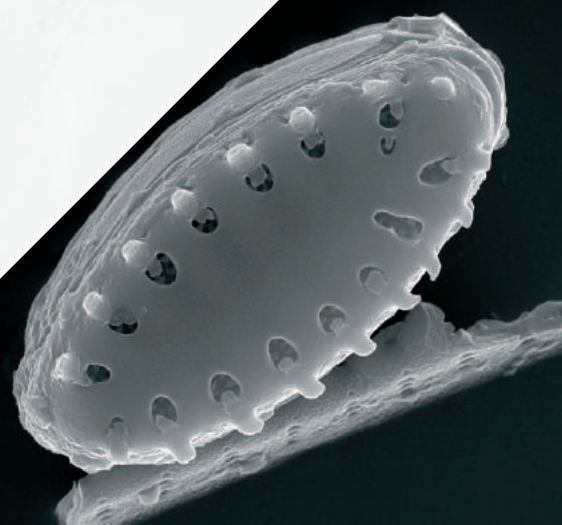


SERIE: CONOCIENDO LA FLORA Y LA FAUNA DE LOS
AMBIENTES ACUÁTICOS DE LA PROVINCIA DE JUJUY

1

CATÁLOGO DE DIATOMEAS DEL SALAR DE OLAROZ

Lic. Tania Elena Apumaita
Dra. Nora Irene Maidana
Mg. Sc. Nelly Vargas Rodríguez



CATÁLOGO DE DIATOMEAS DEL SALAR DE OLAROZ



INECOA



**Facultad
de Ciencias
Agrarias**



UNJu
Universidad
Nacional de Jujuy

Apumaita, Tania Elena

Catálogo de diatomeas del Salar de Olaroz / Tania Elena Apumaita ; Nora Irene Maidana ; Nelly Vargas Rodríguez. - 1a ed. - San Salvador de Jujuy : Universidad Nacional de Jujuy, 2019.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-3926-57-0

1. Biología. I. Maidana, Nora Irene. II. Vargas Rodríguez, Nelly. III. Título.
CDD 579.85



AUTORES

Lic. Tania E. Apumaita

Laboratorio de Limnología y Ecología Acuática (LALIMECO)
Instituto de Ecorregiones Andinas (INECOA - CONICET), Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy - Argentina.

Dra. Nora I. Maidana

Laboratorio de Diatomeas Continentales (LADIC)
Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, Buenos Aires, Argentina.
CONICET- Universidad de Buenos Aires, Instituto de Biodiversidad y Biología Experimental y Aplicada - (IBBEA), Buenos Aires, Argentina.

Ms. Sc. Nelly Vargas Rodríguez

Laboratorio de Limnología y Ecología Acuática (LALIMECO)
Cátedra de Ecología General y Cátedra de Ecología Acuática y Limnología Aplicada, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy - Argentina.

DISEÑO GRÁFICO Y DIAGRAMACIÓN

Eduardo Dorado - Agosto Veinticinco Diseño Gráfico

FOTO DE PORTADA

***Pseudostaurosira brevistriata* (Foto: Tania Apumaita)**

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es el fruto de varios años de investigación, y el resultado también de diferentes cooperaciones técnicas las cuales se inician en junio de 2011, cuando a través de la consultora Saneamiento y Urbanismo S. R. L, se solicita la colaboración especializada para el monitoreo Limnológico de los ambientes acuáticos en referencia a las actividades incipientes de la empresa Sales de Jujuy en el Salar de Olaroz. Cabe resaltar que el trabajo se realizó en periodos previos al inicio de las actividades extractivas en el área.

Queremos agradecer la valiosa ayuda tanto en campo como en laboratorio, de los integrantes del Laboratorio de Limnología y Ecología Acuática: Lic. Elena Torrejón y a los estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Biológicas: Anahí Alfaro, Tamara Morales López, Gisela Alancay y Leonel Fábrego, muchas gracias por su compañía y su aliento sobre todo cuando las condiciones climáticas fueron duras y adversas: frío, viento y mal de altura fueron algunas de las situaciones que se presentaron, es en esos momentos donde el alma de grupo puede vencer todos los obstáculos.

Un agradecimiento especial a los veedores de las distintas comunidades vecinas al Salar de Olaroz (Susques, Catua, Jama, San Juan de Quillaques, El Toro y Coranzulí), quienes enriquecieron nuestro trabajo con el conocimiento ancestral del lugar que constituye su hogar, favoreciendo un buen desarrollo del trabajo de campo; fue muy grato recibirlos para brindarles una capacitación en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNJu.

A las instituciones que proporcionaron los permisos correspondientes y el financiamiento desde el trabajo de campo hasta la publicación de los resultados; nuestro agradecimiento al Ministerio de Ambiente de la provincia de Jujuy, a la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y a la Secretaría de Ciencia y Técnica y Estudios Regionales de la Universidad Nacional de Jujuy.

Esta investigación fue financiada por los siguientes proyectos: PICT 3047 (Liliana Lupo), PIO CONICET - UNJU 0094 (Marcos Vaira), UBACYT (PIUBACC) 20620170100009BA (Nora Maidana), SECTER UNJU A/0194, A/C004 y A/0157.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	9
ANTECEDENTES	11
FUNDAMENTOS PARA LA REALIZACIÓN DEL CATÁLOGO	12
ÁREA DE ESTUDIO	14
OBTENCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS	19
IDENTIFICACIÓN Y LISTA TAXONÓMICA	21
TAXONOMÍA	23
CYCLOTELLA (Kützing) Brébisson 1838	23
ACHNANTHIDIUM Kützing 1844	24
PLANOTHIDIUM Round y Bukhtiyarova, 1996	26
COCCONEIS Ehrenberg, 1836	27
DENTICULA Kützing, 1844	28
NITZSCHIA Hassall, 1845, nom. cons.	29
TRYBLIONELLA Smith, 1853	30
ANOMOEONEIS Pfitzer, 1871	31
STAUROPHORA Mereschkowsky, 1903	32
GOMPHONEMA Ehrenberg, 1832.	32
MASTOGLOIA Thwaites ex Smith, 1856	33
LUTICOLA Mann, 1990	35
DIPLONEIS Ehrenberg ex Cleve, 1894	36
CALONEIS Cleve, 1894	36
NAVICULA Bory, 1822	37
PINNULARIA Ehrenberg, 1843.	38
GYROSIGMA Hassall, 1845, nom. cons.	39
FALLACIA Stickle y Mann, 1990	40
CRATICULA Grunow, 1868	41
STAURONEIS Ehrenberg 1843	42

ROPHALODIA Müller, 1895, nom. cons. _____	42
ENTOMONEIS Ehrenberg, 1845 _____	44
SURIRELLA Turpin, 1828 _____	45
HALAMPHORA (Cleve) Levkov, 2009 _____	46
DIATOMA Bory, 1824. _____	47
FRAGILARIA Lyngbye, 1819 _____	48
PSEUDOSTAUROSIRA Williamsy Round, 1988 _____	49
STAUROSIRA Ehrenberg, 1843 _____	50
TABULARIA (Kützing) Williamsy Round, 1986 _____	51
ULNARIA (Kützing) Compère, 2001 _____	52
BIBLIOGRAFÍA _____	53

INTRODUCCIÓN

Las diatomeas (Bacillariophyceae) son algas unicelulares y constituyen uno de los grupos de organismos más abundantes en los sistemas acuáticos. Su característica distintiva es la cubierta celular silícica ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), que consiste en dos unidades denominadas valvas, profusa e intrincadamente perforadas y varias estructuras que las conectan, más delgadas, generalmente menos perforadas, llamadas elementos cingulares o cópulas. El conjunto de todas estas piezas recibe el nombre de frústulo. Cada frústulo tiene una valva nueva formada justo después de la última división celular (hipovalva) y una valva más vieja (epivalva), que recibe de la célula que le dio origen y que puede tener una antigüedad de más de un ciclo de divisiones celulares (Round et al., 1990). El color de las células es generalmente marrón-dorado y se debe a los pigmentos fotosintéticos accesorios (β - caroteno, fucoxantina y diatoxantina), contenidos en cloroplastos que enmascaran el color de las clorofilas a, c1 y c2.

Las Bacillariophyceae están presentes en todos los sistemas acuáticos, desde los hielos polares hasta las aguas termales, desde las salinas hasta los lagos ultraoligohalinos, en el agua o en el suelo, con luz o en la oscuridad, en forma libre y hasta viviendo como endosimbiontes dentro de otros organismos, por ejemplo, en foraminíferos. Las diatomeas están representadas por más de 100.000 especies y ocupan un amplio rango de hábitats (Round et al., 1990). Su distribución está muy relacionada con la química del agua, la estacionalidad y la geología (Battarbee, 1986).

En cuanto al modo de vida, algunas especies son planctónicas y viven flotando en la columna de agua mientras que otras son perifíticas, asociadas a algún tipo de sustrato. Las algas perifíticas, según el tipo de sustrato al que se asocian, se clasifican en epilíticas (sobre piedras), epifíticas (sobre vegetales), epipsámmicas (sobre arena), epizoicas (sobre animales) y epipélicas (sobre sedimentos más o menos finos) según Ciutti (2005).

Las diatomeas son reconocidas por responder rápidamente a las perturbaciones ambientales. Estas perturbaciones suelen manifestarse en cambios a nivel de la estructura y dinámica de la comunidad y por ello las diatomeas resultan una poderosa herramienta en el monitoreo ambiental (Díaz y Maidana, 2005).

La Puna Argentina forma parte del extremo austral de los Andes Centrales y se caracteriza por tener un gran número de humedales muy diversos, que incluyen lagos, lagunas, vegas, ríos y arroyos, los cuales son muy importantes ya

que ofrecen bienes y servicios fundamentales, encontrándose en un entorno donde predomina la aridez del paisaje y en el que se reconoce el rol del agua para la regulación del clima local; más del 40 % de la población mundial vive en áreas donde el agua dulce proviene de humedales de altura, convirtiéndolas en zonas de reserva de agua de gran relevancia (Beniston, 2006). Por otro lado, estos humedales poseen un alto valor por su diversidad biológica con un importante porcentaje de endemismos, constituyendo zonas de refugio, alimentación, reposo y cría de una variedad de organismos locales y de aves migratorias (Caziani y Derlindati, (2000), RAMSAR, (2010)).

Los salares de los Andes Centrales constituyen uno de los más grandes complejos continentales de evaporitas del mundo, los cuales contienen concentraciones significativas de recursos conocidos como Boro, Litio y Potasio entre otros elementos y es referida además como la provincia evaporítica de la Puna (Alonso et al., 2006).

El Salar de Olaroz está situado en el departamento de Susques, en la ecorregión de Puna y forma parte de la Reserva Provincial de Flora y Fauna Olaroz-Cauchari. En este lugar se realiza la explotación minera de Litio y actualmente es el tercer yacimiento en importancia a nivel mundial, constituyendo el “triángulo del litio” en Sudamérica, zona que presenta las concentraciones más altas del mineral (Bernal et al., 2011; Gallardo, 2011). En el año 2018, Sales de Jujuy S.A (Figura 1) alcanzó el 15% de la producción a nivel mundial y se estima que ascenderá en los próximos años, debido a la demanda del elemento para distintos usos industriales y para el almacenamiento de energía de las futuras matrices energéticas y las grillas inteligentes (Flexer et al., 2018). Esta actividad extractiva utiliza grandes cantidades de agua dulce y salobre para el uso industrial durante el proceso de evaporación de las salmueras en grandes piletones, lo que genera una presión sobre los humedales altoandinos (Flexer et al., 2018; Maidana y Seeligmann, 2014) (Figura 2, 3).

