ISSN 0373-580 X
Bol. Soc. Argent. Bot. 44 (3-4): 257-271. 2009

Bacillariophyceae del complejo lagunar Vilama (Jujuy, Argentina)

NORA I. MAIDANA [1], CLAUDIA SEELIGMANN [2] y MARCELO MORALES [3]

Summary: Bacillariophyceae of Vilama lacustrine system (Jujuy Argentina). The aim of this paper is to continue the diatom flora survey in high mountain water bodies. There have been obtained, in January 2005, water samples from 12 wetlands (4500 m asl) in the Vilama lacustrine system, Jujuy province. With this contribution, the knowledge of the diatom flora in this type of environments is increased. There have been identified 43 genera and 137 infrageneric taxa of wich six are mentioned by the first time for the country and one new species, *Staurophora vilamae* was described. The relation between species richness and some environmental parameters is also discussed.

Key words: diatoms, wetlands, Vilama, Jujuy, Argentina.

Resumen: Con el objetivo general de continuar con el relevamiento de la flora diatomológica en cuerpos de agua de alta montaña, en enero de 2005 se obtuvieron muestras de agua de 12 humedales del Complejo Lagunar Vilama (4500 m snm) en la provincia de Jujuy. Con esta contribución se incrementa el conocimiento de la flora de diatomeas para este tipo de ambientes. Se identificaron un total de 43 géneros y 137 taxones infragenéricos, de los cuales 6 son mencionados por primera vez para el país y se describe una especie nueva *Staurophora vilamae*. Se discute también la relación entre la riqueza de especies con algunas características ambientales.

Palabras claves: diatomeas, humedales, Vilama, Jujuy, Argentina

Introducción

Los lagos salinos y otros ambientes acuáticos endorreicos representan algo más de la mitad del área cubierta por aguas epicontinentales y un poco menos en cuanto a su volumen (Margalef, 1983). Las montañas cubren aproximadamente el 25 % de la superficie terrestre y aunque sólo un 26 % de la población mundial reside en áreas montañosas, estas zonas proveen de agua a un porcentaje mucho mayor (Tolotti *et al*., 2006). Beniston (2006) afirma que más del 40 % de la población global vive en zonas donde el agua dulce procede de los humedales de altura. Estos ambientes, de enorme singularidad y fragilidad, son particularmente sensibles a cambios tanto naturales como antrópicos y pueden funcionar como sistemas de alarma temprana para el control de la eutrofización (Nauwerck, 1994). Por otro lado, los ecosistemas montañosos han ganado importancia como reservas biológicas de especies endémicas. En zonas áridas o semiáridas, estos humedales contribuyen al establecimiento de microclimas que, a través de la evaporación y la evapotranspiración, mantienen los niveles locales de humedad y precipitaciones.

[1] Laboratorio de Diatomeas Continentales, Dpto. de Biodiversidad y Biología Experimental. Fac. de Cs. Exactas y Naturales. C. Universitaria, Pb. 2 (1428) Buenos Aires Argentina. E-mail: nim@bg.fcen.uba.ar

[2] ILINOA, Facultad de Cs. Nat. e Inst. M. Lillo UNT, M. Lillo 205, 4000 S. M. de Tucumán, Argentina.
E-mail: cseeligmann@hotmail.com

[3] Instituto de Arqueología, FFyL UBA. Universidad de Buenos Aires, 25 de Mayo 217 3er piso.
E-mail: marcelomoralesarq@gmail.com.

El relieve que alcanza el territorio argentino en su borde occidental ejerce una influencia fundamental sobre las características ambientales de esta región. Desde la frontera con Bolivia en el extremo noroeste hasta el norte de la provincia de Catamarca se extienden, superponiéndose, dos paisajes caracterizados por su altitud: la Puna y los Altos Andes.

La mayor parte de la Puna (Fig. 1) constituye una gran cuenca endorreica, la que se encuentra fragmentada en un sistema de cuencas menores no relacionadas entre sí, en cuyo fondo se desarrollan grandes lagunas, salares y vegas. Los salares aumentan en frecuencia y tamaño del espejo de agua hacia el sudoeste a medida que el clima se hace más seco. La zona de los Altos Andes es un receptáculo importante de precipitaciones en forma sólida, como es evidenciado por el número de glaciares y campos de nieve eternas. La mayor parte de las cabeceras de los ríos se encuentran en esta zona que posee, de acuerdo al borde que se trate, vertientes pacíficas al oeste o atlánticas hacia el este. La región de mayor dinamismo hídrico es la vertiente del este, regida por precipitaciones estivales más abundantes.

El Complejo Lagunar Vilama, que fue designado Sitio Ramsar en el 2000, se ubica a 4500 m snm. en la provincia geológica Puna, dentro de una altiplanicie escalonada entre numerosos volcanes que constituyen la máxima altura de la Cordillera de Los Andes. La zona se caracteriza por su aridez, con precipitaciones menores a 200 mm anuales, una temperatura media anual inferior a 6° C y grandes amplitudes térmicas diarias. Dentro del Complejo Vilama se pueden distinguir algunas lagunas con espejos de agua pequeños a medianos, con aguas dulces y profundas, de otras mayores como Vilama y Palar, poco profundas, con alta evaporación y concentración de sales y un gran aporte de sedimentos volcánicos. Todos estos cuerpos de agua se caracterizan por presentar grandes fluctuaciones de nivel de agua. La retracción en los períodos secos lleva a profundas modificaciones, como la eliminación de parte del hábitat o la hipersalinización (Caziani *et al*., 2001).

Debido a que muchas de estas lagunas salinas son someras, los sedimentos del fondo se encuentran a muy poca profundidad, lo que determina que la interacción entre estos y la columna de agua sea muy dinámica, con un proceso permanente de sedimentación y resuspensión. Los factores que influyen en este proceso son los vientos, las variaciones de nivel de agua y la actividad de la fauna. Tanto la remoción como la poca profundidad favorecen la resuspensión y las variaciones marcadas de disponibilidad de oxígeno (Bucher, 2006).

Las elevadas salinidades de estos ambientes representan una primera barrera para el desarrollo de los organismos, que deben superar el problema osmótico. Sin embargo, el agua salada posee además mayor densidad, tensión superficial y viscosidad y menor solubilidad de oxígeno, transparencia y calor específico, factores que influyen en la adaptabilidad de la biota. (Bucher, *op. cit*.).

En Argentina, la microflora algal ha sido intensamente estudiada, en todos sus aspectos. Sin embargo, las publicaciones sobre las diatomeas en ecosistemas acuáticos de altura son escasas, especialmente para la provincia de Jujuy (Caziani & Derlindati, 2000; Salusso *et al*., 1997). En función de esto, los objetivos de esta contribución son: (1) incrementar el conocimiento de la flora de diatomeas para este tipo de ambientes, (2) relacionar la composición de la comunidad con algunas características ambientales y (3) continuar con el relevamiento en humedales de alta montaña comenzado en 1998 (Seeligmann & Maidana, 2003; Maidana & Seeligmann, 2006; Seeligmann *et al*. 2008).

Material y Métodos

En enero de 2005, en el marco del Censo Internacional de Aves Altoandinas del Grupo Conservación de Flamencos (GCFA), se obtuvieron muestras de agua de los siguientes humedales en el Complejo Lagunar Vilama de la provincia de Jujuy: Isla Grande, Arenal, Catal, Cerro Negro, Pululos, Guindas, Honda, Colpayoc, Vilama, Palar, Blanca y Caití. La ubicación de los sitios muestreados, datos de temperatura y pH se detallan en la Fig. 1 y Tabla 1.

