

**Informe final\* del Proyecto HJ032  
Diatomeas bentónicas de los oasis de Baja California Sur**

**Responsable:** Dr. Francisco Omar López Fuerte  
**Institución:** Universidad Autónoma de Baja California Sur  
**Dirección:** Carretera al Sur Km 5.5, Mezquito, La Paz, BCS, 23081 , México  
**Correo electrónico:** [folopez@uabcs.mx](mailto:folopez@uabcs.mx)  
**Teléfono/Fax:** 01 (612) 123-8800 ext. 6110; Fax 01 (612) 123-8814  
**Fecha de inicio:** Octubre 30, 2009  
**Fecha de término:** Diciembre 2, 2011  
**Principales resultados:** Base de datos, informe final.  
**Forma de citar\*\* el informe final y otros resultados:** López-Fuerte, F. O. & Altamirano-Cerecedo, M. C. 2011. Diatomeas bentónicas de los oasis de Baja California Sur. Universidad Autónoma de Baja California Sur. **Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. HJ032.** México, D.F.

**Resumen:**

Las diatomeas son unos excelentes sensores naturales de la calidad ambiental; son las algas más abundantes en los ecosistemas acuáticos, presentan una distribución geográfica amplia y gran capacidad de colonizar ambientes de condiciones extremas en condiciones límite para otros organismos y además son muy sensibles a variaciones y cambios químicos en el agua. El proyecto tiene por objetivo incorporar en una base de datos los registros de diatomeas epilíticas recolectadas en 6 oasis y en otros 4 por muestrear. La información obtenida en esta investigación será vertida en la base de datos e incluirá: datos físico-químicos de los sitios de recolecta, información de las laminillas permanentes, la nomenclatura de la especie y colecciones de referencia.

- 
- \* El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
  - \*\* El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

**INFORME FINAL  
PROYECTO HJ032  
“DIATOMEAS BENTÓNICAS DE LOS OASIS DE BAJA CALIFORNIA SUR”**

**Responsable Técnico:** Dr. Francisco Omar López Fuerte

**Participantes:**

- M. en C. María del Carmen Altamirano Cerecedo (Capturista y Técnico de Campo y Laboratorio)
- Dr. David A. Siqueiros Beltrones (Asesor)

**Resumen**

El término “oasis” es de uso popular en la Península de Baja California para definir los cuerpos de agua dulce insertos en una zona árida. El 93% de los oasis de la Península de Baja California se encuentran en su porción sur. No obstante que los oasis se caracterizan por una discontinuidad en su distribución, albergan una alta diversidad biológica en menos del 0.5% de la superficie total de la península y se han clasificado como áreas relevantes para la conservación. Sin embargo, han recibido poca atención y el número de estudios son escasos, situación que se acentúa si se trata del grupo de las algas y particularmente de las diatomeas. El proyecto tuvo por objetivo incorporar en una base de datos los registros de diatomeas epilíticas recolectadas en 11 oasis. La información obtenida durante la realización del proyecto se incorporó en el programa BIOTICA. El análisis taxonómico redujo en 283 taxones entre especies, variedades y formas, lo que representa el 94% del total de las especies comprometidas. La base de datos contiene 1891 ejemplares, rebasándose el número ejemplares comprometidos originalmente (1090).

## Introducción

En la parte sur de la Península de Baja California, la expresión “oasis” es de uso popular para definir a los cuerpos superficiales de agua dulce y su vegetación. Para la Península se ha determinado la existencia de aproximadamente 184 oasis, de los cuales, alrededor de 171 se encuentran en Baja California Sur (B. C. S.); se han clasificado en siete grupos de acuerdo a las siguientes características: tipo de manantial, tipo de vegetación y la evolución del cuerpo de agua (Maya *et al.*, 1997). A su vez, un 48% de los oasis se pueden considerar como típicos, *i. e.*, cuerpos de agua superficiales visibles, el resto (52%) entran en categorías atípicas, *e. g.*, arroyos de temporal. Pese a que los oasis se caracterizan por una discontinuidad en su distribución, debida principalmente a las características geológicas e hidroclimáticas de la región, estos ambientes han sido de gran importancia desde la llegada de sus antiguos pobladores hasta los actuales habitantes (Díaz *et al.*, 2004). Si bien representan menos del 1% de la superficie del estado, los oasis concentran una proporción considerable de la diversidad biológica y un número considerable de endemismos del territorio estatal (Rodríguez-Estrella, 2004). Así mismo, en algunos oasis existen problemas derivados propiamente de los efectos causados por las actividades humanas y en algunos de estos se entrevé, ya sea su potencial desaparición, o modificaciones en las poblaciones o comunidades de los diferentes grupos taxonómicos que ahí se encuentran (Rodríguez-Estrella, 2004).

Los intentos por utilizar diferentes grupos taxonómicos que habitan en los oasis (aves, anfibios, reptiles, mamíferos, flora) como indicadores ecológicos, han tenido como objetivo principal el proveer elementos ecológicos para un posible monitoreo y/o identificación de cambios estructurales en las poblaciones. No obstante, dicho interés se ha asociado casi exclusivamente a procesos ecológicos más que con la calidad del agua (papel de los indicadores biológicos) o con la distribución geográfica de ciertas especies. En este sentido, desde hace ya muchos años en los países desarrollados se invierten recursos económicos importantes y se forman recursos humanos que se encargan de la determinación de sus diatomofloras.

Las diatomeas son algas eucariotas, unicelulares, diplontes, autótrofas que, a partir de sustancias inorgánicas como agua y sales minerales, forman sustancias orgánicas, como azúcares, grasas y proteínas; por ello son consideradas productores primarios por excelencia que se pueden encontrar libres o formando colonias y son capaces de establecerse casi en cualquier tipo de sustrato. Las diatomeas se pueden encontrar en diversos ambientes, exigiendo la presencia mínima de humedad; ello las predispone a ocupar diferentes medios acuáticos (agua dulce, salada y salobre, corriente y estancada, perenne o intermitente), aéreos (aerosoles) y el suelo (suelos húmedos) subaérea no edáfica *i. e.* paredes de cavernas.

Una de las aplicaciones más comunes de la flora diatomológica dulceacuícola en el mundo es su uso como indicadores biológicos, mientras que en México existe un notable desinterés por este tema. Sea como fuere, el adecuado uso de las especies o taxocenosis de diatomeas dulceacuícolas como herramienta ambiental requiere como mínimo de las siguientes condiciones: listas florísticas confiables y el desarrollo de bases de datos que contengan información

autoecológica de los taxa. Para establecer la función de las microalgas como indicadores, se ha determinado que la relación entre la composición y abundancia del fitobentos está regulada por factores hidrológicos, físicos y químicos (Blanco et al., 2004; Kitner & Poulícková, 2003). En particular, las diatomeas del perifiton al utilizar los elementos disueltos directamente del agua, pueden proporcionar información de cambios físicos y químicos en el agua, ya que a lo largo del tiempo revelan modificaciones en la composición de la comunidad, e. g., los impactos como la contaminación inducen a cambios en la estructura de las comunidades, la función biológica de los sistemas acuáticos y al propio organismo, afectando su ciclo de vida, crecimiento y su condición reproductiva (Vilbaste, 2003). Por otra parte, también se ha reconocido que las comunidades de diatomeas bentónicas son reguladas más por las condiciones ambientales que por amplias escalas climáticas o procesos geológicos. De la misma forma, la química del agua en particular, ha sido considerada como un modulador ambiental a nivel local, que regula la estructura de la comunidad de diatomeas bentónicas (Pan et al., 1996; 2000).

## **Objetivos**

### **General:**

- a. Identificar e incorporar en una base de datos (BIÓTICA) la flora diatomológica epilítica de oasis de Baja California Sur

### **Particular(es):** (metas particulares, claramente delimitados)

- a. Elaborar una lista florística de las diatomeas epilíticas de 11 oasis de B. C. S., pertenecientes a seis regiones hidrológicas prioritarias.
- b. Construir un catálogo iconográfico compuesto por las diatomeas epilíticas de 11 oasis de B. C. S., pertenecientes a seis regiones hidrológicas prioritarias.
- c. Identificar especies o asociaciones de especies con potencial uso como indicadores biológicos y ecológicos.

## **Antecedentes**

En lo que se refiere a diatomeas de aguas continentales en México, el esfuerzo histórico está representado particularmente por investigaciones sobre formas fósiles, mismas que han redituado un registro de alrededor de 500 taxones (Hutchinson *et al.*, 1956; Bradbury, 1971; Metcalfe, 1987). Los trabajos recientes son pocos también y una parte considerable de estos se desarrollaron principalmente en la década de los 80' s y 90' s y se presentaron en publicaciones consideradas no formales, *i. e.*, tesis (véase Cantoral-Uriza, 2004). En lo que respecta a publicaciones formales estas tratan principalmente aspectos florísticos y ecológicos (Ortega, 1984; Metcalfe, 1988; Tavera & González, 1990; Tavera *et al.*, 1994; Ibarra-Vázquez & Novelo, 1997; Cantoral *et al.*, 1997; Novelo *et al.*, 2007). No obstante las pocas investigaciones, en conjunto el número de especies se acerca a los 1000 taxones específicos e infraespecíficos de diatomeas de agua dulce para nuestro país.

En cuanto a las investigaciones que utilizan a las diatomeas como indicadores ecológicos en México, estas aún son escasas (Cantoral *et al.*, 1999; Velásquez, 2007). No obstante la poca aplicación de índices diatomológicos, Israde *et al.*, (2007) demostraron que más del 80% de la diatomoflora puede utilizarse en la caracterización biológica del Río Lerma utilizando el Índice de Poluosensibilidad Específica (IPS), que se basa en los valores autoecológicos de todos los taxones presentes en cada una de las muestras y divide el valor numérico obtenido en diferentes clases de calidad de agua. Sin embargo, es evidente que en México ha habido un notable desinterés por el tema del uso de las diatomeas bentónicas como indicadores biológicos o ecológicos.

En general, el esfuerzo histórico sobre el conocimiento de las diatomeas continentales a nivel nacional es incipiente. Particularmente, en la Península de Baja California, Siqueiros-Beltrones, (2002) elaboró el primer y único reporte de carácter florístico sobre diatomeas no marinas para la parte sur de la península; las muestras examinadas en dicho estudio provenían del Estero de San José, aguas termales de Santiago (Agua Caliente), la reserva de la Biosfera de la Sierra de la Laguna y San Luis Gonzaga. Estas primeras observaciones redituaron 90 taxones típicamente dulceacuícolas, mostrándose que las diatomeas en este tipo de ambientes son abundantes y diversas.

## **Materiales y Métodos**

### **Estrategia de muestreo**

La mayor parte de los oasis de B. C. S., se sitúan dentro de una región climática semidesértica (zona árida), lo cual condiciona el régimen hidrológico de sus cuencas fluviales en función de la distribución estacional de las precipitaciones características de este clima, *i. e.*, una época de lluvias y una de sequía. Las normativas sobre la recolecta de diatomeas continentales (CEN, 2002), proponen realizar los muestreos en el momento en el que los potenciales "contaminantes" se encuentren más concentrados, siendo la época de sequía aquella en la que usualmente los caudales o cuerpos de agua de los oasis son mínimos. Por otra parte, la estación de lluvias se tomará como la época "limpia". Bajo este criterio, se tenía planeado utilizar estas épocas para llevar a cabo los muestreos, es decir, realizar un muestreo por época, sin embargo, durante el desarrollo del proyecto

las lluvias no se presentaron, por lo que se optó por tomar las temporadas climáticas como referentes, esto es, muestrear en la temporada cálida y fría. En la Figura 1, se indica la localización de los oasis estudiados. En la tabla 1 se indican las fechas de los muestreos en cada uno de los oasis estudiados.

Tabla 1. Oasis y fechas de muestreo \*No se muestreo

OASIS	PRIMER MUESTREO	SEGUNDO MUESTREO
Agua Caliente	29/11/2008	11/07/2009
San Bartolo	29/11/2008	*
Todos Santos	14/03/2009	*
Santa Agueda	25/07/2007	06/01/2008
San Ignacio	24/07/2007	03/01/2008
Mulegé	28/11/2009	10/04/2010
Estero San José	23/03/2010	23/10/2010
La Purisima	26/02/2010	23/07/2010
Las Pocitas	19/03/2010	25/06/2010
San Luis Gonzaga	25/04/2009	*
Presa de la Buena Mujer	12/04/2010	12/06/2010

#### **Protocolo de muestreo y tratamiento de las muestras:**

Para la recolecta de las diatomeas epilíticas se siguió el protocolo de muestreo publicado por la Comisión Europea de Normalización (CEN, 2002). Este protocolo exige considerar los cuerpos de agua (en nuestro caso los oasis) corrientes y/o, preferentemente, tramos con corriente, ya que las muestras recogidas en zonas lénticas y semilénticas, contienen frecuentemente especies planctónicas o células muertas procedentes de cursos superiores que no corresponden con la comunidad de diatomeas característica de ese punto. Aún en el caso de hallar un oasis con caudal o un cuerpo de agua corriente y suficiente, se tuvo en cuenta que el sustrato (rocas o cantos rodados) a muestrear debió haber permanecido sumergido durante cuatro semanas, para poder considerar que el sustrato haya estado sumergido por lo menos la cantidad de tiempo mencionada, se tomó en cuenta que no hubiera marcas de evaporación de agua en el margen del oasis a muestrear, así también, se buscó que el sustrato tuviera una capa mucilaginosa, lo que estaría representando una comunidad microalgal madura. Algunos oasis, no obstante, presentaron escasa o nula corriente (Presa de la Buena Mujer), lo que obligó a prestar especial atención al momento de la determinación taxonómica y los análisis cuantitativos, con el fin de buscar que las muestras realmente sean representativas del oasis. Para minimizar este efecto, se examinó material en fresco\*. En el apéndice I, se ofrece una descripción de los oasis más conspicuos.

\*Material sin tratamiento para eliminar la materia orgánica de las células, es decir, material *in vivo*.

### **Selección de sustrato**

Las muestras de diatomeas epilíticas se tomaron a partir de cinco rocas (>20 cm) o cantos rodados (<20 cm) situados en el lecho de los oasis.

### **Metodología de la recolecta de muestras**

Como mínimo se raspó con un cepillo 10 cm<sup>2</sup> o 5 cm<sup>2</sup> de superficie de cada roca o canto rodado. Entre las condiciones a tomar en cuenta de cada microhábitat estaban: a) evitar zonas muy sombreadas o demasiado próximas a la orilla, b) que el sustrato esté sumergido el tiempo suficiente (al menos 4 semanas), al tomar las rocas o cantos rodados del centro del oasis o alejados de la orilla se asegura que dicho sustrato permaneció al menos las cuatro semanas sumergido, ya que se requiere de más tiempo para que un oasis temporal disminuya su cuerpo de agua por efecto de la desecación c) la profundidad no era importante siempre que permaneciera en la zona iluminada y que la superficie no haya estado expuesta al aire, d) en general las muestras fueron recolectadas en la corriente principal (en el caso de existir) de la zona de muestreo. Cada muestra se rotuló con los detalles precisos para su identificación: código de la muestra, fecha y hora de recolección y nombre del oasis. El transporte de las muestras al laboratorio se hizo en un medio fresco y oscuro.

### **Procedimiento de Laboratorio; Métodos de limpieza de diatomeas**

Para el procesamiento de las diatomeas se siguió la técnica propuesta por (Siqueiros Beltrones, 2002). La muestra se sometió a digestión de la materia orgánica en el interior y exterior de las frústulas mediante oxidación, usando una mezcla de: muestra - ácido nítrico - etanol comercial, en proporción de 1: 3: 1. Dicha muestra fue sometida a un lavado (recambio de agua) hasta alcanzar un pH >6, las frústulas limpias se montaron por triplicado en Pleurax (IR = 1.7).

