártico Argentino* 69: 1-38.
- Daniel, W.W., 1978. *Applied non parametric statistics*. Houghton Mifflin Co., Boston, 508 pp.
- Davey, M.C., 1989. The effects of freezing and desiccation on photosynthesis and survival of terrestrial Antarctic algae and Cyanobacteria. *Polar Biology* 10: 29-36.
- Davey, M.C. y K.J. Clarke, 1992. Fine structure of a terrestrial cyanobacterial mat from Antarctica. *Journal of Phycology* 28: 199-202.
- Davey, M.C. y P. Rothery, 1993. Primary colonization by microalgae in relation to spatial variation in edaphic factors on Antarctic fellfield soils. *Journal of Ecology* 81: 335-343.
- De Wolf, H., 1982. Method of coding of ecological data from diatoms for computer utilization. *Meded. Rijks. Geol. Dienst* 36: 95-98.
- Díaz, M., 1994. Fitoplancton de lagos andino-patagónicos, su relación con factores abióticos. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires, 178 pp.
- Drago, E.C., 1983. Estudios limnológicos en la Península Potter, Isla 25 de Mayo (Shetland del Sur): Morfología de Ambientes lénticos. *Contribución Revista Instituto Antártico Argentino* 265: 1-20.
- Elber, F. y F. Schanz, 1989. The causes of change in the diversity and stability of phytoplankton communities in small lakes. *Freshwater Biology* 21: 237-251.
- Ellis-Evans, J.C., 1991. Numbers and activity of bacterio- and phytoplankton in contrasting maritime Antarctic lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 24: 1149-1154.
- Ellis-Evans, J.C., 1996. Microbial diversity and function in Antarctic freshwater ecosystems. *Biodiversity and Conservation* 5: 1395-1431.
- Ellis-Evans, J.C. y M.W. Sanders, 1988. Observations on microbial activity in a seasonally anoxic, nutrient-enriched Maritime Antarctic lake. *Polar Biology* 8: 311-318.
- Ellis-Evans, J.C. y D. Walton, 1990. The process of colonization in Antarctic terrestrial and freshwater ecosystems. *Proc. NIPR Symp. Polar Biology* 3: 151-163.

- Ellis-Evans, J.C., J. Laybourn-Parry, P.R. Bayliss y S.J. Perriss, 1998. Physical, chemical and microbial community characteristics of lakes of the Larsemann Hills, Continental Antarctica. *Archiv für Hydrobiologie* 141: 209-230.
- Ettl, H., 1978. Xanthophyceae. En: Ettl, H., J. Gerloff y H. Heynig (eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. 3. Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 530 pp.
- Ferrario, M.E. y G. Ferreyra, 1983. Casos teratológicos y de polimorfismo observados en diatomeas antárticas y otros ambientes continentales y marinos de Argentina. I. Contribución Revista Instituto Antártico Argentino 290: 1-8.
- Fourcade, N., 1960. Estudio geológico-petrográfico de Caleta Potter, Isla 25 de Mayo, Islas Shetland del Sur. Contribución Revista Instituto Antártico Argentino 8: 1-120.
- Frenguelli, J., 1943. Diatomeas de las Orcadas del Sur. Revista Instituto Museo Universidad Nacional La Plata, 5: 221-265.
- Frenguelli, J. y H. Orlando, 1958. Diatomeas y silicoflagelados del sector antártico sudamericano. 1958. Contribución Revista Instituto Antártico Argentino 5: 1-191.
- Fumanti, B., S. Alfinito y P. Cavacini, 1994. Floristic survey of the freshwater algae of Northern Victoria Land (Antarctica). Proceedings of the 2nd meeting on Antarctic Biology. Padova 26-28 February 1992. Edizioni Universitarie Patavine, Padova, 47-53 pp.
- Fumanti, B., S. Alfinito y P. Cavacini, 1995. Floristic studies on freshwater algae of Lake Gondwana, Northern Victoria Land (Antarctica). *Hydrobiologia* 316: 81-90.
- Fumanti, B., P. Cavacini y S. Alfinito, 1997. Benthic algal mats of some lakes of Inexpresible Island (northern Victoria Land, Antarctica). *Polar Biology* 17: 25-30.