ANTECEDENTES

En referencia a los estudios realizados sobre diatomeas de Argentina, debemos mencionar los importantes aportes hechos por Frenguelli, entre 1918 y 1953, quien fue uno de los primeros investigadores en estudiar las diatomeas locales. En 1972, Luchini y Verona publicaron el primer catálogo de las diatomeas de ambientes continentales de Argentina, incluyendo el Sector Antártico. Una obra relevante también es la de Rumrich (2000).

En el Noroeste Argentino, las primeras obras relacionadas al estudio de fauna y flora de ambientes lénticos altoandinos son las de Tracanna (1985), Maidana y Herbst (1989) en Tucumán; Seeligmann y Maidana, (2003), Maidana y Seeligmann, (2006 y 2015), Seeligmann et al., (2003, 2018), enfocándose en Catamarca.

En Jujuy se centraron principalmente en temas relacionados a las poblaciones de aves en el Complejo lagunar Vilama, estudiando las algas como fuente de alimentación de las especies de flamencos andinos (Salusso et al., 1997, Derlindati 1998). Posteriormente, se llevaron a cabo investigaciones taxonómicas en la Laguna de Pozuelos (Maidana et al., 1998, González Achem et al., 2014) y en el Complejo Lagunar Vilama (Seeligmann et al., 2008, Maidana et al., 2009, Maidana et al., 2011). Salusso y Moraña (2015) estudiaron el fitoplancton en cercanías del proyecto minero: Mina Pirquitas. Con respecto a las diatomeas fósiles, se estudiaron en un perfil de una turbera de Milluyoc (Martínez Macchiavello y Díaz 1997), en un testigo de Laguna Pululos (Lupo et al., 2006), también se realizó una tesis doctoral en Arqueología en el Complejo Lagunar Vilama, utilizando a las diatomeas como proxy (Morales, 2010) y un trabajo sobre el género *Luticola* de sedimentos holocénicos en el departamento de Cochinocha (Bustos et al., 2017).

FUNDAMENTOS PARA LA REALIZACIÓN DEL CATÁLOGO

La mayoría de los estudios sobre diatomeas actuales de humedales de altura, se realizaron en ambientes lénticos y en muestreos aislados, por lo tanto, este catálogo complementa la información existente constituyendo el estudio de base de las diatomeas en los ambientes acuáticos lóxicos que fluyen hacia el SALAR de Olaroz, en un ciclo estacional anual. Dado el potencial bioindicador de las diatomeas, este trabajo es de vital importancia para realizar el seguimiento o monitoreo ambiental del impacto de la actividad extractiva de litio en la región.

Se espera que esta contribución resulte de consulta permanente tanto para aspectos taxonómicos como para futuros estudios enfocados hacia la ecología, entre otros temas de interés. Dada la trascendencia y la relevancia del tema, este libro está destinado, a los estudiantes de Biología de la provincia de Jujuy, Argentina y países limítrofes relacionados a los Andes Centrales.

Este catálogo se basa, en los resultados de la Tesina de Licenciatura en Ciencias Biológicas de la Lic. Apumaita.



Figura 1. Vista panorámica del Proyecto Sales de Jujuy S.A.
Fuente: <https://salesdejujuy.com/projects/>.



Figura 2. Tuberías para el traslado de la salmuera desde los pozos de extracción hasta los piletones de decantación. Proyecto Sales de Jujuy. Foto: Nelly V. Rodríguez.



Figura 3. Piletones de decantación de salmuera. Proyecto Sales de Jujuy S.A. Foto: Nelly Vargas Rodríguez.

ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca Olaroz – Cauchari, situada en el departamento de Susques, Provincia de Jujuy ($23^{\circ} 37' 23,6''$ S; $66^{\circ} 51' 15,4''$ O) (Figura 4) alberga a los salares homónimos y ocupa una superficie de $5,794 \text{ km}^2$. La superficie cubierta por la subcuenca Olaroz es de $3,250 \text{ km}^2$ y se extiende principalmente hacia el norte y el oeste del salar.

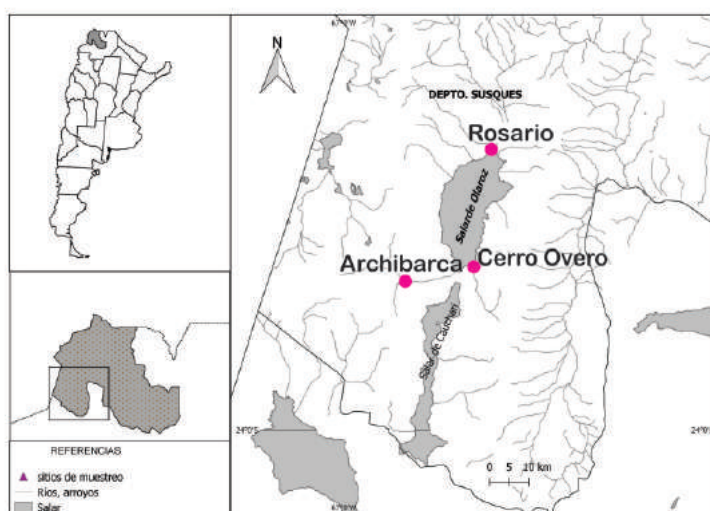


Figura 4. Mapa de ubicación geográfica de los ríos y arroyos afluentes en el área de estudio.

Está conformada por cursos fluviales de régimen temporal, con dirección noroeste – sudeste, que se activan en la época de lluvias, de diciembre a marzo. La extrema aridez del clima y la alta permeabilidad de los sedimentos provocan que los cursos fluviales se insuman o escurran rápidamente. Los principales cursos son el río Rosario y los arroyos Cerro Overo y Archibarca, todos confluyen hacia el Salar de Olaroz. El Salar de Olaroz posee tres principales afluentes: el río Rosario (Figura 5: A - B) ubicado al Norte del salar, ($23^{\circ}17'28''$ S; $66^{\circ}37'51.90''$ O; 3917 msm) es el más caudaloso y es el único que se seca en la primavera en este estudio. La zona aledaña presenta escasa vegetación y extrema aridez, los sedimentos son preferentemente de tipo arenoso, solo con una pequeña proporción de rocas cerca del puente que lo atraviesa (ruta provincial nº 16). En el sur-oeste del salar, se encuentra el arroyo Archibarca ($23^{\circ}37'23.60''$ S; $66^{\circ}51'15.50''$ O; 4039 msm) es un arroyo de vega (Figura 5: C - D) presenta vegetación característica y caudal medio de régimen permanente;

en la primavera disminuye su caudal, lo que queda en evidencia al observar las marcas de nivel de color blanco (depósitos de sales) y las porciones expuestas de suelo en estratos verticales; finalmente al sud-este se encuentra el arroyo Cerro Overo (23°34'55.20" S; 66°40'15.00" O; 3923 msm), de sedimentos predominantemente finos (limo y arcilla) presentando un caudal mucho menor, con zonas de aguas surgentes de la napa freática (Figuras 5: E - F).

Dentro de los Territorios Fitogeográficos de la República Argentina (Cabrera, 1976), el área de estudio pertenece al Dominio Andino - Patagónico y corresponde a la Provincia Puneña, que se extiende por las altas montañas y mesetas del noroeste, desde el límite con Bolivia hasta el norte de Mendoza. La Puna posee un relieve de altiplanicies, cerros y quebradas que sirven como elementos de delimitación de cuencas cerradas, características de esta región. En la zona Altoandina jujeña, el clima es generalmente frío y seco, con gran amplitud térmica media anual, la que alcanza el valor de 18 °C. Las precipitaciones son casi exclusivamente estivales, siempre escasas y disminuyen de norte a sur y de este a oeste hasta hacerse prácticamente nulas en la región de los grandes salares.

Los suelos son generalmente de textura variable, arenosa o pedregosa, con bajo contenido de materia orgánica, escasamente cubierta por la vegetación y muy susceptible a la erosión. Sólo en los lugares húmedos se desarrollan vegas o turberas.

El tipo de vegetación dominante es la estepa arbustiva, con nanofanerófitos de 0,20 a 1 m de altura la que se encuentra acompañada de otro tipo de estepa como herbácea, halófila, psammófila y las vegas. Predominan arbustos bajos como la tola (*Parastrephia* sp.), tolilla o checal (*Fabiana densa*), añagua (*Adesmia horrida*), la yareta (*Azorella yareta*) y Poaceae (*Festuca ortophylla*), entre otros. Los arbustos, generalmente, aparecen mezclados con distinto grado de predominio según las condiciones locales y por efecto de la especialización producida por el ramoneo del ganado. Los árboles de mayor porte son la queñoa (*Polylepis tomentella*), que aparece formando bosquesillos y el churqui (*Prosopis ferox*), que sólo se encuentra en los bordes orientales más bajos.

La diversidad faunística se encuentra conformada por vicuñas (*Vicugna vicugna*), guanacos (*Lama guanicoe*), roedores grandes como la vizcacha (*Lagidium viscacia*) y chinchilla (*Chinchilla lanigera*) y varios roedores pequeños. El gato andino también se encuentra en la región (*Felis jacobita*) entre otros. La comunidad ornitológica está representada por el suri andino (*Pterocnemia pennatta garleppi*) y varias especies de flamencos y patos.



Figura 5A. Río Rosario. Verano, época húmeda.



Figura 5B. Río Rosario. Invierno, época seca.



C

Figura 5C. Arroyo Archibarca. Verano, época húmeda.



D

Figura 5D. Arroyo Archibarca. Invierno, época seca.



E

Figura 5E. Arroyo Cerro Overo. Verano, época húmeda.



F

Figura 5F. Arroyo Cerro Overo. Invierno, época seca.

OBTENCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS

En cada sitio, para obtener la mayor representatividad diatomológica, se tomaron las muestras en puntos seleccionados al azar, en la parte alta, media y baja, en un tramo del cuerpo de agua, respectivamente (Figura 6). Se realizaron las campañas de muestreo en febrero, mayo, agosto y noviembre de 2013 y febrero de 2014. En los dos últimos períodos no se tomaron muestras en el río Rosario debido a la ocurrencia de sequía en noviembre y grandes inundaciones con aguas turbias en febrero.

Para obtener la muestra de algas asociadas a los sedimentos (epipelon) se aspiró con una jeringa el sustrato superficial en un área equivalente a 1 cm² (por triplicado) en cada cuerpo de agua. Posteriormente, se preservó cada muestra con formol al 4 %, para detener la reproducción y la descomposición del contenido orgánico. Finalmente se trasladaron las muestras al laboratorio.

El estudio detallado de las diatomeas exige al investigador hacer preparados permanentes, observar, hacer mediciones de las mínimas características estructurales del frústulo y comparar, entre otras actividades, las cuales constituyen la base del estudio taxonómico. Las muestras de algas epipélicas vienen cargadas de materia orgánica, distintos organismos enteros o restos de diversas estructuras que dificultan la correcta observación, por lo tanto, es necesario efectuar una limpieza del material, eliminando todo lo que obstruye la visión nítida. En este trabajo se siguió el protocolo modificado de Battarbee (1986). El material restante se almacenó con vistas a realizar observaciones posteriores.

En cada individuo se midieron y contaron todos los caracteres posibles de importancia taxonómica, tanto morfológicos y morfométricos. Para la identificación taxonómica se consultaron las monografías de Hustedt (1927-1966), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991, 2004), Patrick & Reimer (1975), Schmidt et al., (1874-1959), Simonsen (1987), Rumrich et al., (2000) y publicaciones específicas de autores varios.