### **Determinación taxonómica**

Las laminillas permanentes se resguardaron en la colección de diatomeas (Diatomario) del museo de historia nacional de la universidad autónoma de Baja California Sur (MHNUABCS) para su catalogación. Parte de la literatura que se utilizó para la identificación fue: Schmidt et al. (1874-1959), Peragallo & Peragallo (1897-1908), Hustedt, 1961-1966, Hendey (1964), Cleve-Euler (1951-1955), Foged (1975, 1984), Navarro (1982), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991), Desikachary (1987, 1988), Witkowski et al. (2000), Siqueiros Beltrones (2002), Siqueiros Beltrones y López Fuerte (2006), Siqueiros Beltrones et al. (2005). La taxonomía se apegó a lo establecido en Round et al., 1990 y Wehr & Sheath, 2003. Para la fase de identificación se revisaron como mínimo dos laminillas (registros) por sitio de muestreo por oasis muestreado. La identificación se realizó con un microscopio óptico Zeiss con iluminación de contraste de fases; con objetivos 40X y 100X y un micrómetro adaptado y se trató de observar diferentes ejemplares de un mismo taxón en los diferentes oasis, esto para definir las posibles variedades morfológicas de los distintos taxones. Como parte del análisis taxonómico se tomaron fotografías con un microscopio Olympus CH-2 (película Kodak color ASA 800) de los taxones viables, tanto para complementar el

proceso de identificación posterior (en caso de ser necesario), así como para la conformación del catálogo iconográfico.

### **Diversidad Beta**

En la exploración de datos ecológicos, la naturaleza de los objetos y la identidad de los descriptores, dependen del modo del análisis; así, se busca identificar la heterogeneidad ambiental y los tipos de hábitat (De La Cruz-Agüero, 1994). En este trabajo se buscó identificar la heterogeneidad/homogeneidad de microhábitats (representados por cada uno de los oasis estudiados), por lo que el análisis fue modo Q, es decir, se utilizaron los sitios de muestreo en cada uno de los oasis para los análisis. Tomando en cuenta las consideraciones de Stephenson & Cook, (1980) y De La Cruz-Agüero, (1994) quienes recomiendan poner especial atención sobre los descriptores con baja frecuencia, dado que se dificulta observar los posibles cambios cíclicos o sucesionales en una asociación representada por especies con bajas abundancias y frecuencia de aparición; en este estudio estos están representados por las especies muy raras (aquellas en que la sumatoria de las valvas en los seis oasis era menor a cinco) y valores extremos expresados por las especies muy abundantes (aquellas en que la sumatoria de las valvas en los seis oasis era mayor a 500), y no se tomaron en cuenta para los análisis de similitud. El resultado de las técnicas de clasificación se expresó en un dendrograma.

La diversidad beta mide las diferencias (el recambio) entre las especies de dos puntos, dos tipos de comunidades o dos paisajes. Dichas diferencias pueden presentarse en el espacio, cuando las mediciones se hacen en sitios distintos en un mismo tiempo, o en el tiempo, cuando las mediciones se realizan en el mismo lugar pero en tiempos distintos (Halffter & Moreno, 2005). Para esto se utilizaron los siguientes índices de similitud.

#### **Índice de Jaccard**

Este se basa en la presencia-ausencia de cada taxón y está diseñado para obtener valores igual a 1 en caso de máxima similitud y valores de 0 si no existe similitud, *i. e.*, cuando las estaciones no tienen especies en común (Magurran, 1988).

$$JAC(1,2) = \frac{a}{a+b+c}$$

Siendo a, el número de especies que las muestras uno y dos tienen en común, b es el número de especies en la muestra uno no presentes en la dos, y c es el número de especies en la muestra dos no presentes en la uno.

#### **Índice de Bray-Curtis**

El índice de Bray-Curtis es considerado como una medida de la diferencia entre la abundancia de cada especie presente y se expresa mediante:

$$I_{BC} = 1 - \frac{\sum(x_i - y_i)}{\sum(x_i + y_i)}$$

Donde:  $x_i$  = abundancia o densidad de especies  $i$  en un conjunto 1;  $y_i$  = abundancia de las especies en el otro conjunto (Brower & Zar, 1984).

### **Análisis de los datos**

Los índices de similitud de Jaccard (JAC) y el índice de Bray Curtis, se calcularon con los programas BioDiversity Professional © 1997, The Natural History Museum and The Scottish Association For Marine Science ([www.nrmc.demon.co.uk](http://www.nrmc.demon.co.uk)) y Primer v. 5., respectivamente), incorporando los valores de los índices de similitud a un módulo de clasificación aglomerativo, con algoritmo flexible, obteniéndose dendrogramas como representación gráfica de los análisis.

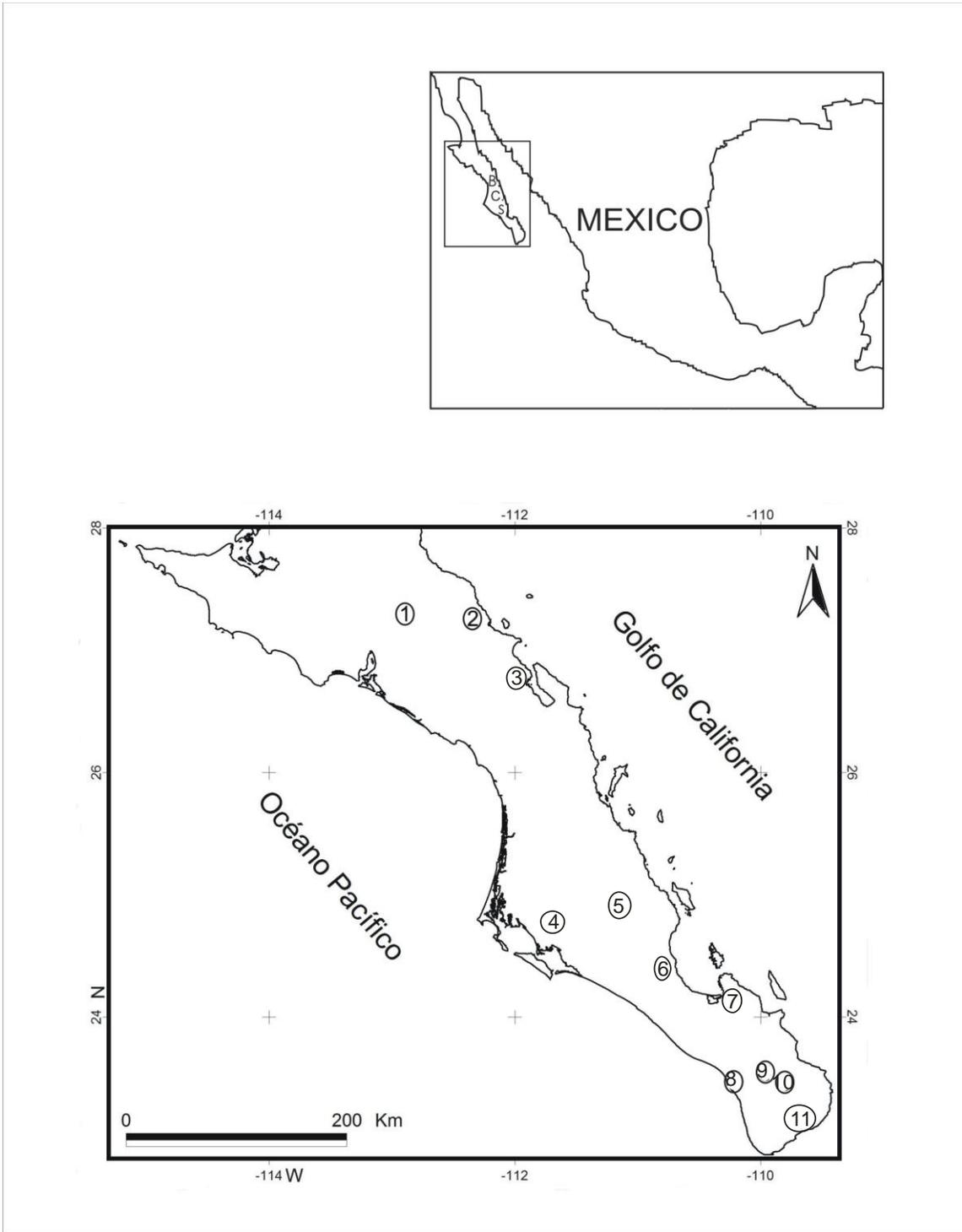


Figura 1. Localización de los oasis estudiados. San Ignacio (1), Sta. Águeda (2), Mulegé (3), San Isidro-La Purísima (4), San Luis Gonzaga (5), Las Pocitas (6), Presa La Buena Mujer (7), Todos Santos (8), San Bartolo (9), Agua Caliente (10) y San José (11).

## RESULTADOS

### BASE DE DATOS

- **NOMENCLATORIAL**

Se capturo el 100% de la clasificación taxonómica (Tabla 2). En el apéndice III, se enlistan los taxa siguiendo el criterio de clasificación desde Reino hasta Género utilizado por Round *et al.* 1990. Para los niveles de especie, variedad y forma se manejó el resto del sistema de clasificación.

Tabla. 2. Clasificación taxonómica de las diatomeas bentónicas de los oasis de B.C.S.

<b>Reino</b>	<b>1</b>
<b>División</b>	<b>1</b>
<b>Clase</b>	<b>3</b>
<b>Subclase</b>	<b>11</b>
<b>Orden</b>	<b>45</b>
<b>Suborden</b>	<b>5</b>
<b>Familia</b>	<b>91</b>
<b>Género</b>	<b>301</b>
<b>Especie</b>	<b>237</b>
<b>Variedad</b>	<b>41</b>
<b>Forma</b>	<b>5</b>

- **FLORA DIATOMOLÓGICA EPILITICA DE LOS OASIS DE BAJA CALIFORNIA SUR.**

Se obtuvo un listado florístico de 186 taxones entre especies, variedades y formas provenientes de nuestras observaciones, por lo que corresponden a datos originales (Apéndice II). De estos registros 88 taxones pertenecen a ejemplares curatoriales (Apéndice III). La base de datos contiene un total de 1891 ejemplares, rebasándose el número ejemplares comprometidos originalmente (1090). Así pues, del total de registros capturados hasta el momento, 1666 corresponden al nivel de especie, 152 registros a nivel de variedad y 73 registros a nivel de forma. Cabe hacer mención, que únicamente 38 registros fueron descritos a nivel de género lo que representa apenas un 2%.

Las diatomeas pertenecientes a la Clase Bacillariophyceae (pennadas) representaron la mayor riqueza de especies representando el 92% de los taxones, e igualmente fueron dominantes en términos de abundancia y frecuencia de aparición. Los géneros de diatomeas con más taxones fueron: Los géneros de diatomeas con más taxones fueron: *Nitzschia* (25), *Navicula* (18), *Gomphonema* (9), *Amphora* (7), *Cymbella* (6), *Diploneis* (6), *Pinnularia* (5), *Rhopalodia* (5). Mientras que 31 géneros (61%) estuvieron representados por una sola especie (Apéndice II).

Las diatomeas de la clase Coscinodiscophyceae representaron solamente un 8% de la riqueza específica; sobresalió *Pleurosira laevis* en el oasis de San

Bartolo en la temporada cálida, la cual registró una abundancia total de 567 valvas. Por otra parte, en el oasis de San Ignacio *Cyclotella pseudostelligera* presentó un 3.9 de abundancia relativa y un 86% de frecuencia de ocurrencia. Si se comparan los valores de abundancia para el caso *P. laevis* y de frecuencia de ocurrencia de *C. pseudostelligera* y se considera el bajo porcentaje de abundancia y frecuencia relativa con el que están representadas en general las diatomeas centrales, en estos casos dichos valores resultan ser elevados al compararse con otras formas pennadas.

En la fase cuantitativa se contabilizaron alrededor de 50 mil valvas. Cabe señalar que de este total, sólo ocho taxones contribuyen con aproximadamente el 70% de las valvas contabilizadas, sobresaliendo *Denticula kuetzingii* con más de 18, 000 valvas (36%), *Achnanthydium minutissimum* con 6,522 (13%), *Nitzschia amphibia* con 3,170 (6%) y *Achnanthydium exiguum* con 3,034 (6%) valvas.

- **BETA DIVERSIDAD**

Similitud

En relación con la diversidad beta o diversidad entre hábitats, en este caso entre oasis, se trató de identificar el cambio o reemplazo de especies de diatomeas a través de un gradiente temporal y latitudinal con base en proporciones o diferencias. Estas proporciones se evaluaron midiendo la similitud entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia/ausencia de especies) y cuantitativos, *i. e.*, abundancia proporcional de cada especie, medida como número de individuos. Así, a partir del índice (cualitativo) de similitud de Jaccard el agrupamiento jerárquico de los seis oasis muestreados permitió hacer una diferenciación latitudinal, dada la formación de dos grupos principales a un 40% de similitud, uno conformado por los oasis del norte (San Ignacio y Santa Águeda), mientras que el otro grupo está representado por los oasis del sur (Todos Santos, San Bartolo y Agua Caliente) con valores de similitud que van desde un 37% a un 60% (Fig. 2). Siguiendo el dendrograma, pareciera que el oasis del centro (San Luis Gonzaga) se agrupara con los oasis del norte, sin embargo, cabe mencionar que este arreglo resulta en una imagen especular, es decir, tres de los cinco sitios pertenecientes al oasis de San Luis Gonzaga, podrían considerarse como un grupo independiente, mientras que los dos sitios restantes se asocian con los oasis del norte. Así pues, dado que entre los oasis del norte y el del centro sólo tienen en común 18 especies, mientras que entre los oasis del sur con el del centro comparten 31 taxa, se puede considerar que en términos cualitativos el oasis del centro es más similar a los del sur, ya que el análisis de agrupamiento, basado en datos de presencia-ausencia de especies revela las similitudes entre zonas geográficas cercanas, es decir, oasis cercanos latitudinalmente.

En cuanto a la temporada de muestreo, en el caso particular de las muestras pertenecientes al oasis de San Luis Gonzaga, la mitad de estas se mezclan con las del grupo formado por muestras de la temporada fría, tanto en San Ignacio como en Santa Águeda, mientras que la otra mitad se agrupa con las muestras pertenecientes a la temporada cálida, aunque forma un grupo con un nivel de similitud bajo (30%).

Por lo que respecta a la posible diferenciación temporal, el uso del índice de Jaccard permite hacer una aproximación a ella, sobre todo en los oasis del norte, donde es posible identificar claramente un grupo representativo de la temporada cálida y otro de la fría, con intervalos de similitud del 65% y 40%, respectivamente. Por otra parte, en los oasis del sur, la diferenciación estacional no es tan clara, ya que se entremezclan sitios de las dos temporadas de muestreo, sin embargo, el agrupamiento por oasis se mantiene.

### **Especies o asociaciones de especies con potencial uso como indicadores biológicos y ecológicos**

En varios trabajos se destaca la importancia de las diatomeas como indicadores biogeográficos (Jones, 1996; Spaulding & Mc Knight, 1999). Sin embargo, la información taxonómica, biogeográfica y ecológica, disponibles para las diatomeas, tanto marinas como de aguas continentales es, en general, insuficiente (Mann & Droop, 1996). En el caso de las diatomeas epilíticas de los oasis de B.C.S., en donde únicamente se tiene un estudio anterior, resulta difícil aportar información sobre la biogeografía de este grupo de algas. Sin embargo, los resultados obtenidos en este trabajo indican que la flora diatomológica de los oasis estudiados a lo largo de la parte sur de la Península de B. C., presentan una elevada proporción de especies de amplia distribución geográfica (cosmopolitas). Considerando en el caso de otros estudios sobre diatomeas en los que los investigadores fundaron sus identificaciones en literatura de un continente distinto al de estudio (Spaulding & McKnight, 1999; Maidana *et al.*, 2005), podría considerarse con cierto grado de certidumbre que el número de taxones en los oasis de B.C.S., estarían probablemente subestimados. Esta situación en parte se debe a la escasez de catálogos florísticos del norte del continente americano y particularmente para nuestro país. Estas consideraciones, junto con la falta de caracteres que puedan ser utilizados para distinguir mejor entre taxa morfológicamente similares pero de origen distinto (Novelo, com. pers.), llevarían a suponer que el registro de una especie encontrada en un oasis pueda ser considerada cosmopolita, independientemente si fue identificada a partir de la comparación con taxones de floras europeas, pudiendo incidir sobre la comprensión de su distribución geográfica, dando así como resultado un elevado número de especies con amplia distribución o cosmopolitas.

La caracterización florística de las diatomeas epilíticas de los oasis en términos de su distribución y afinidad, muestra que la condición subtropical determina que más del 50% de los taxa presenten esta afinidad y que más del 35% sean consideradas como cosmopolitas de acuerdo con las bases teóricas. Sin embargo, dada la escases de estudios sobre la flora diatomológica para los oasis de B.C.S., la distribución geográfica presentada no debe considerarse como absoluta en la caracterización ecológica de esos taxones, sobre todo por lo mencionado en el párrafo anterior.

