

## FLORA DIATOMOLÓGICA DE UN CANAL DE DESCARGA DE DESECHOS MINEROS (TUCUMÁN - ARGENTINA)<sup>1</sup>

SARA C. ISASMENDI<sup>2</sup>, CLAUDIA T. SEELIGMANN<sup>2</sup>, SILVIA N. MARTÍNEZ DE MARCO<sup>2,3</sup> y BEATRIZ C. TRACANNA<sup>2,3,4</sup>

**Summary:** Diatom flora in a discharge channel of miner wastes (Tucumán- Argentina). This paper concerns to a taxonomic and ecological study of epilithic, periphytic, phytoplanktonic diatoms which belong a discharge channel of miner wastes (Tucumán- Argentina). From all 58 taxa determined only the new records are described and illustrated, also extending the information about its geographical distribution. *Hantzschia spectabilis* (Ehrenberg) Hustedt is recordered for the first time in Argentina and *Eunotia minor* (Kützing) Grunow, *Pinnularia acrosphaeria* W. Smith and *Synedra acus* (Kützing) Lange-Bertalot are new records for the northwestern Argentina, like *Achnanthes exigua* Grunow, *Navicula pygmaea* Kützing, *Nitzschia amphibia* Grunow, *N. constricta* (Kützing) Ralfs, *N. microcephala* Grunow, *N. sigma* (Kützing) W. Smith, *N. tryblionella* Hantzsch, *Rhopalodia constricta* (W. Smith) Krammer and *Thalassiosira weissflogii* (Grunow) Fryxell & Hasle are mentioned for the first time for Tucumán. The anoxia conditions and high concentrations of biochemical oxygen demand determined the presence from a remarkable number of tolerant to most tolerant species to the contamination.

**Key words:** diatoms, phycoflora, miner wastes, Tucumán, Argentina.

**Resumen:** El presente trabajo corresponde a un estudio taxonómico y ecológico de diatomeas fitoplanctónicas, perifíticas y epilíticas pertenecientes a un canal de descarga de desechos mineros (Tucumán-Argentina). De los 58 taxa determinados, sólo se describen e ilustran las nuevas citas, ampliando además su distribución geográfica. Se mencionan por primera vez a *Hantzschia spectabilis* (Ehrenberg) Hustedt para Argentina, a *Eunotia minor* (Kützing) Grunow, *Pinnularia acrosphaeria* W. Smith y *Synedra acus* (Kützing) Lange-Bertalot para el noroeste de Argentina y a *Achnanthes exigua* Grunow, *Navicula pygmaea* Kützing, *Nitzschia amphibia* Grunow, *N. constricta* (Kützing) Ralfs, *N. microcephala* Grunow, *N. sigma* (Kützing) W. Smith, *N. tryblionella* Hantzsch, *Rhopalodia constricta* (W. Smith) Krammer y *Thalassiosira weissflogii* (Grunow) Fryxell & Hasle para Tucumán. Las condiciones de anoxia y altas concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno determinaron la presencia de un número notable de especies tolerantes o muy tolerantes a la contaminación.

**Palabras clave:** diatomeas, ficoflora, desechos mineros, Tucumán, Argentina.

### INTRODUCCIÓN

Una empresa dedicada a la extracción de oro y cobre en una mina a cielo abierto en la provincia de Catamarca, comenzó su actividad en 1997. El cobre es transportado por un mineraloducto hasta la planta de filtro ubicada en Cruz del Norte (Tucumán). Allí se procesa el mineral y se vierten sus desechos en un canal de descarga, que luego de recorrer 68 km desemboca directamente en el embalse Río Hondo.

En una primera contribución se encararon estudios de evaluación del impacto producido por estos efluentes. Los resultados de los análisis físico-químicos previos y posteriores al inicio de la actividad minera, evidenciaron una disminución del oxígeno disuelto y aumentos de la conductividad eléctrica, demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), concentraciones de sulfato y sulfuro. Sin embargo no se detectaron registros importantes de cobre. Asimismo se observó un incremento de la densidad algal, particularmente de especies resistentes a la contaminación (Seeligmann *et al.*, 1999).

Ante la falta de antecedentes sobre la flora diatomológica en ambientes perturbados por desechos mineros, se realizó en esta segunda etapa, un estudio taxonómico y ecológico de las Bacillariophyceae de las comunidades fitoplanctónica, perifítica y epilítica.

<sup>1</sup>Trabajo financiado por el CIUNT, proyecto G229 y CONICET, PIP N° 0871/98.

<sup>2</sup>ILINOIA (Instituto de Limnología del Noroeste Argentino). Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo. Universidad Nacional de Tucumán. Miguel Lillo 205. C.P. 4.000 - San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina. E-mail: ilinoia@csnat.unt.edu.ar.

<sup>3</sup>Fundación Miguel Lillo.

<sup>4</sup>CONICET.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras fueron colectadas en un canal situado en la localidad de Ranchillos (26° 45' S y 65° 15' O), Dpto. Cruz Alta, Tucumán. Se seleccionaron dos sitios: A<sub>1</sub> a los 3 m y A<sub>2</sub> a los 450 m del lugar de descarga del efluente. En estos lugares el canal cuenta con profundidades y anchos promedios de 35 cm y 3 m, respectivamente. Durante los meses de febrero-mayo de 1998 se tomaron 23 muestras de fitoplancton, perifiton (sobre *Typha* sp. y portaobjetos) y epilíton (micropepton).

