

Tesis de Licenciatura

Influencia del vertido de un basural sobre las diatomeas epipélicas móviles del arroyo Morales (Provincia de Buenos Aires)

Lattuca, María Eugenia

Tesis presentada para obtener el grado de Licenciado en
Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis de licenciatura de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the Six-Year Bachelor's Theses Collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

Lattuca, María Eugenia. (). Influencia del vertido de un basural sobre las diatomeas epipélicas móviles del arroyo Morales (Provincia de Buenos Aires). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

http://hdl.handle.net/20.500.12110/seminario_nBIO000667_Lattuca

Cita tipo Chicago:

Lattuca, María Eugenia. "Influencia del vertido de un basural sobre las diatomeas epipélicas móviles del arroyo Morales (Provincia de Buenos Aires)". Tesis de Licenciado. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires..

http://hdl.handle.net/20.500.12110/seminario_nBIO000667_Lattuca

EXACTAS
UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



UBA

Universidad de Buenos Aires



Universidad de Buenos Aires

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Departamento de Ciencias Biológicas

Laboratorio de Ficología

Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas

Influencia del vertido de un basural sobre las diatomeas epipélicas móviles del arroyo Morales (Provincia de Buenos Aires)

Autora: María Eugenia Lattuca

Directora: Nora Irene Maidana

Noviembre de 1998

Nº 066 7

A mi familia.

A mis amigas y amigos.

ÍNDICE

Resumen	1
Introducción	2
Generalidades	4
Objetivos e hipótesis	7
Área de estudio	8
Materiales y métodos	10
Tareas de campo	10
Tareas de laboratorio	10
Resultados	13
Taxonomía	14
Discusión	36
Conclusiones	38
Bibliografía	39
Agradecimientos	44
Figuras	
Tablas	
Láminas	

RESUMEN

El uso de las diatomeas bentónicas como indicadoras de la calidad del agua es aplicado en casi todo el mundo (Whitton *et al.*, 1991) pero en las muestras de bentos también aparecen formas provenientes de otras comunidades. La fracción móvil del epipelon (organismos que se desplazan en los sedimentos) está compuesta fundamentalmente por diatomeas pennadas, cianobacterias, euglenofitos y otros flagelados. Puede ser separada 'in vivo' por un método relativamente sencillo y económico (Eaton & Moss, 1966) que asegura que los organismos así recuperados no provengan de otras comunidades.

El objetivo de este trabajo fue el estudio de la influencia del vertido de un basural en el arroyo Morales (Pcia. de Buenos Aires), comparando las asociaciones de diatomeas epipélicas móviles en muestras de sedimentos colecciónadas aguas arriba del vertido, en el lugar del vertido y aguas abajo. Para la obtención y tratamiento de las muestras se utilizó el método indicado en Eaton & Moss (1966) con algunas modificaciones.

Se identificaron 46 especies, la mayoría de las cuales son cosmopolitas o de amplia distribución. Se citan por primera vez para Buenos Aires: *Navicula cryptotenella*, *N. kotschy*, *N. schroeterii* y *Stauroneis wislowchii*.

De acuerdo con las clasificaciones de calidad de agua disponible, pudo agruparse a gran parte de las especies como 'más tolerantes', 'menos tolerantes' y 'sensibles' a la contaminación y se postula la posible inclusión de *Amphora montana*, *Diploneis puella*, *Navicula tenelloides*, *N. viridula* y *Nitzschia constricta* dentro del grupo de especies 'sensibles'.

Los resultados obtenidos de los análisis cualitativo, cuantitativo y semi-cuantitativo muestran el efecto perturbador de la descarga del basural sobre la flora diatomológica y su recuperación aguas abajo, y las ventajas de la aplicación de este método en futuros monitoreos de la calidad del agua.

INTRODUCCIÓN

La contaminación de un sistema acuático se refleja en las poblaciones a través de la modificación de la estructura de las comunidades; la aparición y proliferación de especies asociadas a determinados aportes y la desaparición más o menos rápida y gradual de la totalidad o parte de las poblaciones iniciales.

La polución de las aguas superficiales y subterráneas por efecto de la presencia de basurales en su cuenca, plantea graves problemas tanto por la insuficiencia de nuestros recursos de agua como por la degradación de la calidad de vida de los habitantes de las áreas afectadas.

En el caso particular de investigaciones relacionadas con la contaminación originada por disposición de residuos sólidos domiciliarios e industriales, existen antecedentes de estudios de la composición química de los lixiviados (Knox & Jones, 1979 y Mirecki & Parks, 1994) y para Argentina, De Rosa *et al.* (1995) y Lombardo (1995).

En principio, la calidad del agua debería poder ser evaluada -y posteriormente monitoreada- a partir de una medida derivada del agua misma. Los análisis químicos son intermitentes y pueden pasar por alto posibles fluctuaciones. Por esto Cox (1991) señala dos argumentos importantes a favor del monitoreo biológico. Estos son, primero, que como los organismos tienen una respuesta integrada al medio, quedan registradas las fluctuaciones en la calidad del agua (que pueden ser omitidas en los análisis intermitentes) y segundo, que si se desea mantener comunidades biológicas saludables y diversas, es más apropiado monitorear la comunidad acuática en lugar de las variables fisico-químicas solamente.

Desde el punto de vista de las algas, la evaluación de la calidad del agua misma involucraría al fitoplancton. Las algas que normalmente viven en el plancton están mezcladas con otras, vivas o muertas, provenientes de otros hábitats (Round, 1991). Esto conduce a que un método de monitoreo más apropiado sea el estudio del bentos y, en particular, utilizando las diatomeas.

Las ventajas del uso de las diatomeas bentónicas como indicadores reside en que:

- a.- admiten métodos de muestreo relativamente sencillos y rápidos
- b.- abarcan un número bastante elevado de especies
- c.- disponen de gran capacidad de colonización de diferentes medios, aún los francamente degradados y responden progresivamente a los cambios del ambiente

- d.- a diferencia de lo que ocurre con otros grupos algales (como por ejemplo las cloroficeas) sus paredes silíceas raramente son dañadas seriamente al removerlas del sustrato natural
- e.- como grupo, son de distribución casi ubiquitaria, permitiendo comparaciones con un amplio rango de hábitats
- f.- como su identificación se basa fundamentalmente en caracteres morfológicos y pueden ser conservadas en preparaciones permanentes, se elimina la necesidad de la observación "in situ" o la fijación inmediata a su recolección
- g.- existen amplias referencias sobre su uso como indicadores de calidad de agua, su autoecología y su sensibilidad o tolerancia a la polución (Lange-Bertalot, 1979; Kobayasi & Mayama, 1982; Jan Stevenson, 1984; Fabri, 1987; Sabater *et al.*, 1987; Sabater & Sabater, 1988; Sabater *et al.*, 1988; Nather Khan, 1991; Prygiel & Coste, 1993; 1995; 1996 y Rolland *et al.*, 1997).

Para el presente estudio se eligió la comunidad epipélica ya que ésta puede ser considerada como una memoria de stress y sus alteraciones representan una advertencia de severo peligro para la calidad biológica del agua (Cazaubon, 1991).

Si bien hay estudios publicados sobre la relación entre el fitoplancton y la polución en ríos de Argentina (Del Giorgio *et al.*, 1990; Loez & Salibián, 1990 y Conforti *et al.*, 1995) y sobre el efecto de los lixiviados sobre un alga planctónica (De Rosa, 1994), son escasísimos los trabajos realizados sobre la comunidad epipélica (Claps, 1996 y Gómez, 1998) y sólo el segundo de ellos se refiere a su uso en la valoración de la calidad de aguas.

Round (1953) describió un método sencillo para aislar la fracción móvil del epipelon. Este método fue posteriormente modificado por Eaton & Moss (1966), facilitando la obtención de muestras representativas y cuantificables.

Este trabajo es entonces, el primer aporte que se realiza en Argentina sobre el uso de la fracción móvil del epipelon para evaluar la calidad de cuerpos de agua.

GENERALIDADES

Las diatomeas son organismos eucariotas unicelulares. Son pigmentadas y fotosintéticas aunque algunas especies pueden vivir en la oscuridad con el suplemento de materia orgánica.

- Organización celular

En general, la organización celular es similar a la de cualquier célula eucariota típica. Toda modificación en la distribución de las organelas surge del encierro dentro de una pared celular rígida, muy especializada y casi siempre altamente impregnada con sílice (Round *et al.*, 1990).

El color marrón característico de los plastos se debe principalmente a los pigmentos carotenoides (β -caroteno, diatoxantina, diadinoxantina y fucoxantina) que enmascaran a las clorofillas (a, c2 y c1 o c3).

Los productos de reserva comúnmente presentes son la crisolaminarina (un β 1-3 glucano), junto con otros carbohidratos, lípidos y volutina o polifosfato. Los más estudiados son los lípidos, predominando los polares, tanto fosfolípidos como glicolípidos.

- Cubierta celular

En las diatomeas la cubierta celular está compuesta de dos grandes unidades denominadas valvas, junto con varias estructuras de unión llamadas elementos cíngulares o cópulas. El conjunto de estos elementos recibe el nombre de frústulo. Por encima se encuentran la cubierta orgánica que consiste en finas capas de materia orgánica de distintos orígenes y por debajo, en algunas, la capa diatotépica constituida principalmente por polisacáridos acídicos (von Stosh, 1977). Es posible que la función de la cubierta orgánica sea la de proteger a la parte silícea de la disolución complejando iones como hierro y aluminio, minimizando así la pérdida de sílice. La capa diatotépica no cumpliría la misma función, es posible que ayude al plasmalema a contener el protoplasto; como forma una matriz en la cual están embebidos parcialmente los elementos silíceos mantiene así la integridad del frústulo y también reduciría el tamaño efectivo de los poros de las areolas y otras perforaciones del frústulo modificando la permeabilidad de la pared celular (Krammer, 1982).

- Ciclos de vida

Durante su ciclo de vida las diatomeas pueden aumentar su tamaño, duplicar su

contenido citoplasmático y producir un complemento completo de manera que cada célula hija hereda una teca de la célula parental (la epiteca) y produce una nueva (la hipoteca). Esto sólo puede ocurrir separando la epiteca de la hipoteca. Como las valvas hijas se forman dentro del frústulo parental, las diatomeas tienen la peculiaridad de disminuir el tamaño promedio de una división celular a la otra dentro de una misma población. La sexualidad cuando ocurre, está ligada a la restauración del tamaño máximo, el que se alcanza por el crecimiento de una célula cigótica especializada, la auxospora. Los mecanismos de reproducción sexual característicos son la oogamia (en cétricas), la isogamia y la anisogamia fisiológica (en pennadas) (Drebes, 1977).

- Formas de vida

Las diatomeas son básicamente unicelulares. Sin embargo, algunas especies forman agregados en los cuales las células se mantienen unidas comúnmente por espinas interconectantes silíceas, cojines, pies mucilaginosos o hebras de polisacáridos (Round *et al.*, 1990).

- Ecología

Las diatomeas están presentes en todos los tipos de agua excepto las más calientes (con temperaturas superiores a 45°C) y las hipersalinas (con salinidad superior a 130 ‰). Los rasgos más generales de la ecología de las diatomeas planctónicas parecen estar determinados por la disponibilidad de silicatos y su tendencia a caer como resultado de la alta densidad de sus paredes silíceas. La combinación de vientos, corrientes y convección puede hacer que las diatomeas planctónicas se mantengan más tiempo en suspensión (Round *et al.*, 1990).

El bentos es más variado que el plancton en cuanto al número de especies y a las formas de vida presentes (Round *et al.*, 1990).

Dentro del bentos hay que distinguir entre:

- 1- diatomeas que viven adheridas al sustrato. En función del sustrato estas comunidades pueden clasificarse en: epipsámmica, epilítica, epifítica y epizoica (Round, 1990). Además, entre estas especies se pueden distinguir células adnadas (estrechamente apretadas contra el sustrato) y células unidas por pedúnculos o en cojines.
- 2- diatomeas libres en o dentro de los sedimentos. Estas diatomeas (epipélicas y endopélicas, respectivamente) viven en un universo prácticamente de dos dimensiones; por debajo están los sedimentos que pueden tener altas o bajas concentraciones de nutrientes y

también puede haber apreciables cantidades de sustancias tóxicas y, a menos que el sustrato sea translúcido y poca la profundidad, la luz no penetra mucho. Por sobre estas comunidades, la cantidad de agua puede ser variable. En cualquier caso, las diatomeas están sometidas al pastoreo o a la posibilidad de quedar enterradas por la deposición de sedimentos removidos o frescos. No es sorprendente por lo tanto, que el epipelon esté compuesto por especies móviles capaces de migrar dentro de los sedimentos en relación con los ciclos ambientales (Round, 1979).

OBJETIVOS

- Estudiar la taxocenosis de diatomeas epipélicas móviles, en el arroyo Morales (Partido de Marcos Paz, Provincia de Buenos Aires).
- Analizar las fluctuaciones espaciales de las asociaciones dominantes.
- Identificar especies sensibles y tolerantes a la contaminación.
- Testear la eficiencia del método indicado en Eaton & Moss (1966) en la recuperación de la fracción móvil del epipelon para su posterior uso en la estimación de la calidad del agua.

HIPÓTESIS

La biodiversidad de diatomeas epipélicas móviles se ve afectada por la descarga de efluentes contaminantes procedentes del basural que atraviesa el arroyo Morales.

ÁREA DE ESTUDIO

El arroyo Morales forma parte de la cuenca hídrica Matanza-Riachuelo ubicada en el NE de la Provincia de Buenos Aires ($35^{\circ}06'S$ - $58^{\circ}49'W$ y $34^{\circ}38'S$ - $58^{\circ}21'W$) (Figura 1). El arroyo tiene una longitud de 27 km y en su recorrido atraviesa los Partidos de General Las Heras y Marcos Paz, ocupando un área de $289,63 \text{ km}^2$ (Barbero, 1989).

Sus principales afluentes son, por la margen izquierda, los arroyos Las Pajas, El Pantanoso y Barreiro y por la margen derecha, el arroyo El Piojo.

El caudal medio anual es de $1,47 \text{ m}^3/\text{s}$ (Barbero, 1989). El ciclo hídrico del arroyo depende de las precipitaciones las cuales son máximas durante los meses de marzo-abril-mayo y agosto-septiembre-octubre. La precipitación media anual en la cuenca es aproximadamente 800-1000 mm y la temperatura anual media es de 17°C (Gómez, 1998).

La cuenca Matanza-Riachuelo abarca una de las zonas más pobladas e industrializadas de la Argentina por lo que a lo largo de su curso recibe un variado espectro de contaminantes. En particular el arroyo Morales, típico arroyo de llanura, recibe el aporte de desechos provenientes de la actividad agropecuaria y de los basurales a cielo abierto.

Las obtención de las muestras para el presente trabajo se realizó en el mencionado arroyo, en la zona de influencia del vertido de uno de los más extensos basurales existentes en el Partido de Marcos Paz (Pcia. de Buenos Aires) (Figura 2).

Características químicas del arroyo en la zona de muestreo

Los datos químicos del sitio del vertido del basural fueron cedidos por el Lic. Cristian Salinas (CEAMSE).

En los sedimentos: Humedad relativa 54%; D.Q.O. 23885 mg/kg; N total 3996 mg/kg; P total 1181 mg/kg; cadmio 2,18 mg/kg; cromo 8,38 mg/kg; hierro 2772 mg/kg; manganeso 63,96 mg/kg; níquel 2,13 mg/kg; plomo 15,22 mg/kg y zinc 51,42 mg/kg (los resultados se expresan sobre muestra seca).

En la columna de agua: oxígeno disuelto 86 mg/l; D.Q.O. 86 mg/l; Nitratos 0,8 mg/l; nitritos 0,028 mg/l; amonio 19,5 mg/l; fosfatos 10 mg/l; sulfuros 0,019 mg/l; cadmio 0,0011 mg/l; cromo 0,0035 mg/l; hierro 0,041 mg/l; manganeso 0,001 mg/l; níquel 0,0013

mg/l; plomo 0,0161 mg/l y zinc 0,024 mg/l.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tareas de campo

El muestreo se realizó el 3 de junio de 1996 en el arroyo Morales, (Loc. de Marcos Paz - Pcia. de Bs. As.). Se eligieron sobre el arroyo tres sitios de muestreo:

- Sitio AA: ubicado 400 m aguas arriba del vertido (Figura 3).
- Sitio V: en el punto de vertido (Figura 4).
- Sitio AB: ubicado 700 m aguas abajo del vertido (Figura 5).

En cada uno de los sitios se tomaron tres muestras de sedimentos superficiales (1, 2 y 3) de aproximadamente 200 cc, separadas 1 m una de otra, por arrastre con tubos de plástico de 10 cm de alto y 5 cm de diámetro. Los sedimentos fueron transportados al laboratorio, en frío y oscuridad, en los mismos frascos empleados en su obtención.

Tareas de laboratorio

Las 9 muestras coleccionadas se dejaron decantar durante 2 hs para luego eliminar el líquido sobrenadante pipeteando cuidadosamente. Luego de su homogeneización los sedimentos fueron vertidos en cajas de Petri, sobre papel de filtro, hasta una altura de 5 mm.

Para aislar las diatomeas epipélicas se utilizó el método indicado en Eaton & Moss (1966) con algunas modificaciones.

Se colocaron 4 trozos dobles de papel Whatman 105 de 20 x 20 mm sobre cada una de las muestras húmedas. Las cajas así acondicionadas se dejaron en oscuridad toda la noche. Al amanecer del día siguiente fueron expuestas a la luz y 2 hs después se extrajeron cuidadosamente los papeles con pinzas.