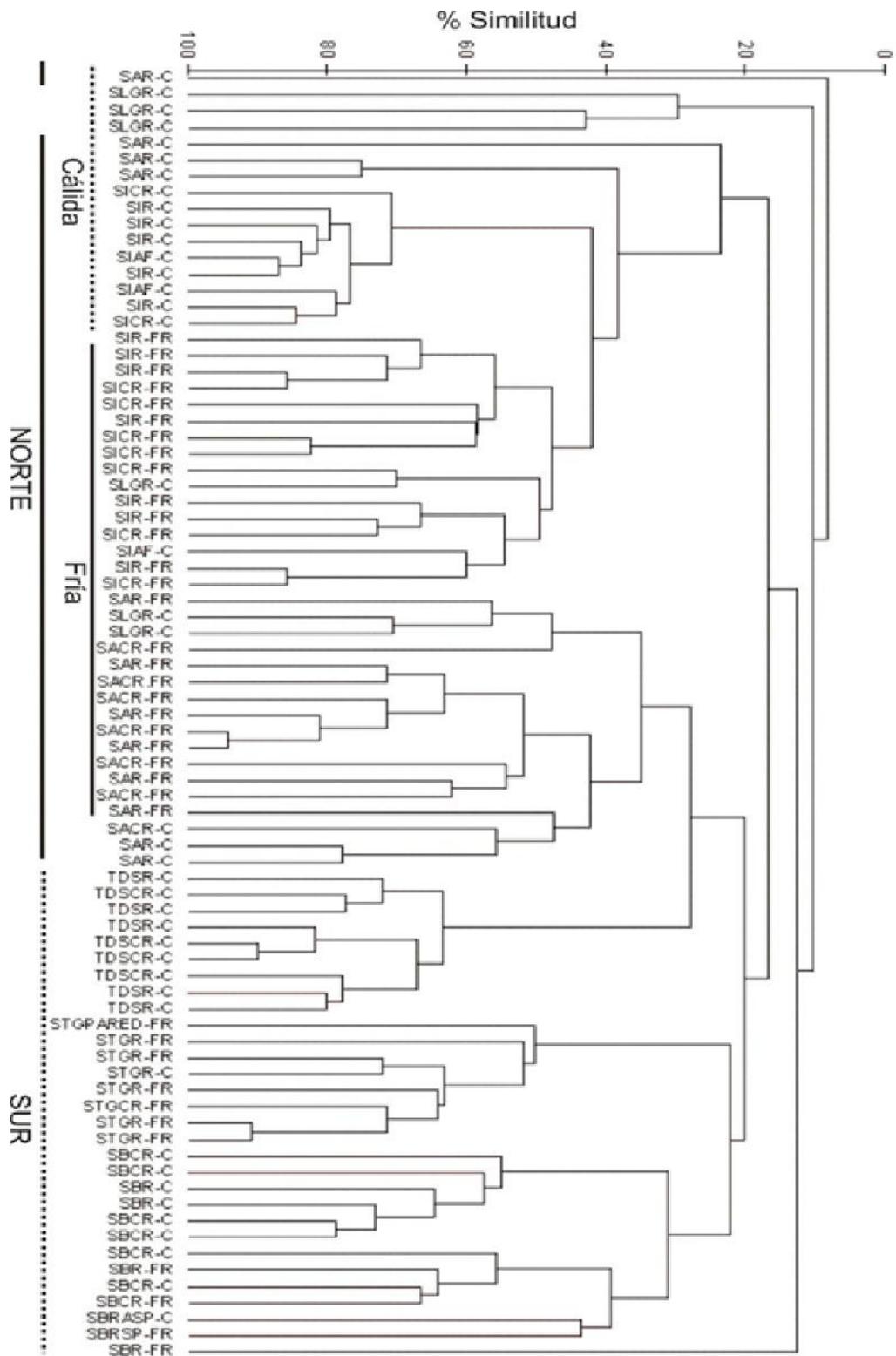


Fig. 2. Agrupamiento general de diatomeas epilíticas basado en el índice de similitud de Jaccard, por oasis y temporada de muestreo.

Respecto a los análisis cuantitativos, la aplicación del índice de Bray-Curtis evidencia un patrón de agrupamiento similar al obtenido mediante el índice de Jaccard, es decir, permite hacer una diferenciación latitudinal y una temporal en aquellos oasis en los que se realizaron muestreos en ambas temporadas, aunque con un valor menor al 40% de similitud (Fig. 3). No obstante que el patrón en la agrupación formada con ambos índices es similar, la agrupación obtenida mediante el índice de similitud de Bray-Curtis es más clara; aunque también se formaron dos grupos principales que separan latitudinalmente a los oasis, se forman además cuatro subgrupos en los oasis del norte, representando cada uno de ellos a una temporada de muestreo: cálida y fría. En los oasis del sur, la formación de tres subgrupos es más o menos clara, ya que se forma un subgrupo formado casi exclusivamente por muestreos realizados durante la temporada cálida y uno de la misma manera por muestras de la temporada fría, pero el tercer subgrupo está compuesto por tres muestras de la temporada fría y tres de la cálida; cabe señalar que en todos los casos las muestras pertenecen a un mismo oasis.

En general, la información obtenida de la aplicación de las técnicas de similitud permite reconocer asociaciones representativas de la temporada cálida y fría, tanto en términos cualitativos como cuantitativos; dicha información permite hipotetizar sobre la presencia de una diatomoflora representativa de cada temporada, con características diferentes que permiten el cambio estructural. Lo anterior se puede apoyar en las variaciones de los valores de diversidad y abundancia de las especies dominantes, encontrándose una mayor diversidad de especies en la temporada cálida, mientras que las especies dominantes aumentan sus abundancias y consecuentemente su dominancia, al pasar de la temporada cálida a la fría.

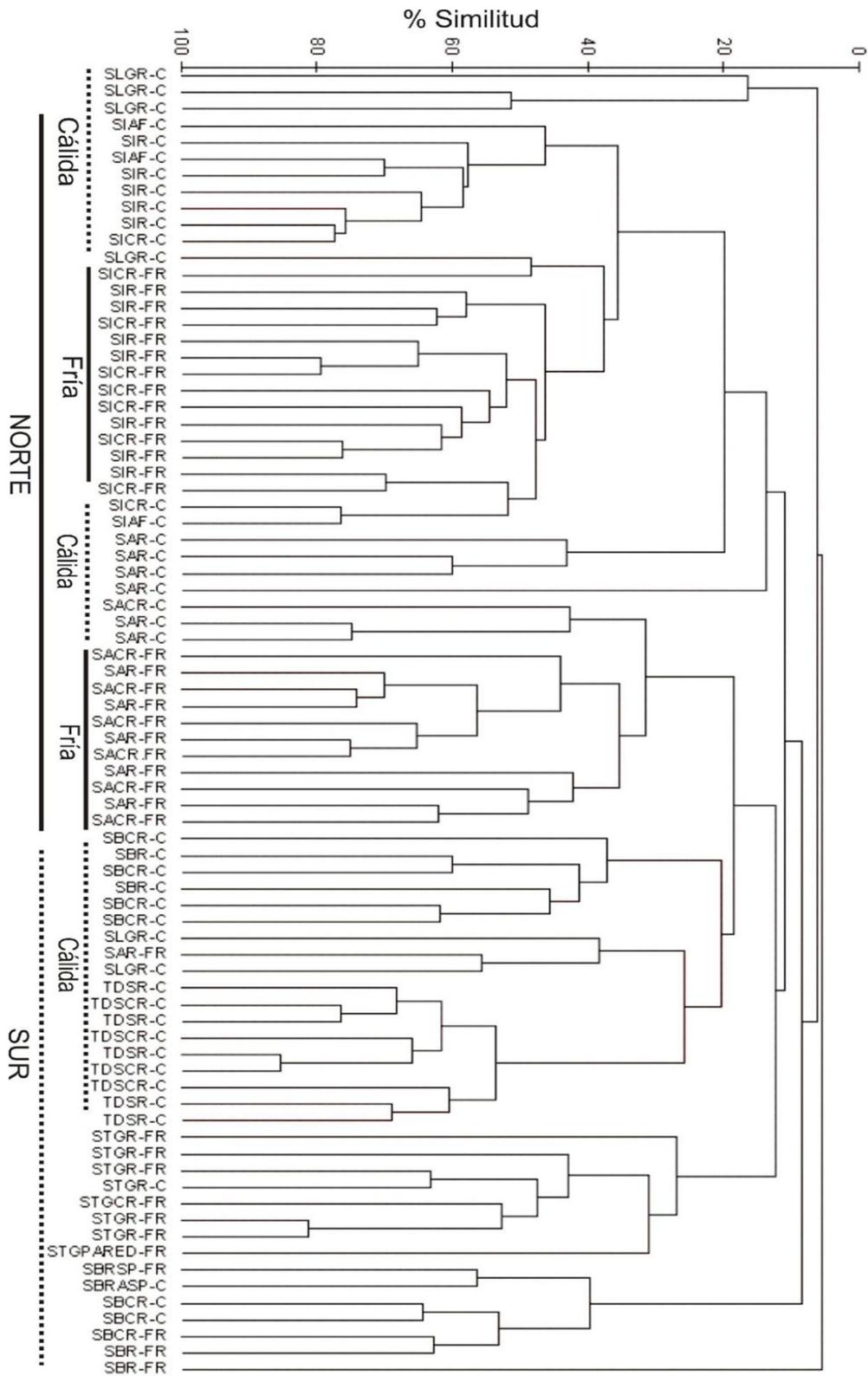


Fig. 3. Agrupamiento general de diatomeas epilíticas basado en el índice de similitud de Bray Curtis por oasis y temporada de muestreo.

- **NÚMERO DE SITIOS Y LOCALIDADES CAPTURADOS**

En cuanto a la regionalización se capturaron 66 sitios georreferidos asociados a ejemplar de los 90 comprometidos, lo que corresponde a un 73%. Los cuales se encuentran en los siguientes municipios; Mulegé (Oasis de San Ignacio, Santa Águeda y Mulegé), Comondú (Oasis de San Luis Gonzaga y San Isidro-La Purísima), La Paz (Oasis de Las Pocitas, Presa de la Buena Mujer, San Bartolo y Todos santos) y en el municipio de Los Cabos (Oasis de Agua Caliente y Estero de San José), el oasis de La Sierra de la Laguna quedo como municipio ND siguiendo las recomendaciones de la CONABIO. Estos oasis corresponden a las siguientes regiones hidrológicas prioritarias: Mulegé-Santa Rosalía, Sierra de San Francisquito-San Ignacio, La Purísima, San Pedro de la Presa-El Pilar-Las Pocitas, Sierra del Novillo-La Paz y Sierra de la laguna y oasis aledaños. A cada sitio se le asociaron las características fisicoquímicas del agua (Temperatura, pH y Conductividad), para lo cual se creó un catálogo en particular.

- **RECOLECTAS**

A pesar de los retrasos ocasionados por la espera de las lluvias para realizar los muestreos en épocas contrastantes (lluvias y secas), esto no fue posible debido a que estas no se presentaron durante el periodo de muestreo y se tienen datos de muestreo en ambas temporadas (cálida y fría) en 9 de los 11 oasis muestreados. El resto de los oasis fueron estudiados sólo en la temporada cálida y/o fría. El bajo número de sitios de muestreo en varios oasis (incluso un solo sitio) se debió a la falta de agua en estos, ya que como se ha venido mencionando durante el periodo de muestreo no se presentaron las lluvias. A pesar de las restricciones en cuanto al número de sitios a muestrear por oasis, promovidas por la falta de lluvias, se ofrece un panorama relativamente completo de la flora de diatomeas epilíticas de los oasis de B. C. S. Sin embargo, dado que la tendencia a obtener una mayor riqueza de especies es la época de lluvias, se debería considerar completar los resultados florísticos presentados en este informe con estudios en época de lluvias dado que en este proyecto no fueron abarcadas.

- **EJEMPLAR**

Cada ejemplar cuenta con la siguiente información en la Base de datos:

- ***Datos del ejemplar:***

En este apartado, todos los ejemplares cuentan con información de:

→ Institución a la que pertenece la colección (UABCS-Universidad Autónoma de Baja California Sur, Colección MHN. Colección de Diatomeas (Diatomario) del Museo de Historia Natural)

→ Procedencia del ejemplar: Colectado

→ Número de Catalogo: MHN-1 al MHN-60

→ Grupo de Colecta: FOLF (único grupo capturado)

→ Fecha de inicial de colecta

→ Región a la que pertenece

→ Grupo de determinación: FOLF

→ Fecha de la determinación

- La restricción: para todos los ejemplares es la misma
- Localidad
- Altitud del sitio

➤ **Otros datos:**

- Tipo de preparación: Laminilla Permanente
- Tipo de material: N/A
- Ambiente: Dulceacuícola

➤ **Información Asociada:**

Para este apartado se creó el catálogo de Características de Diatomeas, el cual contiene la abundancia de esa especie por laminilla, el tipo de sustrato (Roca, Canto rodado, Raspado de pared) y en algunos ejemplares se asoció la forma de vida (ver Base de datos).

• **CATÁLOGO ICONOGRÁFICO**

Se presentan 50 taxones editadas para su inclusión en Biótica de manera individual, no obstante se presentan a manera de composición (Lamina) para efectos de este informe (véase apéndice IV).

• **CONCLUSIÓN**

Aunque los oasis de B.C.S. son cuerpos de agua pequeños, el número de taxones determinados en este trabajo en algunos casos resulta similar y en otros superior a lo reportado en estudios sobre diatomeas continentales en ríos y lagos del centro y sur del país. Ello refleja la heterogeneidad de ambientes representados en hábitat aparentemente similares. No obstante, tanto en términos cuantitativos y cualitativos es posible reconocer un gradiente latitudinal entre los oasis del norte y sur, lo que permita reconocer afinidades biogeográficas acordes a dicha heterogeneidad. La falta de información autoecológica y sinecológica sobre la diatomoflora dulceacuícola de México, no permite definir especies ni asociaciones de especies como bioindicadores, no obstante, los resultados obtenidos en el presente trabajo representan, la línea base para poder determinar con estudios complementarios en un futuro, la posibilidad de utilizar especies o conjuntos de especies para el monitoreo ambiental, en este tipo de ambientes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aboal, M.; M. Álvarez-Cobelas; J. Cambra & L. Ector. (2003). Floristic List of non marine Diatoms (Bacillariophyceae) of the Iberian Peninsula, Balearic Islands and Canary Islands. Updated taxonomy and bibliography. *Diat. Monogr.* 4. ARG. Gantner Verlag K. G.
- Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez & E. Loa, coordinators. 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad.
- Blanco, S., Ector, L. & E. Bécares. 2004. Epiphytic diatoms as water quality indicators in Spanish shallow lakes. *Vie Milieu*, 54:71-79.
- Bradbury, J. P. 1971. Paleolimnology of Lake Texcoco, Mexico. Evidence from diatoms. *Limnology and Oceanography*, 16:180-200.
- Brower J.E & J.H. Zar, 1984. Field and Laboratory Methods for general ecology. 2a. Ed. WCB Publishers. 225 pp.
- Cantoral-Uriza, E., J. Carmona & G. Montejano 1997. Diatoms of calcareous tropical springs in the central region of Mexico. *Cryptogamie Algologie*, 18(1):19-46.
- Cantoral-Uriza, E., J. Carmona, G. González & G. Montejano. 1999. Algas indicadoras de la calidad del agua en el río la Magdalena, Delegación Magdalena Contreras, Distrito Federal, México, 299-332. En: Ponce-N. D. & M.V. Alegre-G. (Eds.). *Consejo de Estudios para la Restauración y Valoración Ambiental (Aire-Agua)*, Tomo I. Gobierno del Distrito Federal, México.
- Cantoral-Uriza, E. A. 2004. Diatomeas de ríos en la cuenca baja del río Pánuco. En: Ruvalcaba, J., J. M. Pérez & O. Herrera (Coord.). *La Huasteca, un recorrido por su diversidad*. Colección Huasteca. CIESAS, El Colegio de San Luis, A.C. y El Colegio de Tamaulipas, México. 99-128 p.
- Cleve-Euler, A. 1951-1955. Die Diatomeen von Schweden und Finnland. Reprint En: *Bibliotheca Phycologica*. Band 5. Vols. I-V. Wesley & Wesley, New York. 963 p.
- Committee on European Normalization (CEN). (2002). *Water quality - Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers*. European Standard. CEN/TC 230 prEN 13946. Committee on European Normalization. 14 p.
- Cox, E. J. 1996. Identification of freshwater diatoms from live material. Chapman y Hall, London. 158 p.
- De la Cruz-Agüero, G. 1994. Sistema de análisis de comunidades. Versión 3.0. Departamento de Pesquerías y Biología Marina. CICMAR-IPN. México. 99 p.
- Desikachary, T. V. 1987. Marine diatoms from the Arabian Sea and Indian Ocean. En: Desikachary, T. V. (Ed.). *Atlas of Diatoms (Vol. IV): Madras (Madras Sci. Found)*.
- Desikachary, T. V. 1988. Marine Diatoms of the Indian Ocean Region. En Desikachary, T. V. (Ed.). *Atlas of Diatoms (Vol. V): Madras (Madras Sci. Found)*.
- Díaz, S. & Troyo, E. 1997. Balance hidrológico y análisis de la aridez. 35-49, En: L. Arriaga y R. Rodríguez Estrella (Eds.). *Los oasis de la Península de Baja California*. Publicación nº 13. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. S.C. La Paz. Baja California Sur.