Las muestras planctónicas cualitativas se obtuvieron con red de plancton de 25 µm de malla. Para el análisis del epilíton y del perifiton se seleccionaron cada 30 días, rocas al azar y porciones sumergidas de *Typha* sp. (totora) de 10 cm de largo. La extracción de la ficoflora asociada a los distintos sustratos se realizó mediante un raspado con bisturí, el cual se colocó en recipientes con agua del lugar previamente filtrada. Los portaobjetos, utilizados como sustrato artificial, se ubicaron sobre soportes de telgopor a una profundidad variable entre 30 y 40 cm y asegurados mediante un lastre al fondo del canal. La primera extracción se efectuó a las 48 horas de colocados los muestreadores y luego quincenalmente. Todas las muestras fueron fijadas con formaldehído al 4 % e incorporadas al Herbario Ficológico de la Fundación Miguel Lillo con la sigla LIL bajo la siguiente numeración:

- 2629: Sitio A<sub>1</sub>, perifiton (sustrato artificial), 02/98
- 2630: Sitio A<sub>1</sub>, epilíton, 02/98
- 2631: Sitio A<sub>1</sub>, fitoplancton, 02/98
- 2632: Sitio A<sub>1</sub>, perifiton (totora), 02/98
- 2633: Sitio A<sub>2</sub>, perifiton (sustrato artificial), 02/98
- 2634: Sitio A<sub>2</sub>, epilíton, 02/98
- 2635: Sitio A<sub>2</sub>, fitoplancton, 02/98
- 2636: Sitio A<sub>2</sub>, perifiton (totora), 02/98
- 2637: Sitio A<sub>1</sub>, perifiton (sustrato artificial), 03/98
- 2638: Sitio A<sub>1</sub>, epilíton, 03/98
- 2639: Sitio A<sub>1</sub>, fitoplancton, 03/98
- 2640: Sitio A<sub>1</sub>, perifiton (totora), 03/98
- 2641: Sitio A<sub>2</sub>, perifiton (sustrato artificial), 03/98
- 2642: Sitio A<sub>2</sub>, epilíton, 03/98
- 2643: Sitio A<sub>2</sub>, fitoplancton, 03/98
- 2644: Sitio A<sub>2</sub>, perifiton (totora), 03/98
- 2645: Sitio A<sub>1</sub>, epilíton, 05/98
- 2646: Sitio A<sub>1</sub>, fitoplancton, 05/98
- 2647: Sitio A<sub>1</sub>, perifiton (totora), 05/98
- 2648: Sitio A<sub>2</sub>, perifiton (sustrato artificial), 05/98
- 2649: Sitio A<sub>2</sub>, epilíton, 05/98

2650: Sitio A<sub>2</sub>, fitoplancton, 05/98

2651: Sitio A<sub>2</sub>, perifiton (totora), 05/98

Cada muestra fue tratada según la metodología convencional para la observación de los frústulos de acuerdo a Patrick & Reimer (1966, 1975). Los preparados permanentes para microscopía óptica se hicieron utilizando Naphrax® como medio de montaje, según Ferrario *et al.* (1995).

En este trabajo sólo se describen e ilustran las especies citadas por primera vez para el país, el noroeste argentino y la provincia de Tucumán. La información taxonómica se completa con referencias de la distribución geográfica y requerimientos ecológicos. La lista de los taxa algales identificados se encuentran en Seeligmann *et al.* (1999). En esta contribución se incluyen sólo las especies de diatomeas a fin de incorporar las comunidades donde fueron registradas y sus frecuencias relativas, cuyo valor representa el número de muestras en las que estuvieron presentes (Tabla 1).

El ordenamiento sistemático seguido hasta nivel genérico es el propuesto por Simonsen (1979) y las determinaciones a nivel específico se realizaron siguiendo a Germain (1981), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991 a y b) y Patrick & Reimer (1966, 1975). La distribución geográfica de los taxa en Argentina fue consultada en los catálogos de Luchini & Verona (1972), Tell (1985) y citas posteriores.

## RESULTADOS

En la Tabla 1 se indican las especies citadas por primera vez para el país (\*), para el noroeste argentino (\*\*) y para Tucumán (\*\*\*).

### ORDEN CENTRALES

#### Suborden COSCINODISCINEAE

#### Familia Thalassiosiraceae

**Thalassiosira weissflogii** (Grunow) Fryxell & Hasle (Fig. 1 A)

Fryxell & Hasle, 1977: 68, figs. 1-15; Germain, 1981: 42, lám. 10, figs. 13-16; Krammer & Lange-Bertalot, 1991a: 79, lám. 77, figs. 3-4.

Diámetro de la célula de 20 µm. Procesos reforzados en un anillo marginal de 10 en 10 µm y 8-10 subcentrales. Presencia de un proceso labiado marginal.

Tabla 1: Lista de los taxa en las comunidades estudiadas.