Para la identificación taxonómica, los preparados se observaron con microscopio óptico (MO) bajo 1000 X, en el Laboratorio de Diatomeas Continentales (LADIC), Dpto. Biodiversidad y Biología Experimental. Fac. Cs. Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (UBA) y en el Laboratorio de Limnología y Ecología Acuática (LALIMECO) UNJu. Las imágenes capturadas se midieron con el programa SIGMA SCAN PRO.5 (SPSS, 1999) que fue calibrado previamente para realizar las mediciones (en micrones) de los ejemplares encontrados. Con las microfotografías de los datos morfométricos obtenidos y la bibliografía consultada para la

identificación en cada caso, se elaboró un fichero iconográfico de la flora diatomológica de la zona (Apumaita, 2015) que incluye las dimensiones de los ejemplares observados y datos sobre la bibliografía consultada.

En los casos de especímenes muy pequeños o con caracteres diagnósticos poco visibles con MO, se recurrió a la observación con el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) Zeiss SUPRA 40, del Centro de Microscopías Avanzadas (UBA), previa metalización con platino del material procesado y deshidratado. Los preparados permanentes conforman una Diatomoteca que se depositó en el LALIMECO, dependiente de la Cátedra de Ecología General y la Cátedra de Ecología Acuática y Limnología Aplicada, de la FCA, UnJu.



Figura 6. Muestreo de epipelón en el Salar de Olaroz.

IDENTIFICACIÓN Y LISTA TAXONÓMICA

Se identificaron 31 géneros de diatomeas con 61 taxones infragenéricos que se registran por primera vez para el Salar de Olaroz. Los géneros mejor representados en cuanto a riqueza de especies fueron: *Nitzschia* Hassall (8 spp.), *Navicula* Bory (8 spp.), *Halamphora* Levkov (4 spp.), *Luticola* (4 spp.) y *Surirella* Turpin (4 spp.).

Los taxones infragenéricos que resultaron comunes a todos los sitios fueron 41, mientras que 5 fueron exclusivos de alguno de los sitios, como *Diatoma vulgaris* Bory en Cerro Overo, *Diploneis* sp. y *Surirella fortii* Frenguelli en Archibarca y *Anomoeoneis sphaerophora* var. *angusta* Frenguelli y *Ulnaria* aff. *ulna* var. *constricta* (Venkatamaran) Maidana y Seeligmann en Rosario (Tabla 1). Los taxones nombrados como *sp.* son los que no se han podido ser identificados a nivel de especie y pueden ser nuevos para la ciencia y lo que aparecen como *aff.* son los que se asemejan a alguna especie conocida pero no hay certeza de esto y, en ambos casos, el material está aún bajo estudio.

TABLA 1. Lista de taxones identificados en Arroyo Cerro Overo, Arroyo Archibarca y Río Rosario; (*) especie mencionada por primera vez para ambientes lóticos; (+) especie exclusiva de un sitio.

Taxones	A° Cerro Overo	A° Archibarca	Rio Rosario
* <i>Achnanthydium rumbichorum</i>	X	X	X
*+ <i>Anomoeonets sphaerophora</i> var. <i>angusta</i>			X
* <i>Caloneis westii</i>	X	X	X
* <i>Cocconeis euglypta</i>	X	X	X
* <i>Cyclotella meneguiniana</i>	X	X	X
<i>Craticula ambigua</i>		X	X
<i>Craticula buderi</i>		X	X
<i>Denticula aff. elegans</i>	X	X	X
<i>Denticula aff. valida</i>		X	X
*+ <i>Diploneis</i> sp.		X	
+ <i>Diatoma vulgare</i>	X		
* <i>Encyonema</i> sp.		X	X
<i>Entomoneis paludosa</i>	X	X	X
<i>Fallacia pygmaea</i>	X	X	X
* <i>Fragilaria capucina</i>	X	X	X
* <i>Gomphonema aff. clavatum</i>	X	X	X
* <i>Gyrosigma aff. balticum</i>	X	X	
* <i>Halamphora acutiuscula</i>	X	X	X
* <i>Halamphora atacamae</i>	X	X	X
* <i>Halamphora atacamana</i>	X		X
<i>Halamphora veneta</i>	X	X	X
* <i>Luticola mollis</i>		X	X
* <i>Luticola muticopsis</i>		X	X
* <i>Luticola nivalis</i>		X	X
* <i>Mastogloia atacamae</i>	X	X	
* <i>Navicula atacamana</i>	X	X	X
* <i>Navicula gregaria</i>	X	X	X
* <i>Navicula heimansioides</i>	X	X	X
* <i>Navicula lauca</i>	X	X	X
* <i>Navicula parinacota</i>	X	X	X
* <i>Navicula peregrina</i>	X	X	X
<i>Navicula salmicola</i> var. <i>salmicola</i>	X	X	X
<i>Navicula veneta</i>	X	X	X
* <i>Nitzschia commutata</i>	X	X	X
* <i>Nitzschia compressa</i>	X	X	
* <i>Nitzschia epithemioides</i>	X	X	
* <i>Nitzschia halloyii</i>	X	X	X
* <i>Nitzschia intermedia</i>	X	X	X
* <i>Nitzschia recta</i>	X	X	X
<i>Nitzschia valdecostata</i>	X	X	X
<i>Nitzschia</i> sp.	X	X	X
* <i>Pinnularia aff. microstauron</i>	X	X	
* <i>Pinnularia brebissonii</i>	X	X	X
* <i>Pinnularia lata</i>		X	X
* <i>Pseudostaurosira brevistriata</i>	X	X	X
* <i>Pseudostaurosira</i> sp.	X	X	X
* <i>Planothidium delicatulum</i>	X	X	X
<i>Planothidium lanceolatum</i>	X	X	X
<i>Planothidium</i> sp.	X	X	X
* <i>Rhopalodia constricta</i>	X	X	X
* <i>Staurosira</i> sp.	X	X	X
* <i>Surirella chilensis</i> var. <i>constricta</i>	X	X	X
* <i>Surirella minuta</i>	X	X	X
*+ <i>Surirella fortii</i>		X	
<i>Surirella wetzelli</i>	X	X	X
* <i>Staurophora vilamae</i>	X	X	X
* <i>Stauronets atacamae</i>	X	X	X
* <i>Tabularia tabulata</i>	X	X	X
<i>Tryblionella hungarica</i>	X	X	X
*+ <i>Ulnaria ulna</i> var. <i>constricta</i>			X
Número total de especies	48	55	52

TAXONOMÍA

La taxonomía de este grupo de algas se actualiza constantemente por lo que en este trabajo nos basamos en lo publicado en los sitios <http://www.algaebase.org> y <https://diatoms.org>. También usamos trabajos específicos de autores locales y extranjeros publicados recientemente. La descripción de los géneros tratados en este catálogo está basada en Round et al., (1990), Krammer y Lange-Bertalot (2000) y Díaz y Maidana (2005) y se acompaña en cada caso con fotografías obtenidas con microscopio óptico (MO) y microscopio electrónico de barrido (MEB).

TAXONOMÍA

CLASE MEDIOPHYCEAE

Subclase: Thalassiosirophycidae

Orden Thalassiosirales

Familia Stephanodiscaceae

CYCLOTELLA (Kützing) Brébisson 1838

Descripción y ecología: células generalmente son solitarias, aunque pueden unirse por su cara valvar, formando cadenas. Los frústulos son cilíndricos, con el manto poco desarrollado y un número variable de cópulas en el cíngulo. Las valvas generalmente son circulares, más raramente elípticas o triangulares. La superficie valvar es plana o tangencialmente ondulada, con una zona marginal morfológicamente diferente de la central. La zona marginal tiene alvéolos con foramen interno y velo externo, el que está perforado con varias series de poros pequeños; la zona central tiene aspecto variable. Las fultopórtulas, con tres poros satélite, están ubicadas en las interestrías formando un anillo cercano al margen valvar y, ocasionalmente, pueden estar presentes, en número variable, en la zona central. Las rimopórtulas (1 a 4) pueden ser marginales o submarginales en el manto valvar, sobre una interestría.

Es un género planctónico o ticoplanctónico, común en aguas epicontinentales (dulces y salobres) e incluso en ambientes marinos costeros.

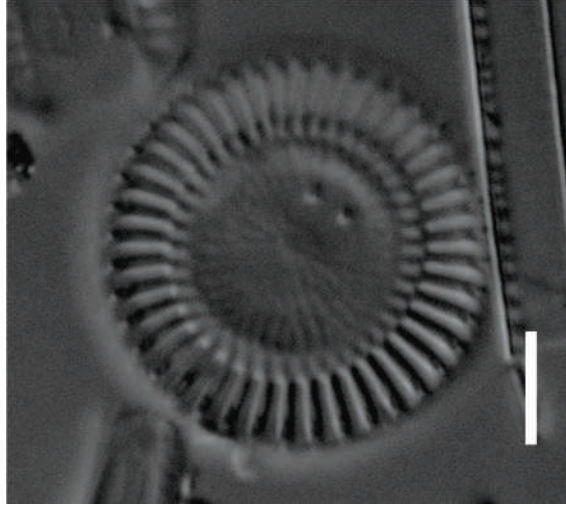


Figura 7. *Cyclotella meneghiniana* Kützing, 1984.
Vista valvar externa (escala = 5 μ m).

CLASE BACILLARIOPHYCEAE
Subclase Bacillariophycidae
Orden Achnanthes

Familia Achnanthes

ACHNANTHIDIUM Kützing 1844

Descripción y ecología: células solitarias o agregadas ya sea por su cara valvar formando cadenas. Normalmente se adhieren a un sustrato por uno de sus extremos, mediante pies mucilaginosos y pueden llegar a formar agregados arborescentes. Los frústulos en vista cingular se encuentran levemente curvados en forma de V. Las valvas son, generalmente, lineal-lanceoladas a lanceoladas-elípticas; con el eje apical entre 10 a 20 (30) μ m y en eje transapical menor a 5 μ m y una relación largo/ancho de 1/3 a 1/6. La valva con rafe (VCR) es cóncava; el área axial es angosta en los ápices y más ancha en el centro y el área central es de forma y tamaño variables. El rafe, de posición central, tiene los poros centrales externamente poco expandidos e internamente curvados hacia lados opuestos. Las fisuras distales son rectas o curvadas hacia el mismo lado. Las estrías, uniseriadas, son radiales o levemente transversales y están ligeramente más espaciadas en el centro (donde pueden estar ausentes o muy reducidas). La valva sin rafe (VSR) es convexa; con estrías usualmente más espaciadas que en la VCR.

Las areolas son pequeñas, similares o levemente diferentes en ambas valvas, elongadas en el manto e interrumpidas en la zona de unión manto/valva. Este género es típicamente epifítico en aguas epicontinentales, con algunas especies marinas.