- Díaz, S. C., E. Troyo, A. Nieto, Y. Maya, B. Murillo & J. García. 2004. Balance hidrológico y análisis de la aridez en oasis de Baja California Sur, 53-56, En: R. Rodríguez-Estrella, M. Cariño & C. F. Aceves (Comp.) *Reunión de Análisis de los Oasis de Baja California Sur: Importancia y Conservación*. CIBNOR, UABCS, SEMARNAT. La Paz, B. C. S., México.
- Foged, N. 1975. Some littoral diatoms from the coast of Tanzania. *Bibliotheca Phycologica*, 47:225 p.
- Foged, N. 1984. Freshwater and littoral diatoms from Cuba. Cramer. Germany. 243 p.
- Gómez N. 1998. Use of epipelagic diatoms for evaluation of water quality in the Matanza-Riachuelo (Argentina), a pampean plain river. *Water Research* 32: 2029–2034.
- Halffter, G. & C. Moreno. 2005. Significado biológico de las diversidades Alfa, Beta y Gama, 5-18, En: Halffter, G., Soberón, J., Koleff, P. & Melic, A. (Eds.), *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades Alfa, Beta y Gama*. CONABIO, SEA, CONACYT. M3M: Monografías Tercer Milenio, Vol. 4 SEA. Zaragoza.
- Hendeby, N. I. 1964. An introductory account of the smaller algae of British coastal waters. Part V: Bacillariophyceae (Diatoms). Fisheries Investigation Series IV: HMSO. London. 317 p.
- Hustedt, F. 1961-1966. Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. En: Dr. L. Rabenhorst's Kryptogrammen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Band VII.
- Hutchinson, G. E., R. Patrick, & E. S. Deevey. 1956. Sediments of Lake Patzcuaro, Michoacan, Mexico. *Geological Society of America Bulletin*, 67:1491-1504.
- Ibarra-Vázquez, C. & E. Novelo. 1997. *Flora diatomológica de una zona de humedales ubicada en la Reserva Ecológica "El Edén"*. Quintana Roo, México. [http://maya.ucr.edu/pril/el\\_edén/workshop/diatomesp.html](http://maya.ucr.edu/pril/el_edén/workshop/diatomesp.html).
- Israde, I. A., V. Segura, N. Abarca, Luc-Ector, E. Cantoral & M. Mendoza. 2007. Diatomeas del Río Lerma, estimación de la calidad del agua de un río fuertemente contaminado. Resultados preliminares. Extenso, En: *Congreso Nacional y primera reunión Mesoamericana de Manejo Integrado de Cuencas*.
- Jones, V. J. 1996. The diversity, distribution and ecology of diatoms from Antarctic inland waters. *Biodiversity and Conservation*, 5:1433-1449.
- Kramer, K. & H. Lange-Bertalot. 1986. Bacillariophyceae, 1 Teil: Naviculaceae. Band 2/1 von Süßwasserflora von Mitteleuropa (H. Ettl, J. Gerloff y D. Mollenhauer, editores), Fischer-Jena, Germany. 876 p.
- Kramer, K. & H. Lange-Bertalot. 1988. Bacillariophyceae, 2 Teil: Epithemiaceae, Surirellaceae. Band 2/2 von Süßwasserflora von Mitteleuropa (Eds.). H. Ettl, J. Gerloff & D. Mollenhauer, Fischer-Stuttgart, Germany & N.Y. 536 p.
- Kramer, K. & H. Lange-Bertalot. 1991. Bacillariophyceae, 3 Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Band 2/3 von Süßwasserflora von Mitteleuropa (Eds.). H. Ettl, J. Gerloff & D. Mollenhauer, Fischer-Stuttgart-Jena, Germany, 576 p.

- Kitner, M. and Pouličková, A. 2003. Littoral diatoms as indicators for the eutrophication of shallow lakes. *Hydrobiologia*, 506/509:519-524.
- Lange-Bertalot, H. (2001). *Navicula sensu stricto*. 10 Genera separated from *Navicula sensu lato*. *Frustulia. Diatoms of Europe: diatoms of the European inland waters and comparable habitats*. Vol. 2 pp. 1-526.: A.R.G. Gantner Verlag. K.G.
- Lee, K. & Round, F.E. (1988) Studies on freshwater *Amphora* species. II. *Amphora copulata* (Kütz.) Schoeman & Archibald. *Diatom Research* 3: 217-225.
- Luchini, L. & C. A. VERONA. 1972. Catálogo de diatomeas argentinas 1: Diatomeas de aguas continentales. Monografía 2. CIC, Buenos Aires.
- Maidana, N. I., I. Izaguirre, A. Vinocur, G. Mataloni & H. Pizarro. 2005. Diatomeas en una transecta patagónico-antártica. *Ecología Austral*, 1:159-176.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton. University Press, N. J. 179 p.
- Mann, D. G. & S. J. Droop. 1996. Biodiversity, biogeography and conservation of diatoms. 19-32, En: J. Kristiansen (Ed.). *Biogeography of Freshwater Algae*. Dordrecht, Kluwer Academic Press. 176 p.
- Maya, Y., Coria, R. & R. Domínguez, 1997. Caracterización de los oasis, 5-25, En: Arriaga, L. & Rodríguez-Estrella, R. (Eds.). *Los oasis de la Península de Baja California*. Publ. 13, CIBNOR, S. C. La Paz, B. C. S., México.
- Metcalfe, S. E. 1987. Historical data and climatic change in Mexico - A review. *The Geographical Journal*, 153:211-222.
- Metcalfe, S. E. 1988. Modern diatom assemblages in Central Mexico: the role of water chemistry and other environmental factors as indicated by TWINSPAN and DECORANA. *Freshwater Biology*, 19:217-233.
- Navarro, N. J. 1982. Marine Diatoms Associated with Mangrove Prop Roots in the Indian River, Florida, U.S.A. (Ed.). J. Cramer. Germany. 151 p.
- Novelo, E., R. Tavera & C. Ibarra. 2007. Bacillariophyceae from karstic wetlands in Mexico. *Bibliotheca Diatomologica*. J. Cramer. Stuttgart. 136 p.
- Ortega, M.M. 1984. *Catálogo de Algas Continentales Recientes de México*. Instituto de Biología. UNAM, México. 566 p.
- Pan, Y., R. J. Stevenson, B. H. Hill, A. T. Herlihy & G. B. Collins. 1996. Using diatoms as indicators of ecological conditions in lotic systems a regional assessment. *Journal of the North American Benthological Society*, 15(4):481-495.
- Pan Y., Stevenson R. J., Hill B. H. & Herlihy A. T. 2000. Ecoregions and benthic diatom assemblages in Mid-Atlantic Highlands streams, USA. *Journal of the North American Benthological Society*, 19:518-540.
- Patrick, R. and C. W. Reimer 1975. The diatoms of the United States, exclusive of Alaska and Hawaii, Volume 2, Part 1-Entomoneidaceae, Cymbellaceae, Gomphonemaceae, Epithemaceae. Academy of Natural Sciences of Philadelphia Monograph No. 13, 213 pp
- Peragallo, H. & M. Peragallo. (1897-1908). *Diatoméés marines de France et districts maritimes voisins*. (Ed.). M. J. Tempere, France. 491 p.
- Patrick, R. and C. W. Reimer 1966. The diatoms of the United States, exclusive of Alaska and Hawaii, Volume 1-Fragilariaceae, Eunotiaceae, Achnanthaceae, Naviculaceae. Academy of Natural Sciences of Philadelphia Monograph No. 13, 688 pp.

- Rodríguez-Estrella, 2004. Los Oasis de Baja California Sur; Importancia y Conservación ,1-8, En: Ricardo Rodríguez-Estrella, M. Cariño-Olvera y C. F. Aceves-García (Comp.). *Reunión de Análisis de los Oasis de Baja California Sur; Importancia y Conservación*. CIBNOR, UABCS, SEMARNAT. 153 p.
- Round, F. E., R. M. Crawford & D.G. Mann. 1990. *The Diatoms*. Cambridge University. Press. 747 p.
- Sala, S. E. 1996. Flora diatomológica del Embalse Paso de las Piedras I: Familias Diatomaceae, Achnanthaceae y Eunotiaceae. *Darwiniana*, Buenos Aires, v. 34, n. 1-4, p. 251-266.
- Schmidt, A., M. Schmidt, F. Fricke, H. Heiden, O. Muller & F. Hustedt. 1874-1959. *Atlas der Diatomaceenkunde*. Reiland, Leipzig. 472 pl.
- Schoeman, F.R. and R.E.M. Archibald. 1986. Observations on Amphora species (Bacillariophyceae) in the British Museum (Natural History). V. Some species from the subgenus Amphora. *S. Afr. J. Bot.* 52: 425–437.
- Siqueiros-Beltrones, D. A. 2002. *Diatomeas bentónicas de la península de Baja California; diversidad y potencial ecológico*. Océánides-CICIMAR-IPNUABCS. México. 102 p.
- Siqueiros-Beltrones, D. A., F. O. López-Fuerte & I. Gárate-Lizárraga. 2005. Association structure of epiphytic diatoms on prop roots of *Rhizophora mangle* (L.) from the Mexican NW Pacific. *Pacific Science*. (59)1:79–96.
- Siqueiros-Beltrones, D. & F. O. López-Fuerte. 2006. Benthic diatoms associated to red mangrove (*Rhizophora mangle* L.) prop roots in Bahía Magdalena, B.C.S, México. *Biología Tropical*, 54 (1):287-297.
- Spaulding, S. & D. M. Mc Knight. 1999. Diatoms indicators of environmental change in Antarctic freshwaters, 245-263, En: E. F Stoermer & J. P. Smol (Eds.). *The Diatoms: applications for the environmental and earth sciences*. Cambridge University Press, Cambridge. 469 p.
- Stephenson, W. & S. D. Cook. 1980. Elimination of species before cluster analysis. *Australian Journal of Ecology*, 5:263-273.
- Tavera-Sierra, R. & J. González-González. 1990. Caracterización ficoflorística de los paredones de la Sierra de Juárez, Oaxaca. Importancia de las formas de crecimiento algales en la tipificación de un ambiente. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 50:121-133.
- Tavera, R., J. Elster, & P. Marvan. 1994. Diatoms from Papaloapan basin communities, Mexico. *Archiv für Hydrobiologie Suppl. Algological Studies*, 74: 35-65.
- Tudesque, L.. & L. Ector. 2002, Inventaires des diatomées benthique des rivières de Guadeloupe (campagne 2000-2001). Rapport final, Centre de Recherche Public-Gabriel Lippmann, Cellule de Recherche en Environment et Biotechnologies – CREBS, Luxemburg.
- Velásquez, M. 2007. *Uso de diatomeas para la evaluación del agua del río Turbio, afluente del río Lerma, México*. Tesis de Maestría en Geociencias y Planificación del Territorio, Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Vilbaste, S. 2003. Periphyton as a tool to classify ecological status of inland waters, 75-81, En: Ain Lääne & Pertti Heinonen (Eds.). *Sampling*. Presentations of

three training seminars about Quality Assurance (QA), Biological methods of Water Framework Directive and Waste water sampling techniques.

- Wehr, J. D. & Sheath, R. G. [Eds.] 2003. Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification (24 chapters), Academic Press, San Diego, CA. 950 pp.

- Witkowski, A., H. Lange-Bertalot & D. Metzeltin. 2000. Diatom Flora of Marine Coasts. Vol I. Ed: H. Lange-Bertalot (Ed.). Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Monographs 7, 925 p, Koeltz Scientific Books, Königstein.

- Zalocar de Domitrovic, Y. & N. Maidana. 1997. Taxo- nomical and ecological studies of Paraná River diatom flora (Argentina). Bibliotheca Diatomolo- gica 34. Ed. J. Cramer. Berlin. 122 pp.

## Apéndice I. Descripción de algunos oasis estudiados.

### Grupo 1. San Ignacio

El Oasis de San Ignacio ( $27^{\circ} 10' 30.2''$  N,  $112^{\circ} 52' 2.8''$  O, elevación 125 msnm) (Fig. 4), se localiza en la zona montañosa de la Sierra de San Francisco. En temporada de lluvias, el agua corre a través del cauce del "río" San Ignacio alimentando al oasis del mismo nombre y desemboca a unos 20 km en la laguna costera de San Ignacio en el océano Pacífico (Arriaga *et al.*, 2000). El cuerpo de agua del oasis se encuentra dividido en dos partes por la vía de acceso al poblado de San Ignacio. Las profundidades son variables, desde unos centímetros en las márgenes del ojo de agua, con un sustrato compuesto por canto rodado (pedregoso) y fango, hasta profundidades de varios metros en el centro y a lo largo del oasis. Clima extremoso, muy seco semicálido con lluvias en invierno. Temperatura media anual de 18-24°C. Precipitación total anual menor de 100 mm.



Figura 4. Detalle del manantial en el Oasis de San Ignacio, B.C.S.

### Grupo 2. Santa Águeda

El arroyo Santa Águeda ( $27^{\circ} 15' 30''$  N,  $112^{\circ} 20' 25''$  O, elevación 220 msnm) (Fig. 5) se localiza entre los poblados de Santa Rosalía y Mulegé, se accede a la localidad por un camino de terracería de 13 km El arroyo presenta cuerpos de

agua abundante, lecho del arroyo pedregoso y con pozas pequeñas con profundidades menores a 1.5 m con transparencia total, abundantes algas en zonas estancadas, así como algunos caracoles e insectos. Tiene una longitud aproximada de 1 km con abundante vegetación. El oasis de Santa Águeda fue desecado básicamente por un uso excesivo y sobreexplotación del agua superficial debido al uso del agua para actividades de la mina El Boleo en Santa Rosalía, de 1885 a 1954. Después de la sobreexplotación se sostuvo por algún tiempo únicamente por el manto freático, sin embargo, en la actualidad se nota una recuperación del manantial superficial. La temperatura media anual oscila entre 18° y 22°C; el régimen de lluvias comprende los meses de julio a octubre, correspondiéndole la mayor parte de la precipitación pluvial y la mínima a los meses de diciembre y febrero respectivamente.



Figura 5. Oasis de Santa Águeda

### **Grupo 3. San Luis Gonzaga**

San Luis Gonzaga (24° 54' 24" N, 111° 17' 16" O) (Fig. 6) se localiza a 40 km de la carretera estatal La Paz-Cd. Constitución, a la altura del poblado Villa Morelos. El arroyo corre a un costado del poblado formando pequeñas pozas sobre sustrato arenoso en su mayoría y muy poco rocoso. Parte del cauce el agua es retenida y encausada por una construcción a manera de muro y canal respectivamente. El clima general es muy árido, semicálido, y con temperaturas que oscilan entre 18° C y 22° C. Lluvias de verano del 5% al 10.2% anual. La precipitación total anual llega hasta 300 mm.



Figura 6. San Luis Gonzaga.