- Geitler, L., 1932. Cyanophyceae. *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz*, 14. Akad. Verlagsges., Leipzig, 1196 pp.
- Godagnone, R.E., 1997. Península Potter (Isla 25 de Mayo) Antártida Argentina. Mapa detallado de suelos, escala 1:10000. Contribución Revista Instituto Antártico Argentino 448: 1-45.
- Goldman, C.R., 1970. Antarctic freshwater ecosystems. En: Holdgate, M.W. (ed.). *Antarctic ecology*. 2. Academic Press Inc., London, New York, 609-627 pp.

- Håkansson, H. y V. Jones, 1994. The compiled freshwater diatom taxa list for the Maritime Antarctic Region of the South Shetland and South Orkney Islands. En: Hamilton, P.B. (ed.). Proceedings of the Fourth Arctic and Antarctic Diatom Symposium (Workshop), Canadian Museum of Nature, Ottawa, Ontario. Sept. 18-21, 1993. Canadian Tech. Rep. Fish Aquatic Science 1957: 77-83.
- Hansson, L.-A. y H. Håkansson, 1992. Diatom community response along a productivity gradient of shallow Antarctic lakes. *Polar Biology* 12: 463-468.
- Hansson, L.-A., H.J.G. Dartnall, J.C. Ellis-Evans, H. MacAlister y L.J. Tranvik, 1996. Variation in physical, chemical and biological components in the subantarctic lakes of South Georgia. *Ecography* 19: 393-403.
- Harris, G.P., 1986. *Phytoplankton ecology. Structure, function and fluctuation.* Chapman y Hall, London, New York, 384 pp.
- Hawes, I., 1983. Nutrients and their effects on phytoplankton populations in lakes of Signy Island, Antarctica. *Polar Biology* 2: 115-126.
- Hawes, I., 1985. Factors controlling phytoplankton populations in Maritime Antarctic lakes. En: Siegfried, W.R., P.R. Condy y R.M. Laws (eds). *Antarctic nutrient cycles and food webs.* Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 245-252 pp.
- Hawes, I., 1988. The seasonal dynamics of *Spirogyra* in a shallow, maritime antarctic Lake. *Polar Biology* 8: 429-437.
- Hawes, I., 1989. Filamentous green algae in freshwater streams on Signy Island, Antarctica. *Hydrobiologia* 172:1-18.
- Hawes, I., 1990. Eutrophication and vegetation development in maritime Antarctic lakes. En: Kerry, K.R. y G. Hempel (eds). *Antarctic ecosystems. Ecological change and conservation.* Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 83-90 pp.
- Hawes, I. y A.M. Schwarz, 1999. Photosynthesis in an extrem shade environment: benthic microbial mats from Lake Hoare, a permanent ice-covered Antarctic Lake. *Journal of Phycology* 35: 448-459.
- Heywood, R.B., 1967. Antarctic ecosystems. The freshwater lakes of Signy Island and their fauna. *Philosophical transactions of the Royal Society of London, B*, 261: 347-362.
- Heywood, R.B., 1970. Ecology of the freshwater lakes of Signy Island, South Orkney Islands: III. Biology of the copepod *Pseudoboeckella silvestri* Daday (Calanoida, Centropagidae). *British Antarctic Survey Bulletin* 23: 1-17.

- Heywood, R.B., 1978. Maritime Antarctic lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 20: 1210-1215.
- Heywood, R.B., H.J.G. Dartnall y J. Priddle, 1980. Characteristics and classification of the lakes of Signy Island, South Orkney Islands, Antarctica. *Freshwater Biology* 10: 47-59.
- Hill, M.O., 1979. TWINSpan – A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of individuals and attributes. Cornell University Ithaca, New York, 90 pp.
- Hillebrand, H., C.-D. Dürselen, D. Kirschtel, U. Pollinger y T. Zohary, 1999. Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. *Phycologia* 35: 403-424.
- Hirano, M., 1965. Freshwater algae in the Antarctic Regions. En: Van Mieghem, J., P. Van Oye, y J. Schell (eds). *Biogeography and ecology in Antarctica. Monographiae Biologicae*, 15. W. Junk Publ., The Hauge: 127-193.
- Howard-Williams, C., C.L. Vincent, P.A. Broady y W.F. Vincent, 1986. Antarctic stream ecosystems: variability in environmental properties and algal community structure. *Int. Rev. gesamt. Hydrobiol.* 71: 511-544.