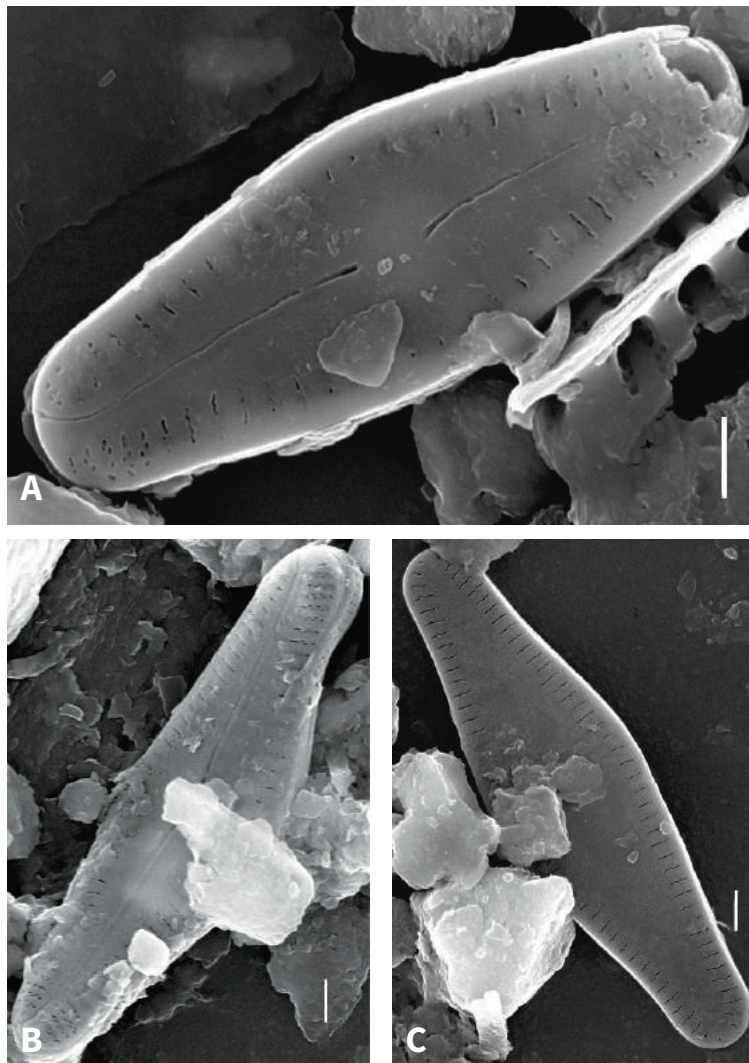


Figura 8. A - C. *Achnanthisdium thermalis* (Rabenhorst) var. *rumrichorum*. MEB.
Vista valvar externa. Escala = 1 μ m.

PLANOTHIDIUM Round y Bukhtiyarova, 1996

Descripción y ecología: Células solitarias. Las valvas son elípticas a lanceoladas, con ápices redondeados, rostrados o capitados. La VCR puede ser plana o ligeramente convexa; con el área axial angosta y la central generalmente presente. Las estriás son multiseriadas y pueden ser radiadas o paralelas. La VSR es plana o ligeramente cóncava, con densidad y tipo de estriación similares a las de la otra valva; el área central es asimétrica y en algunas especies hay una zona no perforada con forma de herradura sobre uno de los lados de la valva, que internamente puede verse como una simple depresión (sinus Fig. 9B) o como un bolsillo (cavum).

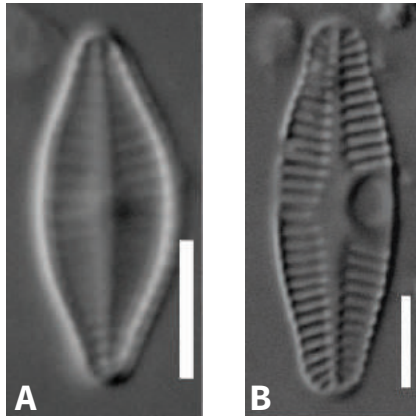


Figura 9. A: *Planothidium delicatum* (Kützing) Round y Bukhtiyarova 1996. Valva con rafe. Escala = 5 μ m, **B:** *Planothidium lanceolatum* (Brebisson ex Kützing) Bukhtiyarova, 1999. Valva sin rafe, nótese el sinus en la parte central. Vista externa. Escala = 5 μ m.

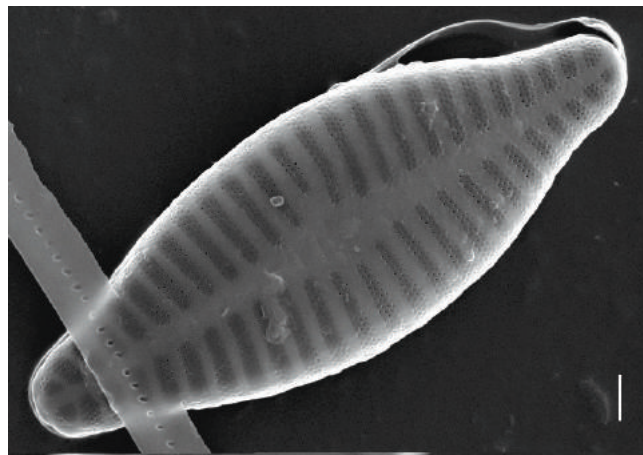


Figura 10. *Planothidium delicatum* MEB.
Valva sin rafe, vista externa. Escala = 1 μ m.

Familia Cocconeidaceae

COCCONEIS Ehrenberg, 1836

Descripción y ecología: Células solitarias, generalmente adheridas al sustrato por la VCR, aunque pueden estar libres. Los frústulos son heterovalvares, no curvados en vista cingular. Las valvas son elípticas, a veces casi circulares, con los extremos no diferenciados del cuerpo principal. La VCR puede ser moderada hasta fuertemente convexa y la VSR desde plana hasta moderadamente convexa. Las estrías son uniseriadas y diferentes en ambas valvas tanto en la densidad, la disposición y la forma de las areolas. En algunas especies, la VCR tiene una o más áreas hialinas marginales o submarginales interrumpiendo las estrías. El cingulo consiste en unas pocas bandas no porosas de las cuales al menos la valvocópula es siempre cerrada y suele tener proyecciones simples o complejas (fimbriae) que encajan exactamente entre las estrías de la valva.

Es un género epifítico y epilítico, en ambientes epicontinentales y marinos.

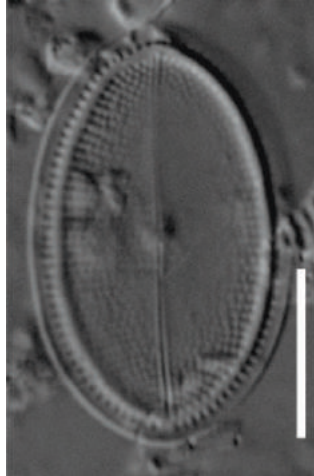


Figura 11. *Cocconeis euglypta* Ehrenberg 1854.
Valva con rafe, vista externa. Escala = 10 μ m.

Orden Bacillariales

Familia Bacillariaceae

DENTICULA Kützing, 1844

Descripción y ecología: las células son solitarias o están agregadas formando cadenas cortas. Las valvas pueden ser lineales a lanceoladas con extremos redondeados o levemente rostrados; las estrías, uni a biseriadas, tienen poros circulares, ocluidos por hímenes. El canal rafidiano puede ser central a moderadamente excéntrico y en ese caso, las dos valvas tienen el sistema rafidiano diagonalmente opuesto (simetría nitzschioide). Las fibulas del canal rafidiano se extienden en costillas que normalmente atraviesan la valva de lado a lado (Figura 12 A-B).

Este género tiene representantes epifíticos o bentónicos en aguas epicontinentales y marinas.

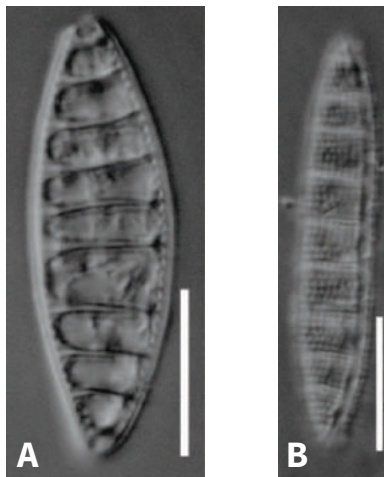


Figura 12. A: *Denticula elegans* Kützing, 1844. Vista interna. Escala = 10 μ m.
B: *Denticula valida* (Pedicino) Grunow, 1882. Vista externa. Escala = 10 μ m.

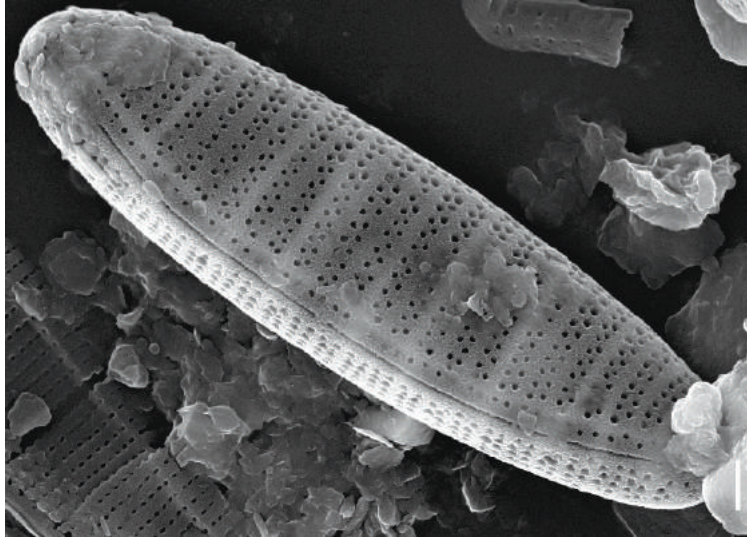
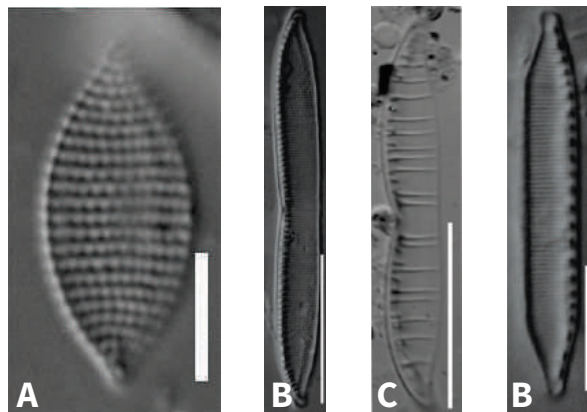


Figura 13. *Denticula sp.* Escala 1 μm .

NITZSCHIA Hassall, 1845, nom. cons.

Descripción y ecología: Frústulos con las valvas rectas o curvadas en forma de S y extremos de forma y longitud variables. El rafe está incluido en un canal rafidiano que se ubica en ángulos opuestos del frústulo (simetría nitzschioide). Sin embargo, muy excepcionalmente pueden ubicarse en ángulos consecutivos (simetría hantzschioide). Estrías uniseriadas, con pequeñas areolas circulares. Es un género del epipelon o del plancton, también hay formas tubícolas que viven adheridas a un sustrato; en aguas epicontinentales y marinas.



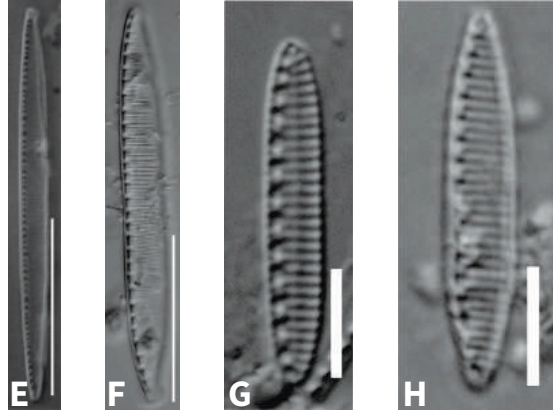


Figura 14. A: *Nitzschia compresa* (Bailey) Boyer, 1916. Vista valvar, escala = 5 μ m, **B: *Nitzschia commutata*** Grunow 1880, escala = 30 μ m, **C: *Nitzschia epithemiodes*** Grunow, escala = 20 μ m, **D: *Nitzschia halloyi*** Maidana y Herbst, 1989 escala = 10 μ m, **E: *Nitzschia intermedia*** Hantzsch ex Cleve y Grunow, 1980, escala = 30 μ m, **F: *Nitzschia recta*** Hantzsch ex Rabenhorst, 1862, escala = 30 μ m, **G: *Nitzschia valdecostata*** Lange-Bertalot y Simonsen, 1978, escala = 5 μ m, **H: *Nitzschia valdestriata*** Aleem y Hustedt 1951, escala = 5 μ m.

TRYBLIONELLA Smith, 1853

Descripción y ecología: Las células generalmente solitarias.