#### Grupo 4. San Bartolo

El oasis de San Bartolo ( $23^{\circ} 44' 09''$  N y  $109^{\circ} 50' 37''$  O) se encuentra en el lecho del arroyo del mismo nombre, en una cañada formada por sierras de pendientes abruptas, esta bordeado por un palmar de *Washingtonia robusta*. En la ladera sur de la cañada se encuentra un acuífero que alcanza la superficie en un pequeño manantial (Fig. 7); el agua que nace del manantial corre permanentemente por el lecho del arroyo hasta alcanzar el manto freático que proporciona la humedad para el mantenimiento del palmar (Fig. 8). El agua del manantial es insuficiente para cubrir las necesidades de la población, por lo que el agua para uso doméstico y riego se extrae por bombeo del manto subterráneo. Clima templado subhúmedo con lluvias en verano e invierno. Temperatura media anual de  $14-26^{\circ}\text{C}$ . Precipitación total anual de 100-700 mm.



Figura 7. Manantial en el oasis de San Bartolo, B.C.S.



Figura 8. Arroyo en el oasis de San Bartolo, B.C.S.

### **Grupo 5. Agua Caliente (Santiago)**

El oasis de Agua Caliente ( $23^{\circ} 32' 54''$  N,  $109^{\circ} 58' 13''$  O) cuenta con una superficie de  $1.47 \text{ km}^2$ , se encuentra en una zona de mesetas de disección, formadas a partir de antiguos depósitos de material arenoso provenientes de la Sierra de La Laguna y se mantiene por los arroyos Agua Caliente y San Jorge (Díaz & Troyo, 1997). Precipitación de 5 a 10 mm. Se accede por medio de un camino de terracería de 5 km aproximadamente, pasando la localidad que lleva el mismo nombre que el oasis. El agua es retenida por un dique de unos 10 m de largo por 4 m de alto que forma una poza de unos dos metros de profundidad (Fig. 9).



Figura 9. Dique en el oasis de Agua Caliente, B.C.S.

El arroyo presenta un sustrato pedregoso en su mayoría con arena en algunas pozas, la vegetación es escasa. El resto del arroyo es de profundidades bajas ( $\pm 20$  cm) y se filtra hasta desaparecer por el subsuelo a unos 100 m de la barrera (Fig. 10). Clima templado subhúmedo con lluvias en verano e invierno, semiseco semicálido, seco semicálido, muy seco muy cálido y seco muy cálido con lluvias en verano. Temperatura media anual de 14-26°C.



Figura 10. Agua Caliente (Arroyo).

### **Grupo 6. Todos Santos**

El oasis de Todos Santos ( $23^{\circ} 27' 53''$  N,  $110^{\circ} 12' 54''$  O) (Fig. 11), localizado en la desembocadura del arroyo el Refugio hacia el océano Pacífico, tiene una superficie de 0.39 km<sup>2</sup> y se encuentra a una elevación de 40 msnm. Presenta un clima BWh' (h)w(x')(e); árido, semicálido, con lluvias de verano; porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2 mm, extremoso. Por la falta de agua en la cuenca La Muela y por la gran cantidad de agua que ofrece la cuenca de Todos Santos en sus manantiales, es evidente que la mayor parte del agua que se recarga en la cuenca El Grande alimenta a los manantiales de Todos Santos. La forma más utilizada de preservar los oasis es el bombeo de agua a la superficie, de esta manera, se puede conservar la vegetación. Actualmente el oasis de Todos Santos se preserva por este método y están aumentando la extracción para su uso en la agricultura.



Figura 11. Todos Santos.

**Apéndice II. Elenco florístico de los taxones colectados de diatomeas epilíticas en los oasis de B. C. S. (Se incluye la descripción de los taxones más conspicuos<sup>1</sup>).**

Clase: BACILLARIOPHYCEAE

Orden: Achnanthes

Familia: Achnantaceae

Género: *Achnanthes*

Descripción: Valvas alargadas, constreñidas en la parte media, con ápices redondeados. Superficie valvar con estrías transapicales areoladas, 11 en 10m m. Rafe recto bien definido presente en una de las dos valvas. Área central con un estauro rectangular expandido hacia los márgenes. Área axial ensanchada. Eje apical 39mm, eje transapical 17 mm.

*Achnanthes brevipes* var. *intermedia*

*Achnanthes inflatagrandis* Metzeltin, H. Lange-Bertalot & García-Rodríguez

Familia: Achnanthidiaceae

Género: *Achnanthidium*

*Achnanthidium exiguum* (A. Grunow) D. B. Czarnecki

Valva linear con forma cuadrada y extremos rostrados capitados. La valva con rafe tiene un área central que se extiende hasta los márgenes de la valva. Rafe filiforme

ensanchado en los extremos proximales y no se alarga más allá de las estrías que delimitan el área central; en los extremos distales el rafe está curvado en direcciones opuestas. Estrías radiales a lo largo de la valva, 25/10  $\mu\text{m}$ . Largo: 14.13  $\mu\text{m}$ , ancho: 6.27  $\mu\text{m}$ .

Ecología: especie cosmopolita; alcalófila y oligohaloba.

*Achnanthidium minutissimum* (F. T. Kützing) D. B. Czarnecki

Valvas con extremos rostrados, área central delimitada por una estría; estrías finas punteadas y radiadas, 28/10  $\mu\text{m}$ . Largo 12.64  $\mu\text{m}$  y ancho 3.43  $\mu\text{m}$ .

Ecología: Forma de vida perifítica, epilítica. Ampliamente distribuida y muy común en un amplio rango de calidad de agua; común en aguas oxigenadas, circumneutrales o lagos alcalinos, y en corrientes con baja o moderada carga de nutrientes, sensible a aguas residuales y condiciones  $\beta$ - $\alpha$  mesosapróbicas (Cox, 1996).

*Achnanthidium minutissimum* var. *minutissimum*

Género: *Lemnicola*

*Lemnicola hungarica* (Grunow) F.E.Round & P.W.Basson

Género: *Planothidium*

*Planothidium conspicuum* (A.Mayer) M. Aboal

*Planothidium frequentissimum* (H. Lange-Bertalot) F. E. Round L. Bukhtiyarova

Valvas elípticas-lanceoladas con extremos redondeados. La valva con pseudorrafe presenta una ondulación en forma de herradura; de 17  $\mu\text{m}$  de largo y 7.3  $\mu\text{m}$  de ancho; estrías radiales y gruesas, 12/10  $\mu\text{m}$ .

Ecología: especie alcalófila, tolerante a la contaminación orgánica.

<sup>1</sup> Conspicuo, cua. (Del lat. conspicuus). adj. visible, sobresaliente.

---

*Planothidium lanceolatum* (A. de Brébisson ex F. T. Kützing) H. Lange-Bertalot  
Valvas isopolares elípticas-lanceoladas con extremos redondeados. La valva con pseudorrafe presenta una ondulación en forma de herradura; de 30.6 µm de largo y 9.4 µm de ancho; estrías radiales y gruesas, 9/10 µm.

Ecología: especie perifítica, epilítica, presente en aguas corrientes bien aireadas, en pH neutral a alcalino; no es común en medios con alto contenido de nutrientes. Sin embargo, en el Reino Unido se ha encontrado asociada a aguas eutróficas.

*Planothidium rostratum* (Oestrup) Lange-Bertalot

Género: *Psammothidium*

*Psammothidium lauenburgianum* (F. Hustedt) L. Bukhtiyarova & F. E. Round

Familia: Cocconeidaceae

Género: *Anorthoneis*

*Anorthoneis dulcis* M. K. Hein

Género: *Cocconeis*

*Cocconeis placentula* C. G. Ehrenberg

*Cocconeis placentula* var. *placentula* C. G. Ehrenberg

Valvas elípticas; largo 15.88 µm y ancho 8.75 µm. Estrías alargadas y alineadas: 25/10 µm.

Ecología: Perifítica, epilítica, deslizamiento y remanso. De amplia distribución y común, presente en aguas meso a eutróficas (Cox, 1996).

*Cocconeis placentula* var. *euglypta* (C. G. Ehrenberg) A. Grunow

Valva de 9,6-14,4 × 5,6-7,2 µm; estrías compuestas como máximo por 5 poroides elongados; estrías de la parte central 20/10 µm.

*Cocconeis placentula* var. *lineata* (C. G. Ehrenberg) H. van Heurck

Valvas elípticas con rafe recto en una de las valvas; largo 19 µm y ancho 11 µm.

Estrías en puncta y radiadas: 22/10 µm.

Ecología: Perifítica, epilítica, deslizamiento y remanso. De amplia distribución y común, presente en aguas meso a eutróficas (Cox, 1996) Orden: Bacillariales

Familia: Bacillariaceae

Género: *Bacillaria*

*Bacillaria paradoxa* J. F. Gmelin

Valva linear lanceolada de 35-36 × 7,2-8 µm; con extremos rostrados y ligeramente capitados; estrías muy finas en microscopía de luz; fíbulas 12/10 µm

Ecología: Reportada en aguas salinas algo eutróficas.

Género: *Denticula*

*Denticula kuetzingii* A. Grunow

Largo 19 µm y ancho 5.5 µm. Estrías: 16/10 µm. Densidad de costas: 4/10 µm.

Ecología: Especie de amplia distribución, en aguas con moderado a alto contenido de electrolitos (Cox, 1996)

*Denticula valida* (Pedicino) A. Grunow in H. van Heurck

Género: *Hantzschia*

*Hantzschia amphioxys* (C. G. Ehrenberg) A. Grunow in P. T. Cleve & A.

Grunow

Diagnosis. Valva ligeramente arqueada con ápices subrostrados. Margen en el que se ubica el rafe cóncavo en el centro y convexo en los extremos, margen opuesto recto a ligeramente convexo. Rafe excéntrico, fíbulas centrales más distantes. Estrías visibles al MO.

Dimensiones: largo: 66-176  $\mu\text{m}$ ; ancho: 7-8  $\mu\text{m}$ ; estrías en 10  $\mu\text{m}$ : 18; fíbulas en 10  $\mu\text{m}$ : 5-8 (centro) y 5 (extremos)

Caracterización ecológica: presente en agua dulce; ubicua; oligohalobia indiferente; oligosaprobia hasta eutrófica con alta conductividad (Zalocar & Maidana, 1997).

Distribución: Cosmopolita

Género: *Nitzschia*

*Nitzschia amphibia* A. Grunow

*Nitzschia amphibia* f. *frauenfeldii* (A. Grunow) H. Lange-Bertalot

*Nitzschia amphibioides* F. Hustedt

*Nitzschia calida* A. Grunow

*Nitzschia clausii* C. A. Hantzsch

*Nitzschia communis* L. Rabenhorst

*Nitzschia compressa* var. *compressa* (J. W. Bailey) C. S. Boyer

*Nitzschia constricta* (F. T. Kützing) J. Ralfs in A. Pritchard

*Nitzschia debilis* (G. A. W. Arnott) A. Grunow in P. T. Cleve & A. Grunow

*Nitzschia denticula* A. Grunow in P. T. Cleve & A. Grunow

*Nitzschia dissipata* (F. T. Kützing) A. Grunow

Diagnosis. Valvas lineales a lanceoladas, ligeramente rostradas ensanchadas hacia la región central, 15-50  $\mu\text{m}$  largo, 3-6  $\mu\text{m}$  ancho. Estrías transapicales delicadas, 30-36 en 10  $\mu\text{m}$ , 9-11 fíbulas en 10  $\mu\text{m}$ .

La literatura citada la reporta de aguas dulces y salobres en la costa norte de Europa.

*Nitzschia filiformis* (W. Smith) F. Hustedt

Diagnosis. Valva sinuosa de 29,5-48  $\times$  3,2-4  $\mu\text{m}$ , con extremos rostrados; estrías muy finas, extremos opuestos; fíbulas 8/10  $\mu\text{m}$ ; estrías 34/10  $\mu\text{m}$  (no se distinguen en ML).

Ecología: Sólo en aguas salinas eutróficas en la zona de estudio.

Distribución: Ampliamente distribuida en aguas salinas.

*Nitzschia fruticosa* F. Hustedt

*Nitzschia frustulum* (F. T. Kützing) A. Grunow in P. T. Cleve & A. Grunow

Diagnosis. Valva lanceolada con extremos agudos. Largo 6.88  $\mu\text{m}$  y ancho 2.88  $\mu\text{m}$ . Estrías: 16/5  $\mu\text{m}$  y Fíbulas: 9/5  $\mu\text{m}$ .

Ecología: de amplia distribución y común en agua dulce y salobre

*Nitzschia fusiformis* A. Grunow

*Nitzschia hungarica* A. Grunow

*Nitzschia improvisa* Simonsen

*Nitzschia levidensis* (W. Smith) A. Grunow in H. van Heurck

*Nitzschia linearis* (C. A. Agardh) W. Smith

*Nitzschia microcephala* A. Grunow in P. T. Cleve & J. D. Möller

*Nitzschia obtusa* W. Smith

*Nitzschia palea* (F. T. Kützing) W. Smith

Diagnosis. Valvas lanceoladas con ápices capitados. Largo 21.3- 23.5  $\mu\text{m}$  y ancho 3.5-4.75  $\mu\text{m}$ . Estrías punteadas transversales 46-36/10  $\mu\text{m}$ .

Ecología: Forma de vida perifítica, epilítica, epipélica, remanso. Ampliamente dispersa y muy común. Tolerante a condiciones  $\alpha$ -mesosapróbicas a

polisapróbicas; pero registrada en ambientes oligotróficos y pobres en electrolitos (Cox, 1996).

*Nitzschia pumila* F. Hustedt

*Nitzschia sigma* (F. T. Kützing) W. Smith

Diagnosis: Valvas lineares, ligeramente sigmoides, ápices ligeramente truncados, 75-180  $\mu\text{m}$  largo, 6-9  $\mu\text{m}$  ancho. Estrías transapicales variables, 25-32 en 10  $\mu\text{m}$ .

Quilla marginal prominente, 6-8 fíbulas en 10  $\mu\text{m}$ .

Ecología: La literatura la reporta como la especie marina bentónica y de agua salobre. Mesohalobia, eutihalina, pH indiferente (Zalocar & Maidana, 1997)

Distribución: Cosmopolita

*Nitzschia sigmoidea* (Nitzsch) W. Smith

*Nitzschia sinuata* var. *delognei* (A. Grunow) H. Lange-Bertalot

Diagnosis. Valvas isopolares, linear-lanceoladas, bilateralmente simétricas y con extremos subrostrados. Estrías gruesas; fíbulas transapicales prominentes a manera de costillas que se extienden hasta la mitad de la valva. Largo: 27.05  $\mu\text{m}$ , ancho: 5.68  $\mu\text{m}$ . Estrías: 16/10  $\mu\text{m}$ ; fíbulas 6/10  $\mu\text{m}$ .

Ecología: especie común de amplia distribución en aguas con moderado a alto contenido de electrolitos, tolerante a condiciones  $\beta$ - $\alpha$ -mesosapróbicas.

*Nitzschia tryblionella* Hantzsch

*Nitzschia vildaryana* U. Rumrich & H. Lange-Bertalot

Género: *Tryblionella*

*Tryblionella apiculata* W. Gregory

*Tryblionella compressa* (J.W. Bailey) M. Poulin

Orden: Cymbellales

Familia: Anomoeoneidaceae

Género: *Anomoeoneis*

*Anomoeoneis sphaerophora* E. Pfitzer

Dimensiones: largo: 50-66  $\mu\text{m}$ ; ancho: 16.5-19  $\mu\text{m}$ ; estrías en 10/  $\mu\text{m}$  15-18.

Caracterización ecológica: Halófila, mesosaprobia (Patrick & Reimer, 1966), conductividad 421-1189  $\mu\text{S/cm}$ ; pH 8.7-9.4 (Sala, 1996)

Distribución: Cosmopolita (Luchini & Verona, 1972)

*Anomoeoneis sphaerophora* f. *costata* (Kütz.) A. M. Schmid

*Anomoeoneis sphaerophora* f. *sculpta* (Ehrenb.) Krammer

Familia: Cymbellaceae

Género: *Cymbella*

Diagnosis. El rafe es central o ligeramente desplazado hacia abajo. Toda la superficie de las valvas aparece adornada con unas finas estrías paralelas claramente visibles con el microscopio óptico. Es una diatomea solitaria, generalmente de vida libre que forma tallos mucilaginosos que se disponen perpendicularmente con respecto al eje longitudinal. *Cymbella* puede tolerar aguas levemente contaminadas tanto con compuestos orgánicos como inorgánicos y aunque prefiere las aguas ligeramente alcalinas también puede vivir en las levemente ácidas

*Cymbella affinis* Kützing

*Cymbella angustata* var. *angustata* (W. Sm) Cleve

*Cymbella cymbiformis* C. A. Agardh

Dimensiones: largo: 31-50  $\mu\text{m}$ ; ancho: 8-13  $\mu\text{m}$ ; estrías en 10  $\mu\text{m}$ : 7-9 (centrales) y 10-12 (apicales); areolas en 10  $\mu\text{m}$ : 20-24.