Taxa	A <sub>1</sub>			A <sub>2</sub>			Frecuencia relativa
	Febrero	Marzo	Mayo	Febrero	Marzo	Mayo	
Clase Bacillariophyceae							
Orden Centrales							
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	E	E	E; T	T		T	26 %
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	E; F; T	A; E; F; T	E; F; T	E; F; T	A; E; F; T	A; E; F; T	91 %
<i>Melosira varians</i> Agardh	E	A; T	E				17 %
<i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg) Compère		T					4 %
*** <i>Thalassiosira weissflogii</i> (Grunow) Fryxell & Hoslie		E	E		E; T	T	22 %
Orden Pennales							
*** <i>Achnanthes exigua</i> Grunow	T	E; T	E; T	T	E; F; T	E; T	48 %
<i>A. inflata</i> (Kützing) Grunow	T	E; T	E; T				22 %
<i>Amphora copulata</i> Schoeman & Archibald	T	A; E; T	E; T	E; T	A; E; F; T	E; T	61 %
<i>Anomooneis sphaerophora</i> (Ehrenberg) Pflizer		E; T	E	E; T	E; T	E; T	39 %
<i>Bacillaria paradoxa</i> Gmelin		E	E		T	T	17 %
<i>Caloneis westii</i> (W. Smith) Hendey				E	T	E; T	17 %
<i>Campylodiscus bicostatus</i> W. Smith				E	T	T	13 %
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	T	E; T	E		T	T	26 %
<i>Cymbella cymbiformis</i> Agardh		T	E	T	E; T	E; T	30 %
<i>Denticula kuetzingii</i> Grunow	F; T	E; F; T	E; F; T	E; F; T	E; F; T	E; F; T	74 %
<i>Diploneis boldtiana</i> Cleve	A; E; T	A; E; F; T	E; T	A; E; F; T	A; E; F; T	A; E; F; T	91 %
<i>Entomoneis alata</i> Kützing		A; E; F; T	F; E	E; F; T	A; E; F; T	A; E; T	69 %
** <i>Eunotia minor</i> (Kützing) Grunow					T	T	9 %
<i>E. pectinellus</i> (O.F. Müller) Rabenhorst	A	A	E	A; E; T	A; E; T	E; F; T	52 %
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	E	E; T	E; T	E; T	E; T	E; T	48 %
<i>G. parvulum</i> (Kützing) Kützing	T	T	T		E		17 %
<i>G. truncatum</i> Ehrenberg	F; T	A; E; T	F; E	E; F; T	A; E; T	A; E; F; T	74 %
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	A; E; F; T	A; E; F; T	E; F	E; T	A; E; T	E; T	74 %
<i>Gy. scalproides</i> (Rabenhorst) Cleve	T	T			T	E	17 %
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	T	E; T	E; T	T	T	E; T	39 %
* <i>H. spectabilis</i> (Ehrenberg) Hustedt					E; T	T	13 %
<i>Mastogloia elliptica</i> Agardh	E		E	E; F; T	A; E; T	A; E; F; T	52 %
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	T	E; T	E; T		E; F; T		35 %
<i>N. cuspidata</i> (Kützing) Kützing	A; F; T	F; T	E; F; T	A; F	A; F; T	E; F; T	69 %
<i>N. exigua</i> Germain	T	E; T	E; F; T	T	E; T	E; F; T	52 %
<i>N. peregrina</i> Kützing	A; E; F; T	A; E; F; T	F; E; T	A; E; F; T	A; E; F; T	A; E; F; T	100 %
<i>N. perrotettii</i> (Grunow) Cleve		T	E		A; T	A; T; E	30 %
<i>N. pupula</i> Kützing	E; F; T	E; F; T	E; F; T	E; F; T	A; E; F; T	A; E; F; T	87 %
*** <i>N. pygmaea</i> Kützing	T			T	T	T	17 %
<i>Navicula</i> sp.	F; T	E; T	E; T	E; T	E; T	T; E	52 %
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W. Smith	F	F	F				13 %
*** <i>N. amphibia</i> Grunow			E		E; T	E; T	22 %
*** <i>N. constricta</i> (Kützing) Ralfs	T	E; T	E; F; T	E; T	E; T	E; F; T	56 %
<i>N. linearis</i> W. Smith	T	E; T	E; T	T	E; T	E; T	43 %
*** <i>N. microcephala</i> Grunow		E	E		E	T	17 %
<i>N. obtusa</i> W. Smith	A; E; F; T	A; E; F; T	E; F; T	F; A; E	A; E; F	A; E; F	87 %
<i>N. palea</i> (Kützing) W. Smith	E; F; T	A; E; F; T	E; F; T	E; F; T	A; E; F; T	A; E; F; T	91 %
<i>N. reversa</i> W. Smith	E	F	F		T		17 %
<i>N. scalaris</i> (Ehrenberg) W. Smith		T	T	E; T	A; T	A; E; F; T	43 %
*** <i>N. sigma</i> (Kützing) W. Smith	T	E	E		T	T	17 %
*** <i>N. tryblionella</i> Hantzsch		E; T	T	T	E; T	E; T	35 %
** <i>Pinnularia acrosphaeria</i> W. Smith	A; T	A; T	E; T	T	E; T	E; T	48 %
<i>P. interrupta</i> W. Smith	A; E; F; T	A; E; T	E; F; T	A; E; F; T	A; E; F; T	A; E; F; T	96 %
<i>P. viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg	A	A; T	E	A; E; T	A; E; T	A; E; T	56 %
<i>Rhopalodia brebissonii</i> Krammer	T	E; F; T	E; T		E; T	A	39 %
*** <i>Rh. constricta</i> (W. Smith) Krammer	T	E	E; T	T	T	T	30 %
<i>Rh. gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller	E; F; T	A; E; F; T	E; T	A; E; F; T	A; E; F; T	A; E; F; T	91 %
<i>Rh. gibberula</i> (Ehrenberg) O. Müller	E; F; T	A; E; F; T	E; F; T	F; A; T	A; E; F; T	A; E; F; T	91 %
<i>Suriella ovalis</i> Brébisson	T	E; T	E; T		A; E; T	A; E; F; T	52 %
<i>S. rorata</i> Frenguelli	A; F; T	A; F	E	F; T	A; E; T	A; E; F; T	65 %
<i>S. tenera</i> Gregory	T	E; T	E; T	T	A; E; T	E; T	48 %
** <i>Synedra acus</i> (Kützing) Lange-Bertalot			E	T	E; T	E; T	26 %
<i>S. ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg	E; T	A; E; T	E	E; F; T	A; E; F; T	A; E; F; T	74 %

A= perifiton sustrato artificial; E= epilíton; F= fitoplancton; T= perifíton (totora); especies citadas por primera vez \* para el país, \*\* para el NOA ;\*\*\* para Tucumán

Material estudiado: LIL N°: 2638, 2642, 2644, 2645 y 2651.

Ecología: En ambientes marinos, en aguas duras y dulces (Herbst & Maidana, 1989).

Distribución geográfica: Cosmopolita. En Argentina: citada para Chaco (Herbst & Maidana, *op. cit.*, Maidana & Herbst, 1994), Santiago del Estero (Maidana & Herbst, 1989), Buenos Aires (Sala, 1997) y La Pampa (Romero, 1993).

ORDEN PENNALES

Suborden ARAPHIDINEAE

Familia Diatomaceae

**Synedra acus** Kützing (Fig. 1 B)

Kützing, 1844, *Bacill.*: 68, lám. 15, fig. 7; Germain, 1981: 78, lám. 27, figs. 1-12; Patrick & Reimer, 1966: 135, lám. 5, fig. 1.

Valvas lanceoladas, fusiformes, levemente capitadas. Área central rectangular, esternón angosto. Estrías paralelas. Dimensiones celulares: largo 160-165 µm; ancho 5-7,5 µm; estrías 10-12 en 10 µm.

Material estudiado: LIL N°: 2636, 2642, 2644, 2645, 2649 y 2651.

*Ecología:* De aguas dulces. Oligohalobia. Oligosaprobia. En aguas neutras y en aquellas que no tengan muy baja conductividad (Luchini & Verona, 1972).