Los humedales fueron clasificados en cuanto a su salinidad según Cowardin *et al*. (1979).

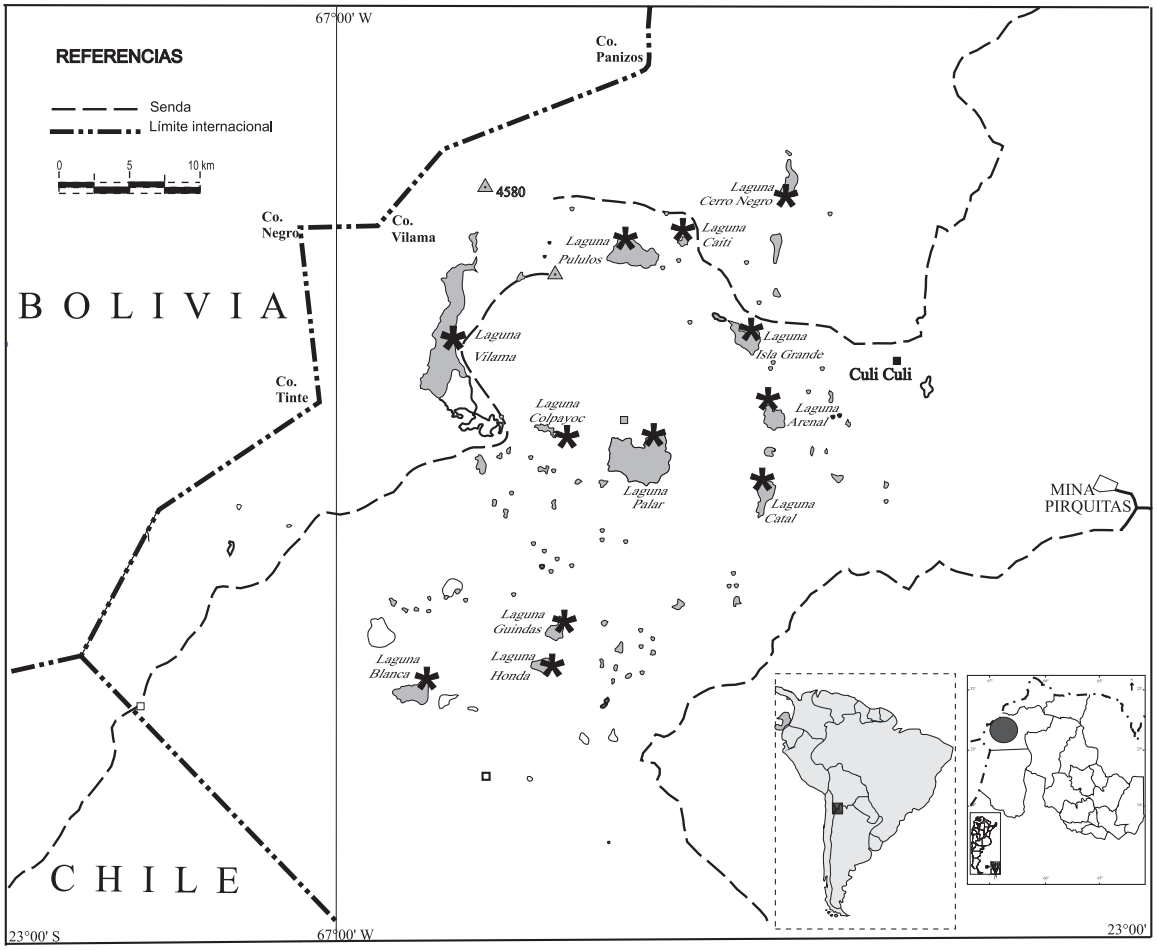


Fig. 1: Mapa de ubicación de los sitios de muestreos: IGD: Laguna Isla Grande, ARL: Laguna Arenal, CTL: Laguna Catal, CNG: Laguna Cerro Negro, PLS: Laguna Pululos, GND: Laguna Guindas, HND: Laguna Honda, CYC: Laguna Colpayoc, VLM: Laguna Vilama, PLR: Laguna Palar, BLC: Laguna Blanca, CTI: Laguna Caiti.

El material fue recolectado con red de plancton de 25 µm de apertura de malla en la zona litoral de los distintos cuerpos de agua y fijado *in situ* con formaldehído al 4 %.

Para la eliminación de la materia orgánica se utilizó peróxido de hidrógeno (30%) y calor (Battarbee, 1986). Los especímenes fueron examinados con un microscopio Reichert Polivar con contraste de fase interferencial usando objetivos planapocromáticos de 100x.

Las observaciones con microscopio electrónico de barrido (MEB) se realizaron con un equipo Philips XL-30, del Servicio de Microscopía Electrónica del Museo Argentino de Ciencias Naturales (Buenos Aires).

La identificación taxonómica se basó, en general, en las monografías de Hartley (1996), Hustedt (1959-1966), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991, 2000, 2004), Patrick & Reimer (1966, 1975), Rumrich *et al*. (2000), Schmidt *et al*. (1874-1959), Simonsen (1987) y obras específicas de autores varios que se mencionan en cada caso. Los requerimientos ecológicos de las distintas especies fueron tomados de De Wolf (1982), Van Dam *et al*. (1994), Lowe (1974) y de la literatura consultada en cada caso. Para la distribución

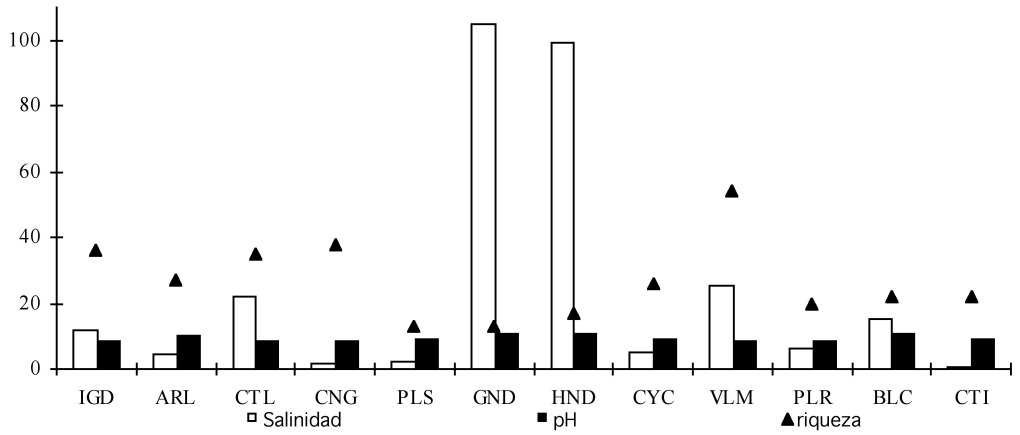


Fig. 2: Valores de pH, conductividad y número de especies, en cada cuerpo de agua.

geográfica en Argentina se consultó a Vouilloud (2003). Los taxones identificados en las muestras analizadas figuran en la Tabla 2. Las especies del género *Navicula sensu stricto* se encuentran sólo mencionadas en el listado y serán tratadas en una publicación posterior.