Dos de los trozos dobles de papel fueron desmenuzados, por separado, con agujas en un vidrio de reloj con 1,5 ml de formol al 4%. Una vez eliminado el exceso de papel se confeccionaron los preparados para estimar al M.O. la proporción de los grandes grupos algales removidos de las muestras y la proporción de células vivas y muertas a fin de corregir los valores de densidad celular.

Para la confección de preparados permanentes para M.O. no se siguió a Eaton & Moss (*op. cit.*) sino que, de acuerdo a lo sugerido por Ben Goldsmith (*in litt.*), otros dos

trozos de papel fueron calcinados en mufla a 550 °C durante 3hs. Las cenizas fueron resuspendidas en 5 ml de agua destilada y luego sonicadas durante 2,5 min. Se colocaron 0,2 ml de la muestra sobre un cubreobjetos y se los dejó secar a temperatura ambiente. Luego se montó con *Styrax*®. Las observaciones al M.O. se realizaron con un microscopio binocular Zeiss Standard 14 con tubo de dibujo. Las fotografías se tomaron en un microscopio Axioplan Zeiss con equipo de contraste de fase interferencial y cámara fotográfica automática incorporados.

Para la identificación taxonómica se utilizaron las floras standard de Krammer & Lange-Bertalot (1986-1991) y trabajos de autores varios que se mencionan en cada caso. En el texto se describen los taxa identificados indicando dimensiones, datos sobre autoecología, distribución geográfica, bibliografía consultada y observaciones en cuanto a temas morfológicos, taxonómicos o biogeográficos. El sistema de clasificación adoptado es el de Simonsen (1979).

La terminología utilizada en las descripciones fue tomada de Anonymous (1975) y Ross *et al.* (1979).

La sinonimia a nivel específico fue tomada, en general, de VanLandingham (1967-1979) y para la distribución en la Argentina se consultaron los catálogos de Luchini & Verona (1972) y Tell (1985) y los datos disponibles sobre características ecológicas de Luchini & Verona (*op. cit.*), de De Wolf (1982) y de Van Dam *et al.* (1994).

En el texto se indica con un ♦ las nuevas citas para la Prov. de Buenos Aires.

El análisis cuantitativo se basó en la determinación de las abundancias absolutas a través del método de la alícuota (Battarbee, 1986). Estos valores fueron corregidos en función de la proporción de las células vivas y muertas en cada muestra. Las frecuencias relativas, expresadas en porcentaje, se calcularon a partir del conteo de por lo menos 300 valvas por preparado (Tabla 1).

Para el cálculo del índice de diversidad de Shannon & Weaver se utilizó el paquete estadístico MVSP. Para el análisis de agrupamiento se utilizó el mismo paquete estadístico. (coeficiente: Squared Euclidian Distance; método para la unión del dendrograma: mínima varianza).

Para el análisis de la calidad del agua se utilizaron las clasificaciones de Lange-Bertalot (1979) y Van Dam *et al.* (1994). Lange-Bertalot (*op. cit.*) clasifica a las especies en más tolerantes a la polución (categoría 1), menos tolerantes (categoría 2) y sensibles

(categoría 3). Van Dam *et al.* (*op. cit.*) presentan una clasificación de las diatomeas basada en el sistema de saprobios desarrollado a principios de este siglo por Kolwitz y Marsson y posteriormente modificado por otros autores (Sládeček, 1973). En este trabajo se agruparon las especies según ambas clasificaciones (Tablas 2 y 3) y se determinó la clase de calidad del agua en función de la siguiente tabla, modificada a partir de Van Dam *et al.* (*op. cit.*) y Kobayasi & Mayama (1982):

Grado de saprobiedad	Déficit de sat. de O ₂ (%)	BOD ₅ (mg O ₂ /l)	Clase de calidad del agua	
			Lange-Bertalot (1979)	Van Dam <i>et al.</i> (1994)
oligosaprobio	< 25	< 2	no considerado	I, I-II
β-mesosaprobio	< 30	< 4	II- moderadamente poluído grupo 3: ≥ 50% (grupos 2+1 <50%)	II
β/α-mesosaprobio	< 50	< 7	II/III- críticamente poluído grupo 3: 10-50% (grupo 2+1: 50-90%)	no considerado
α-mesosaprobio	< 75	< 13	III- fuertemente poluído grupo 3: <10% grupo 2: ≥ 50% (grupo 1: <50)	III
α-meso/polisaprobio	< 90	< 22	III/IV- muy fuertemente poluído grupo 3: <10% grupo 2: 10-50% (grupo 1: 40-90%)	III-IV
polisaprobio	> 90	> 22	IV- excesivamente poluído grupo 3: <10% grupo 2: <10% (grupo 1: ≥80%)	IV

Tabla i: Clases de calidad de agua

RESULTADOS

Los grandes grupos algales recuperados de las muestras por el método indicado en Eaton & Moss (1966) fueron: Bacillariophyceae, Cyanophyta y Euglenophyta. En la figura 6 se observa su variación espacial.

Con respecto a las diatomeas, se identificaron 46 especies pertenecientes a 16 géneros, todos del orden Pennales (Tabla 1). Del total de las especies y variedades identificadas, 15 son comunes a todos los sitios de muestreo.

Los géneros mejor representados en cuanto a frecuencias relativas (>5%) fueron *Navicula* Bory, *Nitzschia* (Hassall) Grunow y *Rhoicosphenia* Grunow. El mayor número de especies correspondió a los géneros *Navicula* (15 species) y *Nitzschia* (11 especies).

En el sitio aguas arriba del vertido (AA) se identificaron 43 taxones infragenéricos, de los cuales 16 fueron exclusivos de este sitio. La asociación dominante estuvo compuesta fundamentalmente por *Navicula capitata* Ehrenberg (14,2%), *Rhoicosphenia abbreviata* (Agardh) Lange-Bertalot (12,1%), *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg (9,4%) y *Nitzschia hungarica* Grunow (7,7%).

En el sitio del vertido (V) se identificaron 20 taxones infragenéricos de los cuales uno solamente es exclusivo de este sitio. La asociación dominante estuvo compuesta por *Nitzschia umbonata* (Ehrenberg) Lange-Bertalot (75,1%) y *N. palea* (Kützing) W. Smith (12,3%).

En el sitio ubicado aguas abajo del vertido (AB) se identificaron 27 taxones infragenéricos de los cuales 2 resultaron ser exclusivos de este sitio. La asociación dominante estuvo compuesta por *Navicula gregaria* Donkin (33,6%), *Nitzschia umbonata* (22%) y *N. palea* (21,7%).

El sitio AA fue el que presentó mayor proporción de células muertas (35,5%) y en el sitio V se observaron abundantes formas teratológicas de las especies más abundantes y de *Navicula accomoda* Hustedt.

El dendrograma producido por el análisis de agrupamiento (Figura 7) separa claramente 3 grupos formados por las 3 muestras tomadas en cada uno de los sitios de muestreo. Asimismo se observa una mayor similitud (3.274,564) entre los sitios aguas arriba y aguas abajo del vertido.

En la figura 8 se observa que el índice de Shannon & Weaver (usado como medida

de la diversidad específica) presenta el mínimo valor en el sitio V.

En cuanto a las abundancias absolutas (Figura 8), en promedio el sitio AA mostró las menores densidades (8.610 células/ cm^2), se observó un marcado incremento en el sitio V (120.484 células/ cm^2) y una ligera disminución en el sitio AB (88.626 células/ cm^2).

La variación espacial de las categorías en que se agruparon las especies siguiendo el criterio de Lange-Bertalot (1979) se muestra en la figura 9a. En el sitio AA predominan las especies menos tolerantes (52%) y las sensibles (31,42%), en el sitio V hay un claro predominio de las especies más tolerantes (94,8%) y en el sitio AB son más abundantes las especies más tolerantes (54,14%) pero también se encuentran con un porcentaje importante especies menos tolerantes (45,42%).

En función de la clasificación de calidad de aguas propuesta por Van Dam *et al.* (1994) (Figura 9b) se observa que aguas arriba del vertido las especies β -mesosaprobiadas son las más abundantes (37,5%) y en menor medida las especies α -mesosaprobiadas (24,6%); en el vertido hay un claro predominio de especies polisaprobiadas (91,7%) mientras que aguas abajo se encuentran valores similares de especies α -mesosaprobiadas (43,6%) y polisaprobiadas (48,7%).

Taxonomía

Bacillariophyceae

Pennales

Achnantaceae Kützing 1844

Células heterovalvares, con rafe en una de las valvas, denominada valva con rafe (VCR), y sólo con área axial más o menos desarrollada en la otra valva sin rafe (VSR). Sin procesos labiados.

Cocconeis Ehrenberg 1837

Células solitarias, libres o adheridas al sustrato por su valva con rafe. Un plasto laminar en forma de C.

Frústulos no curvados. Valvas elípticas con los extremos no diferenciables del

cuerpo principal. VCR: desde moderada a fuertemente convexa. VSR: desde plana hasta moderadamente convexa. Ambas valvas presentan a menudo un patrón diferente de areolación; en algunas especies la VCR tiene una o más bandas hialinas marginales o submarginales interrumpiendo las estrías. Estrías paralelas o radiales en el centro y, debido a la convexidad de la valva, aparentemente recurvadas hacia los extremos. El cíngulo consiste en unas pocas bandas no porosas, de las cuales al menos la valvocópula es siempre cerrada y suele tener proyecciones simples o complejas que encajan exactamente entre las costillas y las areolas de la valva.

Género de agua dulce hasta marino; epífitas, epilíticas, etc.

Cocconeis placentula var. *euglypta* (Ehrenberg 1854) Grunow 1884 (Lám. 1; fig. 1)
Krammer & Lange-Bertalot (1991): 87, fig. 53: 1-19

Valvas elípticas. El área axial de la VCR es muy angosta; el área central, pequeña, más o menos longitudinalmente ovalada; estrías casi paralelas, finamente areoladas, interrumpidas cerca del margen por un área hialina, quedando aislada una zona estriada marginal. En la VSR el esternón es muy angosto, lineal; no se distingue un área central; estrías con areolas cortas transversalmente elongadas dispuestas formando líneas longitudinales irregulares.

Eje apical: 21-27 μm ; **eje transapical:** 12-16 μm ; **estrías en VSR:** 14-16 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Antártida, Buenos Aires, Chubut, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Islas Malvinas, Jujuy, La Pampa, Misiones, Neuquén, Río Negro, San Juan, San Luis, Santa Cruz, Santa Fe, Tierra del Fuego.

Características ecológicas: Epífita. Principalmente en cuerpos de agua, algunas veces en lugares húmedos. Aguas dulces y aguas estancadas. Oligohalobia. Generalmente en aguas neutras o alcalinas. Eutrófica, β -mesosaprobia, con requerimientos moderados de O_2 y de temperaturas templadas.

Naviculaceae Kützing 1844

Células isovalvares, con rafe en ambas valva.

Anomoeoneis Pfitzer 1871

Células solitarias. Un único plasto altamente lobulado. Valvas lanceoladas, usualmente con extremos rostrados o capitados. Estrías uniseriadas, formadas por pequeños poroides ovalados, ocluidos por himenes. Estrías interrumpidas por un área sólida cerca de

la unión del manto y la cara valvar, que luego continúan en el manto como hileras de poroides. Los poroides pueden alinearse regularmente a cada lado del esternón rafidiano pero en algunas partes se espacian y disponen irregularmente. Rafe mediano con las fisuras terminales en forma de gancho y las centrales curvadas hacia el lado secundario de la valva. Cíngulo formado por bandas abiertas, porosas.

Anomoeoneis sphaerophora (Ehrenberg) Pfitzer 1871 (Lám. 1; fig. 2)
Krammer & Lange-Bertalot (1986): 252, fig. 92: 1-2

Valvas elíptico-lanceoladas con extremos capitados y márgenes convexos. Superficie valvar con un área clara en forma de H, libre de estriás. Área axial lineal, bordeada por una hilera simple de poros. Área central irregularmente redondeada y, en general, desarrollada unilateralmente hasta el margen. Estriás levemente radiales en toda la valva excepto en los extremos donde pueden ser paralelas. Las areolas que componen las estriás se hacen cada vez más distantes hacia el centro de la valva formando líneas longitudinales irregulares.

Eje apical: 49-52 μm ; **eje transapical:** 17-19 μm ; **estriás:** 15-17 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Antártida, Buenos Aires, Chubut, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, Mendoza, Neuquén, San Juan, Santa Cruz, Tierra del Fuego.

Características ecológicas: Bentónica. Principalmente en cuerpos de agua, algunas veces en lugares húmedos. De aguas dulces, estancadas (pantanos y litorales lacustres) también en aguas levemente saladas y poluïdas. Alcalibionte, con requerimientos bajos de O_2 , α -mesosaprobía, eutrófica y de temperaturas templadas.

Amphora Ehrenberg ex Kützing 1844

Células solitarias, generalmente móviles aunque a veces sésiles. Plastos diversos, normalmente uno o dos, pueden ser más.

Frústulos generalmente elípticos o lineal-elípticos, con los extremos anchamente redondeados, truncados, subtruncados o rostrados. Valvas semilanceoladas o semielípticas, muy convexas, unidas entre sí de modo tal que ambos sistemas rafidianos (excéntricos) quedan del mismo lado (ventral) de la célula. Rafe recto, arqueado o sinuoso, generalmente filiforme, con los extremos distales rectos o curvados dorsal o ventralmente, y los proximales generalmente expandidos. Estriás uni- o biseriadas con areolas o lineolas ocluidas por himenes. Numerosas cópulas, mucho más anchas del lado dorsal que del ventral.

Género con alto número de especies, principalmente marino con pocos

representantes de agua dulce, epipélico, epífito y epilítico.

Amphora montana Krasske 1932 (Lám. 1; fig. 3)

Krammer & Lange-Bertalot (1986): 349, fig 151: 18-27

Valvas con margen dorsal convexo con un engrosamiento en la porción media; margen ventral recto a levemente convexo. Extremos capitados. Estriás indistinguibles con M.O.

Eje apical: 20-22 μm ; **eje transapical:** 4-5 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Corrientes.

Características ecológicas: Se encuentra en lugares húmedos o temporariamente secos. Alcalifila, de aguas dulce-salobres, con requerimiento de O_2 continuamente alto, β -mesosaprobia y eutrófica.

Amphora veneta Kützing var. *capitata* Haworth (Lám. 1; fig. 4)

Krammer & Lange-Bertalot (1986): 348, fig. 151: 7-8

Valvas angostas, semielípticas, con el margen ventral recto levemente giboso en el centro. Extremos estirados, capitados. Área axial angosta, lineal, ensanchada un poco en el centro. Rafe levemente curvado en el centro hacia el margen dorsal. Estrías dorsales algo radiales, notablemente areoladas, más densas en los polos.

Eje apical: 20-24 μm ; **eje transapical:** 4-5 μm ; **estriás dorsales en el centro:** 20-24 en 10 μm .

Distribución geográfica: Escocia, Irlanda y Sudáfrica. **En Argentina:** Buenos Aires, Corrientes, Jujuy, La Pampa, San Luis.

Características ecológicas: Bentónica. Se encuentra principalmente en cuerpos de agua y algunas veces en lugares húmedos. Alcalibionte, oligohalobia-halófila, con requerimientos moderados de O_2 , α -meso/polisaprobia, eutrófica y de temperaturas templadas.

Observaciones: Esta variedad se diferencia de la nominal por la forma más elongada de la valva y los extremos distintivamente capitados.

Caloneis Cl.

Células solitarias, muy raramente formando colonias acintadas. Dos plastos
Frústulos sin bandas intercalares ni septos. Valvas de contorno variable, aunque
generalmente lineal-lanceoladas o elípticas. Áreas axial y central de forma y ancho variables.
Rafe rectilíneo. Alvéolos angostos con forámenes internos ubicados a la misma distancia del
margen dando el aspecto, con M.O., de líneas longitudinales angostas.

Género de agua dulce, raramente marino, epipélico.

Observaciones: este género es difícil de distinguir de *Pinnularia* Ehrenberg. Round *et al.* (1990) no encuentran razones suficientes para separarlos y consideran que si *Pinnularia*

debiera ser separada, no sería a lo largo del límite tradicional entre estos dos géneros

Caloneis silicula (Ehrenberg) Cleve 1894 (Lám. 1; fig. 9)
Krammer & Lange-Bertalot (1986): 388, fig. 172: 11-13

Valvas lineal-lanceoladas con extremos cuneado-redondeados. Área axial angosta; área central formando una fascia transversal. Rafe filiforme recto. Estriás radiales en el centro a paralelas o radiales en los extremos.

Eje apical: 49 μm ; **eje transapical:** 8 μm ; **estriás:** 12 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Chubut, Jujuy, Malvinas, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz, Tierra del Fuego.

Características ecológicas: Aerófila. De aguas dulces y estancadas. Alcalífila, oligohalobia indiferente, oligosaprobia, con requerimientos de O_2 bastante altos, mesoeutrófica y de temperaturas templadas.

Cymbella Agardh 1830

Células solitarias, libres, fijas por un pie o agregadas en tubos mucilaginosos, segregados por los mismos organismos. Un plasto en forma de H.

Frústulos poco a fuertemente dorsiventrales. Valvas arqueadas, semilanceoladas o naviculoides. Manto más o menos igualmente alto en las formas naviculoides, progresivamente desiguales al aumentar la asimetría. Rafe filiforme, lateral o complejo. Fisuras externas del rafe sinuosas, terminando en el centro en poros expandidos o en gancho; fisuras distales, curvadas hacia uno de los márgenes. Estriás uniseriadas; areolas o poroides lineoladas, no ocluidas o con volae internas. En las especies pedunculadas, ambos ápices presentan una zona con poros no ocluidos, pequeños, a través de los cuales se secreta el mucílago que forma el pie. Algunas especies presentan uno o más estigmas en el área central en posición dorsal o ventral, con occlusiones internas.