Caracterización ecológica: Agua dulce, preferentemente lacustre, pocos registros en arroyos (Patrick & Reimer 1975). Parece preferir aguas frías; litoral y planctónica (Luchini & Verona 1972).

Distribución: Cosmopolita.

*Cymbella hustedtii* Krasske

*Cymbella hustedtii* f. *stigmata* P. Compère

*Cymbella kolbei* F. Hustedt

*Cymbella mexicana* (C. G. Ehrenberg) P. T. Cleve

*Cymbella minuta* Hilse in Rabenhorst

Diagnosis. Valvas marcadamente dorsiventrales; margen ventral recto o túbido. Apices ligeramente diferenciados, torcidos ventralmente. Área axial estrecha; área central pequeña o ausente. Rafelateral (tipo 1 Fig. 2 R); extremos proximales internos y externos torcidos en dirección dorsal; extremos distales externos curvados en dirección ventral e internos terminados en helictoglosas pequeñas.

Estrías uniseriadas, ligeramente radiales y paralelas hacia el centro.

Dimensiones: largo: 16-20  $\mu\text{m}$ ; ancho: 6-7  $\mu\text{m}$ ; estrías en 10  $\mu\text{m}$ : 10-12 (dorsales) y 12-14 (ventrales); areolas en 10  $\mu\text{m}$ : 34-35

Caracterización ecológica: Euritopa (Patrick & Reimer, 1966), conductividad 372-1112  $\mu\text{S/cm}$ ; pH 8.2-9.2.

Distribución: Cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

*Cymbella* sp.

Género: *Navicymbula*

*Navicymbula pusilla* (Grunow) K. Krammer

Diagnosis. Valvas dorsiventrales de 21,2-29,6  $\times$  4-4,8  $\mu\text{m}$ , con el margen dorsal convexo y el ventral ligeramente convexo; extremos redondeados; área axial estrecha, área central pequeña; rafe de posición ligeramente ventral, recto, con las fisuras distales externas curvadas hacia el lado ventral y las proximales rectas con poros centrales marcados; estrías paralelas y radiales en el centro y extremos; estrías centrales y dorsales 18-22/10  $\mu\text{m}$ .

Ecología: Vive en aguas salinas, templadas.

Género: *Encyonema*

*Encyonema minutum* (Hilse in Rabenhorst) D. G. Mann in F. E. Round, R. M.

Crawford & D. G. Mann

*Encyonema neogracile* Krammer

*Encyonema perpusillum* (A. Cleve) D. G. Mann

*Encyonema* sp.

*Encyonema ventricosum* (C. Agardh) Grunow

Género: *Encyonopsis*

*Encyonopsis microcephala* (A. Grunow) K. Krammer

Diagnosis. Valva cimbeloide semilanceolada de 14,4-15,2  $\times$  3,2  $\mu\text{m}$ , con el margen dorsal más convexo que el ventral; extremos asimétricamente prolongados desde rostrados hasta rostrado capitados, ápices agudos; rafe y área axial curvados dorsalmente y ligeramente desplazados hacia el lado ventral; estrías suavemente radiales en el centro y radiales en los extremos; estrías centrales y dorsales 18-20/10  $\mu\text{m}$ , ventrales 18/10  $\mu\text{m}$ .

Ecología: Parece preferir aguas con baja concentración de sales.

Distribución: Muy abundante en las aguas dulces

Género: *Placoneis*

*Placoneis gracilis* f. *minor* (Manguin) H. Lange-Bertalot

*Placoneis elginensis* (Gregory) E. J. Cox

Familia: Gomphonemataceae

Género: *Gomphonema*

*Gomphonema affine* F. T. Kützing

Diagnosis. Valva lanceolada con ápice obtuso cuneado. Estrías ligeramente radiadas a lo largo de la valva, 10/10  $\mu\text{m}$ . Largo: 40.5  $\mu\text{m}$ , ancho 8.75  $\mu\text{m}$ .

*Gomphonema vibrio* var. *intricatum* (Kützing) Playfair

*Gomphonema bourbonense* E. Reichardt

*Gomphonema clavatum* C. G. Ehrenberg

Dimensiones: largo: 39-40  $\mu\text{m}$ ; ancho: 9-10  $\mu\text{m}$ , estrías en 10  $\mu\text{m}$ : 9; areolas en 10  $\mu\text{m}$ : 23.

Caracterización ecológica: Especie colectada en muestras de plancton, 4-21 °C, conductividad 467-501  $\mu\text{s/cm}$ , pH 8.2-9.

Distribución: Cosmopolita

*Gomphonema gracile* C. G. Ehrenberg

Diagnosis. Valvas heteropolaes con ápice cuneiforme, área central amplia con estigma; largo: 55-60.5  $\mu\text{m}$ , ancho: 9.5-11.25  $\mu\text{m}$ . Estrías largas, paralelas y radiadas hacia los polos: 9-12/10  $\mu\text{m}$ .

Forma de vida y ecología: perifítica, cosmopolita, circumneutral. El óptimo de fósforo para esta especie se ha determinado en 0.035 y 0.1 mg/L de P filtrable, es una especie oligosaprobica, sensible a la contaminación.

Ecología. Su ecología es confusa o se trata de una especie con un rango ecológico muy amplio.

*Gomphonema mexicanum* A. Grunow

*Gomphonema minutum* (C. A. Agardh) C. A. Agardh

Dimensiones: largo: 19-21  $\mu\text{m}$ ; ancho: 5  $\mu\text{m}$ ; estrías en 10  $\mu\text{m}$ : 10-11

Caracterización ecológica: Alcalófila (alcalinobionte), oligohalobia, saproxena (Luchini & Verona, 1972)

Distribución: Cosmopolita (Kramer, & Lange-Bertalot. 1986)

*Gomphonema parvulum* (F. T. Kützing) F. T. Kützing

Largo 22.5  $\mu\text{m}$  y ancho 7.14  $\mu\text{m}$ . Estrías: 17/10  $\mu\text{m}$ . Valvas heteropolaes lanceoladas con ápice rostrado; estrías un poco radiales o paralelas.

Ecología: Perifítica, epilítica, en zonas de deslizamiento y remanso. De amplia distribución, es tolerante a la contaminación y a veces abundante en medios  $\alpha$ -

mesosapróbicos a polisapróbicos (Cox, 1996), es una especie tolerante a la contaminación. Agua dulce; ubicuitaria, oligohalobia, indiferente; pH indiferente; eurioxibionte (Luchini & Verona, 1972). Más abundante en aguas ricas en nutrientes (Patrick & Reimer, 1975)

Distribución: Cosmopolita (Luchini & Verona, 1972).

*Gomphonema parvulum* var. *parvulum* lange-bertalot & E. Reichardt

*Gomphonema parvulum* var. *exilissimum* A. Grunow

Diagnosis. Valvas heteropolaes lanceoladas con ápices redondos o rostrados.

Largo 33.2  $\mu\text{m}$  y ancho 8.8  $\mu\text{m}$ . Estrías paralelas punteadas 13/10  $\mu\text{m}$ . Presencia

de estigma.

Ecología: Forma de vida perifítica, epilítica, remanso. Amplia y común; generalmente considerada tolerante a la contaminación y en ocasiones abundante en medios  $\alpha$ -mesosapróbicas a polisapróbicas (Cox, 1996); aunque se ha registrado en medios oligosapróbicos y oligotróficos (Tudesque & Ector, 2002).

*Gomphonema pumilum* (A. Grunow) E. Reichardt & H. Lange-Bertalot

Diagnosis. Valva heteropolar con extremos redondeados y rafe ligeramente sinuoso, de 17.8  $\mu\text{m}$  de largo y de 4.5  $\mu\text{m}$  de ancho. Estrías gruesas y espaciadas, 13/10  $\mu\text{m}$ . El área central está delimitada por una sola estría corta en cada lado; sólo tiene un estigma cercano al extremo distal del rafe.

Ecología: especie epilítica común en lagos y corrientes circumneutrales y de bajo contenido de nutrientes

Género: *Gomphoneis*

*Gomphoneis clevei* (Fricke) Gil

Diagnosis. Valva romboidal de 25-27,2  $\times$  4,4  $\mu\text{m}$ , con extremos simétricos; rafe recto; área axial amplia, área central amplia con un estigma central aislado entre los extremos proximales de la rafe; estrías lineales; estrías 12/10  $\mu\text{m}$  en la parte central.

Ecología: Sin datos ecológicos precisos.

Distribución: Especie descrita para África ecuatorial (Lago Tanganica). En Norteamérica se encuentra en varios estados que dan al Atlántico, en aguas corrientes (Patrick & Reimer, 1975). En España ha sido citada de Pontevedra y Salamanca, y en Portugal (Aboal *et al.*, 2003)

Familia: Rhoicospheniaceae

Género: *Gomphosphenia*

*Gomphosphenia oahuensis* (F. Hustedt) H. Lange-Bertalot

Orden: Eunotiales

Familia: Eunotiaceae

Género: *Eunotia*

*Eunotia minor* (F. T. Kützing) A. Grunow

*Eunotia praerupta* C. G. Ehrenberg

*Eunotia sudetica* O.F. Muller

Orden: Mastogloiales

Familia: Mastogloiaceae

Género: *Mastogloia*

*Mastogloia elliptica* (C. A. Agardh) P. T. Cleve *in* A. Schmidt

*Mastogloia recta* Hustedt

Orden: Naviculales

Familia: Berkeleyaceae

Género: *Parlibellus*

*Parlibellus protractoides* (F. Hustedt) A. Witkowski

Familia: Brachysiraceae

*Brachysira microcephala* (Grunow) Compère

*Brachysira neoexilis* Lange-Bertalot

*Brachysira steinitziae* D. Metzeltin & Lange-Bertalot

Familia: Diadesmidaceae

Género: *Diadesmis*

*Diadесmіs confervacea* F. T. Kützing

Familia: Diploneidaceae

Género: *Diploneis*

*Diploneis decipens* var. *parallela* A. Cleve

*Diploneis elliptica* (F. T. Kützing) P. T. Cleve

Diagnosis. Valva elíptica de 57.6 × 28.8 μm en la parte central, extremos anchamente redondeados; áreas axial y central amplias, con extensiones estrechándose hacia los extremos de la valva, área central elíptica; canales longitudinales estrechos; una hilera sencilla de poros en la superficie de cada canal longitudinal; costillas radiales en toda la valva; costillas 7/10 μm, con una hilera sencilla de alvéolos entre las costillas.

*Diploneis oblongella* (Nägeli in F. T. Kützing) A. Cleve-Euler

Diagnosis. Valva linear elíptica, de 16.8-17.5 × 7.6-8 μm, con extremos anchamente redondeados; área central grande, elíptica; costillas ligeramente radiales; estrías del centro 17-18/10 μm, las de los polos 18/10 μm.

Ecología: Especie rara, recolectada en aguas salinas, aunque es frecuente en todo tipo de aguas alcalinas.

*Diploneis pseudovalis* F. Hustedt

*Diploneis smithii* var. *recta* Peragallo

*Diploneis suborbicularis* (W. Gregory) P. T. Cleve

*Diploneis subovalis* P. T. Cleve

Género: *Luticola*

*Luticola grupcei* Pavlov, Nakov & Levkov

*Luticola mutica* (Kütz.) D.G. Mann

Familia: Naviculaceae

Género: *Astartiella*

*Astartiella bahusiensis* (A. Grunow) A. Witkowski, H. Lange-Bertalot & D. Metzeltin

Género: *Caloneis*

*Caloneis bacillum* (A. Grunow) P. T. Cleve

Largo 14-19 μm y ancho 5 μm. Estrías: 25/10 μm.

Limnóbionte; aguas blandas, duras o ligeramente salobres; alcálofila (Patrick & Reimer, 1966)

Distribución: Cosmopolita

*Caloneis incognita* Hustedt

Género: *Eolimna*

*Eolimna subminuscula* (E. E. Manguin) G. Moser, H. Lange-Bertalot & D. Metzeltin

Género: *Mayamaea*

*Mayamaea atomus* (Kützing) H. Lange-Bertalot

Género: *Navicula*

*Navicula aquaedurue* H. Lange-Bertalot

*Navicula brasiliana* (P. T. Cleve) P. T. Cleve

*Navicula cryptotenella* H. Lange-Bertalot in K. Krammer & H. Lange-Bertalot

Largo 15.87-35.5 μm y ancho 7- 9 μm. Estrías: 13-14/10 μm.

Ecología: Ampliamente dispersa en aguas de moderado contenido de electrolitos, pero sensible a la contaminación.

Ecología: Especie característica de aguas alcalinas (Cox, 1996).

Distribución: De amplia distribución

*Navicula cryptotenelloides* H. Lange-Bertalot

Diagnosis. Valvas anchamente lanceoladas con extremos subagudos. Estrías uniseriadas, radiales en el centro y levemente convergentes hacia los extremos.

Área central pequeña, simétrica, limitada por el acortamiento de las estrías medias. Área axial angosta, ensanchándose hacia los extremos y la parte media de la valva. Rafe filiforme, extremos proximales externos ligeramente expandidos, fisuras terminales en forma de signo de interrogación, curvados hacia el lado secundario de la valva.

Dimensiones: largo 15-18  $\mu\text{m}$ ; ancho 5  $\mu\text{m}$ ; 14 estrías en 10  $\mu\text{m}$ ; 41 lineolas en 10  $\mu\text{m}$ .

Observaciones: este taxón es muy similar a *N. cryptotenella* Lange-Bertalot, pero en esta especie el rafe se encuentra sobre un sternum elevado y presenta extremos proximales externos ligeramente torcidos (Lange-Bertalot, 2001).

*Navicula gregaria* A. S. Donkin

Diagnosis. Estrías paralelas y ligeramente convergentes en el ápice 16/10  $\mu\text{m}$ .

Valvas lanceoladas con extremos rostrados o capitados. Largo 24.5  $\mu\text{m}$  y ancho 6.33  $\mu\text{m}$ .

Ecología: Forma de vida perifítica, epilítica, epífita, epipélica, deslizamiento y remanso. Se encuentra en aguas salobres y dulce, especialmente asociada con ambientes eutróficos y ríos en electrolitos (Cox, 1996).

*Navicula incarum* U. Rumrich & H. Lange-Bertalot

*Navicula kotschyi* A. Grunow

*Navicula longicephala* var. *longicephala* F. Hustedt

*Navicula menisculus* Schumann

*Navicula minima* A. Grunow

Dimensiones: largo: 9  $\mu\text{m}$ ; ancho: 4  $\mu\text{m}$ ; estrías en 10  $\mu\text{m}$ : 24 (centro) y 27 (extremos); areolas en 10  $\mu\text{m}$ : aproximadamente 50.

Caracterización ecológica: Agua dulce o levemente salobre (Patrick & Reimer, 1966). Alcalófila, saproxena (Luchini & Verona, 1972).

*Navicula molestiformis* F. Hustedt

*Navicula namibica* H. Lange-Bertalot

*Navicula permitis* F. Hustedt

*Navicula recens* H. Lange-Bertalot

Diagnosis. Valva elíptica-lanceolada con extremos obtusos y redondeados. Área central un poco rectangular. Estrías débilmente radiadas y paralelas hacia los extremos, 13/10  $\mu\text{m}$ . Largo: 20.28  $\mu\text{m}$ , ancho: 5.71  $\mu\text{m}$ .

Ecología: presente en aguas eutróficas con moderado contenido de electrolitos; tolerante a la contaminación, en condiciones  $\beta$ - $\alpha$ -mesosapróbicas (Krammer & Lange Bertalot 1986).