Resultados y Discusión

Los humedales del Complejo Lagunar Vilama pudieron ser clasificados, según Cowardin *et al*. (1979), desde dulces (Ciénaga Grande y Pululos) a hipersalinos (Guindas y Honda), con un rango de salinidad comprendido entre 0,7 a 105 g l^{-1} y valores de pH entre 8,5-11 (Tabla 1).

A pesar de lo observado por varios autores (Blinn, 2001; Servant-Vildary, 1978, 1984; Servant-Vildary *et al*., 2001) no hallamos una correlación significativa entre la salinidad y el número de especies ($r = -0,33$, $p < 0.05$) pero si con el pH ($r = 0,57$), tal como puede observarse en la Fig. 2. El porcentaje elevado de especies exclusivas (las que ocurrieron en un solo cuerpo de agua), no estuvo relacionado con la salinidad, ya que en lagunas mesohalinas como Vilama y Catal fue similar (alrededor del 50%) al de Caití, que es oligohalina.

Los humedales estudiados son en general poco profundos y están fuertemente influenciados por el viento; el plancton verdadero está poco desarrollado y es frecuente encontrar formas adaptadas a lugares temporalmente secos o sólo húmedos, como *Amphora normanni*, *Denticula elegans*, *Hantzschia amphioxis*, *Nitzschia supralitorea, Pinnularia borealis* y esporas de latencia de *Chaethoceros muellerii* que pueden sobrevivir largos períodos de sequía (Van Dam *et al*., 1994).

Se identificaron 43 géneros y 137 taxones infragenéricos. Se destacó *Nitzschia* como el género mejor representado cualitativamente, con 19 especies, seguido en importancia por *Navicula* (17), *Amphora* (11), *Surirella* (9), *Craticula* (8), *Gomphonema* (5) y *Luticola* (5). En relación al aporte de especies realizado por cada género, (Tabla 3) el ensamble formado por *Surirella* y *Nitzschia* predominó en el 50 % de los cuerpos de agua. Cabe destacar que este último género, cuyas especies suelen tener afinidad por las aguas duras (Van Dam *et al*., 1994) estuvo poco representado en Caití y Palar. También fue llamativo que la única laguna donde se hallaron especies de *Pinnularia* fue Vilama.

La riqueza específica en las muestras estudiadas varió entre 13 y 54 taxones (Fig. 2). Las muestras con mayor número de especies fueron las lagunas Vilama (54), Cerro Negro (38) e Isla Grande (36). Las lagunas

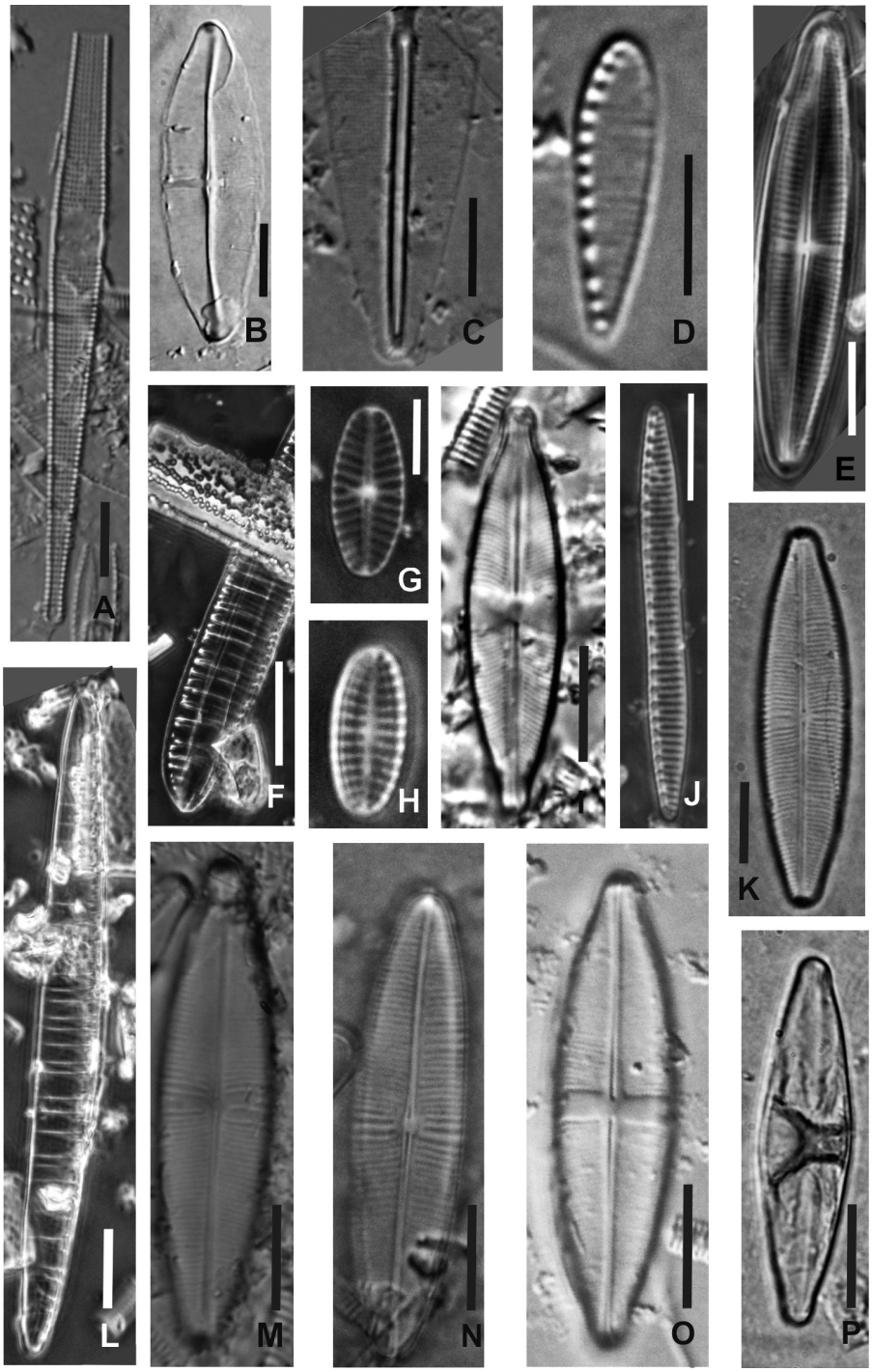


Fig. 3: Microscopio óptico A: *Ctenophora pulchella*, B: *Staurophora elata*, C: *Frustulia saxonica*, D: *Gomphonizschia* sp., E: *Navicula carvajaliana*, F-L: *Nitzschia schwabei*, F: detalle de un extremo de la valva, L: aspecto general, G-H: *Planothidium quadripunctatum*, G: valva con rafe, H: valva sin rafe, I: *Stauroneis latistauros*, J: *Nitzschia amphibia* fa. *umbrosa*, K, M-P: *Staurophora vilamae*, K y M-N: ejemplares con menor número de estrías, O: ejemplar con mayor número de estrías, P: detalle del cloroplasto. Escalas: Fig. A-C, D-F, I-P= 10 μm; Fig. D y G-H= 5 μm.