*Distribución geográfica:* Cosmopolita. En Argentina: de amplia distribución (Luchini & Verona (*op. cit.*) y Tell, 1985).

Suborden RAPPHIDINEAE

Familia Eunotiaceae

**Eunotia minor** (Kützing) Grunow (Fig. 1 C)

Grunow en Van Heurck 1881; *Eunotia pectinalis* var. *minor* (Kütz.) Rabenhorst, 1864; *Eunotia pectinalis* var. *minor* (Kütz.) Grunow, en Van Heurck 1881; *Eunotia minor* en Krammer & Lange-Bertalot, 1991a: 196, lám. 142, figs. 7-15.

Frústulos unidos formando colonias tabulares. Valvas con márgenes ventral levemente cóncavo y dorsal convexo, de extremos redondeados y algo más delgados que el resto de la valva. Nódulos terminales subapicales. Estrías más distanciadas en el centro que en los extremos. Dimensiones celulares: largo 33-36,5 µm; ancho 8-9 µm; estrías 10-11 en 10 µm.

Material estudiado: LIL N°: 2644 y 2651.

*Ecología:* De aguas dulces. Oligosaprobia. Acidófila, aunque también ha sido hallada en ambientes alcalinos. Oligotróficas a eutróficas (Luchini & Verona, 1972).

*Distribución geográfica:* Cosmopolita. En Argentina: además de las citas que figuran en Luchini & Verona, *op. cit.* y Tell, 1985 [como *Eunotia pectinalis*

var. *minor* (Kütz.) Rabenhorst] mencionada para Misiones (Maidana, 1981), Chaco (Herbst & Maidana, 1989), Córdoba (Martínez de Fabricius & Gari, 1989) y Neuquén (Maidana & Díaz Villanueva, 2001).

Familia Achnantheaceae

**Achnanthes exigua** Grunow (Fig. 1 D a y b)

Grunow, en Cleve & Grunow, 1880, 17 (2): 21; Hustedt, 1930: 201, fig. 268; Patrick & Reimer, 1966: 257, lám. 16, figs. 21-22; Germain, 1981: 114, lám. 42, figs. 20-26; Krammer & Lange-Bertalot, 1991b: 38, lám. 23, figs. 1-27, lám. 6, fig. 4.

Valvas rectangulares con extremos rostrados. La valva con rafe presenta un área axial estrecha y un área central que alcanza los márgenes valvares. Estrías ligeramente radiales, excepto en los extremos donde se tornan paralelas. En la valva sin rafe las estrías se disponen ligeramente radiales formando un esternón lineal y un área central que alcanza uno de los márgenes valvares, delimitada por dos estrías más cortas o sin ellas. Dimensiones celulares: largo 16-17 µm; ancho 5-6 µm; estrías 20-24 en 10 µm en la valva con rafe, estrías 18-20 en 10 µm en la valva sin rafe.

Material estudiado: LIL N°: 2632, 2636, 2638, 2640, 2642, 2643, 2644, 2645, 2647, 2649 y 2651.

*Ecología:* De aguas dulces. Litoral. Alcalífila. Euriterma. Eurifótica. Oligohalobia indiferente. Oligosaprobia (Luchini & Verona, 1972).

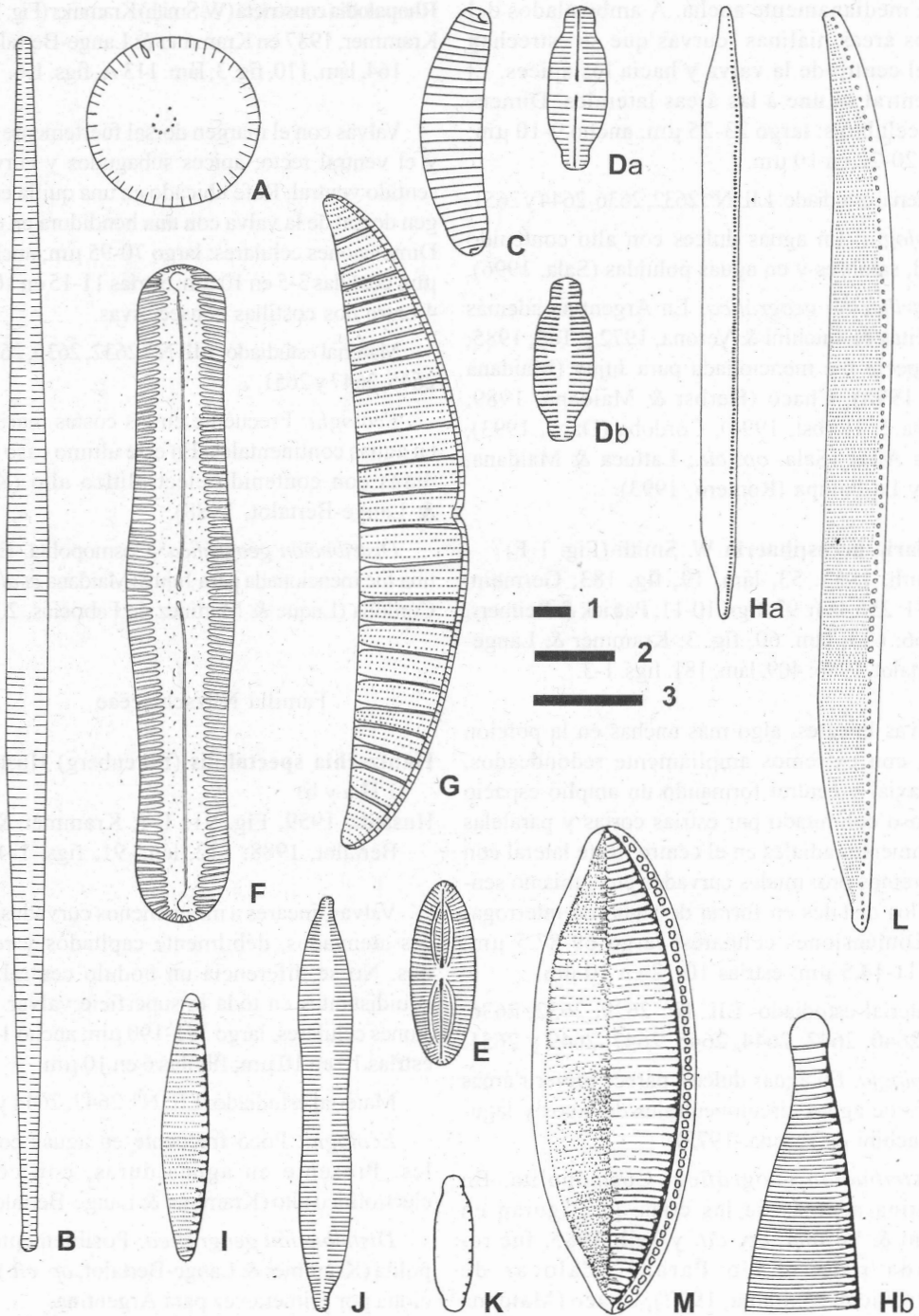
*Distribución geográfica:* Cosmopolita. En Argentina: además de los registros incluidos en Luchini & Verona, *op. cit.* y Tell, 1985, fue hallada en Jujuy (Maidana *et al.*, 1998), Santiago del Estero (Maidana & Herbst, 1989), Chaco (Herbst & Maidana, 1989; Maidana & Herbst, 1994), Córdoba (Martínez de Fabricius, 1995; Luque & Martínez de Fabricius, 2000), Neuquén (Maidana & Díaz Villanueva, 2001) y Tierra del Fuego (Maidana, 2000, citada como *Achnantheidium exiguum* (Grunow) Czarnecki).