*Navicula rhynchocephala* Kützing

*Navicula rostellata* F. T. Kützing

*Navicula saprophila* H. Lange-Bertalot & Bonik

*Navicula subminuscula* E. E. Manguin

*Navicula tenelloides* F. Hustedt

*Navicula tripunctata* (O.F. Müller) Bory

*Navicula veneta* F. T. Kützing

Largo: 17-24 µm, ancho: 5 µm, estrías 13/16 µm

Ecología: Aguas salobres y dulces con alto contenido mineral (Patrick & Reimer, 1966)

Género: *Nupela*

*Nupela lesothensis* (F. R. Schoeman) H. Lange-Bertalot

Familia: Neidiaceae

Género: *Neidium*

*Neidium catarinense* (G. Krasske) H. Lange-Bertalot

Familia: Pinnulariaceae

Género: *Pinnularia*

*Pinnularia acrosphaeria* W. Smith

*Pinnularia gibba* C. G. Ehrenberg

*Pinnularia interrupta* var. *joculata* E. E. Manguin

*Pinnularia joculata* (E. E. Manguin) K. Krammer

*Pinnularia neomajor* K. Krammer

*Pinnularia stomatophora* (A. Grunow) P. T. Cleve

*Pinnularia viridiformis* K. Krammer

Familia: Pleurosigmataceae

Género: *Gyrosigma*

*Gyrosigma scalproides* (Rabenhorst) Cleve

*Gyrosigma sciotense* (Sullivan & Wormley) Cleve

Género: Pleurosigma

*Pleurosigma salinarum* (Grunow) Grunow

Familia: Sellaphoraceae

Género: *Fallacia*

*Fallacia pygmaea* (F. T. Kützing) A. J. Stickle & D. G. Mann

Género: *Sellaphora*

*Sellaphora pupula* (F. T. Kützing) C. Mereschkowsky

*Sellaphora seminulum* (A. Grunow) D. G. Mann

Familia: Stauroneidaceae

Género: *Craticula*

*Craticula ambigua* (C. G. Ehrenberg) D. G. Mann in F. E. Round, R. M.

Crawford & D. G. Mann

Familia: Pleurosignataceae

Género: *Gyrosigma*

*Gyrosigma spencerii* (J. W. Bailey ex Quekett) J. W. Griffith & A. Henfrey

Dimensiones: largo: 80-100 µm; ancho: 12-17 µm; estrías en 10 µm: 18-21 (transversales) y 22-28 (longitudinales).

Caracterización ecológica: Limnobionte, oligohalobia (indiferente?), alcalófila (Patrick & Reimer, 1966).

Distribución: Cosmopolita (Luchini & Verona, 1972).

Orden: Rhopalodiales

Familia: Rhopalodiaceae

Género: *Epithemia*

*Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson

*Epithemia adnata* var. *minor* (H. Peragallo & Héribaud) R. Patrick

Diagnosis. Valva arqueada de 33,6-34,4 × 8,8-9,6 μm, con el margen dorsal convexo, ventral cóncavo, extremos redondeados; nódulo central cercano al margen dorsal; costillas gruesas; densidad de las costillas 3-4/10 μm; estrías 12-13/10 μm.

Ecología: Parece tratarse de una especie bastante ligada a nacimientos de agua alcalina.

*Epithemia turgida* (C. G. Ehrenberg) F. T. Kützing

*Epithemia turgida* var. *granulata* (Ehrenberg) Brun

*Epithemia turgida* var. *westermanni* (Ehrenberg) Grunow

Género: *Rhopalodia*

*Rhopalodia acuminata* K. Krammer

*Rhopalodia brebissonii* Krammer

*Rhopalodia gibba* (C. G. Ehrenberg) G. F. O. Müller

*Rhopalodia gibba* var. *parallela* (Grunow) H. Peragallo & M. Peragallo

*Rhopalodia gibba* var. *ventricosa* (F. T. Kützing) H. Peragallo & M. Peragallo

*Rhopalodia gibberula* (C. G. Ehrenberg) G. F. O. Müller

*Rhopalodia musculus* (F. T. Kützing) G. F. O. Müller

Orden: Surirellales

Familia: Entomoneidaceae

Género: *Entomoneis*

*Entomoneis paludosa* var. *paludosa* (W. Smith) Reimer

Familia: Surirellaceae

Género: *Campylodiscus*

*Campylodiscus clypeus* (Ehrenberg) Ehrenberg ex Kützing

Género: *Surirella*

*Surirella brebissonii* K. Krammer & H. Lange-Bertalot

*Surirella fastuosa* Ehrenberg

*Surirella ovalis* A. de Brébisson

Orden: Thalassiophysales

Familia: Catenulaceae

Género: *Amphora*

*Amphora acutiuscula* F. T. Kützing

*Amphora arenicola* A. Grunow in P. T. Cleve

*Amphora copulata* (F. T. Kützing) F. R. Schoeman & R.E.M. Archibald

Dimensiones: largo: 20-38 μm; ancho: 5-8.5 μm; estrías en 10 μm: 12-14 (dorsales) y 13-15 (ventrales).

Caracterización ecológica: No se da información acerca de los requerimientos de esta especie por su confusa situación taxonómica, aclarada recientemente con los estudios al M.E.B. de Schoemann & Archibald (1986) y Lee & Round (1988).

Recolectada en muestras de plancton y perifiton de lagos en primavera y verano: 15-26 °C, conductividad 421-1112 μmS/cm y pH 8.2-8.9.

*Amphora costata* W. Smith

*Amphora lybica* C. G. Ehrenberg

*Amphora pediculus* (F. T. Kützing) A. Grunow ex A. Schmidt

Diagnosis. Valva de 7,2-8,8 × 3,2 μm, con margen dorsal arqueado y liso, ventral ligeramente cóncavo, extremos redondeados; área axial estrecha; rafe filiforme; estrías 19-20/10 μm; estrías dorsales paralelas, delgadas y radiales.

Ecología: Recolectada tanto en aguas dulces como salobres.

Distribución: Ampliamente distribuida en aguas alcalinas más o menos mineralizadas.

*Amphora proteus* Gregory

*Amphora pseudoholsatica* T. Naguno & H. Kobayasi

Subgénero: Halamphora

*Halamphora acutiuscula* (Kützing) Levkov

*Halamphora coffeaeformis* (Agardh) Levkov

*Halamphora cymbifera* (Gregory) Levkov

Orden: Aulacoseirales

Familia: Aulacoseiraceae

Género: *Aulacoseira*

*Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (O. F. Müller) R. Simonsen

Dimensiones: altura del manto: 12-14-4; diámetro: 2.4-4 µm; altura del manto/diámetro: 3-5.3 µm.

Caracterización ecológica: presente en cuerpos de agua lénticos, euplanctónica, oligohalobia, alcalófila. pH 6.2-9, mesosapróbica (Gomez, 1998).

Distribución: cosmopolita

Subclase: Bacillariophycidae

Orden: Lyellales

Familia: Lyellaceae

Género: *Lyrella*

*Lyrella abrupta* (Gregory) D.G.Mann

Clase: COSCINODISCOPHYCEAE

Orden: Biddulphiales

Familia: Biddulphiaceae

Género: *Terpsinoë*

*Terpsinoë musica* C. G. Ehrenberg

Orden: Thalassiosirales

Familia: Thalassiosiraceae

Género: *Thalassiosira*

*Thalassiosira decipiens* (Grunow) Jørgensen E. G.

Familia: Stephanodiscaceae

Género: *Cyclotella*

*Cyclotella atomus* Hustedt, 1937

*Cyclotella meneghiniana* F. T. Kützing

Diagnosis. Células 12-14 µm de diámetro, superficie valvar ligeramente ondulada, estrías muy marcadas, forman un anillo en la periferia de la valva; estrías 20-21/10 µm, con márgenes lisos; zona central con estrías radiales poco marcadas.

Ecología: Vive sobre o entre otras algas en aguas circulantes algo eutrofizadas.

Parece tener un amplio rango ecológico.

Caracterización Ecológica: Presente en aguas dulces y levemente salobres; eurioxibiontes; alcalífilo (Luchini & Verona, 1972; Zalocar & Maidana, 1997).

Distribución: Cosmopolita

*Cyclotella pseudostelligera* Hustedt

*Cyclotella stelligera* P. T. Cleve & Grunow in van Heurck

Género: *Stephanodiscus*

*Stephanodiscus minutulus* (F. T. Kützing) P. T. Cleve & Möller

Orden: Triceratales

Familia: Triceratiaceae

Género: *Pleurosira*

*Pleurosira laevis* (C. G. Ehrenberg) P. Compère

Diagnosis. Células cilíndricas en vista cingular, circular o subcircular en vista valvar. Superficie valvar plana o ligeramente convexa, dos ocelos poco elevados situados entre la valva y el manto. Cíngulum bastante largo, formado por varias bandas.

Forma de vida.- aisladas o formando cadenas en zig-zag.

Dimensiones.- longitud eje perivalvar 50-170  $\mu\text{m}$ , transapical 30-115mm. En uno de los ejemplar medido: eje perivalvar 95  $\mu\text{m}$ , transapical 56,2  $\mu\text{m}$ .

Ecología.- Observada en aguas costeras

Distribución.- Cosmopolita, bastante común en aguas cálidas.

Orden: Paraliales

Familia: Paraliaceae

Género: *Paralia*

*Paralia sulcata* (C. G. Ehrenberg) P. T. Cleve

Diagnosis. Espinas marginales, 32-58  $\mu\text{m}$  diámetro. Eje perivalvar más corto que el apical. Valvas circulares convexas y heteropolares; las terminales con depresión central, espinas marginales, manto y costados cortos, un anillo marginal de poros, estructura del manto compleja; las valvas intermedias con cara valvar central y marginal hialinas, espinas marginales alargadas y anillo marginal de poros.

Subclase: Coscinodiscophycidae

Orden: Melosirales

Familia: Melosiraceae

Género: *Melosira*

*Melosira varians* C. Agardh

Clase: FRAGILARIOPHYCEAE

Orden: Fragilariales

Familia: Fragilariaceae

Género: *Fragilaria*

*Fragilaria brevistriata* Grunow

*Fragilaria fasciculata* (C. A. Agardh) H. Lange-Bertalot

*Fragilaria tenera* (W. Smith) Lange-Bertalot

*Fragilaria ulna* var. *acus* (F. T. Kützing) H. Lange-Bertalot

Género: *Opephora*

*Opephora krumbeyi* A. Witkowski, Witak & K. Stachura

*Opephora pacifica* (A. Grunow) P. Petit

Género: *Pseudostaurosira*

*Pseudostaurosira brevistriata* (Grunow in Van Heurck) D. M. Williams & Round

*Pseudostaurosira brevistriata* var. *inflata* (J. Pantocsek) B. Hartley, H. G.

Barber, J. R. Carter & P. A. Sims

Género: *Synedra*

*Synedra acus* var. *angustissima* (A. Grunow) H. van Heurck

*Synedra ulna* var. *danica* (Kütz.) Van Heurck

Género: *Tabularia*

*Tabularia investiens* (W.Smith) D.M.Williams & Round

Género: *Ulnaria*

*Ulnaria acus* (Kützing) M. Aboal

*Ulnaria ulna* (Nitzsch) P. Compère

Diagnosis. Valvas isopolares lineares con extremos rostrados capitados; área central cuadrada que se extiende hasta el margen de la valva. Estrías paralelas, 9/10  $\mu\text{m}$ . Largo: 88  $\mu\text{m}$ , ancho: 5.5  $\mu\text{m}$ .

Ecología: especie perifítica y alcalófila de amplia distribución presente en aguas mesotróficas a eutróficas. El óptimo de fósforo para esta especie se ha determinado en 0.035 y 0.1 mg/L de P filtrable.

Distribución: Tiene una distribución amplia en la zona en todo tipo de aguas. Su rango ecológico parece ser amplio, aunque por el número de individuos parece preferir aguas dulces o ligeramente salobres.

*Ulnaria* sp.

**Apéndice III. Elenco florístico de los taxones curatoriales de diatomeas epilíticas en los oasis Sierra de La Laguna, Agua Caliente y San Luis Gonzaga.**

1. *Achnanthes brevipes* var. *intermedia* (Kutz.) Cleve
2. *Achnanthes lanceolata* Brébisson ex Kutz.
3. *Achnanthes* sp.
4. *Amphora* cf. *exigua* Gregory
5. *Amphora copulata* (Kutz.) Schoeman & Archibald
6. *Amphora proteus* var. *contigua* Cl.
7. *Amphora quadricostata* Rabenhorst
8. *Amphora* sp.
9. *Amphora veneta* Kutzing
10. *Anomoneis sphaerophora* (Ehr.) Pfizer
11. *Anomoneis sphaerophora* var. *costata* (Kutz) Schmidt
12. *Caloneis bacillum* (Lager.) Cleve
13. *Caloneis macedonica* Hust.
14. *Caloneis oregonica* (Ehr.) Patrick
15. *Caloneis schumanniana* (Grun.) Cleve
16. *Cocconeis dirupta* Gregory
17. *Cocconeis placentula* Ehr. var. *placentula* Pat. & Reimer
18. *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehr.) Cleve
19. *Cocconeis placentula* var. *lineata* (Ehr.) v. Heurck
20. *Craticula accomoda* (Hust.) Mann
21. *Craticula cuspidata* (Kutz.) Grunow
22. *Craticula guatemalensis* (Cl. & Grove) Lange-Bertalot
23. *Cymbella* sp. 1
24. *Cymbella* cf. *microcephala* Grunow
25. *Cymbella subturgida* Hustedt
26. *Cymbella turgida*
27. *Denticula elegans* Kutzing
28. *Denticula kuetzingii* Grunow
29. *Diploneis* cf. *boldtiana* Cleve
30. *Diploneis pseudovalis* Hustedt
31. *Epithemia adnata* var. *minor* (Per. & Herib.) Patrick
32. *Epithemia adnata* var. *proboscidea* (Kutz.) Patrick
33. *Epithemia turgida* (Ehr.) Kutzing
34. *Eunotia curvata* (Kutz.) Lagerst
35. *Eunotia monodon* Ehrenberg
36. *Eunotia pectinalis* (Kützing) Rabenhorst
37. *Fallacia pygmaea* Kutzing
38. *Gomphonema affine* var. *insigne* (Gregory) Andrews
39. *Gomphonema clevei* Fricke var. *clevei* Patrick & Reimer
40. *Gomphonema parvulum* Kutzing
41. *Gomphonema subclavatum* Grunow
42. *Gomphonema subclavatum* var. *commutatum* (Grun.) A. Mayer
43. *Gomphonema subclavatum* var. *mexicanum* (Grun.) Patrick

44. *Gyrosigma spenceri* (Quekett) Griffit y Hanfrey
45. *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grunow
46. *Hantzschia marina* var. *leptocephala* Ostrup
47. *Hyalodiscus scoticus* (Kutz.) Grunow
48. *Mastogloia braunii* Grunow
49. *Mastogloia pumilla* (Grun.) Cleve
50. *Navicula angusta* Grunow
51. *Navicula* cf. *festiva* Krasske
52. *Navicula hambergii* Hustedt
53. *Navicula heufleri* Grunow var. *heufleri*
54. *Navicula menisculus* Schuman
55. *Navicula notha* Wallace var. *notha*
56. *Nitzschia amphibia* Grunow
57. *Nitzschia angustatula* Lange Bertalot
58. *Nitzschia communis* Rabenhorst
59. *Nitzschia frustulum* (Kutz.) Grunow
60. *Nitzschia frustulum* var. *subsalina* Hustedt
61. *Nitzschia hungarica* Grunow
62. *Nitzschia palea* (Kutz.) W. Smith
63. *Nitzschia tryblionella* Hantzsch.
64. *Nitzschia umbonata* (Ehr.) Lange Bertalot
65. *Pinnularia borealis* var. *scalaris* (Ehr.) Rabenhorst
66. *Pinnularia dactylus* Ehrenberg
67. *Pinnularia divergens* Wm. Smith
68. *Pinnularia macilenta* Ehrenberg
69. *Pinnularia maior* var. *maior* (Kutz.) Rabenhorst
70. *Pinnularia interrupta* var. *bicapitata* (Lagerstedt) Ant. Mayer
71. *Pinnularia subgibba* Kamner
72. *Pinnularia substomatophora* Hustedt
73. *Rhopalodia acuminata* Kramer
74. *Rhopalodia gibba* var. *gibba* (Ehr.) O. Müller
75. *Rhopalodia gibba* var. *ventricosa* (Kutz.) Per. & Per.
76. *Rhopalodia gibberula* (Ehr.) O. Muller
77. *Rhopalodia gibberula* var. *constricta* (Wm. Smith) A. Cleve
78. *Sellaphora pupula* (Kutz.) Mereschkowsky
79. *Sellaphora pupula* var. *rectangularis* (Greg.) Mereschkowsky
80. *Stauroneis acuta* Wm. Smith
81. *Stauroneis anceps* Ehr.
82. *Stauroneis* cf. *lapidicola* Petersen
83. *Stauroneis* cf. *producta* Grunow
84. *Stauroneis phonicentron* var. *gracilis* (Ehr.) Hustedt
85. *Surirella ovalis* Brébisson
86. *Synedra ulna* var. *impresa* Husted
87. *Synedra ulna* var. *oxyrhincus* (Kutz.) van Heurck
88. *Terpsinoe musica* Ehrenberg