- Hüber-Pestalozzi, G., 1941. Chrysophyceen. En: Thienemann, A. (ed.). *Die Binnengewässer. Das Phytoplankton des Süßwassers*, 16 (2). Nägele y Obermiller, Stuttgart, 365 pp.
- Holdgate, M.W., 1964. Terrestrial ecology in the maritime Antarctic. En: Carrick, R., M. Holdgate y J. Prevost (eds.). *Biologie Antarctique*. Paris, Hermann, 173-179 pp.
- Izaguirre, I. y H. Pizarro, 1998. Epilithic algae from a glacial stream of Hope Bay (Antarctica). *Polar Biology* 19: 24-31.
- Izaguirre, I., G. Mataloni, A. Vinocur y G. Tell, 1993. Temporal and spatial variations of phytoplankton from Boeckella Lake (Hope Bay, Antarctic Peninsula). *Antarctic Science* 5: 137-141.
- Izaguirre, I., A. Vinocur y G. Mataloni, 1996. Summer changes in vertical distribution of chlorophyll-*a* in Boeckella Lake (Hope Bay, Antarctic Peninsula). *Nakyoku Shiryô (Antarctic Record)* 40: 43-52.
- Izaguirre, I., A. Vinocur, G. Mataloni y M. Pose, 1998. Phytoplankton communities in relation to trophic status in lakes from Hope Bay (Antarctic Peninsula). *Hydrobiologia* 369/370: 73-87.

- Johansen, J.R., 1999. Diatoms of aerial habitats. En: Stoermer, E.F. y J.P. Smol (eds.). The diatoms: applications for the environmental and earth sciences. Cambridge, New York. Cambridge University Press, 264-273 pp.
- Jones, V.J., 1996. The diversity, distribution and ecology of diatoms from Antarctic inland waters. *Biodiversity and Conservation* 5: 1433-1449.
- Jones, V.J., S. Juggins y J.C. Ellis-Evans, 1993. The relationship between water chemistry and surface sediment diatom assemblages in maritime Antarctic lakes. *Antarctic Science* 5: 339-348.
- Kawecka, B. y M. Olech, 1993. Diatom communities in the Vanishing and Ornithologist Creek, King George island, South Shetlands, Antarctica. *Hydrobiologia* 269/270: 327-333.
- Kawecka, B., M. Olech y M. Nowogrodzka-Zagórska, 1996. Morphological variability of diatom *Luticola muticopsis* (Van Heurck) D.G. Mann in the inland waters of King George Island, South Shetland Islands, Antarctic. *Polish Polar Research* 17: 143-150.
- Kawecka, B., M. Olech, M. Nowogrodzka-Zagórska y B. Wojtun, 1998. Diatom communities in small waterbodies at H. Arctowski Polish Antarctic Station (King George Island, South Shetland Islands, Antarctica). *Polar Biology* 19: 183-192.
- Kobayashi, T., 1965. Variations on some pennate diatoms from Antarctica, 2. Japanese Antarctic Research Expedition 1956-1962. *Scientific Reports Serie E* 24: 1-28.
- Komárek, J., 1999. Diversity of Cyanoprokaryotes (Cyanobacteria) of King George Island, maritime Antarctica, a survey. *Algological Studies* 94: 181-193.
- Komárek, J. y K. Anagnostidis, 1986. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 2. Chroococcales. *Archiv für Hydrobiologie Suppl.* 73, (*Algological Studies* 43): 157-226.
- Komárek, J. y K. Anagnostidis, 1999. Cyanoprokaryota. 1. Chroococcales. En: Fischer, G. (ed) *Pascher Süßwasserflora von Mitteleuropa* 19/1. Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm, 548 pp.
- Komárek, J. y B. Fott, 1983. Chlorophyceae, Chlorococcales. En: Elster H.-J. y W. Ohle (eds). *Die Binnengewässer. Das Phytoplankton des Süßwasser*, 16. Nägele y Obermiller, Stuttgart, 1044 pp.