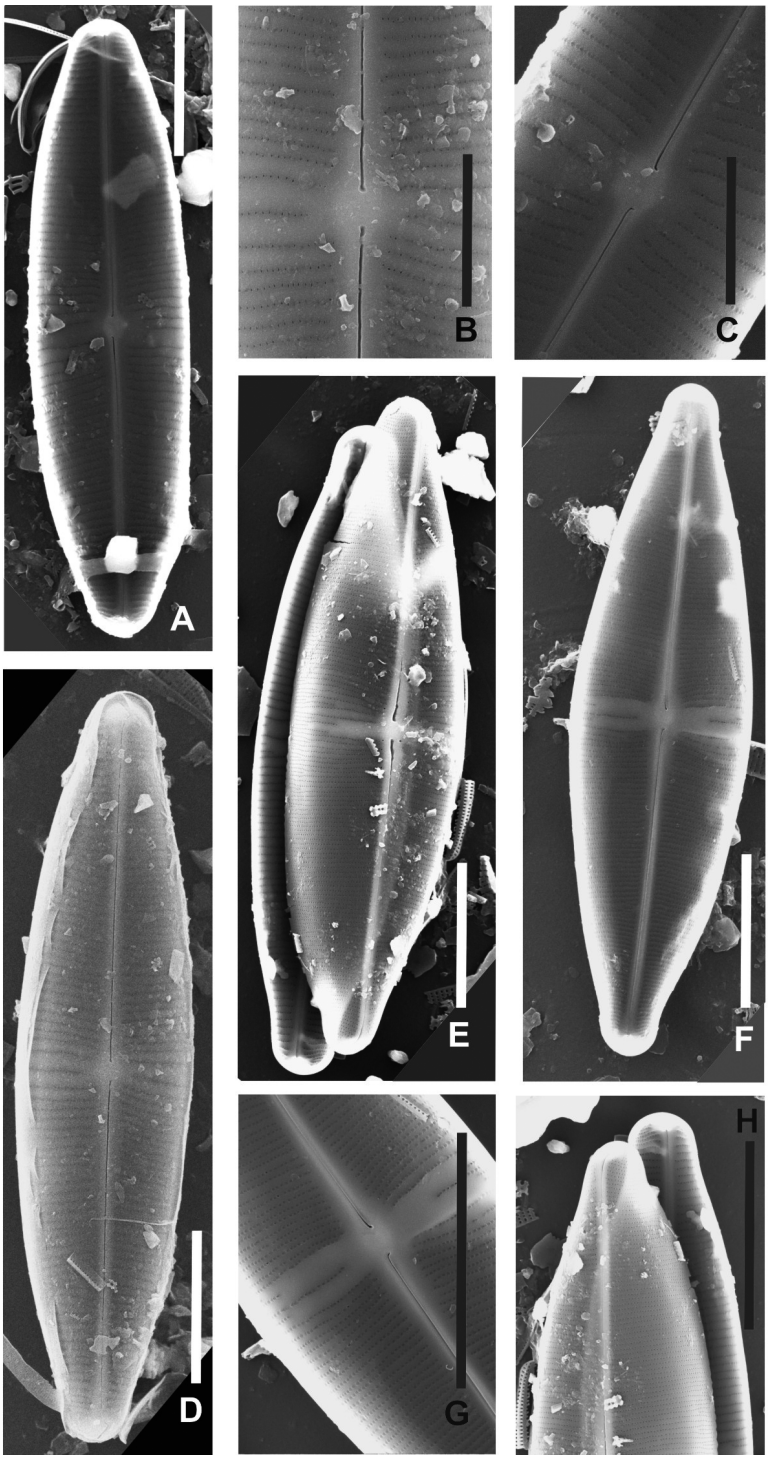


Fig. 4: Microscopio electrónico de barrido (MEB): A-C: *Navicula carvajaliana*, A: aspecto general, B: detalle de aréolas y fisuras proximales del rafe en la valva externa, C: detalle de aréolas y fisuras proximales del rafe en la valva interna, D-H: *Staurophora vilamae*, D, F: aspecto general, E: frústulo con una valva de cada morfotipo, G: detalle del extremo distal, H: detalle del área central. Escalas: Fig. A, D-H = 10 μm; Fig. B-C = 5 μm.

con menor riqueza fueron Pululos y Guinda (13).

No hubo especies comunes a todos los sitios. Las de mayor frecuencia de ocurrencia fueron *Amphora veneta* var. *veneta* (6), *Anomoeoneis sphaerophora* fa. *costata* (8), *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (6), *Nitzschia hungarica* (8), *N. perminuta* (7), *Surirella ovata* var. *utahensis* (11) y *S. wetzelli* (6).

En esta contribución se describe una especie nueva: *Staurophora vilamae* y se citan por primera vez para Argentina a *Frustulia saxonica* Rabenhorst, *Nitzschia amphibia* fa. *umbrosa* (Cleve-Euler) Lange-Bertalot, *N. schwabei* Krasske, *Planothidium quadripunctatum* Van de Vijver, *Stauroneis latistauros* Van de Vijver & Lange Bertalot y *Staurophora elata* (Hustedt ex Simonsen) D. G. Mann y se mencionan por primera vez para la provincia de Jujuy 19 especies (Tabla 2).

Se ilustran los taxones nuevos para el país y aquellos que resultaron interesantes por su elevada frecuencia de aparición en los otros humedales de altura previamente estudiados (Seeligmann & Maidana, 2003, Maidana & Seeligmann, 2006, Seeligmann *et al*., 2008).

Considerando que estos resultados se obtuvieron a partir de la observación de una muestra de cada humedal, la elevada riqueza específica de diatomeas observada como así también el número de nuevas citas para Argentina y la provincia de Jujuy, resulta evidente la necesidad de intensificar los estudios en este tipo de ambientes, abarcando también otras estaciones del año.

Ctenophora pulchella (Ralfs) Williams & Round (Fig. 3 A)

In Krammer & Lange-Bertalot, 1991: 148, Lám. 136, Fig. 1-7.

Valvas lineal-lanceoladas con los ápices levemente atenuados, rostrados o levemente capitados. Área axial angosta; área central dilatada y notablemente engrosada, alcanzando los márgenes de la valva. Estrías paralelas con areolas notables.

Longitud: 80-125,5 μm; ancho: 4,7-7,8 μm; 11-12 estrías en 10 μm.

Material estudiado: laguna Catal.

Preferencias ecológicas: Es una especie cosmopolita, que se encuentra en aguas duras, en las costas y en estuarios, con salinidad alta, aunque también es posible encontrarla en aguas dulces.

Obs.**:** sólo se hallaron fragmentos de valvas.

Frustulia saxonica Rabenhorst. (Fig. 3 C)

Sin. *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* (Rabenhorst) Pfitzer

In Krammer & Lange-Bertalot, 1986: 259, Lám. 95, Fig. 4-6.

Valvas más o menos lanceoladas, a rómbico-lanceoladas con extremos subrostrados. Nódulo central evidentemente constricto. Estrías paralelas en el centro, fuertemente convergentes en los extremos y circumradiales en los polos.

Longitud: 58,4 μm; ancho: 14 μm; 29-32 estrías en 10 μm.

Material estudiado: laguna Isla Grande.

Preferencias ecológicas: Especie cosmopolita, en aguas con contenido electrolítico bajo.

Obs.: Si bien sólo se hallaron fragmentos de valvas, estos coinciden, por sus dimensiones y por el ancho máximo del nódulo central (2 μm), con el morfotipo II descripto en Lange-Bertalot (2000: 272). Esta especie fue hallada en una sola muestra junto con *Frustulia crassinervia* (Brébisson) Lange-Bertalot & Krammer, coincidiendo con lo señalado por Lange-Bertalot (*op. cit*.).