Las valvas son asimétricas respecto del eje apical; lineales, elípticas o panduriformes, a veces levemente constrictas en el centro; con extremos redondeados, cuneados o subrostrados y raramente subcapitados. La superficie valvar está longitudinalmente ondulada. Presenta un canal rafidiano marginal, con fíbulas cortas, cuadradas o rectangulares, no extendidas. Las fisuras proximales externas del rafe levemente expandidas o flexionadas, a veces ausentes y las fisuras distales cortas y curvadas. En el frústulo, las carinas ocupan ángulos opuestos (simetría nitzschioide). Las estrías pueden o no ser visibles con MO y pueden ser uni a multiseriadas, con areolas circulares ocluidas por himenes.



Figura 15. *Tryblionella hungarica* (Grunow) Frenguelli, 1942. Vista externa. Escala = 20 μ m

Orden Cymbellales

Familia Anomoeoneidaceae

ANOMOEONEIS Pfitzer, 1871

Descripción y ecología: Células solitarias. Las valvas son lanceoladas, usualmente con extremos rostrados o capitados. El rafe tiene las fisuras proximales curvadas hacia el lado secundario de la valva y las distales en forma de gancho. Las estrías son uniseriadas, formadas por pequeñas areolas ovaladas, ocluidas por hímenes. En la mayoría de las especies, las areolas están regular o irregularmente espaciadas y se interrumpen a ambos lados del área central delimitando áreas hialinas. Las estrías están interrumpidas por un área sólida cerca de la zona de unión manto/valva y luego se continúan en el manto. El cingulo está formado por bandas abiertas, porosas.

Este género es epipélico y puede hallarse en aguas epicontinentales tanto dulces como salobres.



Figura 16. *Anomoeoneis sphaerophora* var. *angusta* Frenguelli 1934.
Vista valvar externa. Escala = 20 μ m.

STAUROPHORA Mereschkowsky, 1903

Descripción y ecología: Células solitarias. Las valvas son solitarias y lanceoladas, también pueden ser lanceoladas lineales o lanceoladas elípticas, a menudo con extremos rostrados.

La superficie valvar está fuertemente curvada hacia el manto, que es relativamente profundo. En la zona central hay un engrosamiento transversal, perpendicular al esternón rafidiano (estauro) más o menos evidente, interrumpido en los márgenes por varias estrías de longitud variable. Las estrías formadas por poroides circulares pequeños, ocluidos internamente por hímenes.

Es un género epipélico, en aguas epicontinentales salobres y marinas.



Figura 17. *Staurophora vilamae* Maidana, Seeligmann y Morales 2009.
Vista valvar externa. Escala = 10 μ m.

Familia Gomphonemathaceae

GOMPHONEMA Ehrenberg, 1832.

Descripción y ecología: Las células, solitarias o formando agregados arborescentes, están adheridas al sustrato por pies mucilaginosos secretados a través de campos porosos apicales en uno de los extremos valvares.

Las valvas son heteropolares, de contornos variados, simétricas respecto al eje apical. El área axial es de ancho y forma variables; el área central, en general, es asimétrica. La mayoría de las especies tienen uno o más estigmoides en el área

central, próximos o no a una o más estrías centrales. El rafe es filiforme o lateral, con las fisuras proximales rectas o levemente flexionadas y las distales curvadas. Las estrías son uniseriadas (ocasionalmente biseriadas); las areolas están generalmente ocluidas por una rota (o más raramente dos). Los dos campos porosos apicales están separados por la fisura externa del rafe.

El género es muy común en comunidades haptobéntonicas, en aguas epicontinentales.



Figura 18. *Gomphonema aff. clavatum* Ehrenberg, 1832.
Vista externa. Escala = 5 μ m).

Orden Mastogloiales

Familia Mastogloiaceae

MASTOGLOIA Thwaites ex Smith, 1856

Descripción y ecología: Células solitarias o formando agregados.

Las valvas comúnmente lineales a elípticas, con ápices de formas diversas. El área axial suele ser lineal y angosta; el área central es variable en forma y tamaño, según las especies. El rafe es filiforme, con las fisuras proximales externas frecuentemente sinuosas y las distales rectas o curvadas. Las estrías pueden ser uni o biseriadas, a veces interrumpidas por una zona hialina en forma de H. La valvocópula presenta cámaras laterales (=partecta) de tamaño, forma y número variables, comunicadas con el exterior del frústulo a través de poros evidentes

(Figura 20). La función aparente de estas cámaras sería permitir la salida de mucílago para la adhesión de la célula al sustrato.

Es un género epipélico o epifítico, principalmente marino, aunque se pueden encontrar especies en aguas epicontinentales o salobres.



Figura 19. *Mastogloia atacamae* Hustedt.
Vista externa. Escala = 10 μ m.

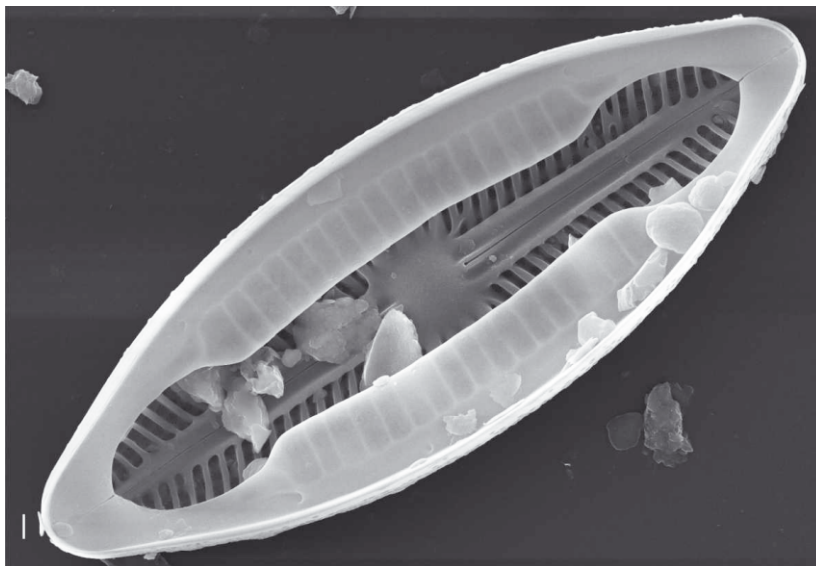


Figura 20. *Mastogloia atacamae*. MEB. Nótese las cámaras laterales.
Vista interna. Escala = 1 μ m.

Orden Naviculales

Familia Diadesmidaceae

LUTICOLA Mann, 1990

Descripción y ecología: Células solitarias, raramente formando cadenas. Las valvas son lineales, lanceoladas o elípticas, con extremos redondeados, rostrados o capitados. El área axial es angosta, el área central esta expandida y tiene un estigma evidente sobre uno de los lados. El rafe es filiforme, con las fisuras proximales externas curvadas hacia el lado opuesto del estigma. Las estrías son uniseriadas, notables, las areolas están ocluidas por hímenes.

Es un género aerófilo, ampliamente distribuido, característico de suelos y musgos.

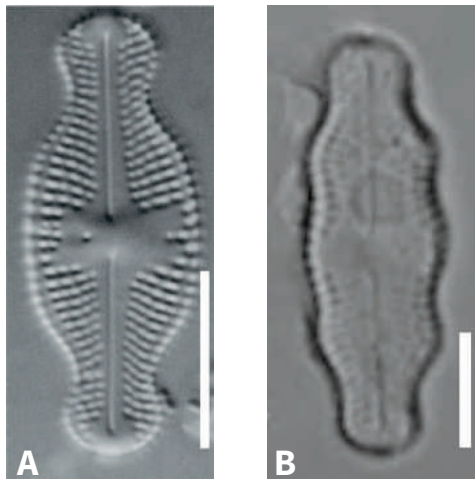


Figura 21. A: *Luticola muticopsis* (Van Heurck) Mann, 1990. Vista interna. Escala = 10 μm , **B:** *Luticola nivalis* (Ehrenberg) Mann 1990. Vista externa. Escala = 5 μm .

Familia Diploneidaceae

DIPLONEIS Ehrenberg ex Cleve, 1894

Descripción y ecología: Células solitarias, de vida libre. Las valvas están fuertemente silicificadas, de contorno elíptico, constrictas o no en la región central, con los ápices redondeados. A cada lado del rafe hay un canal longitudinal que se abre al exterior a través de poros y que carece de comunicación con el interior de la célula. Las estrías están compuestas por areolas loculadas.

Este género es epipélico, principalmente marino, con algunas especies en aguas epicontinentales.



Figura 22. Diploneis sp.
Vista valvar. Escala = 10 μ m.

Familia Naviculaceae

CALONEIS Cleve, 1894

Descripción y ecología: Células solitarias. Las valvas pueden ser desde elípticas hasta lineales, con extremos redondeados o proyectados de distintas formas. El rafe puede ser filiforme o lateral y las áreas axial y central son de ancho y forma variables según las especies. Las estrías, radiales o paralelas, son alveoladas y tienen los forámenes normalmente ubicados cerca de la zona de unión del manto con la valva, por lo que al MO suelen verse como una línea que cruza las estrías.

Es un género epipélico, típico en aguas epicontinentales, raramente marinas.

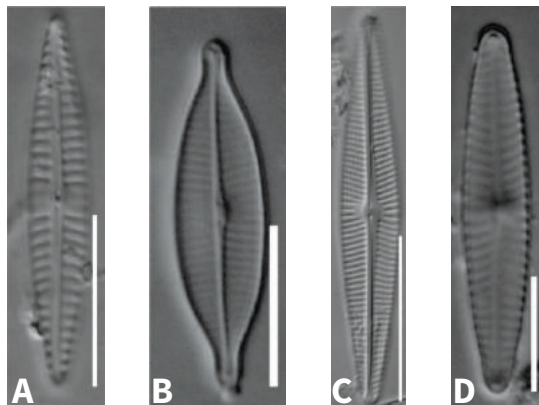


Figura 23. *Caloneis westii* (Smith) Hendey, 1964.
Vista valvar. Escala = 50 μ m.

NAVICULA Bory, 1822

Descripción y ecología: Células normalmente solitarias, libres. Frústulos simétricos respecto de todos los ejes (apical, transapical y pervalvar) y con las valvas iguales (isovalvares). El contorno valvar generalmente es lanceolado a lineal, con ápices de forma variable. Rafe presente en ambas valvas (=birrafideas), ubicado en el centro de la valva.

Este género se encuentra en todos los ambientes epicontinentales y marinos con especies asociadas a distintas condiciones de pH, conductividad y concentración de materia orgánica (Díaz & Maidana., 2005).



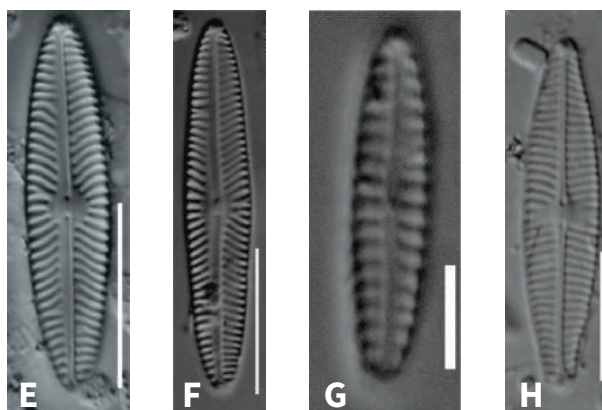


Figura 24. A: *Navicula atacamana* Patrick, 1961, escala = 20 μm , **B:** *Navicula gregaria* Dorkin, 1861, escala = 10 μm , **C:** *Navicula heinmansioides* Lange- Bertalot, 1993, escala = 30 μm , **D:** *Navicula lauca* Rumrich y Lange- Bertalot, 2000, escala = 10 μm , **E:** *Navicula parinacota* Rumrich y Lange- Bertalot, 2000, escala = 20 μm , **F:** *Navicula pseudogracilis* Hustedt, 1927, escala = 20 μm , **G:** *Navicula salinicola* var. *salinicola* Hustedt, 1939, escala = 5 μm , **H:** *Navicula veneta* Kützing, 1844, escala = 10 μm .