- Komárek, O. y J. Komárek, 1999. Diversity of freshwater and terrestrial habitats and their oxyphototroph microflora in the Arctowski Station region, South Shetland Islands. *Polish Polar Research* 20: 259-282.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot, 1986. Bacillariophyceae. 1. Naviculaceae. En: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heying y D. Mollenhauer (eds). *Süsswasserflora von Mitteleuropa*. Fischer, Jena, 876 pp.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot, 1988. Bacillariophyceae. 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. En: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heying y D. Mollenhauer (eds). *Süsswasserflora von Mitteleuropa*. Fischer, Jena, 596 pp.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot, 1991. Bacillariophyceae. 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. En: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heying y D. Mollenhauer (eds). *Süsswasserflora von Mitteleuropa*. Fischer, Jena, 576 pp.
- Krasske, G., 1938. Beiträge zur kenntnis der Diatomeenflora von Island und Spitzbergen. *Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde* 33: 349-533.
- Laybourn-Parry, J. y H.J. Marchant, 1992. The microbial plankton of freshwater lakes in the Vestfold Hills, Antarctica. *Polar Biology* 12: 405-410.
- Laybourn-Parry, J., J.C. Ellis-Evans y H. Butler, 1996. Microbial dynamics during the summer ice-loss phase in maritime Antarctic lakes. *Journal of Plankton Research* 18: 495-511.
- Le Cohu, R. y R. Maillard, 1983. Les diatomées monoraphidées des îles Kerguelen. *Annls Limnologie* 19: 143-167.
- Le Cohu, R. y R. Maillard, 1986. Diatomées d'eau douce des îles Kerguelen (à l'exclusion des Monoraphidées). *Annls Limnologie* 22: 99-118.
- Light, J.J., J.C. Ellis-Evans y J. Priddle, 1981. Phytoplankton ecology in an Antarctic lake. *Freshwater Biology* 11: 11-26.
- Ling, H.U. y R.D. Seppelt, 1998. Non-marine algae and Cyanobacteria of the Windmill Islands region, Antarctica with descriptions of two new species. *Algological Studies* 89: 49-62.
- Lizotte, M.P., T.R. Sharp y J.C. Priscu, 1996. Phytoplankton dynamics in the stratified water column of Lake Bonney, Antarctica. I. Biomass and productivity during the winter-spring transition. *Polar Biology* 16: 155-162.

- Luscinska, M. y A. Kyc, 1993. Algae inhabiting creeks of the region of "H. Arctowski" Polish Antarctic Station, King George Island, South Shetlands. *Polish Polar Research* 14: 393-405.
- Mackereth, J.F.H., J. Hiron y J.F. Talling, 1978. Water Analysis: some revised methods for limnologists. Freshwater Biology Association, Scientific Publication N° 36, Ambleside, 117 pp.
- Margalef, R., 1983. *Limnología*. Omega (ed), Barcelona, 1010 pp.
- Marker, A.F.H., C.A. Crowther y R.J.M. Gunn, 1980. Methanol and acetone as solvents for estimating chlorophyll-a and phaeopigments by spectrophotometry. *Ergebnisse der Limnologie* 14: 52-69.
- Mataloni, G. y M. Pose, 2001. Non-marine algae from islands near Cierva Point, Antarctic Peninsula. *Cryptogamie, Algologie* 22: 41-64.
- Mataloni, G., G. Tesolín y G. Tell, 1998. Characterization of a small eutrophic Antarctic lake (Otero Lake, Cierva Point) on the basis of algal assemblages and water chemistry. *Polar Biology* 19: 107-114.
- Mataloni, G., G. Tell y D.D. Wynn-Williams, 2000a. Structure and diversity of soil algal communities from Cierva Point (Antarctic Peninsula). *Polar Biology* 23: 205-211.
- Mataloni, G., G. Tesolín, F. Sacullo y G. Tell, 2000b. Factors regulating summer phytoplankton in a highly eutrophic Antarctic lake. *Hydrobiologia* 432: 65-72.
- Montecino, V., G. Pizarro, S. Cabrera y M. Contreras, 1991. Spatial and temporal photosynthetic compartments during summer in Antarctic Lake Kitesh. *Polar Biology* 11: 371-377.
- Mrozinska, T., M. Olech y A. Massalski, 1998a. Algae of ponds and a stream on moraines of Ecology Glacier (King George Island, South Shetland Islands, Antarctica). *Nova Hedwigia* 67: 169-188.