Género de agua dulce, epipélico, epilítico, epifítico.

Observaciones: Krammer & Lange-Bertalot (1986) dividen al género en tres subgéneros: *Cymbella*, *Encyonema* Mann y *Cymbopleura* Krammer.

Round *et al.* (1990) en cambio, consideran que si el rafe se curva dorsalmente, los plastos son dorsales y el núcleo ventral, es *Cymbella*, pero si el rafe se curva ventralmente, los plastos son ventrales y el núcleo dorsal, se trata del género *Encyonema*.

Cymbella silesiaca Bleisch in Rabenhorst 1864 (Lám. 1; fig. 8)
 Krammer & Lange-Bertalot (1986): 304, fig. 117: 1-24

Valvas semilanceoladas con extremos cuneado-redondeados. área axial angosta; área central indistinguible. Rafe filiforme, recto. Estriás paralelas en el centro a radiales en los extremos. Con un estigma en el extremo de la estria central dorsal.

Eje apical: 24-37 μm ; **eje transapical:** 8-9 μm ; **estriás dorsales:** 10-12 en 10 μm (centro).

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Antártida, Buenos Aires, Chubut, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Islas Malvinas, Islas Orcadas del Sur, Jujuy, Misiones, Neuquén, Río Negro, Río Negro, San Juan, Santa Cruz, Santa Fe, Tierra del Fuego.

Características ecológicas: De aguas dulces. Epífito, epilítica, oligohalobia (indiferente), circumneutral, con requerimientos moderados de O_2 , α -mesosaprobía y oligo-eutrófica.

Diploneis Ehrenberg 1894

Células solitarias, naviculoides, con dos plastos. Frústulos sin bandas intercalares ni septos. Valvas elípticas, lineal-elípticas o panduriformes con polos redondeados. Rafe rectilíneo, filiforme. Fisuras terminales variablemente curvadas. Nódulo central expandido longitudinalmente y bifurcado formando una H cuyos brazos son paralelos al rafe. A cada lado del rafe hay un canal longitudinal continuo (conopeum), cerrado al interior pero abierto externamente por una o más hileras de poros. Estriás muy complejas, cambiando de estructura a través de la valva; con areolas loculadas. Las areolas se abren al exterior por aberturas grandes circulares o elongadas transversalmente y al interior por una membrana silícea finamente porosa.

Género predominantemente marino pero con algunas especies de agua dulce, epipélico.

Diploneis puella (Schumann) Cleve 1894 (Lám. 1; fig. 5)
 Krammer & Lange-Bertalot (1986): 289, fig. 109: 15, 16

Valvas elípticas con costillas longitudinales evidentes, angostas y rectas. Área central apenas distinguible. Canales longitudinales angostos casi rectos levemente curvados alrededor del área central. Estriás uniseriadas radiales.

Eje apical: 11-18 μm ; **eje transapical:** 7-9 μm ; **estriás:** 12-13 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Chubut, Córdoba, Entre Ríos, Formosa, Neuquén, San Juan, Santa Fe.

Características ecológicas: Epipélica. De aguas dulce-salobres, con requerimientos altos de O_2 , oligosaprobía y mesotrófica.

Gomphonema Ehrenberg 1832

Células solitarias o formando agregados arborescentes, adheridos al sustrato por pies mucilaginosos. Un plasto.

Frústulos asimétricos respecto al eje transapical, tanto en vista valvar como en vista cingular. Valvas simétricas respecto al eje apical. Rafe filiforme, central. Fisuras externas rectas o un poco sinuosas; las centrales expandidas y las terminales curvadas. Estrías uniseriadas (ocasionalmente biseriadas), con poroides más o menos individualizables con microscopio óptico, cada uno ocluido por una rota reniforme. Áreas de poros circulares no ocluidos en el polo basal, a través de los cuales se secreta el pie mucilaginoso. Muchas especies presentan uno o más estigmas en el área central, próximo o no a una o más estrías centrales.

Género muy común en comunidades haptobénticas de agua dulce.

Gomphonema clavatum Ehrenberg 1832 (Lám. 1; fig. 7)

Krammer & Lange-Bertalot (1986): 367, fig. 163: 1-12

Valvas notablemente claviformes. Ápice anchamente redondeado y base angosta. Área axial lineal, angosta; área central formada por el acortamiento de la estria mediana de un lado del nódulo central, en el extremo de la estria del lado opuesto se encuentra un estigma. Estrías paralelas en el centro a radiales en los extremos.

Eje apical: 30-32 μm ; **eje transapical:** 10-12 μm ; **estrías:** 10 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Corrientes, Jujuy, Río Negro, Tierra del Fuego.

Características ecológicas: De aguas dulces, circumneutrales, con requerimientos de O_2 continuamente altos, oligosaprobia y mesoeutrófica.

Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing 1849 (Lám. 1; fig. 6)

Krammer & Lange-Bertalot (1986): 358, fig. 154: 1-25

Valvas muy variables, desde anchamente lanceoladas con extremos capitados hasta angostamente lanceoladas con extremos subrostrados a rostrados. Área axial angosta; área central formada por el acortamiento de la estria mediana de un lado del nódulo central, en el extremo de la estria del lado opuesto se encuentra un estigma. Estrías del centro más distanciadas entre sí que el resto, haciéndose paralelas a levemente radiales hacia los extremos.

Eje apical: 20-36 μm ; **eje transapical:** 6-7 μm ; **estrías:** 10-12 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Chubut, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, La Pampa, Misiones, Neuquén, Orcadas del Sur,

Río Negro, San Luis, San Juan, Santa Cruz, Tierra del Fuego, Tucumán.

Características ecológicas: Ubiquitaria, oligohalobia indiferente, circumneutral, con requerimientos bajos de O₂, α-meso/polisaprobia, eutrófica, de temperaturas templadas y reófila.

Gyrosigma Hassall 1845

Células solitarias, ocasionalmente en tubos mucilaginosos. Dos grandes plastos laminares por célula, ubicados contra el cíngulo. Valvas sigmoideas a lineal-lanceoladas, ocasionalmente con extremos rostrados. Rafe sigmoideo en o cerca de la parte media de la valva. Fisuras terminales curvadas en el mismo sentido que el extremo de la valva. Fisuras centrales generalmente curvadas en sentidos opuestos y ocasionalmente en forma de T o curvadas en la misma dirección. Estrías formadas por areolas dispuestas regularmente formando dos series perpendiculares.

Gyrosigma spencerii (Quekett) Griffith & Henfrey 1856 (Lám. 2; fig. 10)

Krammer & Lange-Bertalot (1986): 298, fig. 115: 2

Valvas moderadamente sigmoideas con extremos redondeados. Áreas terminales levemente excéntricas; área axial angosta y área central pequeña, elíptica. Rafe filiforme con extremos proximales curvados en sentidos opuestos y los distales levemente excéntricos.

Eje apical: 78-85 μm ; **eje transapical:** 14-16 μm ; **estrías longitudinales:** 20-21 en 10 μm ; **estrías transversales:** 20-22 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Chubut, Córdoba, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, La Pampa, Misiones, Neuquén, Río Negro, San Juan, Santa Cruz, Santa Fe.

Características ecológicas: Bentónica, de aguas dulces. Eurihalina, alcalifila, mesohalobia y de temperaturas templadas.

Navicula Bory 1822

Células solitarias o agregadas, libres o fijas. Generalmente dos plastos. Vista cingular rectangular.

Valvas isopolares de forma variada. Rafe simple con nódulos centrales y terminales pequeños. Estrías transversales de longitud, estructura y disposición variables.

Observaciones: desde que fue creado en 1822 por Bory de St. Vincent, este género incluyó a todas aquellas diatomeas rafidianas simétricas sin características distintivas

particulares (Round *et al.*, 1990). Cuando se descubría alguna especie con algún rasgo peculiar, se creaba un género nuevo, como sucedió en el caso de *Neidium* Pfitzer, *Anomoeoneis* Pfitzer, etc.

De acuerdo con la enmienda de la diagnosis realizada por Cox (1979), *Navicula sensu stricto* debería ser usado sólo para el grupo natural descripto como la sección *Lineolatae* a la que pertenece la especie tipo *N. tripunctata* (Müller) Bory.

A partir de los trabajos de Cox (1987) y Mann & Stickle (1991) entre otros, que incluían observaciones no sólo de la morfología externa sino también características de los plastos y los mecanismos reproductivos, numerosas especies del género *Navicula sensu lato* fueron reubicadas en otros géneros, algunos nuevos (*Fallacia* Stickle & Mann, *Cavinula* Mann & Stickle) y otros resucitados (*Sellaphora* Mereshckowsky, *Placoneis* Mereshckowsky). Si bien ya se han realizado numerosas transferencias de especies, la tarea aún dista mucho de estar completa porque se necesitan tanto observaciones del material sin tratar como con MEB. Por lo tanto en este trabajo se sigue la nomenclatura tradicional.

Navicula accomoda Hustedt 1950 (Lám. 2; fig. 11)
Krammer & Lange-Bertalot (1986): 128, fig. 45: 13-20

Valvas lanceoladas a elíptico-lanceoladas con extremos rostrados. Área axial angosta; área central indistinguible. Rafe filiforme, rectilíneo, con las fisuras terminales distales indistinguibles. Estrías paralelas, más distanciadas entre sí en el centro que en el resto de la valva.

Eje apical: 15-20 μm ; **eje transapical:** 6-8 μm ; **estrías:** 17 en 10 μm (centro), 20 en 10 μm (ápicos).

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Chaco.

Características ecológicas: Aguas dulce-salobres, alcalifila, polisaprobia, con muy bajo requerimiento de O_2 e hipereutrófica. Frecuente en biotopos ricos en materia orgánica, escasas en aguas oligo a β -mesosaprobiadas.

Observaciones: En el sitio V se observaron numerosas valvas deformadas.

Navicula capitata Ehrenberg var. *hungarica* (Grunow) Ross 1947 (Lám. 2; fig. 12)
Krammer & Lange-Bertalot (1986): 123, fig. 42: 5-9

Valvas con márgenes suavemente convexos, con extremos anchos y redondeados. Área axial angosta lineal; área central poco diferenciada determinada por el acortamiento de la estría central. Rafe filiforme, recto. Estrías anchas, radiales en el centro haciéndose paralelas y luego convergentes en los extremos.

Eje apical: 12-20 μm ; **eje transapical:** 4-5 μm ; **estrías:** 8-10 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Antártida, Buenos Aires, Chaco, Chubut, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Río Negro, San Luis, San Juan, Santa

Cruz, Santa Fe.

Características ecológicas: Litoral. Oligohalobia (indiferente), alcalífila, con requerimientos de O₂ bastante altos, β-mesosaprobia y meso-eutrófica.

• *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot 1985 (Lám. 2; fig. 14)

Krammer & Lange-Bertalot (1986): 106, fig. 33: 9-11, 13-17

Valvas lanceoladas con extremos cuneado-redondeados. Área axial lineal, angosta; área central asimétrica. Rafe filiforme, recto. Estrías radiales en el centro, haciendo convergentes hacia los extremos.

Eje apical: 20-32,5 µm; **eje transapical:** 6-7 µm; **estrías:** 12-15 en 10 µm.

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Chaco.

Características ecológicas: Aguas dulce-salobres, excepcionalmente con muy alto o muy bajo contenido electrolítico. Buen indicador de aguas β-mesosaprobias y de mejor calidad, alcalífila y mesotrófica.

Navicula cuspidata (Kützing) Kützing 1844 (Lám. 2; fig. 13)

Krammer & Lange-Bertalot (1986): 126, fig. 43: 1-8

Valvas elíptico-lanceoladas con extremos rostrado-capitados. Área axial lineal angosta. Rafe filiforme, recto. Estrías con areolas regularmente dispuestas, formando líneas transversales y longitudinales perpendiculares entre sí.

Eje apical: 51-78 µm; **eje transapical:** 18-20 µm; **estrías transversales:** 17-18 en 10 µm; **estrías longitudinales:** 30-31 en 10 µm.

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Antártida, Buenos Aires, Chubut, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Islas Malvinas, Jujuy, Mendoza, Río Negro, San Juan, San Luis, Santa Fe, Santa Cruz, Tierra del Fuego.

Características ecológicas: Aguas dulces a levemente salobres. Litoral en aguas estancadas. Alcalífila, oligohalobia indiferente, con requerimientos moderados de O₂, α-mesosaprobia, eutrófica y de temperaturas templadas.

Navicula erifuga Lange-Bertalot 1985 (Lám. 2; fig. 15)

Krammer & Lange-Bertalot (1986): 116, fig. 38: 5-9

Valvas lanceoladas con extremos angostos, redondeados. Área axial lineal angosta; área central redondeada. Rafe filiforme recto. Estrías paralelas a suavemente convergentes en el centro y convergentes hacia los extremos.

Eje apical: 26-28 µm; **eje transapical:** 6-7 µm; **estrías:** 12-14 en 10 µm.

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Chaco.

Características ecológicas: Aguas dulces con alto contenido electrolítico. Alcalífila y eutrófica.

Navicula gregaria Donkin 1861 (Lám. 2; fig. 16)

Krammer & Lange-Bertalot (1986): 116, fig. 38: 10-15

Cox (1987): 167, figs. 61-64.

Valvas lanceoladas a elíptico-lanceoladas con extremos capitados. Área axial angosta; área central pequeña, asimétrica, más ancha de un lado que del otro. Rafe filiforme

recto. Estrías paralelas en toda la valva o levemente radiales sólo en la porción media y convergentes en los extremos.

Eje apical: 25-29 μm ; **eje transapical:** 6-8 μm ; **estrías:** 16-18 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Chaco, Chubut, Córdoba, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz, Santa Fe, Tierra del Fuego.

Características ecológicas: Aguas dulces. Halófila, alcalífila con bajos requerimientos de O_2 , α -mesosaprobia, eutrófica y de temperaturas templadas.

Observaciones: El material estudiado, por las dimensiones y forma pertenecería al grupo que Cox (*op. cit.*) denomina *B*. *N. gregaria* B esta ampliamente distribuida pero parece crecer particularmente bien en situaciones de alta luminosidad, donde haya alguna evidencia de eutroficación.

• *Navicula kotschyi* Grunow 1860 (Lám. 2; fig. 17)

Krammer & Lange-Bertalot (1986): 169, fig. 60: 10-15

Valvas elípticas a elíptico-lanceoladas con extremos rostrados. Área axial angosta, lineal; área central transversal, determinada por el acortamiento irregular de las estrías centrales. Rafe filiforme recto. Estrías radiales en toda la valva, con areolas distinguibles.

Eje apical: 16-20 μm ; **eje transapical:** 6-7 μm ; **estrías:** 18-19 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Antártida, Córdoba, Misiones, San Luis, Santa Cruz.

Características ecológicas: En lugares húmedos o temporariamente secos. Aguas dulces-salobres. Alcalífila, aerófila, epífita y epilítica. Con requerimientos de O_2 continuamente alto y oligosaprobia.

Navicula monoculata Hustedt 1945 (Lám. 2; fig. 18)

Krammer & Lange-Bertalot (1986): 174, fig. 66: 12-16

Valvas elípticas a rombico-elípticas con extremos anchamente redondeados. Área axial lineal; área central poco desarrollada. Rafe filiforme, recto. Estrías radiales en toda la valva, interrumpidas en su parte media por una línea hialina longitudinal que se curva alrededor del nódulo central.

Eje apical: 9-11 μm ; **eje transapical:** 4-5 μm ; **estrías:** 16 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Río Negro.

Características ecológicas: En aguas con medio a alto contenido electrolítico que no superen el grado crítico de contaminación. Alcalífila, con requerimientos bastante altos de O_2 , α -mesosaprobia y eutrófica.

Navicula pupula Kützing 1844 (Lám. 3; fig. 20)

Krammer & Lange-Bertalot (1986): 189, fig. 68: 1-12

Valvas lineal-elípticas con extremos rostrados anchamente redondeados. Área axial lineal, angosta; área central notable, asimétrica. Rafe filiforme, recto, sobre una costilla que se expande lateralmente hacia los extremos. Estrías radiales en el centro a convergentes en los extremos.

Eje apical: 12-21 μm ; **eje transapical:** 7-8 μm ; **estrías:** 16 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Chaco, Chubut,

Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, Misiones, Neuquén, Río Negro, San Juan, San Luis, Santa Cruz, Santa Fe, Tierra del Fuego.

Características ecológicas: Aguas dulce-salobres. Oligohalobia indiferente, circumneutral, con moderados requerimientos de O_2 , α -mesosaprobia, meso-eutrófica y de temperaturas templadas.

Navicula pygmaea Kützing 1849 (Lám. 3; fig. 19)
Krammer & Lange-Bertalot (1986): 171, fig. 65: 1-6

Valvas elípticas con extremos anchamente redondeados. Área axial angosta; área central indistinguible. Rafe filiforme, recto. Estriás radiales, interrumpidas en un área hialina, formando una H de brazos angostos.

Eje apical: 18-23 μm ; **eje transapical:** 8-10 μm ; **estriás:** 22-24 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Chaco, Chubut, Córdoba, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, La Pampa, Neuquén, Río Negro, San Juan, Santa Cruz, Tierra del Fuego.

Características ecológicas: Principalmente en cuerpos de agua y algunas veces en lugares húmedos. Aguas dulces con alto contenido mineral y también en aguas salobres. A veces en aguas poluïdas. Alcalibionte, mesohalobia, con requerimientos moderados de O_2 , α -mesosaprobia, eutrófica y de temperaturas templadas.

♣ *Navicula schroeterii* Meister 1932 (Lám. 3; fig. 21)
Krammer & Lange-Bertalot (1986): 115, fig. 38: 1-4

Valvas elíptico-lanceoladas, con extremos redondeados. Área axial angosta, lineal; área central elíptica transversal. Rafe filiforme, recto. Estriás radiales en toda la valva.