Familia Pinnulariaceae

PINNULARIA Ehrenberg, 1843.

Descripción y ecología: Células naviculoides, solitarias. Los frústulos generalmente son lineales a lineal-lanceolados o lanceolados. Las áreas axial y central son de formas y dimensiones variables, según la especie. El rafe puede ser filiforme, lateral o complejo; con las fisuras proximales externas expandidas y las distales curvadas en forma variable. Las estrías son alveoladas y anchas, lo que le confiere el aspecto de costillas al MO. Cada alvéolo tiene un velo externo con varias hileras de pequeños poroides ocluidos por hímenes. Internamente hay una lámina plana, con una o dos aperturas transapicales grandes. La alineación en sentido longitudinal de los forámenes, cuando presentes, le da el aspecto de bandas, poco o nada visibles en las especies de pequeño tamaño.

Es un género epipélico, en aguas epicontinentales, raramente marinas.



Figura 25. A: *Pinnularia aff. microstauron* (Ehrenberg) Cleve, 1891, vista valvar externa. Escala = 10 µm. **B:** *Pinnularia brebissonii* (Kützing) Rabenhorst, 1864. Vista valvar externa. Escala = 20 µm.

Familia Pleurosigmataceae

GYROSIGMA Hassall, 1845, nom. cons.

Descripción y ecología: Células solitarias, ocasionalmente agregadas en tubos mucilaginosos.

Las valvas son sigmoideas, a veces lineal-lanceoladas, con los extremos curvados en sentidos opuestos. Los extremos generalmente no están diferenciados del cuerpo principal, aunque en algunas especies son largamente rostrados. El rafe es sigmoideo, en o cerca de la parte media de la valva; con las fisuras distales curvadas en el mismo sentido que los extremos valvares y las proximales generalmente curvadas en sentidos opuestos, ocasionalmente en forma de T o curvadas en la misma dirección. Las estrías están formadas por areolas dispuestas regularmente formando dos series perpendiculares.

Este género es epipélico, ampliamente distribuido en aguas epicontinentales.



Figura 26: *Gyrosigma aff. balticum* (Ehrenberg) Rabenhorst, 1853.
Vista externa. Escala = 50 μm .

Familia Sellaphoraceae

FALLACIA Stickle y Mann, 1990

Descripción y ecología: Células naviculoides, solitarias. Las valvas pueden ser lineales, lanceoladas o elípticas, con extremos usualmente redondeados. El área axial es angosta y la central de forma y tamaño variables. Rafe filiforme, alojado en una costilla prominente enmarcada por un par de depresiones longitudinales, perforadas o no, que se visualizan al MO como una zona hialina en forma de H. Las estrías son uniseriadas, con areolas de contorno variable.

Este género es epipélico y se encuentra en aguas epicontinentales y marinas.



Figura 27: *Fallacia pygmaea* (Kützing) Stickle y Mann, 1990.
Vista externa. Escala = 20 μm .

Familia Stauroneidaceae

CRATICULA Grunow, 1868

Descripción y ecología: Células solitarias, usualmente observadas en vista valvar debido a su relación largo- ancho es superior a la relación largo – alto. Frústulos isovalvares, isopolares y birrafideos. Estrías transversales formadas por hileras de poros pequeños y dispuestos regularmente, de manera que parecen delimitar dos sistemas de estrías (uno transversal y el otro longitudinal). Una característica particular de este género es la formación de dos tipos de valvas internas en respuesta al estrés osmótico, con un patrón de estrías diferente de las valvas normales. Cuando la valva interna carece de rafe y no tiene estrías sino unas pocas costillas transversales paralelas, recibe el nombre de “craticula” y cuando tiene rafe y las estrías son radiales con la misma densidad que en la valva normal, se la denomina “heribaudii”).

Es posible encontrarlas como epipélicas en todo tipo de sedimento de aguas continentales.

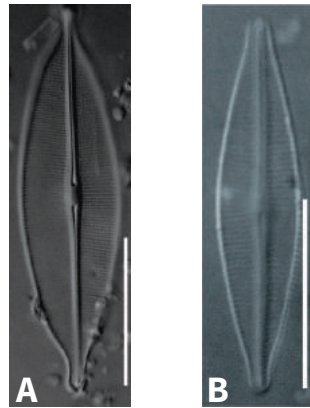


Figura 28. A: *Craticula ambigua* (Ehrenberg) Mann, 1990, vista externa. Escala = 20 μm , **B: *Craticula buderii*** (Hustedt) Lange- Bertalot, 2000, vista externa. Escala = 20 μm .

STAURONEIS Ehrenberg 1843

Descripción y ecología: Las células pueden ser isovalvares e isopolares con forma naviculoide típica. Se encuentran solitarias o a la vez formando colonias. Las valvas pueden hallarse lanceoladas a elípticas, frecuentemente capitadas. Las estrías son uniseriadas formadas por pequeños poros redondeados. Las estrías se encuentran interrumpidas por un estauro en el centro de la valva.

El género es epipélico de aguas continentales, con algunas formas sub aéreas, presentes en el suelo o musgos.



Figura 29: *Stauroneis atacamae* Hustedt, 1927.
Vista valvar externa. Escala = 30 μ m.

Orden Rhopalodiales

Familia Rhopalodiaceae

ROPHALODIA Müller, 1895, nom. cons.

Descripción y ecología: células solitarias, libres o adheridas a un sustrato. Los frústulos son lineales, lanceolados o elípticos; claviformes o piriformes en vista cingular. Las valvas son variablemente arqueadas. Presenta el canal rafidiano excéntrico, marginal, a veces elevado sobre una carina. Las costillas transapicales son robustas y atraviesan la valva de margen a margen, actuando como fíbulas en el rafe. Las estrías son uni a multiseriadas. El cíngulo se encuentra más ancho dorsalmente que ventralmente, consistente en bandas abiertas y cerradas, generalmente porosas.

Es un género epipélico y epifítico de aguas continentales y marinas.



Figura 30: *Rhopalodia constricta* (Smith) Krammer, 1987.
Vista externa. Escala = 30 μm .

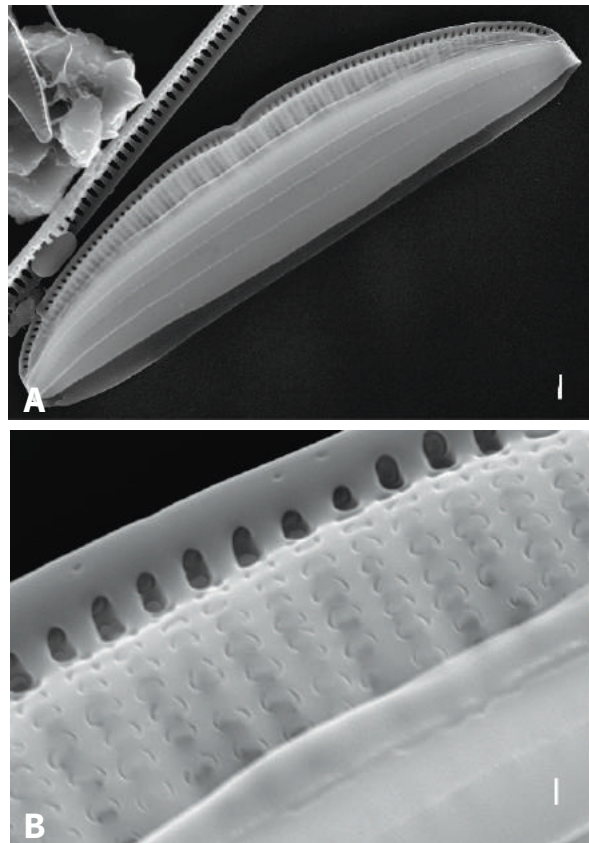


Figura 31. A: *Rhopalodia constricta*. MEB, vista valvar externa.
Escala = 2 μm , **B:** detalle del patrón de estrías. Escala = 330 nm.

Orden Surirallales

Familia Entomoneidaceae

ENTOMONEIS Ehrenberg, 1845

Descripción y ecología: El frústulo está escasamente silicificado y tiene numerosas bandas singulares. Las valvas tienen una proyección silíceo (ala) sigmoidea prominente, deprimida a nivel del nódulo central, que le confiere la forma de un “8” a la vista cingular del frústulo. Las valvas pueden ser lanceoladas o lineales, con polos agudos. El canal rafidiano tiene fíbulas cortas unidas a finas costillas que conectan al rafe, ubicado en el margen de la proyección silíceo o ala, con el cuerpo principal de la valva. Las estrías son bi o multiseriadas delicadas, formadas por pequeños poroides.

Este género es epipélico, habitual en aguas marinas y epicontinentales salinas, ocasionalmente en aguas dulces.

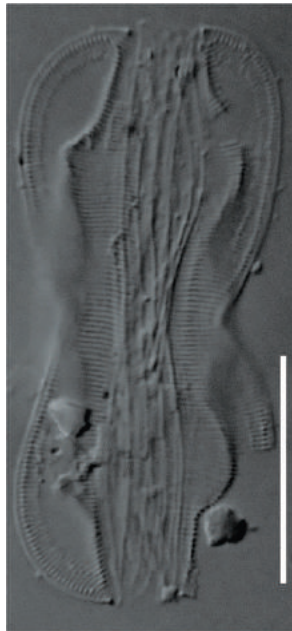


Figura 32. *Entomoneis paludosa* (Smith) Reimer, 1975.
Vista cingular de un frústulo. Escala = 20 μ m.

Familia Surirellaceae

SURIRELLA Turpin, 1828

Descripción y ecología: Células solitarias. Las valvas son iso o heteropolares; lineales, elípticas o reniformes; algunas veces retorcidas sobre el eje apical. Pueden tener espinas, ya sea grandes en uno o ambos ápices o pequeñas, distribuidas por toda la superficie valvar. El canal rafidiano es circunferencial, en una carina más o menos elevada. Pueden existir fíbulas o canales alares. Las estrías no siempre son evidentes, tienen areolas pequeñas, ocluidas por volae y están interrumpidas en la línea media axial.

Este género es epipélico, en aguas epicontinentales y marinas.

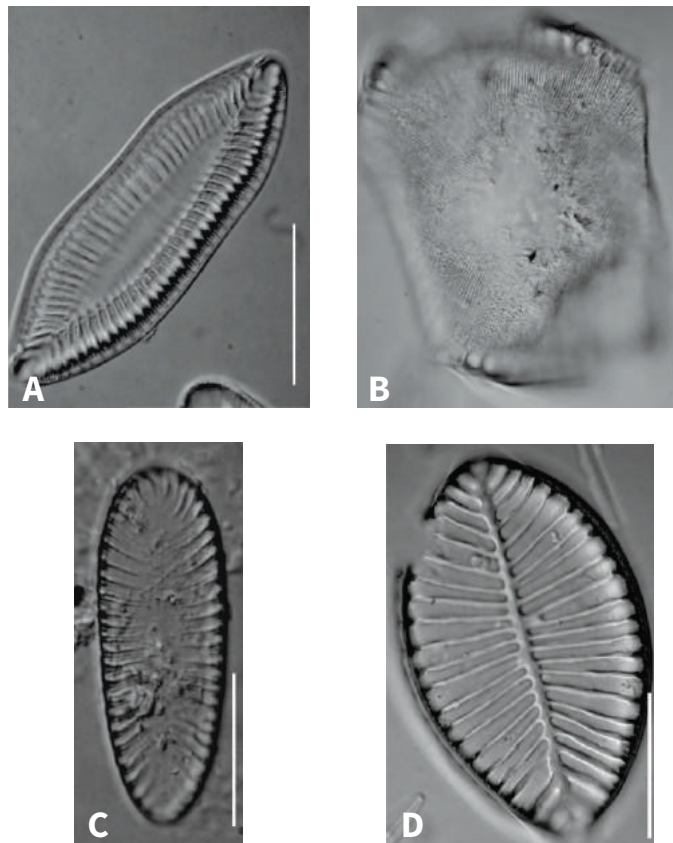


Figura 33. A: *Surirella chilensis var. constricta* Hustedt, 1927. Escala = 30 μ m, **B:** *Surirella fortii* Frenguelli, 1926. Fragmento de una valva. Escala = 50 μ m, **C:** *Surirella minuta* Brebisson en Kützing, 1849. Vista externa. Escala = 20 μ m, **D:** *Surirella wetzelli* Hustedt, 1927. Vista externa. Escala = 20 μ m.