- Mrozinska, T., M. Olech y A. Massalski, 1998b. Cysts of Chrysophyceae from King George Island (South Shetland Islands, Antarctica). *Polish Polar Research* 19: 205-210.
- Myrcha, A. y A. Tatur, 1988. Abandoned breeding places of penguins their role in functioning of land ecosystem in maritime Antarctic. Fifth Symposium on Polar Biology, 29 August-3 September, Hobart.
- Olech, M., T. Mrozinska y A. Massalski, 1998. Algae of South Shetland Islands (West Antarctica). *Wyprawy Geograficzne na Spitsbergen. IV Zjazd Geomorfologow Poskich UMCS*: 225-236.

- Oppenheim, D.R., 1990. A preliminary study of benthic diatoms in contrasting lake environments. En: Kerry, K.R. y G. Hempel (eds). Antarctic Ecosystems. Ecological Change and Conservation. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 91-99 pp.
- Oppenheim, D.R. y J.C. Ellis-Evans, 1989. Depth-related changes in benthic diatom assemblages of a maritime Antarctic lake. *Polar Biology* 9: 525-532.
- Oppenheim, D.R. y D.M. Patterson, 1990. The fine structure of an algal mat from a freshwater maritime Antarctic lake. *Canadian Journal of Botany* 68: 174-183.
- Paggi, J.C., 1983. Estudios limnológicos en Península Potter, isla 25 de Mayo (Shetland del Sur): Morfología y taxonomía de *Pseudoboeckella poppei* Mrazek 1901 (Crustacea-Copepoda). *Contribución Revista Instituto Antártico Argentino* 303: 1-34.
- Paggi, J.C., 1987. Limnological studies in Potter Peninsula, Isla 25 de Mayo, South Shetland Islands: biomass and spatial distribution of zooplankton. *Biomass Scientific Serie* 7: 175-191.
- Paggi, J.C., 1996. Feeding ecology *Branchinecta gaini* (Crustacea: Anostraca) in ponds of South Shetland Islands, Antarctica. *Polar Biology* 16: 13-18.
- Parker, B.C. y R.A. Wharton Jr., 1985. Physiological ecology of blue green algal mats (modern stromatolites) in Antarctic oasis lakes. *Archiv für Hydrobiologie Suppl.* 71: 331-348.
- Patrick, R. y C.W. Reimer, 1966. The diatoms of the United States (exclusive of Alaska and Hawaii). I. Monograph Academic Science Philadelphia, 13, 688 pp.
- Pezzani-Hernandez, S., 1975. Descripción de adultos y estados inmaduros en *Pseudoboeckella poppei* Mrazek 1901 (Copepoda-Calanoidea). Importancia de su morfología externa en la taxonomía y en sus hábitos alimentarios. *Publicación Instituto Antártico Chileno Serie Científica* 3: 28-44.
- Pfister, P., 1993. Seasonality of macroalgal distribution patterns within the reach of a gravel stream (Isar, Tyrol, Austria). *Archiv für Hydrobiologie* 129: 89-107.
- Pielou, E.C., 1977. *Mathematical Ecology*. Wiley e hijos (eds), New York, 385 pp.
- Pietr, J., A. Tatur y A. Myrcha, 1983. Mineralization of penguin excrements in the Admiralty Bay region (King George Island, South Shetlands, Antarctica). *Polish Polar Research* 4: 97-112.
- Pizarro, H. y A. Vinocur, 1998. Cuerpos de agua lóticos de Bahía Esperanza (Antártida). Comparación en base a parámetros físico-químicos y a la

- comunidad de algas epilíticas. Contribución Revista Instituto Antártico Argentino 465: 1-23.
- Pizarro, H., I. Izaguirre y G. Tell, 1996. Epilithic algae from a freshwater stream of Hope Bay, Antarctica. *Antarctic Science* 8: 161-167.
- Pose, M. e I. Izaguirre, 1998. Sucesión estival de las poblaciones fitoplanctónicas en el lago Boeckella (Bahía Esperanza, Península Antártica). Contribución Revista Instituto Antártico Argentino 449: 1-27.
- Prescott, G.W., 1979. A contribution to a bibliography of Antarctic and Subantarctic algae. En: J. Cramer (ed.). *Bibliotheca Phycologica*. Vaduz, 312 pp.