Eje apical: 29-30 μm ; **eje transapical:** 7-9 μm ; **estriás:** 14-16 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Chaco, Corrientes.

Características ecológicas: Aguas dulces con moderado a alto contenido electrolítico. Alcalífila, con requerimientos continuamente altos de O_2 , β -mesosaprobia y eutrófica.

Navicula subminuscula Manguin 1941 (Lám. 3; fig. 22)
Krammer & Lange-Bertalot (1986): 223, fig. 76: 21-26
Wolowski (1987): 495-498, figs. 1-13 (como *N. frugalis*).
Sala (1990): 221, figs Ch; D.

Valvas elípticas con extremos cuneados. Área axial angosta, lineal, área central ausente. Rafe filiforme, recto. Estriás ligeramente radiales.

Eje apical: 7-9 μm ; **eje transapical:** 4-5 μm ; **estriás:** 16 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Chaco, Jujuy, Río Negro.

Características ecológicas: Aguas dulce-salobres ricas en electrolitos. Alcalífila, con requerimientos bajos de O_2 , α -meso/polisaprobia y eutrófica.

Navicula tenelloides Hustedt 1937 (Lám. 3; fig. 23)
Krammer & Lange-Bertalot (1986): 117, fig. 38: 16-20

Valvas angostamente elípticas con extremos redondeados. Área axial lineal, angosta;

área central pequeña. Rafe filiforme, recto. Estrías radiales en el centro haciéndose paralelas a convergentes hacia los extremos.

Eje apical: 14-17 μm ; **eje transapical:** 3-4 μm ; **estrías:** 15 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Chaco, Jujuy, Río Negro.

Características ecológicas: De aguas dulce-salobres. Aerófila. Alcalífila, con requerimientos continuamente altos de O_2 , oligosaprobía y eutrófica.

Navicula veneta Kützing 1844 (Lám. 3; fig. 24)

Krammer & Lange-Bertalot (1986): 104, fig. 32: 1-4

Valvas lanceoladas con extremos subrostrados con ápices redondeados. Área axial angosta lineal; área central notable y asimétrica. Rafe filiforme, recto. Estrías radiales en toda la valva, haciéndose paralelas o suavemente convergentes hacia los extremos.

Eje apical: 20-23 μm ; **eje transapical:** 5,5-6 μm ; **estrías:** 13-15 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Antártida, Buenos Aires, Chubut, Córdoba, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, Misiones, Neuquén, San Juan, Santa Cruz, Santa Fe, Tierra del Fuego.

Características ecológicas: Aguas dulces con alto contenido mineral, salobres y saladas. Aerófila. Alcalífila, con requerimientos bajos de O_2 , α -meso/polisaprobía y eutrófica.

Navicula viridula (Kützing) Ehrenberg 1838 (Lám. 3; fig. 25)

Krammer & Lange-Bertalot (1986): 114, fig. 37: 1-9

Valvas lineal-lanceoladas con extremos rostrados. Área axial angosta lineal; área central orbicular, amplia. Rafe filiforme, recto. Estrías lineoladas, radiales y más distanciadas en el centro, convergentes hacia los extremos.

Eje apical: 36-48 μm ; **eje transapical:** 7-9 μm ; **estrías:** 10 en 10 μm (centro), 15 en 10 μm (ápices)

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Chaco, Chubut, Córdoba, Entre Ríos, Formosa, Neuquén, San Juan, San Luis, Santa Cruz, Santa Fe, Tierra del Fuego.

Características ecológicas: Nunca o muy raramente fuera de cuerpos de agua. Alcalífila, oligohalobia indiferente, con requerimientos bastante altos de O_2 , α -mesosaprobía, eutrófica y de temperaturas templadas.

Pinnularia Ehrenberg 1843 nom. cons.

Células solitarias, naviculoides, muy raramente formando colonias acintadas. Dos plastos.

Frústulos generalmente lineales a lineal-lanceolados o lanceolados. Estrías alveoladas con aspecto de costillas al M.O. Cada alvéolo tiene la pared externa con muchas hileras de pequeños poroides ocluidos por hímenes. La pared interna consiste en una lámina

plana perforada por una o dos aperturas transapicales grandes. Los márgenes de los forámenes alineados determinan bandas visibles en las especies de mayor tamaño. Áreas axial y central de forma y dimensiones variables. Rafe filiforme, lateral o complejo. Fisuras terminales centrales expandidas, las distales en gancho de forma tamaños variables.

Género de agua dulce, raramente marino, raramente marino, epipélico.

Pinnularia gibba Ehrenberg (1841) 1843 (Lám. 3; fig. 27)

Krammer & Lange-Bertalot (1986): 423, fig. 189: 1-9

Valvas lineal-lanceoladas con márgenes ligeramente convexos. Extremos rostrado-capitados con los ápices cuneado-redondeados. Área axial de $\frac{1}{2}$ del ancho máximo; área central formando una fascia transversa. Rafe lateral con las fisuras terminales externas semicirculares. Estrías radiales en el centro y convergentes hacia los extremos.

Eje apical: 49-57 μm ; **eje transapical:** 12-13 μm ; **estriás:** 11-13 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Chaco, Chubut, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, Misiones, Neuquén, Río Negro, San Juan, Santa Cruz, Santa Fe, Tierra del Fuego.

Características ecológicas: De aguas dulce-salobres. Circumneutral, con requerimientos moderados de O_2 , α -mesosaprobia y oligo-eutrófica.

Rhoicosphenia Grunow 1860

Células solitarias, adheridas al sustrato por un pie mucilaginoso. Un plasto lobulado.

Frústulos cuneiformes en vista valvar y cingular; con una valva cóncava y la otra convexa. La valva cóncava tiene el rafe bien desarrollado, mientras que en la otra es rudimentario y se ubica próximo a los ápices. Con un seudosepto en cada extremo de ambas valvas. Estrías uni o biseriadas, con poroides ocluidos por himenes; paralelas o radiales, más próximas en los extremos.

Pequeño género de agua dulce y marino, epífito y epilítico.

Rhoicosphenia abbreviata (Agardh) Lange-Bertalot (1980) (Lám. 3; fig. 26)

Krammer & Lange-Bertalot (1986): 381, fig. 91: 20-28

Valvas claviformes con los márgenes ligeramente convexos. Extremos cuneados. Valva con rafe desarrollado; área axial angosta y lineal, área central indistinguible. Estrías radiales en el centro y paralelas hacia los extremos. Valva con rafe reducido; área axial lineal angosta, área central ausente. Estrías paralelas en toda la valva.

Eje apical: 18-26 μm ; **eje transapical:** 4-7 μm ; **estriás:** 10-12 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Antártida, Buenos Aires, Islas

Malvinas, Jujuy, Misiones, Neuquén, Santa Cruz, Tierra del Fuego.

Características ecológicas: De aguas dulces a levemente salobres. Epífita, eurihalina, acidófila, con requerimientos bastante altos de O₂, β-mesosaprobía y eutrófica.

Stauroneis Ehrenberg 1843

Células naviculoides, solitarias o raramente coloniales. Dos plastos.

Valvas lanceoladas o elípticas, simétricas con respecto a los ejes apical, transapical y perivalvar. Bandas intercalares y pseudoseptos a veces presentes. Nódulo central expandido lateralmente (estauro) y el área central formando o no una fascia. Las estrías (difíciles de individualizar en algunas especies) son paralelas o radiales en toda la valva, o convergentes en los extremos; uniseriadas, con poroides circulares ocluidos internamente por himenes. Rafe filiforme, fisuras externas centrales expandidas, distales curvadas.

Género epipélico de agua dulce con algunas formas subaéreas.

• *Stauroneis wislouchii* Povetzszyk & Anisimowa 1933 (Lám. 4; fig. 30)

Krammer & Lange-Bertalot (1986): 250, fig. 91: 16-17

Valvas elíptico-lanceoladas con extremos redondeados, sin seudoseptos. Área axial angosta; área central transversal expandida hacia los márgenes, sin alcanzar los márgenes valvares. Estauro dilatado hacia los márgenes. Rafe filiforme, rectilíneo. Estrías radiales en toda la valva.

Eje apical: 21-29 µm; **eje transapical:** 6-9 µm; **estrías:** 22 en 10 µm.

Distribución geográfica: Europa. **En Argentina:** Jujuy.

Características ecológicas: Esta especie fue hallada por Maidana *et al.* (1998) en la laguna de Pozuelos (Jujuy), de aguas alcalinas y muy ricas en iones cloruro, sulfato y hierro.

Epithemiaceae Grunow 1860

Frústulos generalmente asimétricos respecto del eje apical. Valvas con rafe incluído en un canal rafidiano, central, parcial o totalmente desplazado hacia el margen dorsal.

Según Sims (1983), esta familia se caracteriza ultraestructuralmente por la presencia de: areolas ocluidas por *volae*; canal rafidiano con pórtulas abiertas hacia el interior celular; costillas transapicales, algunas de las cuales atraviesan el canal rafidiano y se denominan fibulas costulares y presencia en el citoplasma de cuerpos esféricos (cianofitas endosimbiontes).

Rhopalodia Müller 1895

Células solitarias dorsiventrales, libres o adheridas. Un plasto laminar. Frústulos lineales, lanceolados o elípticos, claviformes o piriformes en vista cingular. Valvas variablemente arqueadas. Estrías uni- a multiseriadas. Costillas transapicales robustas, algunas más engrosadas, de margen a margen, actuando como fibulas en el rafe. Sistema rafidiano excéntrico, marginal a veces elevado en una carina. Cíngulo más ancho dorsal que ventralmente, consistente en bandas abiertas y cerradas, generalmente porosas, sin las elaboradas costillas que tiene *Epithemia* Brébisson. Esta característica, la forma de los frústulos y el curso del sistema rafidiano la separan de *Epithemia*.

Género del epipelon y epifiton, de agua dulce y marinas.

Rhopalodia acuminata Krammer in Lange-Bertalot & Krammer 1987 (Lám. 3; fig. 28)
Krammer & lange-Bertalot (1988): 162, fig. 112: 7-10; 113: 1-3

Valvas semilanceoladas con el margen dorsal fuertemente convexo. Extremos agudamente redondeados y ligeramente curvados hacia el margen ventral. Carina marginal. **Eje apical:** 95 μm ; **eje transapical:** 17 μm ; **costillas:** 2 en 10 μm ; **estrías entre costillas:** 6.

Distribución geográfica: Europa. **En Argentina:** Buenos Aires, Jujuy.

Características ecológicas: De aguas salobres.

Rhopalodia brebissonii Krammer 1987 (Lám. 3; fig. 29)
Krammer & lange-Bertalot (1988): 164, fig. 113: 7-13; 113A: 7-12

Valvas semilanceoladas con el margen dorsal fuertemente convexo y el ventral recto. Extremos rostrados y marcadamente curvados hacia el margen ventral. Carina marginal.

Eje apical: 18-22 μm ; **eje transapical:** 5-7 μm ; **costillas:** 5 en 10 μm ; **estrías entre costillas:** 5.

Distribución geográfica: Europa. **En Argentina:** Buenos Aires, Chaco, Jujuy, La Pampa, San Luis.

Características ecológicas: Aguas salobres o con mediano a alto contenido electrolítico. Alcalífila.

Nitzchiaceae Grunow 1860

Frústulos solitarios o unidos por las superficies valvares formando agregados tubulares. Valvas generalmente asimétricas respecto del eje apical, lineales con rafe

desarrollado e incluído en un canal rafidiano ubicado en una carina de posición variable: central, marginal o submarginal.

Denticula Kützing 1844

Células pequeñas, solitarias o formando cadenas cortas.

Valvas lineales o lanceoladas con extremos redondeados o levemente rostrados. Estrías uni o biseriadas, con poros circulares, ocluídos por hímenes centrales. Canal rafidiano desde central a moderadamente excéntrico. Las dos valvas presentan el sistema rafidiano diagonalmente opuesto (simetría nitzschioides).

Género bentónico, de agua dulce y marino.

Denticula elegans Kützing 1844 (Lám. 4; fig. 31 a-b)

Krammer & Lange-Bertalot (1988): 141, fig. 96: 10-33; 97: 1-5

Valvas lanceoladas con extremos cuneados redondeados. Fibulas prolongadas en costillas que atraviesan toda la valva y capitadas en vista cingular. Estrías paralelas, notablemente areoladas.

Eje apical: 25-29 μm ; **eje transapical:** 5-6 μm ; **estrías:** 16-18 en 10 μm ; **fibulas:** 6 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Chubut, Córdoba, Jujuy, Río Negro, San Luis, Santa Cruz.

Características ecológicas: De aguas dulces.

Denticula kuetzingii Grunow 1862 (Lám. 4; fig. 32)

Krammer & Lange-Bertalot (1988): 143, fig. 99:11-23; 100: 1-14.

Valvas lanceoladas con extremos cuneados redondeados. Fibulas prolongadas en costillas que se adelgazan progresivamente hacia el centro. Estrías paralelas, notablemente areoladas.

Eje apical: 15-24 μm ; **eje transapical:** 5-6 μm ; **estrías:** 16-18 en 10 μm ; **fibulas:** 6-7 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Chubut, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, La Rioja, Mendoza, Misiones, Neuquén, San Juan, Santa Cruz, Tierra del Fuego.

Características ecológicas: De aguas dulces. Alcalífila, con requerimientos de O₂ continuamente altos, β -mesosaprobia y mesotrófica.

Nitzschia (Hassall) Grunow 1845

Células solitarias, en cadenas o dentro de tubos mucilaginosos.

Valvas rectas o sigmaideas, angostas, lineal-lanceoladas o elípticas, más o menos simétricas. Canal rafidiano central, exéntrico o hasta marginal, con fibulas prolongadas o no en costillas que raramente atraviesan toda la valva. En el frústulo las carinas ocupan ángulos opuestos. Excepcionalmente pueden encontrarse poblaciones de una especie en las que coexisten células con simetría hantzschioide (canales rafidianos en ángulos consecutivos) y nitzschioide. Estrías uniseriadas, con pequeños poroides circulares ocluídos.

Género del epipelon o plancton, de agua dulce o marino.

Nitzschia amphibia Grunow 1862 (Lám. 4; fig. 33)

Krammer & Lange-Bertalot (1988): 108, fig. 78: 13-21

Valvas angostamente lanceoladas con extremos cuneado-redondeados. Carina marginal con fibulas equidistantes. Estrías notablemente areoladas.

Eje apical: 12-14 μm ; **eje transapical:** 4-5 μm ; **estrías:** 12-14 en 10 μm ; **fibulas:** 7-8 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Chaco, Córdoba, Corrientes, Chubut, Jujuy, La Pampa, Misiones, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz.

Características ecológicas: Aguas dulces y levemente salobres. Oligohalobia indiferente, alcalífila, α -mesosaprobia, eutrófica y con requerimientos moderados de O_2 .

Nitzschia capitellata Hustedt in A. Schmidt *et al.* 1922 (Lám. 4; fig. 34)

Krammer & Lange-Bertalot (1988): 88, fig. 62: 1-12A

Valvas lanceoladas a lineal-lanceoladas, con extremos rostrados. Carina marginal con fibulas centrales más distanciadas entre sí que las restantes. Estrías indistinguibles al M.O..

Eje apical: 20-22 μm ; **eje transapical:** 4-6 μm ; **fibulas:** 13-14 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Córdoba.

Características ecológicas: De aguas salobres, alcalífila, polisaprobia e hipereutrófica.

Nitzschia clausii Hantzsch 1860 (Lám. 4; fig. 37)

Krammer & Lange-Bertalot (1988): 31, fig. 19: 1-6A

Valvas sigmaideas con márgenes paralelos y con extremos rostrados. Carina marginal con fibulas equidistantes. Estrías indistinguibles al M.O..

Eje apical: 22-50 μm ; **eje transapical:** 4-6 μm ; **fibulas:** 12-14 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Córdoba, Entre Ríos, Formosa, Neuquén, San Juan, Santa Fe.

Características ecológicas: Rara en agua dulce, mejor representada en aguas salobres y

litorales marinos. Eurihalina, alcalífila, con requerimientos de O₂ bastante altos, α -mesosaprobia y eutrófica.

Nitzschia constricta (Kützing) Ralfs in Pritchard 1861, *non* (Gregory) Grunow in Cleve & Grunow (1880) (Lám. 4; fig. 35)

Krammer & Lange-Bertalot (1988): 43, fig. 35: 1-6

Valvas lineales con una ondulación longitudinal evidente; márgenes constrictos en el centro y extremos subrostrados. Carina marginal con fibulas centrales más distanciadas entre sí que las restantes.

Eje apical: 42-50 μm ; **eje transapical:** 7-9 μm ; **fibulas y estrías:** 12-14 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Chubut, Córdoba, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, La Pampa, Neuquén, San Juan, Santa Cruz, Santa Fe.

Características ecológicas: Alcalífila, de aguas salobres, con requerimientos moderados de O₂, α -mesosaprobia, eutrófica y de temperaturas templadas.

Nitzschia hungarica Grunow 1862 (Lám. 4; fig. 36)

Krammer & Lange-Bertalot (1988): 42, fig. 34: 1-3

Valvas lineal-lanceoladas con una ondulación longitudinal evidente y márgenes ligeramente cóncavos en la región central. Carina marginal con fibulas centrales más distanciadas entre sí que las restantes. Estrías aparentemente interrumpidas en la ondulación central.

Eje apical: 47-73 μm ; **eje transapical:** 7-8 μm ; **fibulas:** 8-10 en 10 μm ; **estrías:** 20 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Chaco, Córdoba, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, Neuquén, Santa Cruz, Santa Fe, Tierra del Fuego.