Gomphonitzschia sp. (Fig. 3 D)

Valva heteropolar, fuertemente claviforme, no apiculada. Canal rafidiano marginal, con fíbulas equidistantes. Estrías paralelas, finamente punteadas, no inclinadas.

Longitud: 10,6 μm; ancho: 2,8 μm; 25 estrías en 10 μm; 14 fíbulas en 10 μm.

Material estudiado: laguna Catal.

Obs.: Este taxón estuvo representado por una única valva que no coincide con otras especies del género por la forma, las estrías no inclinadas y las fíbulas equidistantes en toda la valva. Para su correcta ubicación taxonómica es necesario contar con mayor número de ejemplares.

Navicula carvajaliana Patrick (Fig. 3 E; Fig. 4 A-C)

Patrick, 1961: 48, Lám. 1 Fig. 1-3.

Valvas lineal-lanceoladas con extremos subrostrados a rostrados con pseudoseptos muy pequeños.

Área axial angosta escasamente dilatada hacia la región central de la valva. Área central formando una fascia transversa, al menos de un lado de la valva y del otro lado con una o dos estrías cortas y más distanciadas entre sí que las restantes. Estrías muy suavemente radiales en el centro, paralelas a ligeramente radiales en los extremos. Areolas indistinguibles con MO.

Longitud: 39-44 μm; ancho: (5,2) 7,5-11,6 μm; (14) 16-18 estrías en 10 μm; 5-6 areolas en 1 μm.

Material estudiado: lagunas Guindas, Honda y Blanca.

Preferencias ecológicas: Fue citada para lagos salinos de Bolivia y en Atacama, Chile (Patrick, 1961). En Argentina fue encontrada en La Lagunita, Catamarca (Seeligmann & Maidana, 2003: conductividad: 58.425 μS cm^{-1}; cloruros: 234.706 mg l^{-1}; sulfatos: 1.470 mg l^{-1}; calcio: 11.229 mg l^{-1} y sodio: 112.700 mg l^{-1}).

Obs.: Patrick (1961) al describir esta especie, la consideró como una forma intermedia entre *Stauroneis* y *Navicula*. Con MEB es posible distinguir las areolas diminutas, ligeramente elongadas en sentido apical (Fig. 4 C) y las fisuras proximales del rafe casi rectas en la vista externa (Fig. 4 B) y curvadas en el mismo sentido en la vista interna de las valvas (Fig. 4 C). Aunque el tipo de areolas no corresponden exactamente a las de *Navicula sensu stricto*, no se dispone de información suficiente sobre otros caracteres diagnósticos, por ejemplo el tipo y número de cloroplastos, como para transferir este taxón a otro género. El material proveniente de la laguna Honda, cuyas dimensiones aparecen entre paréntesis, es ligeramente más angosto que lo señalado por Patrick para la especie (8-15 μm) pero coincide en todas sus otras características.

Nitzschia amphibia fa. ***umbrosa*** (Cleve-Euler) Lange-Bertalot (Fig. 3 J)

In Krammer & Lange-Bertalot, 1988: 108, Lám. 78, Fig 24.

Valvas lineales con extremos angostos redondeados. Carina marginal con fíbulas equidistantes. Estrías paralelas notablemente areoladas.

Longitud: 35,5 μm; ancho: 3,1 μm; 8-9 estrías en 10 μm.

Material estudiado: laguna Vilama.

Preferencias ecológicas: especie cosmopolita, muy frecuente en diversos tipos de ambientes, difícil estimar sus preferencias ecológicas.

Nitzschia schwabei Krasske *ex* Lange Bertalot *et al*. (Fig. 3 F y L)

Syn.: *N. incognita* Krasske (1941) *non* Legler & Kasske (1940)

In Lange Bertalot *et al*., 1996:164, Lám 47, Fig. 2-3.

Valvas asimétricas respecto al eje apical, con un lado convexo y ligeramente deprimido en la región central, el otro casi recto; extremos asimétricamente cuneados. Carina con fíbulas más o menos equidistantes, prolongadas en costillas que atraviesan toda la valva. Estrías muy delicadas.

Longitud: 95,5-99 μm; ancho: 8,6-9,2 μm; 4 fíbulas en 10 μm.

Material estudiado: laguna Blanca.

Preferencias ecológicas: esta especie, de ecología poco conocida, fue descripta para muestras de plancton en Chile.

Obs: la forma irregular de la valva no permite mostrar más detalles del taxón, al igual que en las ilustraciones de Lange-Bertalot *et al*., 1996: 164, lám. 47, Fig. 2-3, donde se observa una dificultad similar.

Planothidium quadripunctatum (Oppenheim) Sabbe (Fig. 3 G-H)

In Van de Vijver *et al*., 2002: 101, Lám 23, Fig. 42-49 y Lám 24, Fig. 4-5.

Valvas elípticas con extremos redondeados. Estrías radiales compuestas, cada una, por tres o cuatro series de areolas. En la valva con rafe, área axial angosta y rafe filiforme con fisuras terminales curvadas hacia el mismo lado de la valva. En la valva sin rafe, el esternón es muy angosto y no presenta engrosamientos en forma de herradura.

Longitud: 9-10,35 μm; ancho: 4,6-5 μm; 16-17 estrías en 10 μm.

Material estudiado: laguna Vilama.

Preferencias ecológicas: en lagos alcalinos, con valores de conductancia elevados (superiores a 1500 μS cm^{-1}) y débilmente ácidos.

Tabla 1: Ubicación de los ambientes estudiados y algunas de sus características físico-químicas.

Sigla en mapa	Lagunas	Coordenadas	Altura m s.n.m.	pH	Temp. del agua (ºC)	Cond. µS cm^{-1}	Salinidad g l^{-1}	Clasificación Salinidad
IGD	Isla Grande	22° 35' 40'' S 66° 42' 31'' W	4564	8,5	14	14000	11,9	Mesosalina
ARL	Arenal	22° 35' 11'' S 66° 43' 00'' W	4564	10	16	6177	4,7	Hiposalina
CTL	Catal	22º 42' 01'' S 66º 42'08'' W	4320	8,6	-	26100	22,2	Mesosalina
CNG	Cerro Negro	22º 30' 44'' S 66º 41' 31''W	4400	8,4	-	2550	1,9	Dulce
PLS	Pululos	22° 32' 43'' S 66° 48' 25'' W	4557	9,2	16	2990	2,3	Dulce
GND	Guindas	22º 48' 11'' S 66º51'49'' W	4500	11	-	123600	105	Hipersalina
HND	Honda	22º 49' 26'' S 66º 51' 49'' W	4500	10,9	-	116880	99,3	Hipersalina
CYC	Colpayoc	22º 39'53'' S 66º 51' 33'' W	4389	9	-	6750	5,1	Hiposalina
VLM	Vilama	22° 34' 14'' S 66° 52' 29'' W	4543	8,6	23	29900	25,4	Mesosalina
PLR	Palar	22º 40' 24'' S 66º 48' 41'' W	4309	8,5	-	8350	6,3	Hiposalina
BLC	Blanca	22º 50' 22'' S 66º 57' 41'' W	4500	11	-	18150	15,4	Hiposalina
CTI	Caití	22º 32'53'' S 66º 45' 51'' W	4573	8,8	-	969	0,7	Dulce

Tabla 2: Distribución de taxones de diatomeas en los ambientes estudiados. *: nuevas citas para Argentina, (º) nuevas citas para la provincia de Jujuy.