- Priddle, J. y R.B. Heywood, 1980. Evolution of Antarctic lake ecosystems. *Biological Journal Linnean Society* 14: 51-66.
- Priddle, J., I. Hawes y J.C. Ellis-Evans, 1986. Antarctic aquatic ecosystems as habitats for phytoplankton. *Biological Review* 61: 199-238.
- Reynolds, C.S., 1997. Vegetation processes in the pelagic: a model for ecosystem theory. Kinne, O. (ed), Ecology Institute, Germany, 371 pp.
- Riaux-Gobin, C. y P. Compere, 1996. Observations sur le polymorphisme de *Cocconeis californica* Grunow, aux îles Kerguelen. *Diatom Research* 11: 89-103.
- Røen, V.I., 1962. Studies on freshwater Entomostraca in Greenland, II. *Meddr. Groenland*, 170: 1-249.
- Round, F.E., 1964. The ecology of benthic algae. En: Jackson, P.F. (ed.). *Algae and man*. New York, Plenum, 138-184.
- Sandgren, C.D., 1988. Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press, New York, Melbourne, Sydney, 442 pp.
- Schmidt, R., R. Mäusbacher y J. Muller, 1990. Holocene diatom flora and stratigraphy from sediment cores of two Antarctic lakes (King George Island). *Journal of Paleolimnology* 3: 55-74.
- Shannon, C.E. y W. Weaver, 1949. The mathematical theory of communication. University Illinois Press, Urbana, 117 pp.
- Simmons Jr., G.M., J.R. Vestal y R.A. Wharton Jr., 1993. Environmental regulators of microbial activity in continental antarctic lakes. *Antarctic Research Series* 59: 165-195.
- Simonsen, R., 1979. The diatom system. Ideas on phylogeny. *Bacillaria* 2: 9-71.

- Starmach, K., 1985. Chrysophyceae und Haptophyceae. En: Fischer, G. (ed) Pascher Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart, New York, 515 pp.
- Stevenson, R.J., 1996. An introduction to algal ecology in freshwater benthic habitats. En: Stevenson, R.J.; M.L. Bothwell y R.L. Lowe (eds). Algal Ecology. Freshwater Benthic Ecosystems. Academic Press. San Diego, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo, Toronto, 753 pp.
- Stockner, J.G., 1988. Phototrophic picoplankton: an overview from marine and freshwater ecosystems. *Limnology and Oceanography* 33: 765-775.
- Tatur, A., 1989. Ornithogenic soils of the maritime Antarctic. *Polish Polar Research* 10: 481-532.
- Tell, G., A. Vinocur y I. Izaguirre, 1995. Cyanophyta of lakes and ponds of Hope Bay, Antarctic Peninsula. *Polar Biology* 15: 503-509.
- Temniskova-Topalova, D., N. Chipev y K. Manoilova, 1996. Preliminary report on diatoms from the Livingston Island, South Shetland Islands, Antarctic. *Bulgarian Antarctic Research*: 31-61.
- Ter Braak, C.J.F., 1988. CANOCO: a FORTRAN program for canonical community ordination by correspondence analysis, principle components analysis and redundancy analysis (version 2.1). Report LWA-88-02. Agricultural Mathematical Group, Wageningen, The Netherlands, 95 pp.
- Tesolín, G., G. Mataloni y G. Tell, 1997. Preliminary survey of the algal communities from lentic microlimnotopes of Cierva Point (Antarctic Peninsula). En: IV Jornadas sobre Investigaciones Antárticas, Tomo II resúmenes expandidos. Buenos Aires.
- Thérezien, Y. y A. Couté, 1977. Algues déau douce des Iles Kerguelen et Crozet (á l'exclusion des Diatomées). *Com. Nac. Franc. Recherche Antarctique* 43: 1-91.
- Torii, T., G.I. Matsumoto y S. Nakaya, 1988. The chemical characteristics of Antarctic lakes and ponds, with special emphasis on the distribution of nutrients. *Polarforschung* 58: 219-230.
- Unrein, F. 2000. Estructura y dinámica del fitoplancton estival de un lago antártico (Península Potter, Shetland del Sur). *Ecología Austral* 10: 169-179.
- Unrein, F. y A. Vinocur, 1999. Phytoplankton structure and dynamics from a turbid lake at Potter Peninsula (King George Island, South Shetlands, Antarctica). *Polar Biology* 22: 93-101.