Características ecológicas: Alcalífila, de aguas dulces y levemente salobres, con requerimientos bajos de O₂, α -mesosaprobia y eutrófica.

Nitzschia linearis (Agardh) W. Smith 1853 (Lám. 5; fig. 46)

Krammer & Lange-Bertalot (1988): 69, fig. 55: 1-4

Frústulos rectangulares en vista cingular con una constricción en el centro. Valvas lineales con extremos rostrados. Carina submarginal con fibulas lineales y angostas, más distanciadas en el centro que en el resto de la valva.

Eje apical: 108-112 μm ; **eje transapical:** 4-6 μm ; **fibulas:** 8-11 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Córdoba, Chaco, Chubut, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, Misiones, Neuquén, Río Negro, San Juan, Santa Cruz, Santa Fe, Tierra del Fuego.

Características ecológicas: Alcalífila, de aguas dulce-salobres, con requerimientos bastante altos de O₂, β -mesosaprobia y meso-eutrófica.

Nitzschia microcephala Grunow in Cleve & Müller 1878 (Lám. 4; fig. 38)

Krammer & Lange-Bertalot (1988): 120, fig. 83: 10-18

Valvas casi rectangulares con extremos rostrado-capitados a capitados. Carina marginal con fibulas equidistantes. Estrías indistinguibles al M.O..

Eje apical: 10-11 μm ; **eje transapical:** 3 μm ; **fibulas:** 10 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Córdoba, Chaco, Chubut, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, La Pampa, Neuquén, Santa Fe.

Características ecológicas: Bentónica, alcalífila, de aguas dulce-salobres, con requerimientos moderados de O_2 , α -mesosaprobia y eutrófica.

Nitzschia palea (Kützing) W. Smith 1856 (Lám. 4; fig. 39)

Krammer & Lange-Bertalot (1988): 85, fig. 59: 1-10

Valvas lanceoladas a lineal-lanceoladas, con extremos rostrados. Carina marginal con fibulas equidistantes. Estrías indistinguibles al M.O..

Eje apical: 16-72 μm ; **eje transapical:** 4-5 μm ; **fibulas:** 13-14 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Antártida, Buenos Aires, Córdoba, Chaco, Chubut, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, Neuquén, Río Negro, San Luis, Santa Cruz, Santa Fe, Tierra del Fuego.

Características ecológicas: De aguas dulce-salobres, circumneutral, con requerimientos bajos de O_2 , polisaprobia e hipereutrófica.

Observaciones: En el sitio V se observaron numerosas valvas deformadas.

Nitzschia sigma (Kützing) W. Smith (Lám. 5; fig. 45)

Krammer & Lange-Bertalot (1988): 32, fig. 23: 1-9

Valvas lanceoladas notablemente sigmoideas, con extremos capitados. Carina marginal con fibulas equidistantes. Estrías formadas por areolas elongadas dispuestas de modo tal que forman líneas longitudinales irregulares.

Eje apical: 74-84 μm ; **eje transapical:** 5-6 μm ; **fibulas:** 10-12 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Antártida, Buenos Aires, Córdoba, Corrientes, Chaco, Chubut, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, Mendoza, Neuquén, San Luis, San Juan, Santa Cruz, Santa Fe, Tierra del Fuego.

Características ecológicas: Alcalífila, de agua-dulces, con requerimientos moderados de O_2 , α -mesosaprobias, eutrófica y de temperaturas templadas.

Nitzschia supralitorea Lange-Bertalot 1979 (Lám. 5; fig. 43)

Krammer & Lange-Bertalot (1988): 97, fig. 70: 14-21

Valvas lanceoladas con extremos rostrados. Carina marginal con fibulas equidistantes. Estrías indistinguibles al M.O..

Eje apical: 15-16 μm ; **eje transapical:** 4-5 μm ; **fibulas:** 14-15 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Jujuy y La Pampa.

Características ecológicas: De aguas dulce-salobres. Circumneutral, con requerimientos bastante altos de O_2 , α -mesosaprobias y eutrófica.

Nitzschia umbonata (Ehrenberg) Lange-Bertalot 1978 (Lám. 5; fig. 44)

Krammer & Lange-Bertalot (1988): 65, fig. 51: 1-6A

Valvas lineal-lanceoladas con márgenes ligeramente convexos, rectos hasta ligeramente cóncavos en la región central. Extremos rostrados, rostrado-capitados o capitados. Estrías delicadas. Carina excéntrica con fibulas centrales más distanciadas entre sí

que las restantes.

Eje apical: 23-76 μm ; **eje transapical:** 4-9 μm ; **fibulas:** 7-8 en 10 μm ; **estrías:** 33 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Jujuy, Misiones, Neuquén.

Características ecológicas: Presente en aguas eutróficas ricas en electrolitos y materia orgánica y hasta en aguas termales. Circumneutral, con requisitos muy bajos de O_2 , polisaprobia e hipereutrófica.

Observaciones: En el sitio V se observaron numerosas valvas deformadas.

Surirellaceae Kützing 1844

Valvas de forma variable, iso o heteropolares. Rafe desarrollado en una carina marginal que rodea completamente la valva. La superficie valvar puede ser plana u ondulada. Estrías diminutamente areoladas, a menudo interrumpidas en el centro formando un espacio hialino de forma y dimensiones variables.

Surirella Turpin 1828

Células solitarias. Uno o dos plastos.

Valvas lineales, elípticas o reniformes, algunas veces retorcidas. Canal rafidiano en una carina más o menos elevada. Puede presentar costillas y espinas. Estrías multiseriadas, con pequeños poros ocluidos por *volae*, interrumpidas en la costilla central.

Género epipélico, de agua dulce y marino.

Surirella angusta Kützing 1844 (Lám. 5; fig. 40)

Krammer & Lange-Bertalot (1988): 187, fig. 133: 6-13; 134: 1,6-10

Valvas lineal-lanceoladas, isopolares, con extremos subrostrados. Área axial lineal, muy angosta; canales angostos, separados por estrías muy delicadas.

Eje apical: 46-52 μm ; **eje transapical:** 11-13 μm ; **canales:** 4 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Antártida, Buenos Aires, Chaco, Chubut, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Misiones, Neuquén, Río Negro, San Juan, Santa Fe, Santa Cruz, Tierra del Fuego.

Características ecológicas: Alcalífila, de aguas dulce-salobres, con requerimientos bastante altos de O_2 , reobionte, β -mesosaprobia y eutrófica.

Surirella brebissonii var. *kuetzingii* Krammer & Lange-Bertalot 1987 (Lám. 5; fig. 42)
Krammer & Lange-Bertalot (1988): 179, fig. 127: 1-8

Valvas ovoides, heteropolares, con extremos anchamente redondeados. Área axial muy angosta o indistinguible. Canales cortos. Superficie valvar muy suavemente ondulada longitudinalmente. Estrías notables.

Eje apical: 46-52 μm ; **eje transapical:** 11-14 μm ; **canales:** 4 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Buenos Aires, Corrientes.

Características ecológicas: Aguas salobres o con medio a alto contenido electrolítico. Alcalífila.

Surirella ovalis Brébisson 1838 (Lám. 5; fig. 41)

Krammer & Lange-Bertalot (1988): 178, fig. 125:1-7

Valvas ovoides, heteropolares, con extremos anchamente cuneados. Área axial muy angosta o indistinguible. Canales muy cortos. Superficie valvar ondulada longitudinalmente. Estrías notables.

Eje apical: 59-70 μm ; **eje transapical:** 33 μm ; **canales:** 4-5 en 10 μm .

Distribución geográfica: Cosmopolita. **En Argentina:** Antártida, Buenos Aires, Córdoba, Chubut, Entre Ríos, Formosa, Neuquén, San Juan, Santa Fe.

Características ecológicas: Bentónica, de aguas dulces y levemente salobres. Alcalífila, con requerimientos bajos de O₂, α -mesosaprobia, eutrófica y de temperaturas templadas.

DISCUSIÓN

Tanto las diatomeas como los otros dos grupos algales recuperados (cianofitas y euglenofitas) corresponden a microorganismos que son capaces de adaptarse a muy drásticas condiciones en cuanto a O_2 disponible, cantidad de materia orgánica y transparencia (Van der Hoeck *et al.*, 1995).

A diferencia de las cianofitas y euglenofitas, que sólo aparecieron en los sitios de vertido y aguas abajo, las diatomeas estuvieron presentes en la totalidad de las muestras estudiadas.

Con respecto a las especies identificadas en el presente trabajo, en su mayoría coinciden con las encontradas por Gómez (1998) en su estudio de las diatomeas epipélicas de la cuenca Matanza-Riachuelo. En ese estudio, de las 37 especies con abundancia relativa superior al 5% en por lo menos una de las muestras, 7 no corresponden al epipelón móvil y de las 30 especies restantes, 25 (83,3%) están presentes también en el arroyo Morales.

Aguas arriba del vertido se obtuvieron valores de densidades llamativamente bajos. Esto también fue observado en el fitoplancton (De Rosa y Ruiz, com. pers.). Estas investigadoras postulan como causas probables la escasez de nutrientes y materia orgánica registradas en la columna de agua y el efecto de sombra producido por los árboles sobre el cuerpo de agua (Figura 4). En este sitio, si bien tanto la concentración de nutrientes como la materia orgánica están en concentraciones más bajas que en el vertido y aguas abajo (De Rosa y Ruiz, com. pers.), presentan valores tales que hacen improbable considerarlos como factores limitantes. La hipótesis del sombreado resulta más adecuada para la comunidad epipélica.

En el vertido se obtuvieron los mayores valores de densidad celular. Lange-Bertalot (1979) señala que ciertas especies no sólo pueden persistir en ambientes altamente poluídos sino que aún puede verse muy estimulada su reproducción. En este caso, la materia orgánica aportada fundamentalmente por la descarga del basural constituiría el estímulo necesario.

Aguas abajo del vertido, por la desaparición parcial de la inducción de la reproducción, la densidad disminuye aunque no a valores tan bajos como los observados aguas arriba.

Como una manera de testear la aplicabilidad del método de aislamiento utilizado en este estudio, para posteriormente evaluar las modificaciones producidas en el arroyo Morales por el vertido de una carga contaminante definida como es el lixiviado del basural, se utilizaron distintos elementos de valoración de la calidad del agua: índice de Shannon-Weaver y las clasificaciones de Lange-Bertalot (1979) y Van Dam *et al.* (1994).

El índice de Shannon-Weaver ha sido utilizado en numerosos trabajos como medida de la calidad del agua. En cuanto a su validez como indicador hay argumentos a favor (Hendey, 1977 y Nather Khan, 1991) y en contra (Lobo & Kobayasi, 1990 y Lobo *et al.*, 1995). Lobo & Kobayasi (*op. cit.*) sugieren la inclusión del componente diversidad como una herramienta más del sistema de indicadores biológicos ya que contribuye a la comprensión de la estructura de la comunidad y como tal ha sido utilizado en varios trabajos (de Seve & Goldstein, 1984 y Rolland *et al.*, 1997).

Según la clasificación de las especies en 'más tolerantes', 'menos tolerantes' y 'sensibles' (Lange-Bertalot, 1979) y el análisis de sus abundancias relativas (Tabla 2) y de acuerdo con la tabla de calidad del agua (Tabla *i*) surge que en el sitio AA la polución es crítica, en el sitio AB es muy fuerte y en el sitio V la polución es excesiva. Esta evaluación de la calidad del agua coincide con la que surge de la clasificación de Van Dam *et al.* (1994).

Si bien no todas las especies identificadas en este trabajo fueron clasificadas por Lange-Bertalot (*op. cit.*) o Kobayasi & Mayama (*op. cit.*), algunas de estas (*Amphora montana*, *Diploneis puella*, *Navicula tenelloides*, *N. viridula*, *Nitzschia amphibia* y *N. constricta*) presentan sus mayores abundancias relativas en el sitio AA y están ausentes en los otros dos sitios por lo que se puede considerar que aquí se comportan como 'sensibles' (clase 3). En el caso particular de *N. amphibia*, Gómez (1998) la incluye en las menos tolerantes (clase 2).

En el sitio V, donde el aporte del basural implica un desbalance del ambiente, es donde se observan abundantes formas teratológicas de *Navicula accomoda*, *Nitzschia palea* y *Nitzschia umbonata*. Esto podría entenderse considerando el hecho de que cambios en el ambiente pueden provocar cambios en el metabolismo que se manifiestan en la estructura de las valvas. Hay evidencias de que el efecto intensivo de los factores ambientales es especialmente evidente en la formas teratológicas (Schmid, 1979).

CONCLUSIONES

En este trabajo se estudió la influencia del vertido de un basural en el arroyo Morales, comparando asociaciones de diatomeas epipélicas móviles en muestras de sedimentos colecciónadas aguas arriba del vertido, en el lugar del vertido y aguas abajo.

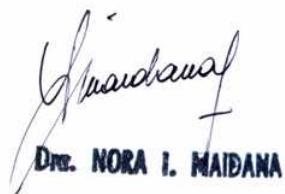
El método utilizado para la recuperación de las diatomeas pertenecientes a la fracción móvil del epipelón resultó sencillo, económico y eficiente ya que el 81,1% de las especies encontradas pertenecen a esta comunidad.

Se identificaron 46 especies pertenecientes a 16 géneros, todos del orden Pennales. La mayoría de las especies son cosmopolitas o con una amplia distribución, que ya fueron citadas para la Pcia. de Buenos Aires excepto *Navicula cryptotenella*, *N. kotschyii*, *N. schroeterii* y *Stauroneis wislowchii*.

De acuerdo con las clasificaciones de calidad de agua disponible, pudo agruparse a gran parte de las especies como 'más tolerantes', 'menos tolerantes' y 'sensibles' a la contaminación y se postula la posible inclusión de *Amphora montana*, *Diploneis puella*, *Navicula tenelloides*, *N. viridula* y *Nitzschia constricta* dentro del grupo de especies 'sensibles'.

Los resultados obtenidos de los análisis cualitativo, semicuantitativo y cuantitativo comprobaron la hipótesis planteada sobre el efecto perturbador de la descarga del basural sobre la flora diatomológica y muestran su posible recuperación aguas abajo.

Si bien son evidentes las ventajas de la aplicación del método utilizado en la evaluación de la calidad del agua, es indudable que para su aplicación sistemática en un posible programa de biomonitoring sería necesario ampliar los muestreos en el espacio y en el tiempo.



Dr. NORA I. MAIDANA



BIBLIOGRAFÍA

- ANONYMOUS, 1975. Proposal for a standarization of Diatom terminology and diagnosis. *Nova Hedwigia*, 53: 323-354.
- BARBERO, A. J., 1989. *Estudio hidrológico de la cuenca del río Matanza*. Dirección de Hidráulica. Ministerio de Obras Públicas. provincia de Buenos Aires. 143 pp.
- BATTARBEE, E. W., 1986. Diatom Analysis. En: B. E.Berglund (ed.) *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. J. Wiley & Sons Ltd., New York, 527-570 pp.
- CAZAUBON, A., 1991. Problems and objectives of sampling river algae for monitoring. En: *Use of algae for monitoring rivers*. (Eds.) Whitton, B. A., Rott, E. & Friederich, G.. Austria. 183 pp.
- CLAPS, M. C., 1996. Structure and dynamics of epipelic algae from a plain river (Samborombón River, Buenos Aires, Argentina). *Arch. Hydrobiol.*, 137: 251-263.
- CONFORTI, V., J. ALBERGHINA & E. GONZALEZ URDA, 1995. Structural changes and dynamics of the phytoplankton along a highly polluted lowland river of Argentina. *Journal of Aquatic Ecosystem Health*, 4: 59-75.
- COX, E. J., 1979. Taxonomic studies on the Diatom genus *Navicula* Bory: The typification of the genus. *Bacillaria*, 2: 137-155.
- _____, 1987. Studies on the Diatom genus *Navicula* Bory. VI. The identity, structure and ecology of some freshwater species. *Diatom Research*, 2 (2): 159-174.
- _____, 1991. What is the basis for using diatoms as monitors of river quality? En: Whitton, B. A., Rott, E. & Friederich, G. (Eds.). *Use of algae for monitoring rivers*. E. Rott-STUDIA. Innsbruck. Düsseldorf, Austria. pp. 33-40.
- DEL GIORGIO, P. A., A. L. VINOCUR, R. LOMBARDO & G. TELL, 1991. Progressive changes in the structure and dynamics of the phytoplankton community along a pollution gradient in a lowland river-a multivariate approach. *Hydrobiologia*, 224: 129-154.
- DE ROSA, E. 1994. Determinación de la toxicidad del lixiviado de un depósito de residuos sólidos relacionado a un arroyo. Uso de bioensayos con algas. *Informe final de Beca de Iniciación (CONICET)*, 30 pp.
- DE ROSA, E., D. RUBEL, M. TUDINO, A. VIALE & R. LOMBARDO, 1995. The

- leachate composition of an old waste dump connected to groundwater: influence of the reclamation works. *Environmental monitoring and assessment*, 40 (3): 239-252.
- DE SEVE, M. A. & M. E. GOLDSTEIN, 1981. The structure and composition of epilithic diatom communities of the St. Lawrence and Ottawa rivers in the Montreal area. *Can. J. Biol.*, 59: 377-387.
- DE WOLF, H., 1982. Method of coding of ecological data from diatoms for computer utilization. *Mededel. Rijks Geol. Dienst*, 36(2): 95-110.
- DREBES, G., 1977. Sexuality. En: D. Werner (ed.). *The biology of diatoms. Bot. Monogr.* 13, cap 9: 250-283.
- EATON, J. W. & B. MOSS, 1966. The estimation of numbers and pigment content in epipelic algal populations. *Limnol. Oceanogr.*, 11: 584-595.
- FABRI, R., 1987. Bio-indicateurs et signification des indices diatomiques de qualité des eaux. *Cah. Biol. Mar.*, 28: 285-289.
- GÓMEZ, N., 1998. Use of epipelic diatoms for evaluation of water quality in the Matanza-Riachuelo (Argentina), a pampean plain river. *Water Research*, 32: 2079-2034.
- HENDEY, M., 1977. The species diversity index of some inshore diatom communities and its use in assessing the degree of pollution insults on parts of the North Coast of Cornwall. *Nova Hedwigia*, 54: 355-378.
- JAN STEVENSON, R., 1984. Epilithic and epipelic diatoms in the Sandusky River, with emphasis on species diversity and water pollution. *Hydrobiologia*, 114: 161-175.
- KNOX, K. & P. H. JONES, 1979. Complexation characteristics of sanitary landfill leachates. *Water research*, 13: 839-846.
- KOBAYASI, H. & S. MAYAMA, 1982. Most pollution-tolerant diatoms of severely polluted rivers in the vicinity of Tokyo. *Japanese Society of Phycology*, 3(3): 188-196.
- KRAMMER, K., 1982. Observation on the alveoli and the areolae of some Naviculaceae. *Nova Hedwigia*, 73: 55-79.
- KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT, 1986-1991. Bacillariophyceae (1986): 876 pp.; Bacillariophyceae 2 (1988): 596 pp.; Bacillariophyceae 3 (1991): 437 pp.. En: Ettl, H. et al. (Eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, G. Fisher, Jena.
- LANGE-BERTALOT, H., 1979. Pollution tolerance of diatoms as a criterion for water quality estimation. *Nova Hedwigia*, 64: 285-304.