Especies	IGD	ARL	CTL	CNG	PLS	GND	HND	CYC	VLM	PLR	BLC	CTI
Achnanthes coarctata (Brébisson) Grunow				x							x	
Amphora atacamana Patrick (º)									x			
Amphora coffeaeformis (Ageman) Kützing			x									
Amphora mira Krasske (º)	x			x				x		x		
Amphora normanni Rabenhorst (º)	x		x									
Amphora tucumana Herbst & Maidana	x			x								x
Amphora veneta var. *veneta* Kützing	x		x	x	x			x	x			
Amphora aff. *tenerrima*	x	x		x								
Amphora sp.1			x									
Amphora sp. 2						x	x					
Amphora sp. 3									x			
Anomoeoneis sphaerophora var. *angusta* Frenguelli	x				x				x			x
Anomoeoneis sphaerophora fa. *costata* (Kützing) Smith		x		x		x	x	x	x	x	x	
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen												x
Brachysira sp.		x										
Caloneis schumaniana (Grunow) Cleve												x

(continúa en página siguiente)

Tabla 2: (continuación)

Especies	IGD	ARL	CTL	CNG	PLS	GND	HND	CYC	VLM	PLR	BLC	CTI
Caloneis silicula (Ehrenberg) Cleve				x				x				
Caloneis westii (W. Smith) Hendey									x			
Chaetoceros muellerii Lemmerman (células) (º)	x											
Chaetoceros muellerii Lemmerman (esporas)				x								
Cocconeis neuquina Frenguelli (º)									x			
Cocconeis placentula var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow	x		x		x		x		x	x		
Cocconeis placentula var. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurk					x							
Craticula accomoda (Hustedt) D. G. Mann (º)							x					
Craticula ambigua (Ehrenberg) D.G. Mann				x								
Craticula buderii (Hustedt) Lange- Bertalot	x										x	x
Craticula halophila (Grunow) D. G. Mann	x								x			
Craticula molestiforme (Hustedt) Lange- Bertalot				x					x		x	x
Craticula submolesta (Hustedt) Lange- Bertalot	x											
Craticula aff. *silvia* Lange bertalot												x
Ctenophora pulchella (Ralfs) Williams & Round			x									
Cyclotella meneghiniana Kützing	x		x									
Cyclotella stelligera Cleve & Grunow			x									
Cyclotella sp.	x			x								
Cylindrotheca gracilis (Brébisson) Grunow		x										
Denticula elegans Kützing							x	x		x		
Diploneis chilensis (Hustedt) Lange- Bertalot				x		x		x				
Encyonema aff. *schneideri* Krammer												x
Encyonema silesiacum (Bleisch In Rabenhorst) D. G. Mann												x
Eunotia incisa Gregory (º)		x										
Fallacia monoculata (Hustedt) D. G. Mann	x			x								
Fallacia pygmaea Kützing									x	x		
Fragilaria bidens Heiberg (º)				x					x			
Fragilaria brebistrista Grunow				x								
Fragilaria capuccina var. *vaucheria* (Kützing) Lange-Bertalot (º)			x									
Frankophila similioides Lange Bertalot & Rumrich									x			
Frustulia crassinervia (Brébisson)) Lange- Bertalot & Krammer (º)	x	x										
**Frustulia saxonica* Rabenhorst	x											
Gomphonema fereformosum Metz. & Lange-Bertalot (º)								x				
Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing									x			
Gomphonema punae Lange-Bertalot & Rumrich	x			x								
Gomphonema sp.												x

Tabla 2: (continuación)

Especies	IGD	ARL	CTL	CNG	PLS	GND	HND	CYC	VLM	PLR	BLC	CTI
Gomphonitzschia sp.			x									
Gyrosigma balticum (Ehrenberg) Rabenhorst (º)									x			
Gyrosigma spencerii (W. Smith) Cleve									x			
Gyrosigma sp.			x				x			x		
Hantzschia amphioxis (Ehrenberg) Grunow	x			x					x	x		x
Luticola cohnii (Hilse) D. G. Mann				x					x			
Luticola mollis Lange-Bertalot & Rumrich							x		x			
Luticola mutica (Kützing) D. G. Mann				x						x		
Luticola muticopsis (Van Heurck) D. G. Mann					x							
Luticola nivalis (Ehrenberg) D.G. Mann				x						x		
Navicula atacamana Patrick	x										x	
Navicula broetzii Lange Bertalot & Reichardt		x							x	x		
Navicula carvajaliana Patrick (º)						x					x	
Navicula cari Ehrenberg									x			
Navicula cincta Ehrenberg												x
Navicula cryptocephala Kützing		x	x	x								
Navicula cryptotenella Lange-Bertalot		x	x	x					x	x		
Navicula lauca Rumrich & Lange-Bertalot	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
Navicula libonensis Schoemann	x		x					x				
Navicula microdigitoradiata Lange-Bertalot		x	x	x				x	x	x		
Navicula parinacota Rumrich & Lange-Bertalot	x	x	x	x			x	x	x	x	x	
Navicula peregrina (Ehrenberg) Kützing					x		x					
Navicula perminuta Grunow		x	x					x	x			
Navicula phyleptosoma Lange- Bertalot		x	x									
Navicula salinicola var. *salinicola* Hustedt	x	x	x	x				x	x	x		x
Navicula salinicola var. *boliviana* Patrick		x	x						x		x	
Navicula veneta Kützing	x		x	x				x	x	x		
Naviculadicta aff. *chilensis* (Krasske) Lange-Bertalot								x	x			
Naviculadicta sp.											x	
Nitzschia amphibia Grunow (º)						x						
**Nitzschia amphibia* fa. *umbrosa* (Cleve-Euler) Lange-Bertalot									x			
Nitzschia bergii Cleve- Euler		x		x	x		x		x			
Nitzschia elegantula Grunow (º)							x					
Nitzschia epithemioides Grunow		x										
Nitzschia frustulum (Kützing) Grunow		x									x	x
Nitzschia gracilis Hantzsch	x				x	x						

Tabla 2: (continuación)