Familia Naviculaceae

**Navicula pygmaea** Kützing (Fig. 1 E)

Kützing, 1849, *Sp. Alg.*: 77; Germain, 1981: 218, lám. 82, figs. 3-4; Patrick & Reimers, 1966: 442, lám. 39, fig. 4; Krammer & Lange-Bertalot, 1986: 171, lám. 65, figs. 1-6.





**Fig. 1.** Nuevas citas de diatomeas para el país, el noroeste argentino y la provincia de Tucumán. **A:** *Thalassiosira weissflogii*, **B:** *Synedra acus*, **C:** *Eunotia minor*, **Da, b:** *Achnanthes exigua* (a: vista valvar con rafe, b: vista valvar sin rafe), **E:** *Navicula pygmaea*, **F:** *Pinnularia acrosphaeria*, **G:** *Rhopalodia constricta*, **Ha, b:** *Hantzschia spectabilis* (a: aspecto general marcando sólo las fibulas, b: detalle de un extremo), **I:** *Nitzschia amphibia*, **J:** *Nitzschia constricta*, **K:** *Nitzschia microcephala*, **L:** *Nitzschia sigma*, **M:** *Nitzschia tryblionella*. Las escalas corresponden a 10 µm (escala 1: Fig. **Ha**; escala 2: Figs. **A - C, E-H b, I, J, L y M**; escala 3: Figs. **D y K**).

Valvas elípticas con extremos ampliamente redondeados. Área axial variable desde muy angosta a medianamente ancha. A ambos lados del rafe dos áreas hialinas curvas que se estrechan hacia el centro de la valva y hacia los ápices. El área central se une a las áreas laterales. Dimensiones celulares: largo 23-25  $\mu\text{m}$ ; ancho 9-10  $\mu\text{m}$ ; estrías 20-22 en 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: LIL N<sup>o</sup>: 2632, 2636, 2644 y 2651.

*Ecología*: En aguas dulces con alto contenido mineral, salobres y en aguas poluidas (Sala, 1996).

*Distribución geográfica*: En Argentina además de las citas en Luchini & Verona, 1972 y Tell, 1985, esta especie fue mencionada para Jujuy (Maidana *et al.*, 1998), Chaco (Herbst & Maidana, 1989, Maidana & Herbst, 1994), Córdoba (Daga, 1993), Buenos Aires (Sala, *op. cit.*; Lattuca & Maidana, 2000) y La Pampa (Romero, 1993).

**Pinnularia acrosphaeria** W. Smith (Fig. 1 F)  
W. Smith, 1853: 53, lám. 19, fig. 183; Germain, 1981: 256, lám. 92, figs. 10-11; Patrick & Reimers, 1966: 623, lám. 60, fig. 3; Krammer & Lange-Bertalot, 1986: 409, lám. 181, figs. 1-3.

Valvas lineares, algo más anchas en la porción media, con extremos ampliamente redondeados. Áreas axial y central formando un amplio espacio granuloso delimitado por estrías cortas y paralelas a ligeramente radiales en el centro. Rafe lateral con los extremos proximales curvados en el mismo sentido y los distales en forma de signo de interrogación. Dimensiones celulares: largo 69-87,5  $\mu\text{m}$ ; ancho 11-14,5  $\mu\text{m}$ ; estrías 10-12 en 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: LIL N<sup>o</sup>: 2629, 2632, 2636, 2637, 2640, 2642, 2644, 2645, 2647, 2649 y 2651.

*Ecología*: En aguas dulces, parece preferir áreas litorales de aguas circumneutrales de lagos y lagunas (Luchini & Verona, 1972).

*Distribución geográfica*: Cosmopolita. En Argentina además de las citas que figuran en Luchini & Verona, *op. cit.* y Tell, 1985, fue registrada para el río Paraná (Zalocar de Domitrovic & Maidana, 1997), Chaco (Maidana & Herbst, 1994), Córdoba (Martínez de Fabricius, 1998; Martínez de Fabricius & Gari, 1996; Luque & Martínez de Fabricius, 2000), La Pampa (Romero, 1993) y Neuquén (Maidana & Díaz Villanueva, 2001).

#### Familia Epithemiaceae

**Rhopalodia constricta** (W. Smith) Krammer (Fig. 1 G)  
Krammer, 1987 en Krammer & Lange-Bertalot, 1988: 164, lám. 110, fig. 3; lám. 113 A, figs. 1-6.