- LOBO, E. & H. KOBAYASI, 1990. Shannon's diversity index applied to some freshwater diatom assemblages in the Sakawa River System (Kanagawa Pref., Japan) and its use as an indicator of water quality. *Jpn. J. Phycol.*, 38: 229-243.
- LOBO, E., K. KAZUHIRO & Y. ARUGA, 1995. Response of epilithic diatom assemblages to water pollution in rivers in the Tokyo Metropolitan area, Japan. *Freshwater Biology*, 34: 191-204.
- LOEZ, C. R. & A. SALIBIÁN, 1990. Premières données sur le phytoplancton et les caractéristiques physico-chimiques du rio Reconquista (Buenos Aires, Argentine). *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 23 (4): 283-296.
- LOMBARDO, R., 1995. Evaluación de la contaminación en el sistema basural Cava San Nicolás-Arroyo Las Piedras- Acuífero pampeano (Florencio Varela). *Resúmenes de las Jornadas de Ecología - Dto. Cs. Biológicas, FCEYN-UBA. 12/9/95*, pp. 1.
- LUCHINI, L. & C. A. VERONA, 1972. Catálogo de las diatomeas argentinas. I. Diatomeas de aguas continentales (incluído el Sector Antártico). *Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. Monografía N° 2*; 300 pp. La Plata.
- MAIDANA, N. I., M. S. VIGNA & V. MASCITTI, 1998. Ficoflora de la laguna de Pozuelos (Jujuy, Argentina) I: Bacillariophyceae. *Bol. Soc. Argent. Bot.*, 33 (4): 171-179.
- MANN, D. G. & A. J. STIKLE, 1991. The genus *Craticula*. *Diatom Research*, 6(1): 79-107.
- MIRECKI, J. E. & W. M. PARKS, 1994. Leachate geochemistry at a municipal landfill, Memphis, Tennessee. *Ground water*, 32(3): 390-398.
- NATHER KHAN, I. S. A., 1991. Effect of urban and industrial wastes on species diversity of the diatom community in a tropical river, Malasya. *Hydrobiologia*, 224: 175-184.
- PRYGIEL, J. & M. COSTE, 1993. Utilisation des indices diatomiques pour la mesure de la qualité des eaux du bassin Artois-Picardie: bilan et perspective. *Annls. Limnol.*, 29 (3-4): 255-267.
- PRYGIEL, J. & M. COSTE, 1995. Les diatomées et le diagnostique de la qualité des eaux courant continentales: les principales méthodes indicelles. *Vie Millieu*, 45 (3-4): 179-186.
- PRYGIEL, J. & M. COSTE, 1996. Les diatomées et les indices diatomiques dans les

- réseaux de mesure de la qualité des cours d'eaux français: historique et avenir. *Bull. Fr. Piscic.*, 341/342: 65-79.
- ROLLAND, T., S. FAYOLLE, A. CAZOUBON & S. PAGNETTI, 1997. Methodical approach to distribution of epilithic and drifting algae communities in a French subalpine river: Inference on water quality assessment. *Aquat. Sci.*, 59: 57-73.
- ROSS, R., E. J. COX, N. Y. KARAYEVA, D. G. MANN, T. B. B. PADDOCK, R. SIMONSEN & P. A. SIMS, 1979. A amended terminology for the siliceous components of the diatom cell. *Nova Hedwigia*, 64: 513-532.
- ROUND, F. E., 1953. An investigation of two benthic algal communities in Malham Tarn, Yorkshire. *J. Ecol.*, 41: 174-197.
- ROUND, F. E., 1979. A diatom assemblage living below the surface of intertidal sand flats. *Mar. Biol.*, 54: 219-223.
- ROUND, F. E., 1991. Use of diatoms for monitoring rivers. En: Whitton, B. A., Rott, E. & Friedrich, G. (Eds.) *Use of algae for monitoring rivers*. E. Rott-STUDIA. Innsbruck. Düsseldorf. Germany, 25-32 pp.
- ROUND, F. E., R. M. CRAWFORD & D. G. MANN, 1990. *The Diatoms. Biology and morphology of the genera*. Cambridge University Press, Cambridge. 749 pp.
- SABATER, S. & F. SABATER, 1988. Diatom assemblages in the River Ter. *Arch. Hydrobiologia*, 111(3): 397-408.
- SABATER, S., F. SABATER & X. TOMAS, 1987. Water quality and diatom communities in two catalan rivers (NE Spain). *Water Research*, 21(8): 901-911.
- SABATER, S., F. SABATER & J. ARMENGOL, 1988. Relationships between diatom assemblages and physico-chemical variables in the river Ter (NE Spain). *Int. Revue ges. Hydrobiologia*, 73(2): 171-179.
- SALA, S. E., 1990. Ultraestructura de algunas Bacillariophyceae de agua dulce citadas por primera vez en Argentina. *Darwiniana*, 30 (1-4): 219-221.
- SCHMID, A., 1979. Influence of environmental factors on the development of the valve in diatoms. *Protoplasma*, 99: 99-115.
- SIMONSEN, R., 1979. The diatom system: Ideas on phylogeny. *Bacillaria*, 2: 9-71.
- SIMS, P. A., 1983. A taxonomic study of the genus *Epithemia* with special reference to the type species *E. turgida* (Ehr.) Kütz. *Bacillaria*, 6: 24-235.
- SLÁDECEK, V., 1973. System of water quality from the biological point of view. *Arch.*

- Hydrobiol.*, 7: 1-218.
- TELL, G. 1985. Catálogo de las algas de agua dulce de la República Argentina. *Bibliotheca Phycologica*, 70: 283 pp.
- VAN DAM, H., A. MERTENS & J. SINKELDAM, 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands journal of aquatic ecology*, 28 (1): 117-133.
- VAN DER HOECK, C., D. MANN & M. M. JAHNS, 1995. *Algae. An introduction to phycology*. Cambridge University Press. 623 pp.
- VANLANDINGHAM, S. L., 1967-1979. *Catalogue of the fossil and recent genera and species of Diatoms and their synonyms*. I-VIII. J Cramer, De., 4654 pp.
- VON STOSH, H. A., 1977. Observations on *Bellerochea* and *Streptotheca*, including descriptions of three planctonic diatom species. *Nova Hedwigia*, 54: 113-166.
- WHITTON, E., E. ROTT & G. FRIEDERICH (Eds.), 1991. *Use of algae for monitoring rivers*. Düsseldorf. 193 pp.
- WOLOWSKI, K., 1987. *N. frugalis* Hust. (Bacillariophyceae), a new species in the Polish flora. *Fragmenta Floristica et Geobotanica*, Ann XXXI-XXXII, Parsi 3-4: 495-497.

AGRADECIMIENTOS

- A Nora, mi directora, por su tiempo compartido conmigo y su buena disposición para enseñarme tantas cosas y responder mis preguntas. Un GRACIAS! enorme por su infinita paciencia,
- A Vero, por su estímulo en los comienzos de mi trabajo,
- Al Lic. Christian Salinas (CEAMSE), por su colaboración en la obtención de las muestras y por facilitarme los datos químicos,
- A la cátedra de Limnología (Dept. Cs. Biológicas, FCEyN, UBA) por permitirme el uso de la mufla,
- Al Depto. de Química Orgánica (FCEyN, UBA) por permitirme el uso del sonicador,
- A las Lics. Laura Ruiz y Elena de Rosa por sus valiosos aportes,
- A la Dra. Nora Gómez por facilitarme generosamente parte de la bibliografía consultada,
- A María Marta Schang quien me dio la posibilidad de iniciarme en la ciencia, y haber disfrutado tanto lo que hicimos juntas,
- A Marcelo por todo lo compartido en tantos años...y el escaneo de las fotos por supuesto!,
- A mis amigas Vale, Ludmi, Flor y Nora por acompañarme en todo momento,
- A mis papás, mi hermano Ale y mi abuela, por estar conmigo en todo y siempre, por entenderme y por ese amor tan grande que me dan y
- Muy especialmente a Vicky y Daniel P. por su amistad y por ayudarme a seguir adelante en los momentos más difíciles.

Figuras y Tablas

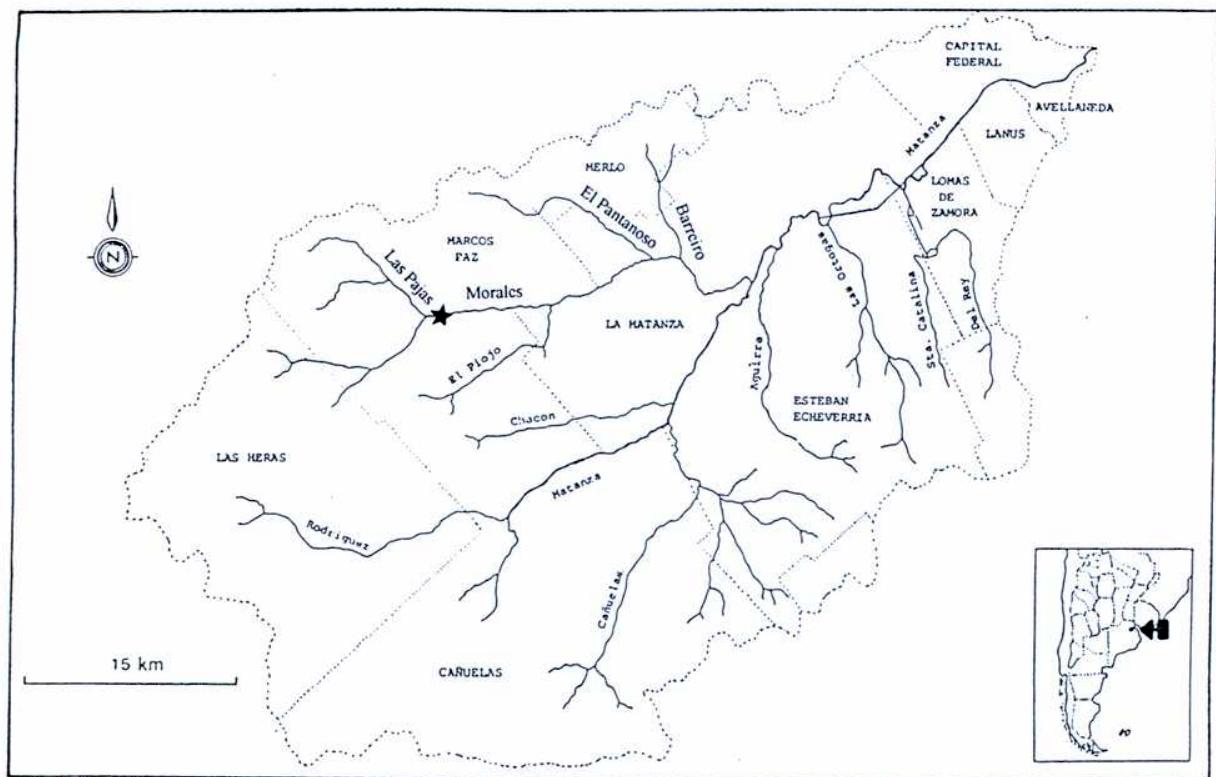


Figura 1. Ubicación geográfica del arroyo Morales. (Modificado de Conforti *et al.*, 1995).
(★ basural)



Figura 2. Aspecto del basural que afecta al arroyo Morales en el área de estudio.

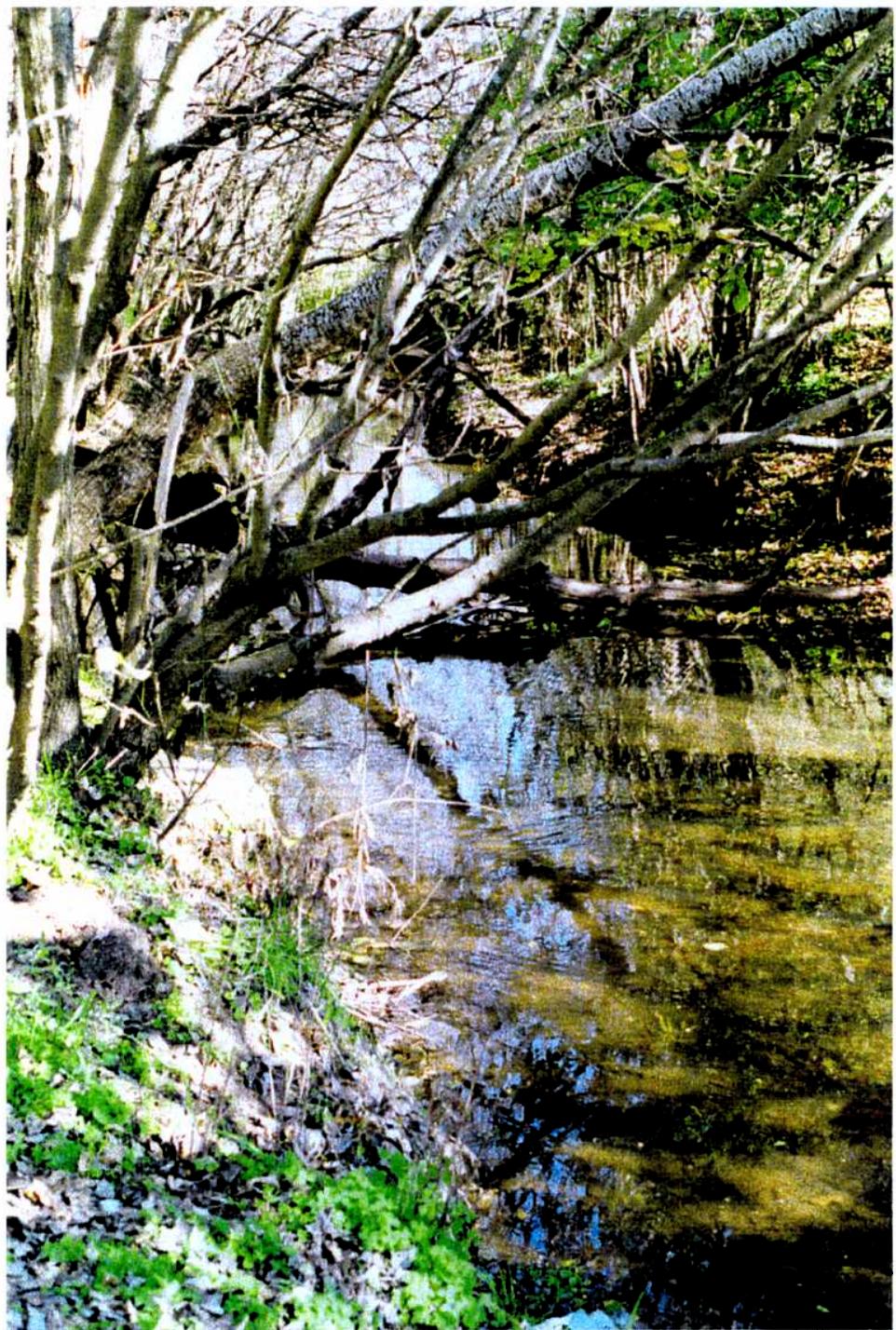


Figura 3. Sitio de muestreo ubicado aguas arriba del vertido (AA).



Figura 4. Punto del vertido del basural (V).



Figura 5. Sitio de muestreo ubicado aguas abajo del vertido (AB).

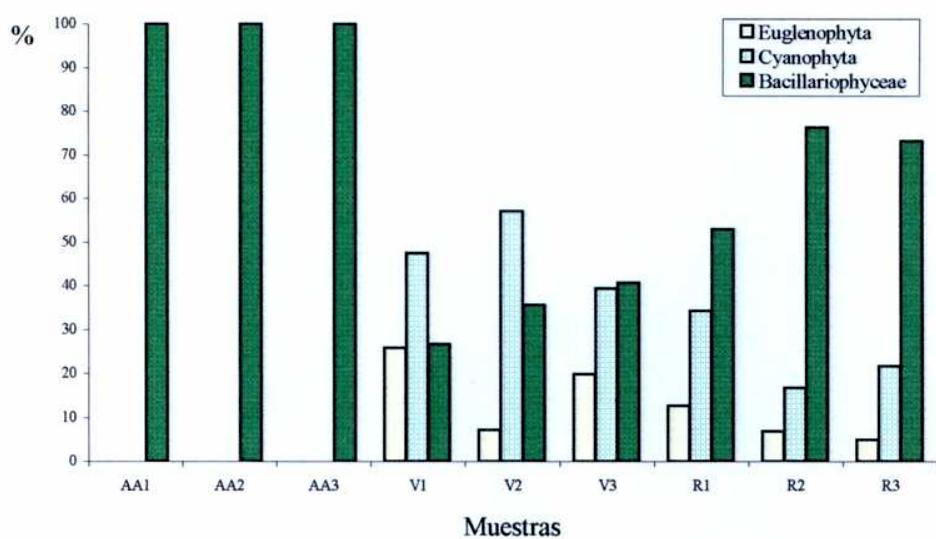


Figura 6. Variación espacial de los grupos algales presentes en las muestras analizadas.