Orden Thalassiophysales

Familia Catenulaceae

HALAMPHORA (Cleve) Levkov, 2009

Descripción y ecología: Células solitarias, libres o sésiles. El frústulo tiene el cíngulo más ancho del lado dorsal que del ventral, lo que determina que las valvas no estén paralelas sino formando un ángulo. Las valvas pueden ser semi-lanceoladas o semi-elípticas, con extremos variables según la especie. El rafe, generalmente filiforme, se ubica próximo al margen ventral y tiene los extremos distales y proximales rectos o curvados. En algunas especies hay una costilla denominada “borde rafidiano”, que se ubica paralela al rafe y cubre parcialmente la primera línea de areolas (Figs. 34B y 35), cuando presente, está solamente sobre el lado dorsal. Estrías uni o biseriadas, formadas por areolas ocluidas por placas perforadas hundidas.

Este género puede ser epipélico, epifítico o epilítico, principalmente en aguas marinas, pero también en aguas epicontinentales dulces o salobres.

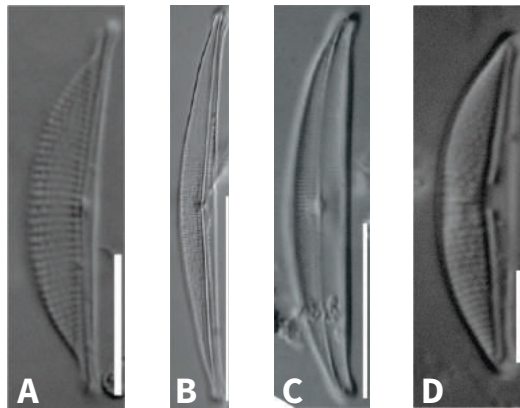


Figura 34. A: *Halamphora acutiuscula* (Kützing) Levkov 2009. Escala = 10 μ
B: *Halamphora atacamae* (Frenguelli) Levkov 2009. Escala = 30 μ m,
C: *Halamphora atacamana* (Patrick) Levkov, 2009. Escala = 20 μ m,
D: *Halamphora veneta* (Kützing) Levkov 2009. Escala = 5 μ m.

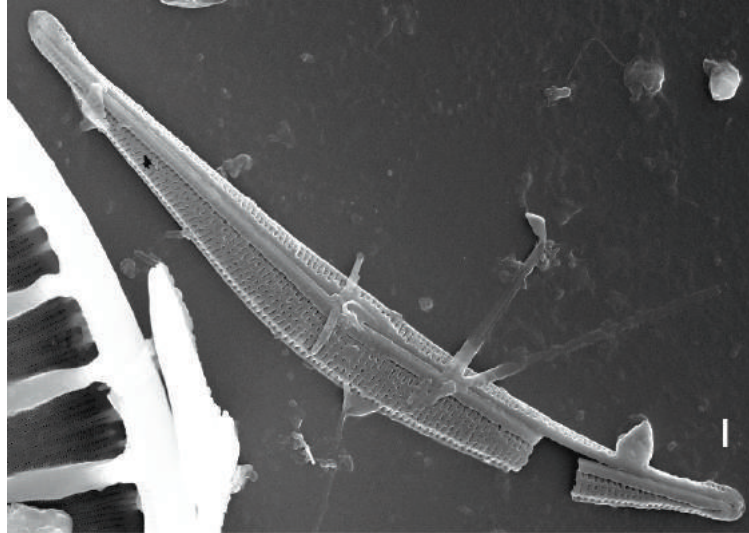


Figura 35: *Halamphora atacamae*. MEB. Escala = 2 μ m.

Subclase Fragilariophycidae
Orden Fragilariales

Familia Fragilariaceae

DIATOMA Bory, 1824.

Descripción y ecología: Células unidas por mucílago secretado a través de campos porosos apicales (CPAs), formando largas cadenas en zigzag. Las valvas son generalmente elípticas a lineales, con extremos de forma variable. En el lado interno hay costillas transversales. Estrías uniseriadas interrumpidas por el esternón central. Cíngulo con numerosas cópulas.

Este género es estrictamente de aguas epicontinentales, generalmente dulces, aunque con algunos representantes en aguas salinas.



Figura 36. *Diatoma vulgaris* Bory 1824.
Valva con anomalías en la organización de las estrías. Escala = 10 μ m.

FRAGILARIA Lyngbye, 1819

Descripción y ecología: Células unidas por su cara valvar a través de espinas interconectantes formando cadenas, por lo que su vista cingular es la más frecuente de observar en material no tratado. Las valvas pueden ser lineales, linear-lanceoladas o elípticas, a veces con una expansión central hacia uno o ambos lados de la valva. La forma de los extremos es variable: redondeados, rostrados, capitados etc. El esternón puede ser linear a lanceolado, frecuentemente se expande hacia uno de los lados de la valva, formando un área central asimétrica. Estrías, en general, ubicadas en forma alterna a ambos lados del esternón; con areolas circulares o elongadas. CPAs poco desarrollados, tipo ocellulimbus. Frecuentemente hay una hilera de espinas en la zona de unión valva/manto. Normalmente, hay una rimopórtula en uno de los extremos, muy raramente en los dos.

Epipélico en los sedimentos de aguas epicontinentales o marinas, con algunas pocas especies ticoplanctónicas.



Figura 37. *Fragilaria capucina*
Desmazières, 1825. Vista externa. Escala = 5 μ m.

PSEUDOSTAurosIRA Williams y Round, 1988

Descripción y ecología: Al igual que el género anterior, las células se unen formando cadenas de longitud variable. Los frústulos son rectangulares en vista cingular. Las valvas pueden ser lineales a elípticas, ocasionalmente romboides y más raramente triangulares; a veces con márgenes ondulados. El área axial (esternón) es amplia; el área central está ausente. Las estrías son uniseriadas, formadas por 1 a 4 areolas transversalmente elípticas. Las espinas marginales, cuando están presentes, generalmente se ubican sobre las estrías.

Los CPAs, si están presentes, están reducidos. No hay rimopórtulas.



Figura 38. *Pseudostaurosira brevistriata* (Grunow) Williams y Round, 1987.
Vista externa. Escala = 10 μm .

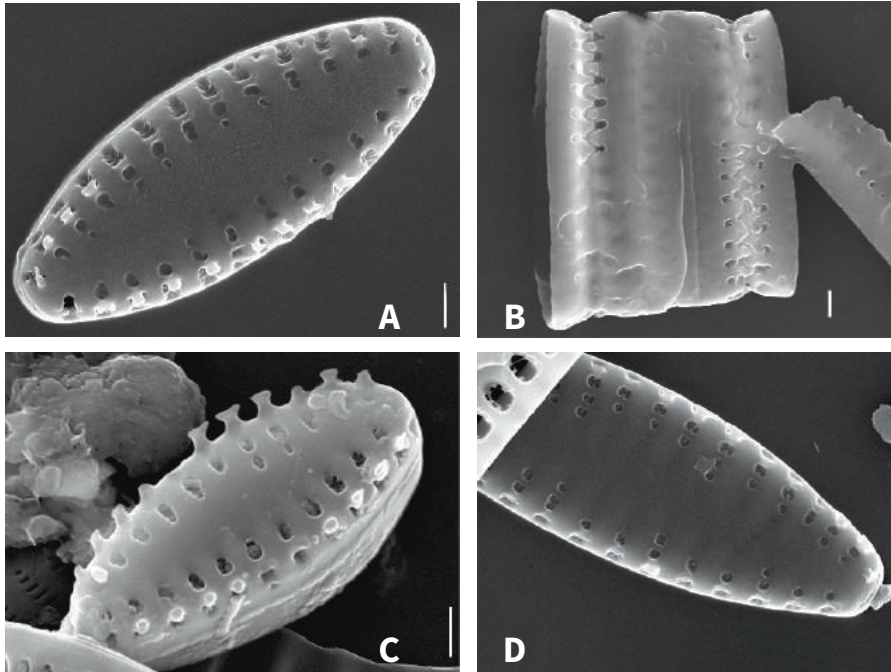


Figura 39. A - D: *Pseudostaurosira brevistriata* MEB.
Vistas externas. A, C y D vistas valvares; B, vista cingular. Escala = 1 μ m.

STAUROSIRA Ehrenberg, 1843

Descripción y ecología: Células como en los dos géneros anteriores, unidas en cadenas. Los frústulos son rectangulares en vista cingular. Las valvas son pequeñas, circulares, elípticas, lanceoladas, lineales, cruciformes hasta triangulares; con extremos desde redondeados hasta capitados. El área axial es angosta, lineal a lineal-lanceolada; el área central por lo general está ausente. Las estrías son uniseriadas, y están dispuestas en forma alterna a ambos lados del esternón; con areolas elípticas o cortamente lineoladas. Los campos porosos apicales están reducidos o ausentes. Las espinas marginales, si están presentes, generalmente son ramificadas y se localizan sobre las interestrías. No hay rimopórtulas.

Este género es común en aguas dulces.

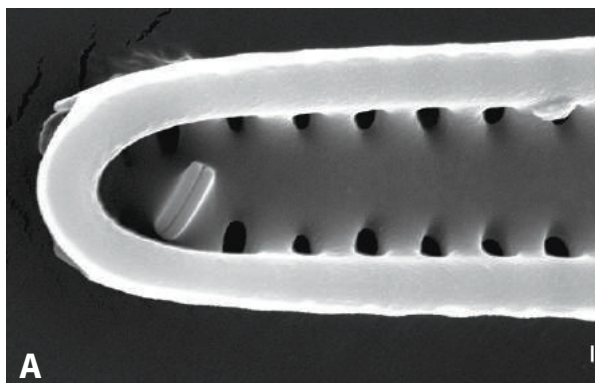


Figura 40. *Staurosira* sp. MO.
Vista externa. Escala = 5 μ m.

TABULARIA (Kützing) Williams y Round, 1986

Descripción y ecología: Células solitarias o agrupadas en ramilletes laxos. Valvas lineales a lineal-lanceoladas, con extremos de forma variada según la especie. El área axial suele ser amplia, de 1/3 a 1/2 del ancho valvar; el área central está ausente. Las estrías son alveoladas, opuestas, relativamente anchas, cortas, con los alveolos ocluidos por velos complejos. Los campos porosos apicales, se encuentran en ambos ápices y están rodeados por una costilla (tipo ocellulimbus). Hay una rimopórtula cerca de cada extremo de la valva.

Es un género epifítico, común en ambientes con elevado contenido de sólidos disueltos, tanto en aguas epicontinentales salobres como marinas.