Valvas con el margen dorsal fuertemente convexo y el ventral recto; ápices subagudos y curvados en sentido ventral. Rafe ubicado en una quilla en el margen dorsal de la valva con una hendidura en el centro. Dimensiones celulares: largo 70-95  $\mu\text{m}$ ; ancho 13-15  $\mu\text{m}$ ; costillas 3-5 en 10  $\mu\text{m}$ ; estrías 11-15 en 10  $\mu\text{m}$  y 2-4 entre dos costillas consecutivas.

Material estudiado: LIL N<sup>o</sup>: 2632, 2636, 2638, 2644, 2645, 2647 y 2651.

*Ecología*: Frecuente en las costas marinas, raro en aguas continentales. En este último caso en aguas duras con contenido electrolítico alto (Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

*Distribución geográfica*: Cosmopolita. En Argentina fue mencionada para Jujuy (Maidana *et al.*, 1998) y Córdoba (Luque & Martínez de Fabricius, 2000).

#### Familia Nitzschiaceae

**Hantzschia spectabilis** (Ehrenberg) Hustedt (Fig. 1 H a y b)  
Hustedt, 1959, Fig. 91: 1-4; Krammer & Lange-Bertalot, 1988: 132, lám. 91, figs. 1-4.

Valvas lineares a más o menos curvadas, con ápices atenuados, débilmente capitados y redondeados. No se diferencia un nódulo central. Fíbulas equidistantes en toda la superficie valvar. Dimensiones celulares: largo 175-190  $\mu\text{m}$ ; ancho 14-17  $\mu\text{m}$ ; estrías 10 en 10  $\mu\text{m}$ ; fíbulas 6 en 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: LIL N<sup>o</sup>: 2642, 2644 y 2651.

*Ecología*: Poco frecuente en aguas continentales. Presente en aguas duras, con contenido electrolítico alto (Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

*Distribución geográfica*: Posiblemente cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, *op. cit.*). Se menciona por primera vez para Argentina.

**Nitzschia amphibia** Grunow (Fig. 1 I)  
Grunow, 1862: 574, lám. 12, fig. 23; Germain, 1981: 358, lám. 135, figs. 32-37; Krammer & Lange-Bertalot, 1988: 108, lám. 78, figs. 13-26.

Valvas elíptico-lanceoladas con ápices variables, agudos o redondeados. Superficie valvar con gruesas estrías areoladas y fibulas distribuidas uniformemente. Dimensiones celulares: largo 37-46  $\mu\text{m}$ ; ancho 6-7  $\mu\text{m}$ ; estrías 12-16 en 10  $\mu\text{m}$ ; fibulas 8-10 en 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: LIL N°: 2642, 2644, 2645, 2649 y 2651.

*Ecología:* En aguas dulces y levemente salobres. Oligohalobia (indiferente) (Luchini & Verona, 1972).

*Distribución geográfica:* En Argentina mencionada en Luchini & Verona, *op. cit.* y Tell, 1985 y registrada en Jujuy (Maidana *et al.*, 1998), Chaco (Maidana & Herbst, 1994), Río Paraná (Zalocar de Domitrovic & Maidana, 1997), Santiago del Estero (Maidana & Herbst, 1989), Buenos Aires (Lattuca & Maidana, 2000), La Pampa (Romero, 1993) y Neuquén (Maidana & Díaz Villanueva, 2001).

***Nitzschia constricta*** (Kützting) Ralfs (Fig. 1 J)  
Ralfs en Pritchard, 1861: 780; Germain, 1981: 336, lám. 127, fig. 8 [como *N. apiculata* (Gregory) Grunow]; Krammer & Lange-Bertalot, 1988: 43, lám. 35, figs. 1-6.

Valvas lineares, márgenes débilmente cóncavos en el centro, ápices cuneados y rostrados. Superficie valvar con estrías biseriadas interrumpidas por un desnivel longitudinal ligeramente excéntrico y de ancho variable. Fibulas coincidentes en número con las estrías. Dimensiones celulares: largo 62-76,5  $\mu\text{m}$ ; ancho 6-9  $\mu\text{m}$ ; estrías 15-18 en 10  $\mu\text{m}$ ; fibulas 15-18 en 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: LIL N°: 2632, 2634, 2636, 2638, 2640, 2642, 2644, 2645, 2646, 2647, 2649, 2650 y 2651.

*Ecología:* Tolera aguas con alto contenido electrolítico y hasta del tipo a-mesosaprobia (Krammer & Lange-Bertalot, 1988). Planctónica, también bentónica litoral. Eurihalina. Alcalófila y mesooxibionte [Luchini & Verona, 1972, citada como *N. apiculata* (Gregory) Grunow].

*Distribución geográfica:* Cosmopolita. En Argentina: además de las citas en Luchini & Verona, *op. cit.*, fue hallada en Jujuy (Maidana *et al.*, 1998), Córdoba (Luque & Martínez de Fabricius, 2000), San Luis (Maidana, 1994) y Buenos Aires (Lattuca & Maidana, 2000).

***Nitzschia microcephala*** Grunow (Fig. 1 K)

Grunow en Cleve & Möller, 1878; Germain, 1981: 358, lám. 135, figs. 1-4; Krammer & Lange-Bertalot, 1988: 120, lám. 83, figs. 10-18.

Valvas elípticas a linear-elípticas, con el margen en donde se ubica el rafe convexo y el otro convexo o más o menos recto y ápices abruptamente delimitados, levemente rostrados. Superficie valvar con fibulas conspicuas, regularmente espaciadas y estrías difíciles de observar al microscopio óptico. Dimensiones celulares: largo 12-13  $\mu\text{m}$ ; ancho 3-3,5  $\mu\text{m}$ ; fibulas 12-18 en 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: LIL N°: 2638, 2642, 2645 y 2651.

*Ecología:* De aguas dulces y salobres. Planctónica. Oligohalobia (indiferente). Alcalífila (Luchini & Verona, 1972). En este estudio registrada en el perifiton.

*Distribución geográfica:* Cosmopolita. En Argentina además de las citas mencionadas en Luchini & Verona, *op. cit.*, fue encontrada en Jujuy (Maidana *et al.*, 1998), Chaco (Maidana & Herbst, 1994), Córdoba (Daga, 1993), Buenos Aires (Lattuca & Maidana, 2000) y La Pampa (Romero, 1993).