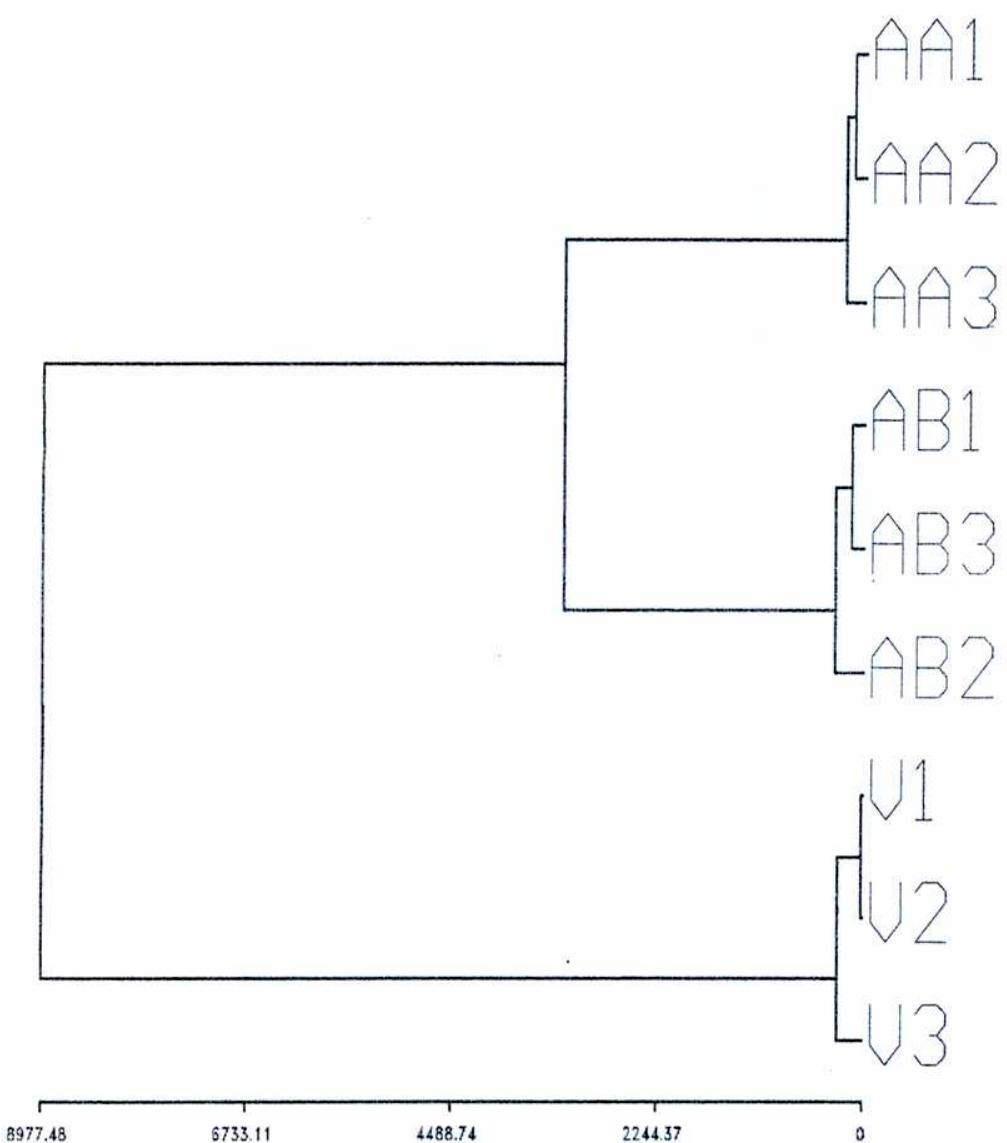


Figura 7. Dendrograma producido por el análisis de agrupamiento para los sitios de muestreo (coeficiente: squared euclidian distance; método de unión: mínima varianza).

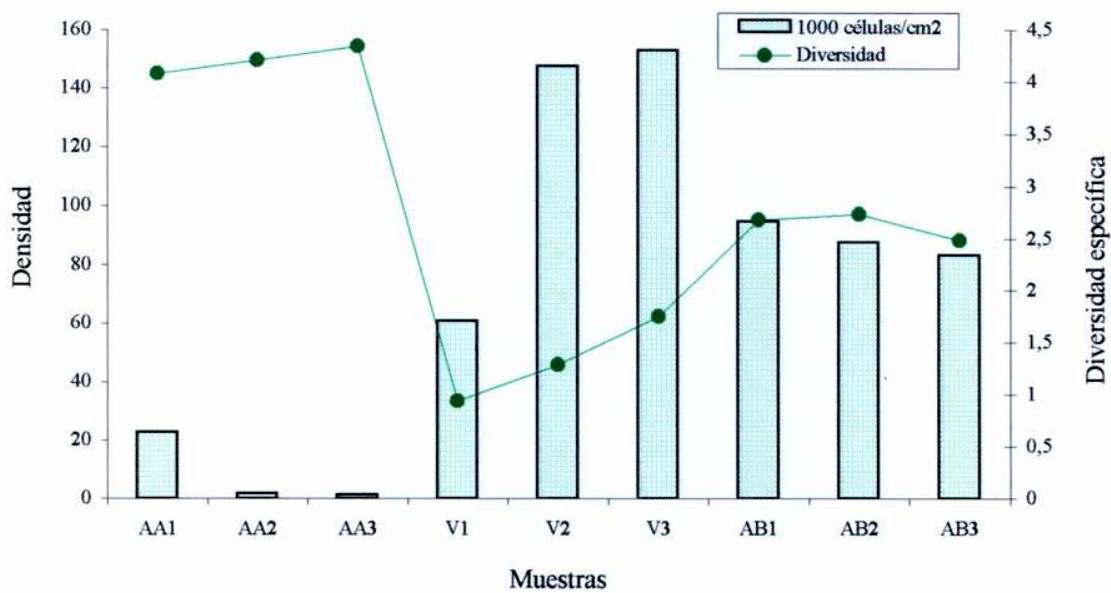


Figura 8. Variación espacial de la densidad y la diversidad específica.

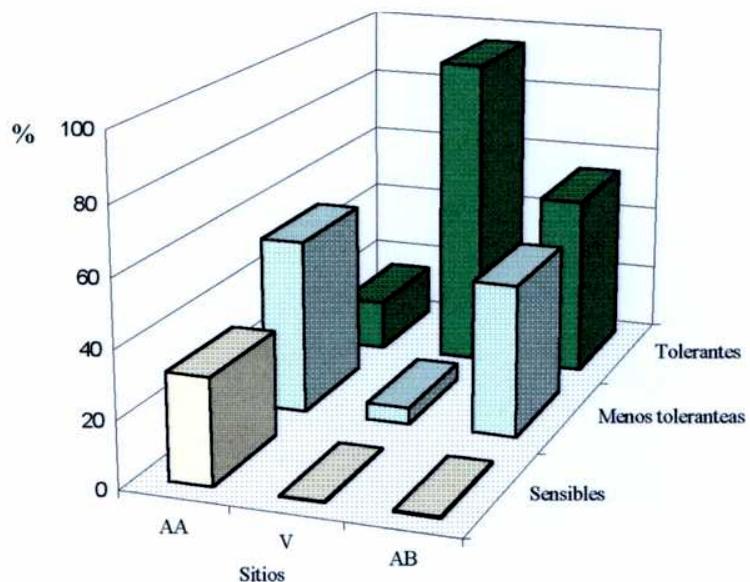


Figura 9a. Proporción de los grupos de especies en cuanto a su tolerancia a la contaminación (Lange-Bertalot, 1979), en los sitios de muestreo.

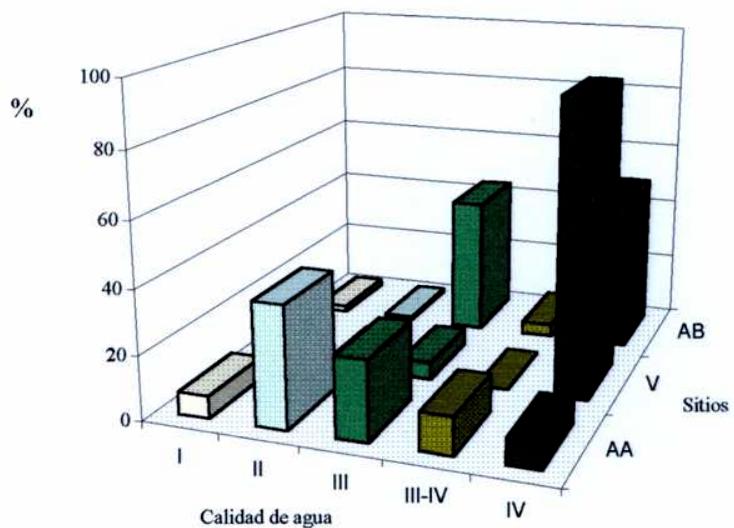


Figura 9b. Proporción de las clases de calidad de agua basadas en el grado de saprobiedad (Van Dam *et al.*, 1994), en los sitios de muestreo.

Especies	Muestras								
	AA1	AA2	AA3	V1	V2	V3	AB1	AB2	AB3
<i>Amphora montana</i>	2,15	7,11	2,96	0	0	0	0,27	0	0
<i>Amphora spp.</i>	0,57	0,92	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amphora veneta</i>	0	0	2,33	0	0	0	0	0	0
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i>	0	0	0,85	0,21	0,34	0,49	0	0,51	0
<i>Caloneis silicula</i>	0,57	2,29	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cocconeis placentula</i>	2,58	2,52	8,03	0	0	0	0,27	0	0
<i>Cymbella silesiaca</i>	0,43	0,46	0	0	0	0	0	0	0
<i>Denticula elegans</i>	1,58	2,52	1,69	0	0	0	0,54	0	0,28
<i>Denticula kuetzingii</i>	0,57	3,67	0	0,21	0	0	0	0	0
<i>Diplooneis puella</i>	0,57	1,61	2,33	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema clavatum</i>	0	0	1,06	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema parvulum</i>	0,86	1,61	2,33	0	0	0,20	0	1,28	1,11
<i>Gomphonema spp.</i>	0,43	0	0,42	0	0,23	0,20	0	0	0
<i>Gyrosigma spencerii</i>	0,57	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Navicula accomoda</i>	0	0	0	1,37	1,72	5,93	4,73	0	2,22
<i>Navicula capitata</i>	22,67	12,39	3,38	0	0,23	0	0,27	1,02	0
<i>Navicula cryptotenella</i>	0	0,46	1,27	1,79	1,38	1,98	0	0	0
<i>Navicula cuspidata</i>	0	0,46	0	0	0	0,10	0,68	0	0,28
<i>Navicula erifuga</i>	3,59	3,67	7,19	0	0	0	0,41	0	0
<i>Navicula gregaria</i>	2,01	1,15	5,71	0,63	4,60	5,24	24,46	41,07	34,95
<i>Navicula kotschy</i>	0,14	0	0	0	0,23	0	0,54	2,30	0
<i>Navicula monoculata</i>	0,29	0	0	0,21	0,80	0,59	0,54	3,06	0,28
<i>Navicula pupula</i>	0,29	0	0,42	0	0,23	0,20	0,27	1,53	1,11
<i>Navicula pygmaea</i>	0,00	0	0,85	0,21	0,80	1,09	0,54	1,02	0,83
<i>Navicula schroeteri</i>	0,29	0	1,69	0	0	0	0	0	0
<i>Navicula spp.</i>	1,72	0,46	1,06	0	0,34	0,99	0,68	0	0
<i>Navicula subminuscula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,51	0,14
<i>Navicula tenelloides</i>	2,87	3,67	6,98	0	0	0	0	0,51	2,36
<i>Navicula veneta</i>	3,87	1,83	2,54	0	2,07	0,99	6,76	0,51	1,39
<i>Navicula viridula</i>	8,90	9,40	9,94	0,21	0	0	2,84	2,55	3,74
<i>Nitzschia amphibia</i>	3,16	5,28	1,06	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia capitellata</i>	0	0	0	0	0,69	0	0	0	0
<i>Nitzschia clausii</i>	0,29	0,46	1,27	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia constricta</i>	3,01	6,88	1,69	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia hungarica</i>	9,04	5,73	7,61	0	0	0	0	11,48	0,83
<i>Nitzschia linearis</i>	1,58	0,46	0,42	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia microcephala</i>	1,00	0,92	0	0	0	0	0,54	0,51	0
<i>Nitzschia palea</i>	5,88	3,21	1,27	11,38	6,90	17,89	30,54	13,78	21,22
<i>Nitzschia sigma</i>	1,15	0,92	0,42	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia spp.</i>	0,57	0	0	0	0	0	0,27	0	0
<i>Nitzschia supralitorea</i>	4,16	2,29	3,59	0	0	0	1,62	2,04	0,28
<i>Nitzschia umbonata</i>	1,87	0,92	0	83,35	79,43	63,54	22,30	16,33	27,74
<i>Pinnularia gibba</i>	0,57	0	0	0	0	0	0,14	0	0,83
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	8,61	14,91	14,59	0,21	0,00	0,20	0,54	0	0,42
<i>Rhopalodia accuminata</i>	0	0	1,48	0	0	0	0	0	0
<i>Rhopalodia brebissonii</i>	0	0,92	1,69	0	0	0	0	0	0
<i>Stauroneis wislouchii</i>	1,15	0,69	0,85	0,21	0	0,40	0	0	0
<i>Surirella angusta</i>	0,14	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Surirella brebisonii</i>	0,29	0,23	1,06	0	0	0	0	0	0
<i>Surirella ovalis</i>	0	0	0	0	0	0	0,27	0	0

Tabla 1. Listado de los taxones identificados y sus abundancias relativas (%) en las distintas muestras estudiadas.

Especies	Categoría	Sítios		
		AA	V	AB
<i>Gomphonema parvulum</i>	1	1,49	0,07	0,80
<i>Navicula accomoda</i>	1	0	3,11	2,27
<i>Navicula subminuscula</i>	1	0	0	0,22
<i>Navicula veneta</i>	1	2,93	0,99	2,85
<i>Nitzschia palea</i>	1	3,80	12,33	21,69
<i>Nitzschia umbonata</i>	1	1,06	75,06	21,96
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i>	2	0,25	0,35	0,18
<i>Navicula capitata</i>	2	14,20	0,07	0,45
<i>Navicula cuspidata</i>	2	0,12	0,04	0,31
<i>Navicula gregaria</i>	2	2,49	3,50	33,01
<i>Navicula pupula</i>	2	0,25	0,14	0,98
<i>Navicula pygmaea</i>	2	0,25	0,71	0,80
<i>Nitzschia clausii</i>	2	0,62	0	0
<i>Nitzschia hungarica</i>	2	7,72	0	4,28
<i>Nitzschia microcephala</i>	2	0,68	0	0,36
<i>Nitzschia sigma</i>	2	0,87	0	0
<i>Nitzschia supralitorea</i>	2	3,49	0	1,34
<i>Surirella ovalis</i>	2	0	0	0,09
<i>Cocconeis placentula</i>	3	4,17	0	0,09
<i>Denticula kuetzingii</i>	3	1,25	0,07	0
<i>Nitzschia linearis</i>	3	0,93	0	0
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	3	12,08	0,14	0,31

1: más tolerantes; 2: menos tolerantes; 3: sensibles

Tabla 2. Clasificación de las especies en cuanto a su tolerancia a la contaminación según Lange-Bertalot (1979).