Especies	IGD	ARL	CTL	CNG	PLS	GND	HND	CYC	VLM	PLR	BLC	CTI
Nitzschia halloyii Maidana & Herbst	x	x			x				x			
Nitzschia hungarica Grunow	x	x	x	x				x	x	x		x
Nitzschia insconspicua Grunow											x	
Nitzschia liebetruthii Rabenhorst				x		x	x	x			x	
Nitzschia microcephala Grunow								x				
Nitzschia palea (Kützing) W. Smith		x		x	x							
Nitzschia perminuta (Grunow) M. Peragallo	x	x	x	x				x	x		x	
Nitzschia pusilla Grunow	x	x	x			x			x		x	
**Nitzschia schwabei* Krasske											x	
Nitzschia sigma (Kützing) W. Smith							x		x			
Nitzschia supralitorea Lange-Bertalot											x	
Nitzschia valdestriata Aleem & Hustedt											x	
Pinnularia borealis var. *rectangularis* Carlson												x
Pinnularia brebissoni Kützing									x			
Pinnularia microstauron (Eherenberg) Cleve									x			
Pinnularia viridis (Nitzsche) Ehrenberg									x			
Placoneis elginensis (Gregory) Cox	x			x		x		x				x
Placoneis sp.												x
Planothidium delicatulum Kützing									x			
Planothidium lanceolatum (Brébisson) Round & Bukhtiyarova									x			
Planothidium pericavum (Carter) Lange -Bertalot	x		x									
**Planothidium quadripunctatum* Van de Vijver									x			
Planothidiun sp. 1												x
Planothidium sp. 2											x	
Proschkinia bulnheimii (Grunow) Karayeva									x			
Rhoicosphenia abreviata (Agardh) Lange-Bertalot			x									
Rhopalodia brebisonii Krammer								x	x			
Rhopalodia wetzelli Hustedt								x	x			
Sellaphora pupula Kützing									x			
**Stauroneis latistauros* Van de Vijver & Lange Bertalot		x										x
Stauroneis aff. *atacamae* Hustedt									x			
**Staurophora elata* (Hustedt ex Simonsen) D.G. Mann			x									
Staurophora vilamae sp. nov.									x			
Staurosira pseudoconstruens (Marciniak) Lange-Bertalot									x			
Staurosirella pinnata (Ehrenberg) Williams & Round (º)	x	x										
Surirella brebissoni Krammer & lange Bertalot				x		x	x	x		x	x	

Tabla 2: (continuación)

Especies	IGD	ARL	CTL	CNG	PLS	GND	HND	CYC	VLM	PLR	BLC	CTI
Surirella fortii Frenguelli (º)	x			x		x						
Surirella ovata var. *utahensis* Salah	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Surirella sella Husted			x									
Surirella striatula Turpin								x				
Surirella tenera Gregory									x			
Surirella wetzellii Hustedt	x	x	x	x			x		x			
Surirella aff. *wetzelli* Hustedt			x									
Surirella sp.								x		x	x	
Tabularia tabulata (Agardh) Snoeijs (º)			x									
Thalasiosira patagonica Maidana			x	x	x							
Ulnaria ulna (Kützing) Compère var. *ulna*							x					
Ulnaria ulna var. *constricta* (Venkatamaran) Maidana & Seeligmann (º)	x											
Ulnaria sp.			x									
Número total de especies	**36**	**27**	**35**	**38**	**13**	**13**	**17**	**26**	**53**	**20**	**22**	**21**

Stauroneis latistauros Van de Vijver & Lange Bertalot (Fig. 3 I)

In Van de Vijver *et al*., 2004: 48, Lám. 49, Fig. 1-13.

Valvas lanceoladas con extremos rostrados sin pseudoseptos. Rafe filiforme. Área axial angosta y lineal, estauro deltoide fuertemente ensanchado hacia los márgenes valvares. Estrías radiales en toda la valva, ligeramente curvadas.

Longitud: 34-45 µm; ancho: 7,8 -13,3 µm; 24-25 estrías en 10 µm.

Material estudiado: lagunas Arenal y Caití.

Preferencias ecológicas: esta especie fue descripta para la región Antártica, en lagos débilmente alcalinos a alcalinos (pH 7,8-8,8) y conductancia baja (39-250 μS cm^{-1}).

Staurophora elata (Hustedt *ex* Simonsen) D. G. Mann (Fig. 3 B)

Bas. *Stauroneis elata* Hustedt 1959: 794; Fig. 1139.

In Round *et al*. 1990: 677.

Valvas elíptico-lanceoladas con extremos cortos subrostrados. Rafe recto filiforme. Estauro muy angosto, transversalmente rectangular. Estrías muy delicadas, suavemente radiales en el centro y más fuertemente radiales hacia los extremos.

Longitud: 43-45,2 µm; ancho: 12-14,18 µm; 26 estrías en 10 µm.

Material estudiado: laguna Catal.

Preferencias ecológicas: especie eurihalina, poco conocida.

Staurophora vilamae Maidana, Seeligmann & Morales *sp. nov*. (3 K, M-P y 4 D-H)

Valvas lineal lanceoladas con extremos redondeados, subrostrados o rostrados. Área axial lineal, muy angosta, área central muy variable, ligeramente ensanchada, con estrías variablemente distanciadas y de longitud irregular. Estauro más o menos evidente, interrumpido por estrías de longitud variable. Estrías débilmente radiales en la mayor parte de la valva, ligeramente más densas en el manto que en la superficie valvar. Areolas diminutas, puntiformes.

Longitud: 37,1-48,3 µm; ancho: 9,4-11,5 µm; 16-31 estrías en 10 µm; 5-5,5 areolas en 1 µm.

Valvae lineares lanceolatae, extremis rotundis, subrostratis aut rostratis. Area axialis linealis, maxime angusta, area centralis maxime variabilis,

parum extensa, striis variabile separatu atque longitudine conditionis irregularis. Area centralis fasciam formans nec latam nec angustam parum dilatatam ad margines ibi interdum cum paucis striis curtissimis. Striae parum radiatae magna ex parte valvarum. Puncta striarum vix discernanada microscopio photonico, foramina punctiformia aspectabilia microscopio electronico. Longitudo: 37,1-48,3 μm; lalitudo: 9,4-11,5 μm; 16-31 striae in 10 μm; 5-5,5 areolae in 1 μm.

Material estudiado: laguna Vilama.

Obs.: El material estudiado presenta una gran variabilidad morfológica y morfométrica. Hemos podido reconocer al menos dos variantes, diferenciables por el número de estrías y el aspecto de la región central. Una de las variantes (Fig. 3 O) tiene estrías más numerosas, difíciles de distinguir con microscopio óptico (27-31 en 10 μm) y un estauro más evidente, aparentemente interrumpido por estrías de longitud irregular. La otra variante observada (Fig. 3 K y M- N), con menor densidad de estrías (16-20 en 10μm) tiene un estauro poco evidente y las estrías aparecen como más distanciadas entre sí que las restantes. Hemos podido observar con MEB un frústulo con una valva de cada variante (Fig. 4 E, H). El material estudiado corresponde claramente al género *Staurophora* que, si bien guarda cierta semejanza con *Stauroneis* en la estructura de la valva en el área central (estauro), se diferencia fundamentalmente por las características del cloroplasto (Fig. 3 P), que es único y en forma de H (Round *et al*., 1990).

Se diferencia de *S. elata* por la forma general de las valvas, menos lanceoladas y más angostas y por el aspecto del estauro. *S. wislouchii* (Poretzky & Anisimova) D. G. Mann posee valvas más angostas y estauro más ancho.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Tucumán (CIUNT), proyecto G229. Deseamos expresar nuestro especial agradecimiento al Grupo Conservación de Flamencos (GCFA) y dedicar este trabajo a la Dra. Sandra Caziani.

Bibliografía

BATTARBEE, E. W. 1986. Diatom Analysis. *In*: B. E. BERGLUND (ed.) *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*: 527-570. J. Wiley & Sons Ltd., New York.

BENISTON, M. 2006. Mountain weather and climate: A genaral overview and focus on climatic change in the Alps. *Hydrobiologia* 562: 3-16.

BLINN, D.W. 2001. Diatom Community Structure along physicochemical gradients in Saline lakes. *Ecology* 74 (4): 1246-1263.

BUCHER, E. H. 2006. Bañados del Río Dulce y Laguna de Mar Chiquita. Córdoba-Argentina. Academia Nacional de Ciencias (Córdoba, Argentina) 342 pp.