***Nitzschia sigma*** (Kützting) W. Smith (Fig. 1 L)

W. Smith, 1853: 39, lám. 13, fig. 108; Germain, 1981: 368, lám. 139, figs. 1-6; Krammer & Lange-Bertalot, 1988: 32, lám. 23, figs. 1-9, lám. 24, fig. 1.

Valva linear, ligeramente sigmoide, con extremos subagudos. Rafe excéntrico con fibulas evidentes y estrías finamente punteadas. Dimensiones celulares: largo 117-123  $\mu\text{m}$ ; ancho 6,5-8,5  $\mu\text{m}$ ; estrías 19-24 en 10  $\mu\text{m}$ ; fibulas 7-8 en 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: LIL N°: 2632, 2644, 2645 y 2651.

*Ecología:* De aguas salobres en cuencas continentales hasta aguas casi dulces. Mesohalobia-Eurihalina (Luchini & Verona, 1972).

*Distribución geográfica:* Cosmopolita. En Argentina registrada en Luchini & Verona, *op. cit.* y Tell, 1985 y mencionada para Jujuy (Maidana *et al.* 1998), Chaco (Maidana & Herbst, 1994), Río Paraná (Zalocar de Domitrovic & Maidana, 1997), Santiago del Estero (Maidana & Herbst, 1989), Córdoba (Luque & Martínez de Fabricius, 2000), Buenos Aires (Lattuca & Maidana, 2000) y La Pampa (Romero, 1993).

**Nitzschia tryblionella** Hantzsch (Fig. 1 M)

Hantzsch en Rabenhorst, 1860; Germain, 1981: 334, lám. 125, figs. 1-5; Krammer & Lange-Bertalot, 1988: 37, lám. 27, figs. 1-4.

Valvas linear-lanceoladas con ápices cuneiforme-redondeados. Rafe fuertemente excéntrico. Superficie valvar con anchas ondulaciones longitudinales. Costillas transapicales algo difusas, que aparentan interrumpirse en el medio de la valva. Estrías difíciles de distinguir al microscopio óptico. Dimensiones celulares: largo 54-60  $\mu\text{m}$ ; ancho 16-19,5  $\mu\text{m}$ ; costillas 10-11 en 10  $\mu\text{m}$ ; fibulas 8 en 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: LIL N°: 2636, 2638, 2640, 2642, 2644, 2647, 2649 y 2651.

**Ecología:** En aguas dulces y salobres. Halófila. Oligohalobia (indiferente) pero con máximo desarrollo en aguas alcalinas (Luchini & Verona, 1972).

**Distribución geográfica:** En Argentina citada en Luchini & Verona, *op. cit.* y Tell, 1985, y mencionada para Jujuy (Maidana *et al.*, 1998), Santiago del Estero (Maidana y Herbst, 1989), Chaco (Herbst & Maidana, 1989), Córdoba (Daga, 1993) y La Pampa (Romero, 1993).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

De las 58 especies de diatomeas identificadas, el Orden Centrales estuvo representado por 5 especies (9%) y el Orden Pennales por 53 especies (91%).

*Cyclotella meneghiniana* Kützing, *Diploneis boldtiana* Cleve, *Navicula peregrina* Kützing, *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith, *Pinnularia interrupta* W. Smith, *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O. Müller y *Rh. gibberula* (Ehrenberg) O. Müller fueron las especies más frecuentes con una presencia superior al 90 %.

Se mencionan por primera vez a *Hantzschia spectabilis* para Argentina, a *Eunotia minor*, *Pinnularia acrosphaeria* y *Synedra acus* para el NOA y a *Achnanthes exigua*, *Navicula pygmaea*, *Nitzschia amphibia*, *N. constricta*, *N. microcephala*, *N. sigma*, *N. tryblionella*, *Rhopalodia constricta* y *Thalassiosira weissflogii* para Tucumán.

Cabe señalar que *Thalassiosira weissflogii* y *Nitzschia microcephala*, citadas como especies planctónicas, fueron encontradas con frecuencia formando parte de las comunidades epilíticas y perifíticas.

El impacto de la actividad minera se reflejó en incrementos de las concentraciones de sulfuro y sulfato acompañado por altos registros de conductividad eléctrica, ocasionados por el proceso de extracción del cobre, sin detectarse cantidades importantes de metales pesados.

La elevada carga orgánica existente en términos de  $\text{DBO}_5$  y los bajos tenores de oxígeno, principalmente en el sitio A<sub>1</sub>, caracterizaron al canal como un ambiente contaminado. La presencia de un número notable de especies de Bacillariophyceae citadas por Lange-Bertalot (1979) como tolerantes (*Anomoeoneis sphaerophora* (Ehrenberg) Pfitzer, *Melosira varians* Agardh, *Navicula cuspidata* Kützing, *N. pupula* Kützing, *N. pygmaea*, *Nitzschia acicularis* (Kützing) W. Smith, *N. amphibia*, *N. microcephala*, *N. sigma*, *N. tryblionella*, *Surirella ovalis* Brébisson y *Synedra acus*) o muy tolerantes a la contaminación (*Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing, *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith y *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg) confirman el deterioro producido sobre la calidad del agua observado a través de los análisis químicos.

Asimismo la mayoría de los taxa registrados fueron citados para ambientes salobres y alcalinos (74 %), coincidente con el tipo de agua del canal.

Nuestras observaciones sobre *Achnanthes exigua* no concuerdan con lo señalado por otros autores que la consideran como oligo-b-mesosaprobia (Luchini & Verona, 1972 y Van Dam *et al.*, 1994). Esta especie en nuestro estudio, también toleró condiciones de anoxia y altos tenores de  $\text{DBO}_5$ .

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los Sres. Inés del C. Jaume y Alberto Gutiérrez por la realización de la lámina y a la Dra. Nora I. Maidana (UBA) por su asistencia en algunas determinaciones taxonómicas.