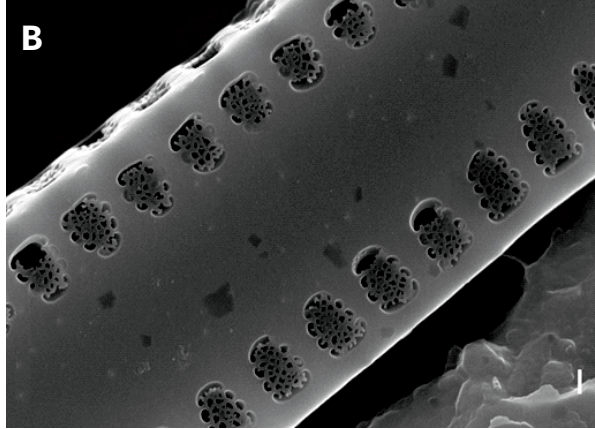


Figura 41. A: *Tabularia tabulata* (Agardh) Snoeijs, 1992. **MEB.**
Vista interna de un extremo valvar mostrando la abertura de la rimopórtula.
Escala = 200 nm. **B:** detalle de estrias. Escala = 300 nm.

ULNARIA (Kützing) Compère, 2001

Descripción y ecología: Células solitarias o reunidas en agregados en forma variable, ya sea adheridas por su cara valvar en cadenas de pocas células o unidas por mucílago secretado a través de uno de sus extremos.

Las valvas son lineales a lineal-lanceoladas, con extremos de forma variada según la especie. Las áreas axial y central son de forma y dimensiones variables. Las estrias, uni o biseriadas, se ubican opuestas respecto al esternón, aunque a veces dispuestas en forma alterna en la misma valva; pueden ser. Las areolas son generalmente pequeñas y están ocluidas por rota. Las espinas interconectantes pueden estar presentes o ausentes. Los campos porosos apicales son de tipo ocellolimbus. Hay una rimopórtula en cada extremo de la valva.

Este género es común en aguas epicontinentales dulces y salobres.



Figura 42. Ulnaria ulna var. constricta Maidana y Seeligmann 2006.
Vista externa. Escala = 20 µm.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, R.N., B. BOOKHAGEN, B. CARRAPA, I. COUTAND, M. HASCHKE, G. E. HILLEY, L. SCHOENBOHM, E. R. SOBEL, M. R. STRECKER, M. H. TRAUTH, & A. VILLANUEVA, (2006). Tectonics, climate, and landscape evolution of the southern Central Andes: The Argentine Puna Plateau and adjacent regions between 22 and 28°S lat. In: Oncken, O., et al. (Eds.), *The Andes: Active Subduction Orogeny*. Springer Berlin Heidelberg, pp. 265–286.
- APUMAITA, T. (2015). Primeros registros de diatomeas de ambientes lóticos afluentes del Salar de Olaroz, provincia de Jujuy. Tesina de grado. Universidad Nacional de Jujuy.
- BATTARBEE, R. W. (1986). Diatom Analysis. (Cap. 26) en: BE Berglund (Ed.). *Handbook of Holocene Paleocolgy and Paleohidrology*. John Wiley and Son, Chichester, pp. 527 - 570.
- BENISTON, M. (2006): Mountain weather and climate: A general overview and focus on climatic change in the Alps. *Hydrobiology* 562: 3–16.
- BERNAL, G., R. G. MARTÍNEZ & F. MEDINA. (2011). Impacto económico de las actividades mineras en la provincia de Jujuy. CEPAL – Colección Documentos de proyectos.
- BUSTOS, S., M. MORALES & N. MAIDANA. (2017). Diversidad del género Luticola (Bacillariophyceae) en sedimentos holocénicos de la Puna jujeña, Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 52 (1): 13 - 26.
- CABRERA, Á. L. (1976). Regiones Fitogeográficas argentinas. En Kugler WF (Ed.) *Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería*. Tomo 2. 2a edición. Acme. Buenos Aires. Argentina. Fascículo 1. pp. 1 - 85.
- CAZIANI C.&E. DARLINDATI. (2000). Abundance and habitat of high Andes flamingos in northwestern Argentina. – *Waterbirds* 23: 121 - 133. Científicas de la Provincia de Buenos Aires. Monografías 2, pp. 300, La Plata.
- CIUTTI, F. (2005). Monitoraggio dei corsi d´acqua con indicatori algali(diatomee). *Annali dell´ instituto Superiore di Sanita* 41:393-397.
- DERLINDATI, E. J. (1998). Los flamencos de James, andino&austral (*Phoenicoparrus jamesi*, *P. andinus*&*Phoenicopterus chilensis*): Abundancia&características de sus hábitats en los lagos altoandinos de Jujuy, Argentina. Tesis, Universidad Nacional de Salta, Argentina.
- DÍAZ, C.&N. I. MAIDANA. (2005). Diatomeas de los Salares Atacama y Punta Negra, II Región, Chile. Centro de Ecología Aplicada Ltda., Santiago, Chile, 146 pp.
- FLEXER, V., C. F. BASPINEIRO & C. I. GALLI. (2018). Lithium recovery from brines: A vital raw material for green energies with a potential environmental impact in its

mining and processing. *Science of the Total Environment* 639: 1188–1204.

FRENGUELLI, J. (1930) a. Diatomeas contenidas en una muestra del trípoli de Calama. *Revista Chilena de Historia Natural* 34: 195-199.

GALLARDO, S. (2016). Extracción del litio en el Norte Argentino”. *Revista EXACTamente*. <http://revistaexactamente.wordpress.com/2011/10/25/extraccion-de-litio-en-el-norte-argentino/>

GONZÁLEZ ACHEM, A. L., C. T. SEELIGMANN & M. ALDERETE. (2014). Variaciones espacio-temporales de la flora diatomológica en Laguna de Los Pozuelos (Jujuy, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 49: 177-193.

GUIRY, M. D. & G. M. GUIRY. (2019). *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 22 May 2019.

HUSTEDT, F. (1927). Fossile Bacillariaceen aus dem Loa- Becken in der Atacama-Wüste, Chile. *Archiv für Hydrobiologie* 18: 224-251.

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.

KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. (1986). Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 2/1. G. Fischer, Jena, pp. 1–876.

KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H., (1988). Bacillariophyceae 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 2/2. G. Fischer, Jena, pp. 1–596.

KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. (1991) a. Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Unter Mitarbeit von H. Hakansson und M. Norrpe. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 2/3. G. Fischer, Stuttgart, Jena, pp. 1-576.

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. Monografías, 2, La Plata.

LUPO, L., MORALES, M., MALDONADO, A. & GROSJEAN, M. (2006). A high-resolution pollen and diatom record from Laguna Los Polulos (22°36´S/66°44´W/4500 m a.s.l.), NW Argentinean Puna, since ca. 800 AD. In: Villaba, R. (ed.), *Reconstructing past regional climate variations in South America over the late Holocene: A new Pages initiative*. International Symposium. Malargüe, Argent.

MAIDANA, N. I. & C. 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.

MAIDANA, N. I. (1996). Asociación de diatomeas fósiles del sitio arqueológico Potrero del Caballo Muerto (Puna de Jujuy, Argentina). Actas & Memorias del XI Congreso Nacional de Arqueología Argentina (13ª Parte). San Rafael, Mendoza. Tomo XXV (1/4): 53-60.

MAIDANA, N. I. & C. T. SEELIGMANN. (2014). Phytoplankton in high mountain wetlands of Argentina. En Tell, G.; Izaguirre, I. & O´Farrell, I. (Edit) Freshwater Phytoplankton from Argentina. Phytoplankton diversity and ecology in different aquatic systems. (Adv. in Limnology, 65).

MAIDANA, N. I. & C. T. SEELIGMANN. (2015). Diatomeas (Bacillariophyceae) en humedales de altura de la provincia de Catamarca (Argentina). III. Bol. Soc. Argent. Bot. 50: 447-466.

MAIDANA, N. I. & N. HERBST. (1989). Diatomeas (Bacillariophyceae) de la Laguna Nostra (Costumbres Calchaquíes), Provincia de Tucumán, Rep. Argentina. Darwiniana 29: 63-76.

MAIDANA, N. I., C. SEELIGMANN & M. MORALES. (2009). Bacillariophyceae del Complejo Lagunar Vilama (Jujuy, Argentina). Bol. Soc. Argent. Bot. 44: 257-271.

MAIDANA, N. I., C. SEELIGMANN & M. MORALES. (2011). El género *Navicula* sensu stricto (Bacillariophyceae) en humedales de altura de Jujuy, Argentina. Bol. Soc. Argent. Bot. 46: 13-29.

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 MACCHIAVELLO, J. C. & L. DÍAZ. (1997). Diatomeas (Chrysophyta-Bacillariophyceae) de un perfil de una turbera de Milluyoc, Provincia de Jujuy, Argentina. Insula 26: 29-44.

MORALES, M. (2011). Arqueología ambiental del holoceno temprano & medio en la puna seca argentina modelos paleoambientales multi-escalas & sus implicancias para la arqueología de cazadores-recolectores. Tesis Doctoral.

PATRICK, R. & C.W. REIMER. (1975). The diatoms of the United States (exclusive of Alaska and Hawaii). Vol. 2. Acad. Nat. Sci. Philadelphia Monogr. 13: 1-213.

ROUND, F. E., CRAWFORD, R. M. & D. G. MANN. (1990). The diatoms. Biology & Morfology of the genera. Cambridge University Press, pp 747.

RUMRICH, U., H. LANGE-BERTALOT & M. RUMRICH. (2000). Diatomeen der Ander Von Venezuela bis Patagonien/Tierra del Fuego. Iconogr. Diatomol. 9: 1-673. H. Lange-Bertalot. Ruggell.

SALUSSO, M., S. M. CAZIANI & L. B. MORAÑA. (1997). Distribución de plancton en relación a los caracteres limnológicos y a la avifauna de la Puna Jujeña. – Resúmenes del Congreso Argentino de Limnología (CAL) II. Buenos Aires, Argentina.

- SALUSSO, M & L. B MORAÑA (2015). Estructura y composición del fitoplancton de mina Pirquitas, Jujuy, Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86, pp. 711-718.
- SCHMIDT, A. (1874-1959). *Atlas der Diatomaceen - Kunde*. R. Reisland, Leipzig. Heft 1 - 120, Tafeln 1-460 (Taf. 1 - 126, A. Schmidt; 213 - 216, M. Schmidt; 217 - 240 (1900-1901), F. Fricke; 241 - 244 (1903), H. Heiden; 245-246 (1904), O. Müller; 247-256 (1904 - 1905), F. Fricke; 257 - 264 (1905 - 1906), H. Heiden; 265 - 268 (1906), F. Fricke; 269-472 (1911 - 1959), F. Hustedt).
- SECRETARÍA DE LA CONVENCION DE RAMSAR. (2010). *Uso racional de los humedales: conceptos y enfoques para el uso racional de los humedales. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición, vol. 1*. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).
- SEELIGMANN, C. T. & N. I. MAIDANA. (2003). Diatomeas (Bacillariophyceae) en ambientes de altura de la Provincia de Catamarca (Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 38: 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: 1-17.
- SEELIGMANN, C. & N. I. MAIDANA. (2003). Diatomeas (Bacillariophyceae) en ambientes de altura de la provincia de Catamarca (Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 38: 39 - 50.
- SEELIGMANN, C., N. I. MAIDANA & M. MORALES (2018). Fragilariaceae (Bacillariophyta) en humedales de altura de Catamarca (Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 53 (4): 507 - 519.
- SIMONSEN, R. (1987). *Atlas and catalogue of the diatom types of Friedrich Hustedt*. I-III. J. Cramer, Berlin.
- TRACANNA, B. C. (1985). Algas del Noroeste Argentino (Excluyendo a las Diatomophyceae). *Opera Lilloana* 35: 1 - 136.

**CATÁLOGO DE DIATOMEAS
DEL SALAR DE OLAROSZ**