- Utermöhl, H., 1958. Zur vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton Methodik. Mitt. Internat. Verein. Limnol. 9: 1-38.
- Van Dam, H., A. Mertens y J. Sinkeldam, 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from The Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 28: 117-133.
- Van Den Hoek, C., D.G. Mann y H.M. Jahns, 1995. *Algae. An introduction to phycology*. Cambridge University Press, 623 pp.
- Van de Vijver, B. y L. Beyens, 1996. Freshwater diatom communities of the Stromness Bay area, South Georgia. *Antarctic Science* 8: 359-368.
- Van de Vijver, B. y L. Beyens, 1997. Freshwater diatom from some islands in the maritime Antarctic region. *Antarctic Science* 9: 418-425.
- Van de Vijver, B. y L. Beyens, 1999. Biogeography and ecology of freshwater diatoms in Subantarctica: a review. *Journal of Biogeography* 26: 993-1000.
- Venrick, E.L., 1978. How many cells to count? En: Sournia, A. (ed). *Phytoplankton Manual*. UNESCO, Paris, 167-180 pp.
- Vincent, W.F., 1988. *Microbial ecosystems of Antarctica*. Cambridge University Press, United Kingdom.
- Vincent, W.F., 2000. Cyanobacterial dominance in the polar regions. En: Whitton, B. y M. Potts (eds). *The ecology of Cyanobacteria*. Kluwer Acad. Publ., Netherlands, 321-340 pp.
- Vincent, W.F. y C.L. Vincent, 1982. Response to nutrient enrichment by the plankton of Antarctic coastal lakes and the inshore Ross Sea. *Polar Biology* 1: 159-165.
- Vinocur, A. e I. Izaguirre, 1994. Freshwater algae (excluding Cyanobacteria) from nine lakes and pools of Hope Bay, Antarctic Peninsula. *Antarctic Science* 6: 483-489.
- Vinocur, A. y H. Pizarro, 1995. Periphyton flora of some lotic and lentic environments of Hope Bay (Antarctic Peninsula). *Polar Biology* 15: 401-414.
- Vinocur, A. y H. Pizarro, 2000. Microbial mats of twenty-six lakes from Potter Peninsula, King George Island, Antarctica. *Hydrobiologia* 437: 171-185.
- Vinocur, A. y F. Unrein, 2000. Typology of lakes from Potter Peninsula (King George Island, Antarctica) based on physical-chemical characteristics and phytoplankton communities. *Polar Biology* 23: 858-870.

- Vollenweider, R.A., 1969. A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments. Int. Biol. Program. Handbook 12. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 213 pp.
- Wasell, A. y H. Håkansson, 1992. Diatom stratigraphy in a lake on Horseshoe Island, Antarctica: a marine-brackish-fresh water transition with comments on the systematics and ecology of the most common diatoms. *Diatom Research* 7: 157-194.
- Wehr, J.D., 1990. Predominance of picoplankton and nanoplankton in eutrophic Calder Lake. *Hydrobiologia* 203: 35-44.
- Wehr, J.D., 1991. Nutrient and grazer-mediated effects on picoplankton and size structure in phytoplankton communities. *Int. Rev. gesamt. Hydrobiol.* 76: 643-656.
- Weller, D.L.M., 1977. Observations on diet and development of *Pseudoboeckella poppei* (Calanoida, Centropagidae) from an Antarctic lake. *British Antarctic Survey Bulletin* 45: 77-92.
- West, W. y G. S. West, 1911. Freshwater algae. En: Murray, J. (ed.) *British Antarctic Expedition, 1907-1909. Report of the Scientific Investigations. Biology. I.* London, William Heinemann, 263-298 pp.
- Wetzel, R.G., 1983. *Limnología*. Omega (ed.), Barcelona, 679 pp.
- Wharton Jr., R.A., B.C. Parker y G.M. Simmons Jr., 1983. Distribution, species composition and morphology of algal mats in Antarctic Dry Valley lakes. *Phycologia* 22: 355-365.
- Wynn-Williams, D.D., 1996. Antarctic microbial diversity: the basis of polar ecosystem processes. *Biodiversity and Conservation* 5: 1271-1293.