## BIBLIOGRAFÍA

- DAGA, I. C. 1993. Estudio taxonómico de las diatomeas (Bacillariophyceae) del Río Suquia (Provincia de Córdoba, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 29: 35-37.
- FERRARIO, M. E., E. A. SAR & S. E. SALA. 1995. Metodología básica para el estudio del fitoplancton con especial referencia a las diatomeas: 1-19. En: ALVEAL, K., M. E. FERRARIO, E. OLIVEIRA & E. SAR (eds.). Manual de métodos ficológicos. Universidad de Concepción, Chile.



- GERMAIN, H. 1981. *Flore des diatomées. Eaux douces et saumâtres du Massif Armoricaïn et des contrées voisines d' Europe occidentale*. Société Nouvelle des Editions Boubée, Paris.
- HERBST, N. & N. I. MAIDANA. 1989. Diatoms of Chaco (República Argentina): I. *Nova Hedwigia* 49: 1-26.
- KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1986. Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. 876 pp. G. Fischer, Stuttgart, Jena.
- KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1988. Bacillariophyceae. 2 Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. 596 pp. G. Fischer, Stuttgart, Jena.
- KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1991a. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. 576 pp. G. Fischer, Stuttgart, Jena.
- KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1991b. Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema* Gesamtliteraturverzeichnis. In: Ettl, H., G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. 576 pp. G. Fischer, Stuttgart, Jena.
- LANGE-BERTALOT, H. 1979. Pollution and tolerance of diatoms as a criterion for water quality estimation. *Beih. Nova Hedwigia* 6: 285-304.
- LATTUCA, M. E. & N. I. MAIDANA. 2000. Diatomeas epipélicas móviles, su uso como indicadoras de la calidad del agua en un arroyo contaminado de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). *Medio Ambiente* 13: 120-129.
- LUCHINI, L. & C. A. VERONA. 1972. Catálogo de las diatomeas argentinas. I. Diatomeas de aguas continentales (incluido el sector Antártico). *Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires*. Monografía n° 2: 1-300. La Plata.
- LUQUE, M. E. & A. L. MARTÍNEZ DE FABRICIUS. 2000. Ficoflora fitoplanctónica y epilítica del Río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 35: 21-32.
- MAIDANA, N. I. 1981. Estudio taxonómico de las diatomeas de Misiones. *Lilloa* 35: 103-113.
- MAIDANA, N. I. 1994. Fossil diatoms from Salinas del Bebedero (San Luis, Argentina). *Diatom Res.* 9: 99-119.
- MAIDANA, N. I. 2000. Achnantheaceae (Bacillariophyceae) continentales de Tierra del Fuego, Argentina. I. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 35: 49-61.
- MAIDANA, N. I. & V. DÍAZ VILLANUEVA. 2001. Diatomeas de lagos oligotróficos andinos, (Provincia de Neuquén, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 36: 15-27.
- MAIDANA, N. I. & N. HERBST. 1989. Diatomeas (Bacillariophyceae) de la provincia de Santiago del Estero (Argentina): I. *Darwiniana* 29: 47-62.
- MAIDANA, N. I. & N. HERBST. 1994. Diatomeas del Chaco (Argentina): II. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 30: 25-42.
- MAIDANA, N. I., M. S. VIGNA & V. MASCITTI. 1998. Ficoflora de la laguna de Pozuelos (Jujuy, Argentina) I: Bacillariophyceae. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 33: 171-179.
- MARTÍNEZ DE FABRICIUS, A. L. 1995. Bacillariophyceae del Río Cuarto (Córdoba), nuevas o raras para la Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 31: 41-47.
- MARTÍNEZ DE FABRICIUS, A. L. 1998. Bacillariophyceae del Río Cuarto, Provincia de Córdoba, Argentina: Naviculaceae (géneros *Navicula* y *Pinnularia*). *Iheringia Sér. Bot.*, Porto Alegre 51: 189-226.
- MARTÍNEZ DE FABRICIUS, A. L. & E. N. GARI. 1989. Estudios sistemáticos de las Bacillariophyceae del Río Grande (Dpto. Calamuchita, Prov. Córdoba, Argentina), Pennales I. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 26: 13-21.
- MARTÍNEZ DE FABRICIUS, A. L. & E. N. GARI. 1996. Estudios sistemáticos de las Bacillariophyceae del Río Grande (Dpto. Calamuchita, Prov. Córdoba, Argentina), Pennales III. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 32: 21-35.
- PATRICK, R. & C. W. REIMER. 1966. The diatoms of the United States, exclusive of Alaska and Hawaii. Vol. 1. *Acad. Nat. Sci. Phil., Monogr.* 13: 1-688.
- PATRICK, R. & C. W. REIMER. 1975. The diatoms of the United States, exclusive of Alaska and Hawaii. Vol. 2. *Acad. Nat. Sci. Phil., Monogr.* 13: 1-213.
- ROMERO, O. E. 1993. Diatomeas (Bacillariophyceae) de la Provincia de La Pampa (Argentina) I. *Darwiniana* 32: 303-313.
- SALA, S. E. 1996. Flora diatomológica del embalse Paso de las Piedras (Prov. de Buenos Aires: Argentina) II: Fam. Naviculaceae (Pennales). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 32: 95-121.
- SALA, S. E. 1997. Flora diatomológica del embalse Pasó de las Piedras, Provincia de Buenos Aires IV: Orden Centrales. *Gayana Bot.* 54: 1-14.
- SEELIGMANN, C., S. ISASMENDI, S. MARTÍNEZ DE MARCO & B. TRACANNA. 1999. Impacto de la actividad minera sobre la ficoflora. *Rev. Bol. de Ecol.* 6: 217-227.
- SIMONSEN, R. 1979. The Diatom System: Ideas on Phylogeny. *Bacillaria* 2: 9-71.
- TELL, G. 1985. Catálogo de las Algas de Agua Dulce de la República Argentina. *Bibliot. Phycol.* 70: 1-283.
- VANDAM, H., A. MERTENS & J. SINKELDAM. 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherl. J. Aquat. Ecol.* 28: 117-133.
- ZALOCAR DE DOMITROVIC, Y. & N. I. MAIDANA. 1997. Taxonomic and ecological studies of the Paraná River diatoms flora (Argentina). *Bibliot. Diatomol.* 34: 2-122.

Recibido el 06 de Noviembre de 2001, aceptado el 13 de Mayo de 2002.