Especies	Clase	Sitos		
		AA	V	AB
<i>Amphora montana</i>	II	3,74	0	0,09
<i>Amphora veneta</i>	III-IV	0,68	0	0
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i>	III	0,25	0,35	0,18
<i>Caloneis silicula</i>	I	0,87	0	0
<i>Cocconeis placentula</i>	II	4,17	0	0,09
<i>Cymbella silesiaca</i>	III	0,31	0	0
<i>Denticula kuetzingii</i>	II	1,25	0,07	0
<i>Diploneis puella</i>	I	1,37	0	0
<i>Gomphonema clavatum</i>	I	0,31	0	0
<i>Gomphonema parvulum</i>	III-IV	1,49	0,07	0,80
<i>Navicula accomoda</i>	IV	0	3,11	2,27
<i>Navicula capitata</i>	II	14,20	0,07	0,45
<i>Navicula cryptocephala</i>	III	0,37	0	0,62
<i>Navicula cryptotenella</i>	II	0,50	1,73	0
<i>Navicula cuspidata</i>	III	0,12	0,04	0,31
<i>Navicula gregaria</i>	III	2,49	3,50	33,01
<i>Navicula kotschy</i>	I	0,06	0,07	0,98
<i>Navicula monoculata</i>	III	0,12	0,53	1,34
<i>Navicula pupula</i>	III	0,25	0,14	0,98
<i>Navicula pygmaea</i>	III	0,25	0,71	0,80
<i>Navicula schroeteri</i>	II	0,62	0	0
<i>Navicula subminuscula</i>	III-IV	0	0	0,22
<i>Navicula tenelloides</i>	I	4,30	0	0,94
<i>Navicula veneta</i>	IV	2,93	0,99	2,85
<i>Navicula viridula</i>	III-IV	9,34	0,07	3,03
<i>Nitzschia amphibia</i>	III	3,11	0	0
<i>Nitzschia capitellata</i>	III	0	0,21	0
<i>Nitzschia clausii</i>	III	0,62	0	0
<i>Nitzschia constricta</i>	III	3,67	0	0
<i>Nitzschia hungarica</i>	III	7,72	0	4,28
<i>Nitzschia linearis</i>	II	0,93	0	0
<i>Nitzschia microcephala</i>	III	0,68	0	0,36
<i>Nitzschia palea</i>	IV	3,80	12,33	21,69
<i>Nitzschia sigma</i>	III	0,87	0	0
<i>Nitzschia supralitorea</i>	III	3,49	0	1,34
<i>Nitzschia umbonata</i>	IV	1,06	75,06	21,96
<i>Pinnularia gibba</i>	III	0,25	0	0,31
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	II	12,08	0,14	0,31
<i>Surirella angusta</i>	II	0,06	0	0
<i>Surirella ovalis</i>	III	0	0	0,09

Tabla 3. Distribución de las especies y sus abundancias relativas en las clases de calidad de agua (Van Dam et al., 1994)

Láminas

LÁMINA 1

- 1- *Cocconeis placentula* var. *euglypta*
- 2- *Anomoeoneis sphaerophora*
- 3- *Amphora montana*
- 4- *Amphora veneta* var. *capitata*
- 5- *Diploneis puella*
- 6- *Gomphonema parvulum*
- 7- *Gomphonema clavatum*
- 8- *Cymbella silesiaca*
- 9- *Caloneis silicula*

Escala: 10 μm

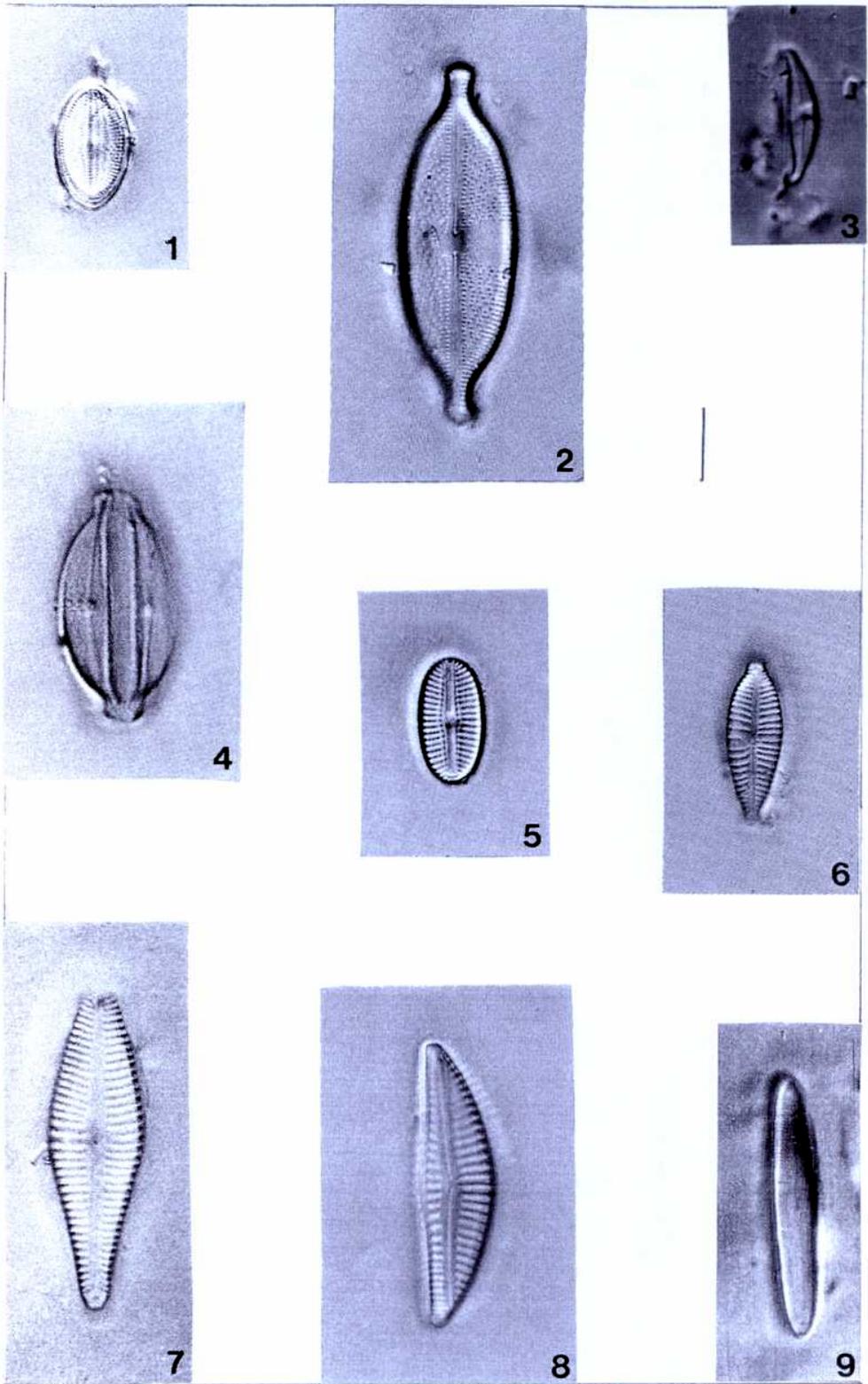
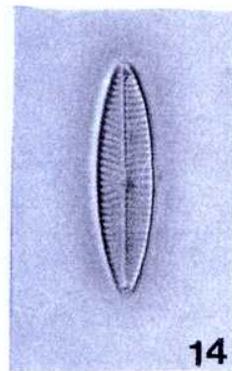
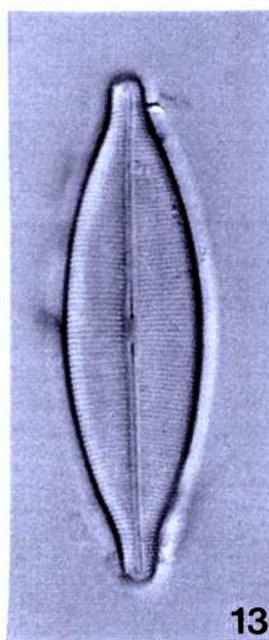
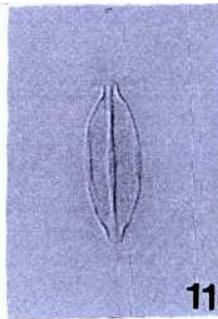
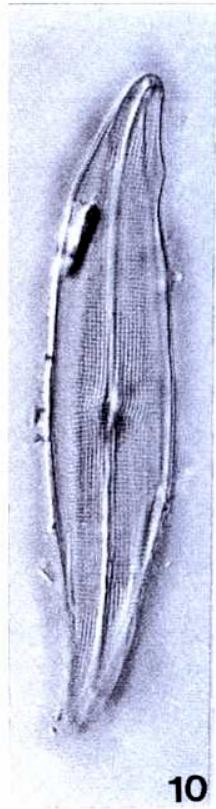


LÁMINA 2

- 10- *Gyrosigma spencerii*
- 11- *Navicula accomoda*
- 12- *Navicula capitata* var. *hungarica*
- 13- *Navicula cuspidata*
- 14- *Navicula cryptotenella*
- 15- *Navicula erifuga*
- 16- *Navicula gregaria*
- 17- *Navicula kotschy*
- 18- *Navicula monoculata*

Escala: 10 μm



—

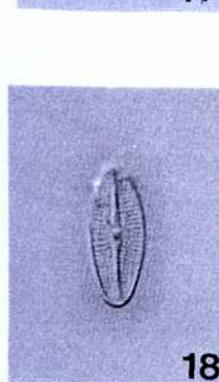
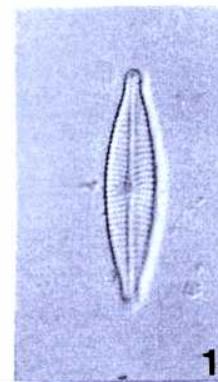
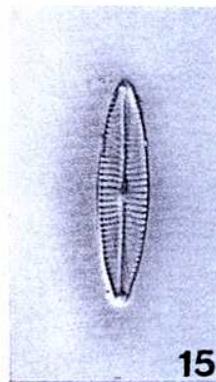
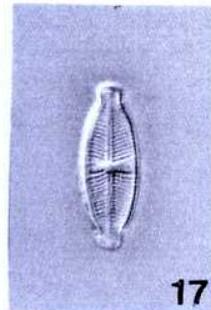


LÁMINA 3

- 19- *Navicula pygmaea*
- 20- *Navicula pupula*
- 21- *Navicula schroeteri*
- 22- *Navicula subminuscula*
- 23- *Navicula tenelloides*
- 24- *Navicula veneta*
- 25- *Navicula viridula*
- 26- *Rhoicosphaenia abbreviata*
- 27- *Pinnularia gibba*
- 28- *Rhopalodia accuminata*
- 29- *Rhopalodia brebissonii*

Escala: 10 μm

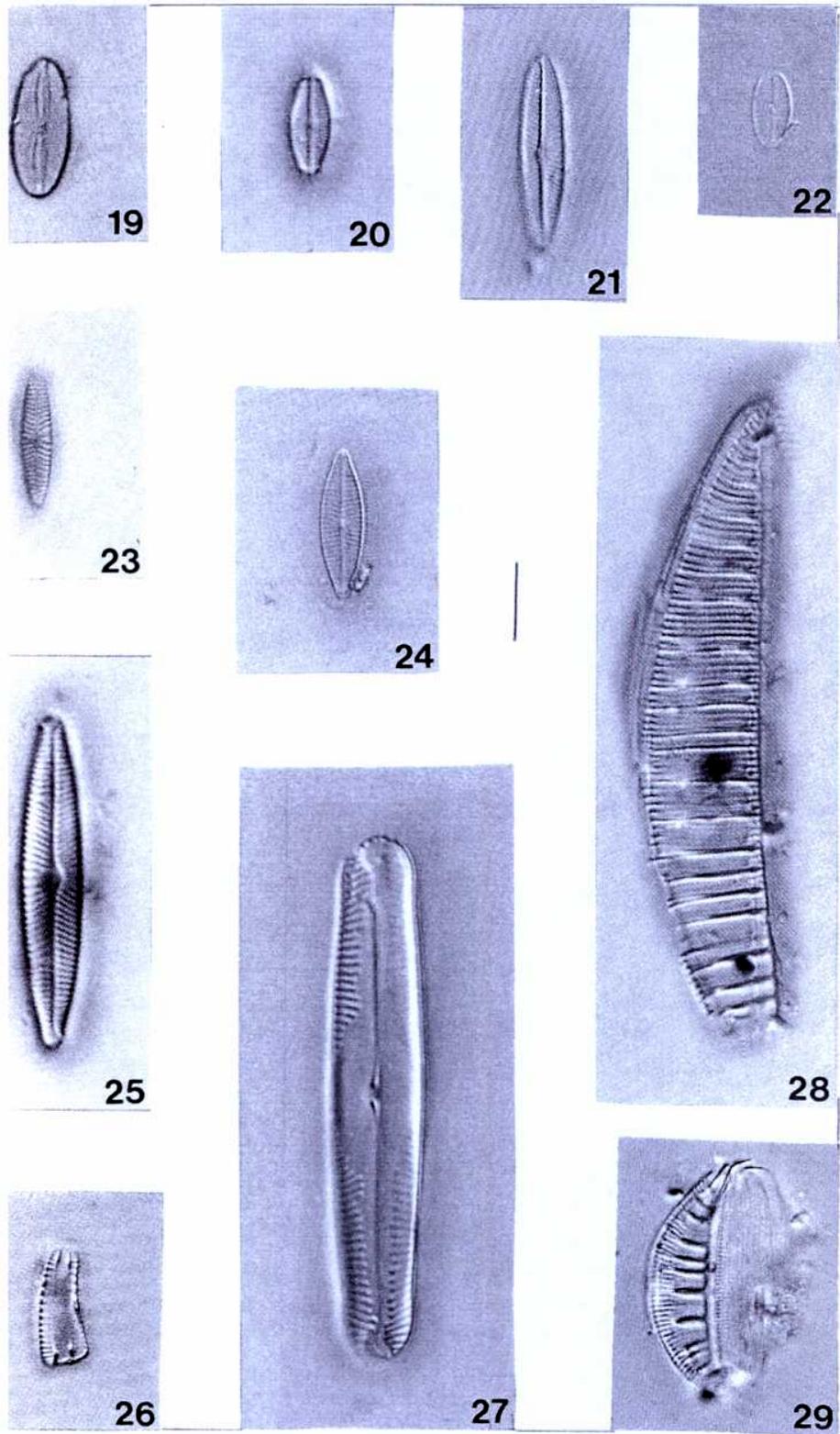


LÁMINA 4

- 30- *Stauroneis wislowchii*
- 31a- *Denticula elegans* (vista cingular)
- 31b- *Denticula elegans* (vista valvar)
- 32- *Denticula kuetzingii*
- 33- *Nitzschia amphibia*
- 34- *Nitzschia capitellata*
- 35- *Nitzschia constricta*
- 36- *Nitzschia hungarica*
- 37- *Nitzschia clausii*
- 38- *Nitzschia microcephala*
- 39- *Nitzschia palea*

Escala: 10 μm

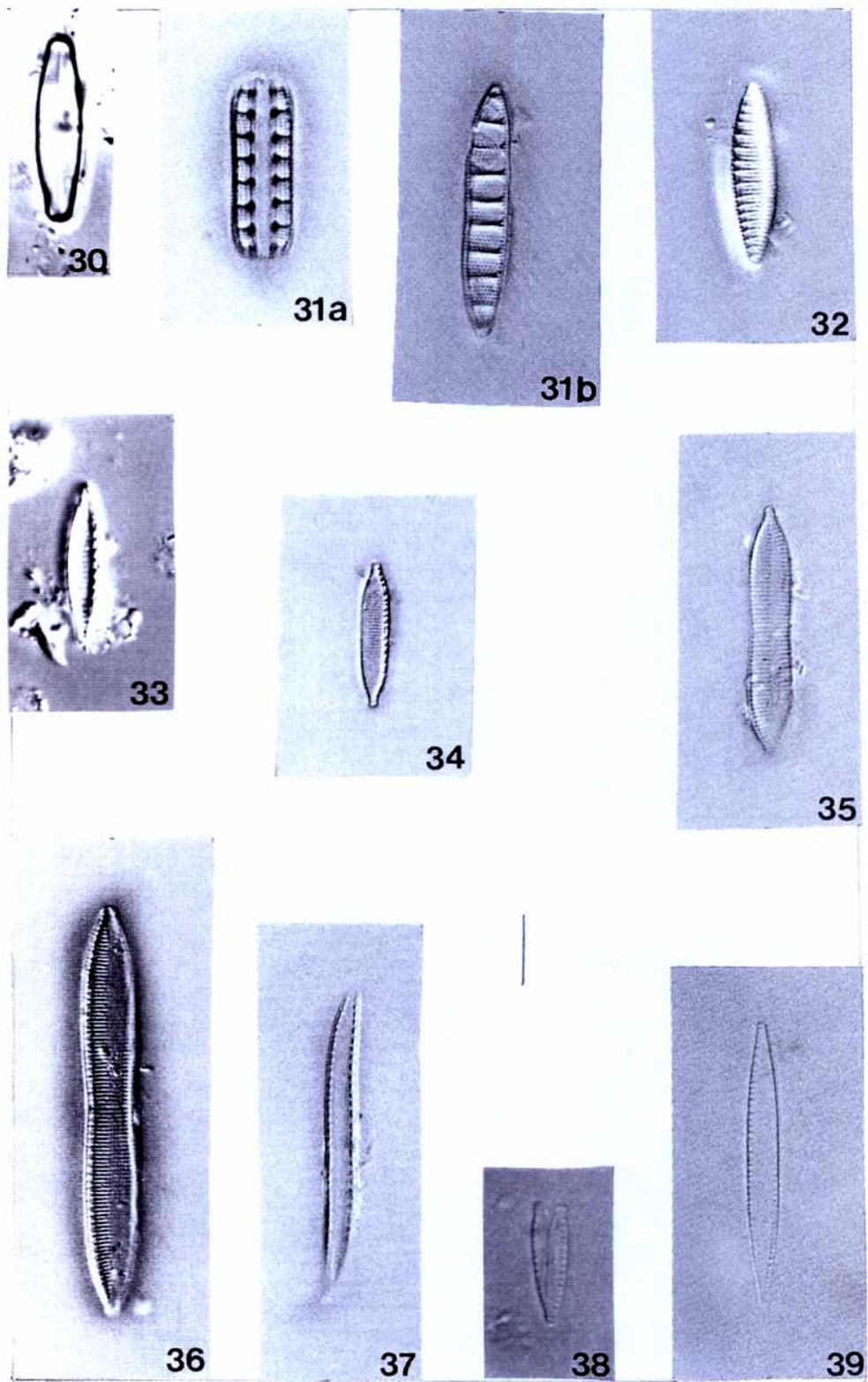


LÁMINA 5

- 40- *Surirella angusta*
- 41- *Surirella ovalis*
- 42- *Surirella brebissoni* var. *kuetzingii*
- 43- *Nitzschia supralitorea*
- 44- *Nitzschia umbonata*
- 45- *Nitzschia sigma*
- 46- *Nitzschia linearis*

Escala: 10 μm