CAZIANI, S. & E. DERLINDATI. 2000. Abundance and habitat of Andes flamingos in northwestern Argentina. *Waterbirds* 23: 121-133.

CAZIANI, S., E. DERLINDATI, A., TÁLAMO, A.L. SUREDA, C. TRUCCO, & G NICOLOSSI. 2001. Waterbird Richness in Altiplano Wetlands of Nothwestern Argentina. *Waterbirds* 24 (1): 103-117.

COWARDIN, L. M., V. CARTER, F. C. GOLET, & E. T. LAROE. 1979. Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States.Washington, DC, 103 p.

DE WOLF, H. 1982. Method of coding of ecological data from diatoms for computer utilization. Mededel. Rijks Geol. Dienst. 36(2): 95-110.

HARTLEY, B. 1996. *An Atlas of British Diatoms*. Biopress Limited, Bristol.

HUSTEDT, F. 1959-1966. Die Kieselalgen. *In*: RABENHORST, L. (ed.), *Kryptogamen-flora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz*, 7 (2) 6: 737 - 845 (1959); 7 (3) 1: 1 - 160 (1961); 7 (3) 2: 161 - 348 (1962); 7 (3) 4: 557 - 816 (1966). Akademische Verlagsgesselsschaft, Greest & Porting K. G., Leipzig.

KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1986. Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. *In*: ETTL, H., J. GERLOFF, H. HEYNIG & D. MOLLENHAUER (eds.), *Süsswasserflora von Mitteleuropa*, G. Fischer, 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*, G. Fischer, Jena.

KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1991. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. *In*: ETTL, H., J. GERLOFF, H. HEYNIG & D. MOLLENHAUER (eds.), *Süsswasserflora von Mitteleuropa*, G. Fischer, Jena *Süsswasserflora von Mitteleuropa* Bd. 2/3: Stuttgart, Gustav Fischer Verlag.

KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 2000. *Bacillariophyceae*. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae,

Eunotiaceae. *In*: ETTL, H., J. GERLOFF, H. HEYNIG & D. MOLLENHAUER. (eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Bd. 2/3 ed. 2. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, Jena.

KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 2004. Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. *In*: ETTL, H., J. GERLOFF, H. HEYNIG & D. MOLLENHAUER (eds.), *Süsswasserflora von Mitteleuropa*, G. Fischer, Jena.

LANGE-BERTALOT, H., K. KÜLBS, T. LAUSER, M. NÖRPEL-SCHEMPP & M. WILLMANN. 1996. Dokumentation und Revision der von Georg Krasske beschriebenen Diatomeen-Taxa. *Iconografia Diatomologica* 3: 1-358.

LOWE, R. L. 1974. Environmental requirements and pollution tolerance of freshwater diatoms. National Environmental Research Center. U. S. Environmental Protection Agency. Cincinnati, Ohio. 333 pp.

MAIDANA, N. I. & C. T. SEELIGMANN. 2006. Diatomeas (Bacillariophyceae) de ambientes acuáticos de altura de la Provincia de Catamarca, Argentina II. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 41 (1-2): 1 - 13.

MARGALEF, R.1983. Limnología, Omega, Barcelona. 1010 pp.

NAUWERCK, A. 1994. A survey o the water chemestry and plankton in high mountain lakes in northen swedish lapland. *Hydrobiologia* 274: 91-100.

PATRICK, R. 1961. Diatoms (Bacillariophyceae) from the alimentary tract of *Phoenicoparrus jamesi* (Sclater). Postilla 49: 43-55.

PATRICK, R. &. C. W. REIMER. 1966. The diatoms of the United States (exclusive of Alaska and Hawaii). Vol. 1. *Acad. Nat. Sci. Philadelphia 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. of Philadelphia Monogr.* 13: 1-213.

ROUND, F. E., R. M. CRAWFORD & D. G. MANN. 1990. *The Diatoms. Biology and Morphology of the genera*. Cambridge University Press., Cambridge.

RUMRICH, U., H. LANGE-BERTALOT & M. RUMRICH. 2000. *Iconographia Diatolmologica 9. Diatomeen der Anden von Venezuela bis Patagonien/Tierra del Fuego. In*: LANGE-BERTALOT,H. (ed) A.R.G. Gantner Verlag K. G. Germany.

SALUSSO, M., S. M. CAZIANI, & S. M. MORAÑA. 1997. Distribución de plancton en relación a los caracteres limnológicos y a la avifauna de la Puna Jujeña. Inédito.

SCHMIDT, A., M. SCHMIDT, F. FRICKE, H. HEIDEN, O. MÜLLER & F. HUSTEDT. 1874-1959. *Atlas der Diatomaceen-Kunde*. R. Reisland, Leipzig.

SEELIGMANN, C. T. & N. I. MAIDANA. 2003. Diatomeas (Bacillariophyceae) en ambientes de altura de la provincia de Catamarca (Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 38 (1-2): 39-50.

SEELIGMANN, C. T., N. I. MAIDANA, & M. MORALES. 2008. Diatomeas (Bacillariophyceae) de Humedales de Altura de La Provincia de Jujuy-Argentina (*Bol. Soc. Argent. Bot*, 43 (1-2): 1-17.

SERVANT-VILDARY S. 1978. Les Diatomées des Sédiments superficiels d'un lac salé, Chloruré, sulfaté sodique de L'Altiplano Bolivien, le lac Poopó. *ORSTOM ser. Geol*. 1: 79-90.

SERVANT-VILDARY S. 1984. Les Diatomées des lacs sursalés Boliviens. Sous classe Pennatphycidées, 1- Famille des Nitzschiacées. *ORSTOM ser. Geol*.1 1984: 35-52.

SERVANT-VILDARY, S., M. SERVANT & O. JIMENEZ. 2001. Holocene hydrological and climatic changes in the southern Bolivian Altiplano according to diatom assemlages in paleo-wetlands. *Hydrobiologia* 466: 267-277.

SIMONSEN, R. 1987. *Atlas and catalogue of the diatom types of Friedrich Hustedt*. I-III. J. Cramer, Berlin.

TOLOTTI, M., M. MANCA, N. ANGELI, G. MORABITO, B. THALER, E. ROTT & E. STUCHLIK. 2006. Phytoplankton an d zooplancton associations in a seto f Alpine high altitude lakes: geographic distribution an d ecology. *Hydrobiologia* 562: 99-122.

VAN DAM, H., A. MERTENS & J. SINKELDAM. 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands J. Aq. Ecol*. 28 (1): 117-133.

VAN DE VIJVER B., Y. FRENOT & L. BEYENS. 2002. Freshwater diatoms from Ile de la Possession (Crozet Archipelago, Subantarctica).- *Biblioth. Diatomol*. 46: 1-412. J. Cramer, Berlin Stuttgart.

VAN DE VIJVER, B., L. BEYENS & H. LANGE BERTALOT. 2004. The Genus *Stauroneis* in the Artic and (Sub-) Antartic Regions. *Biblioth. Diatomol*. 51 J. Cramer, Berlin Stuttgart.

VOUILLOUD, A. 2003. Catálogo de diatomeas continentales y marinas de Argentina. Versión 1.0. En soporte magnético. Asociación Argentina de Ficología, La Plata.

Recibido el 8 de octubre de 2008, aceptado el 13 de mayo de 2009.