**Apéndice IV. Muestra iconográfica (Se presentan a manera de Laminas, en la Base de Datos se presentan de manera individual).**

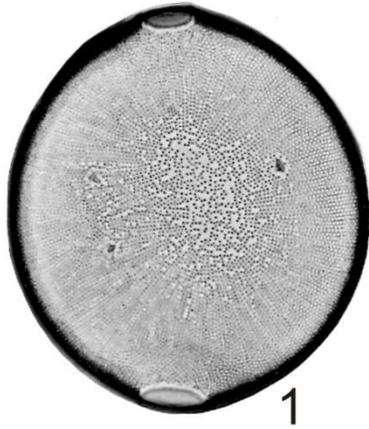
Lamina 1

1-2. *Pleurosira laevis* (C. G. Ehrenberg) P. Compère

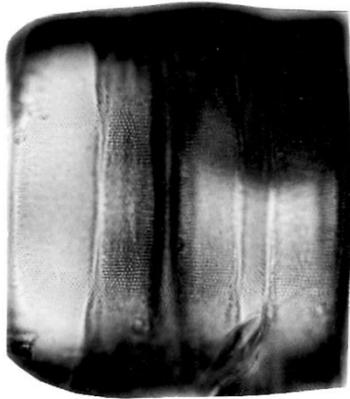
3-4. *Achnanthes inflatagrandis* Metzeltin, Lange\_Bert. & Garcia-Rodriguez

5. *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (O. F. Müller) R. Simonsen

6-8. *Terpsinoë musica* Ehrenberg



1



2



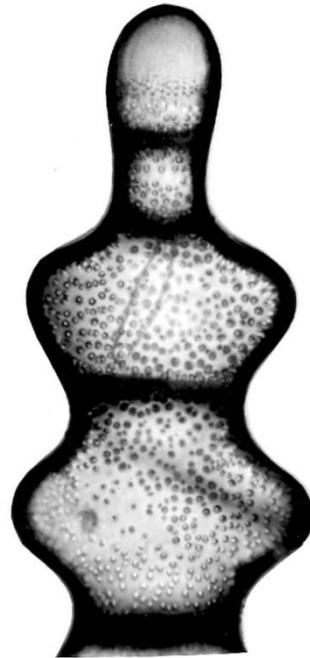
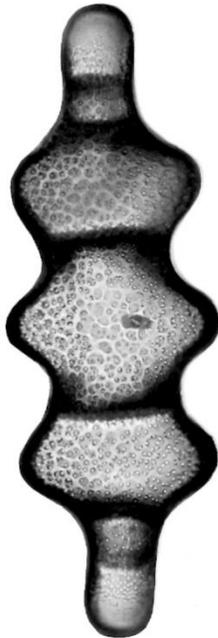
3



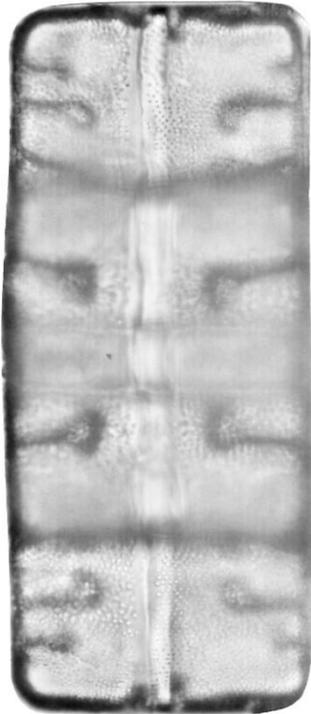
4



5



6-8



Lamina 2

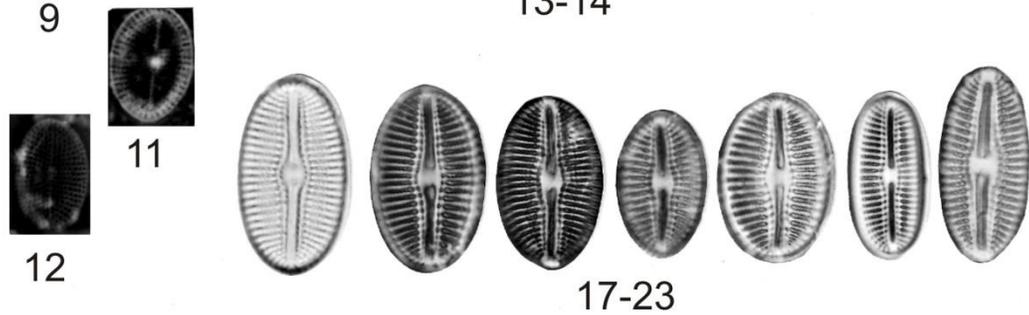
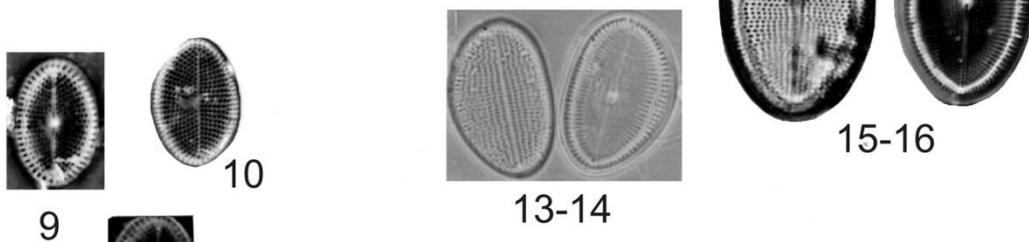
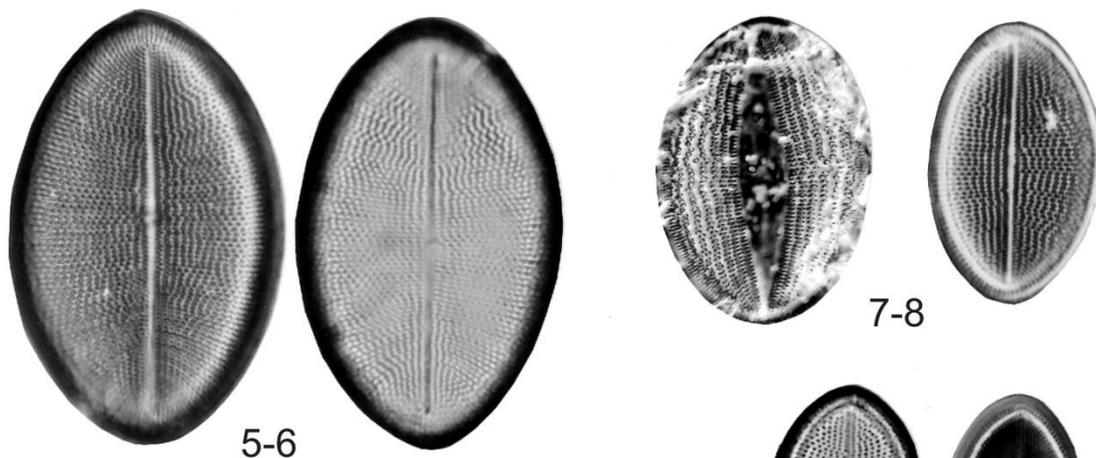
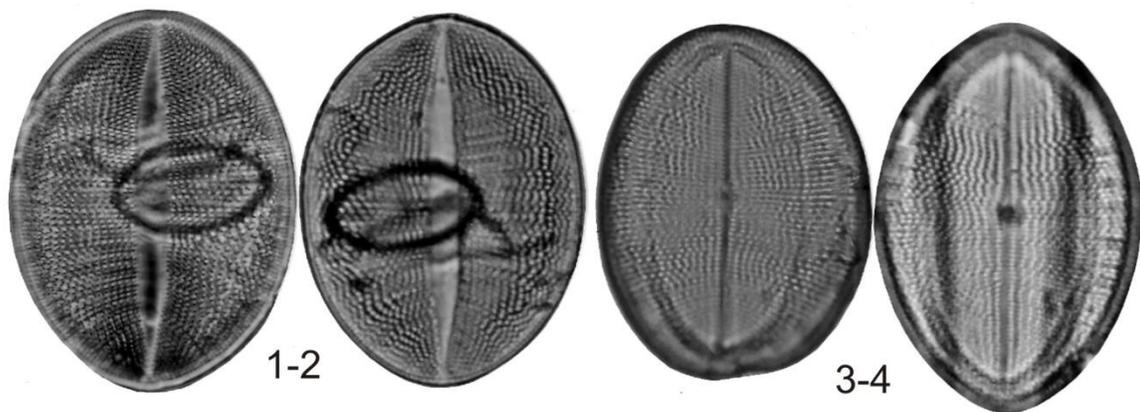
1-2. *Cocconeis dirupta* W. Gregory

3-4, 13-14. *Cocconeis placentula* C. G. Ehrenberg var. *placentula*

5-8, 15-16. *Cocconeis placentula* var. *lineata* (C. G. Ehrenberg) H. van Heurck

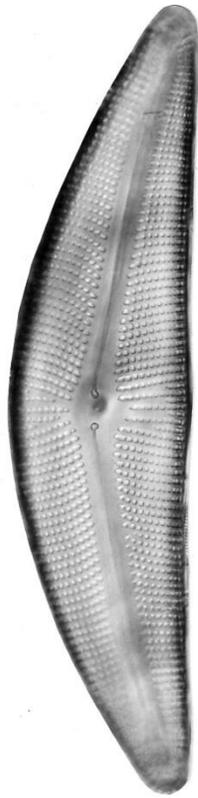
9-12. *Anorthoneis dulcis* M. K. Hein

17-23. *Diploneis subovalis* P. T. Cleve



Lamina 3

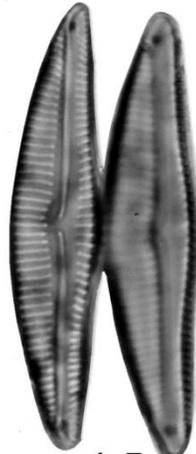
1. *Cymbella mexicana* (C. G. Ehrenberg) P. T. Cleve
- 2-3. 12-14. *Cymbella cymbiformis* C. A. Agardh
- 4-6. *Encyonema neogracile* Krammer
- 7-8. *Cymbella hustedtii* f. *stigmata* P. Compère
- 9-11. *Cymbella hustedtii* Krasske
15. *Cymbella kolbei* F. Hustedt
- 16-17. *Amphora pediculus* (F. T. Kützing) A. Grunow ex A. Schmidt
- 18-20. *Amphora copulata* (F. T. Kützing) F. R. Schoeman & R.E.M. Archibald
- 21-24. *Encyonema* sp.
25. *Navicella pusilla* (Grunow) Krammer
- 26-28. *Amphora acutiuscula* F. T. Kützing



1



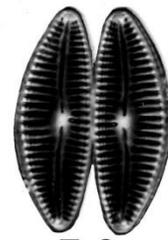
2-3



4-5



6



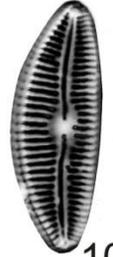
7-8



9



11



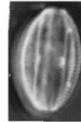
10



12-14



15



16-17

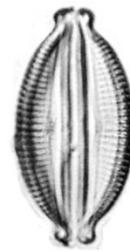


18-20



21-24

25

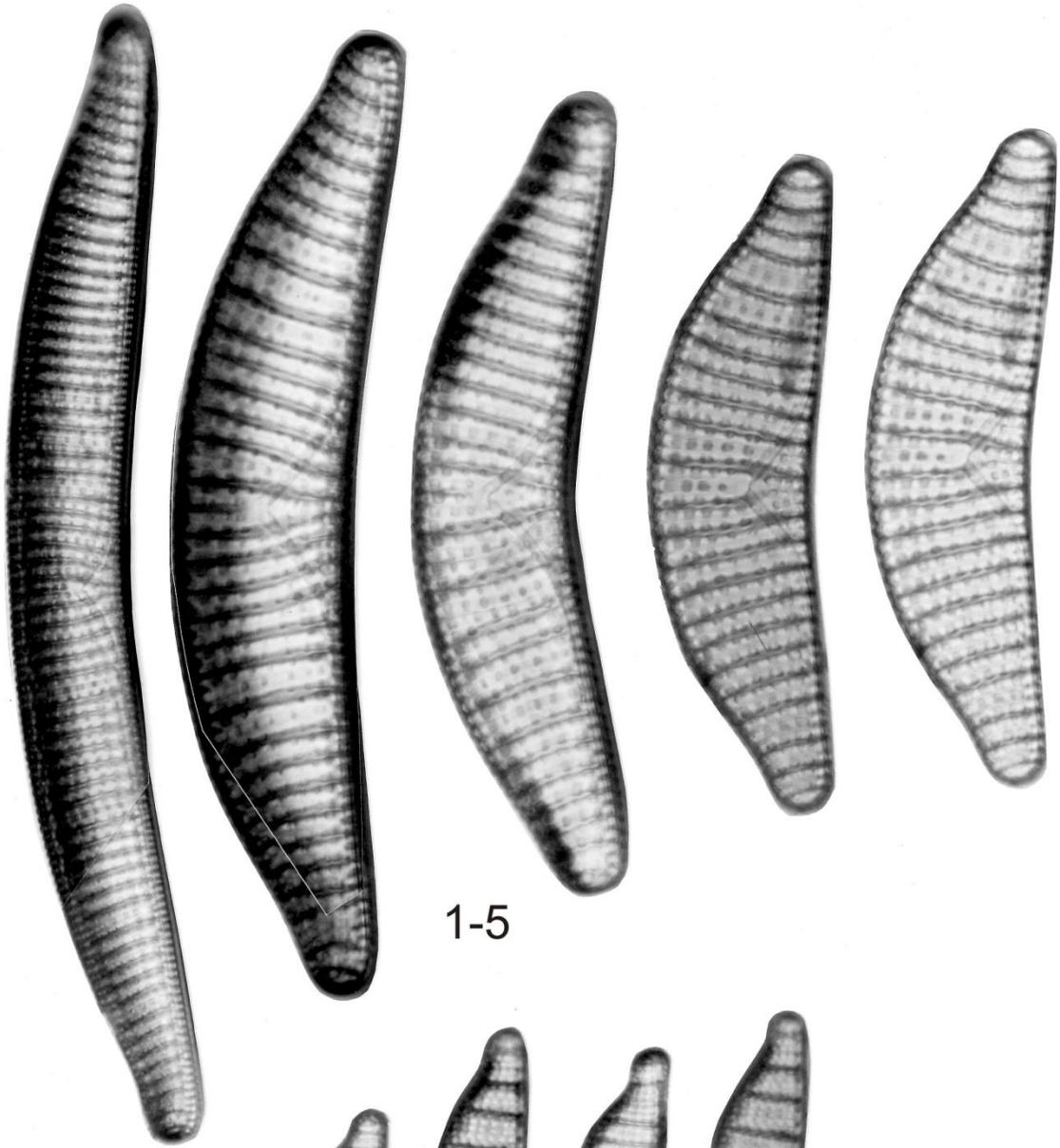


26-28

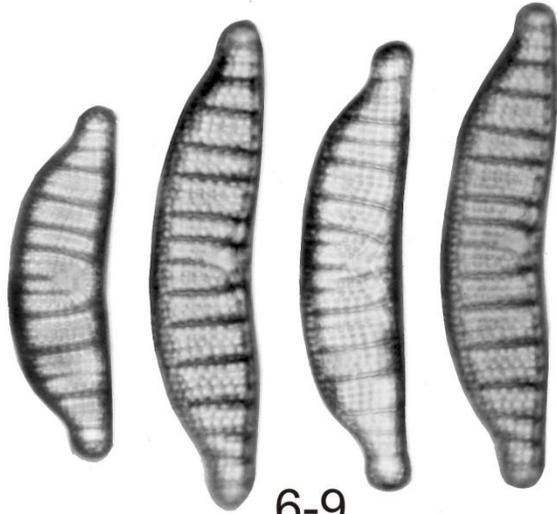
Lamina 4

1-5. *Epithemia turgida* (C. G. Ehrenberg) F. T. Kützing

6-9. *Epithemia adnata* (F. T. Kützing) A. de Brébisson



1-5



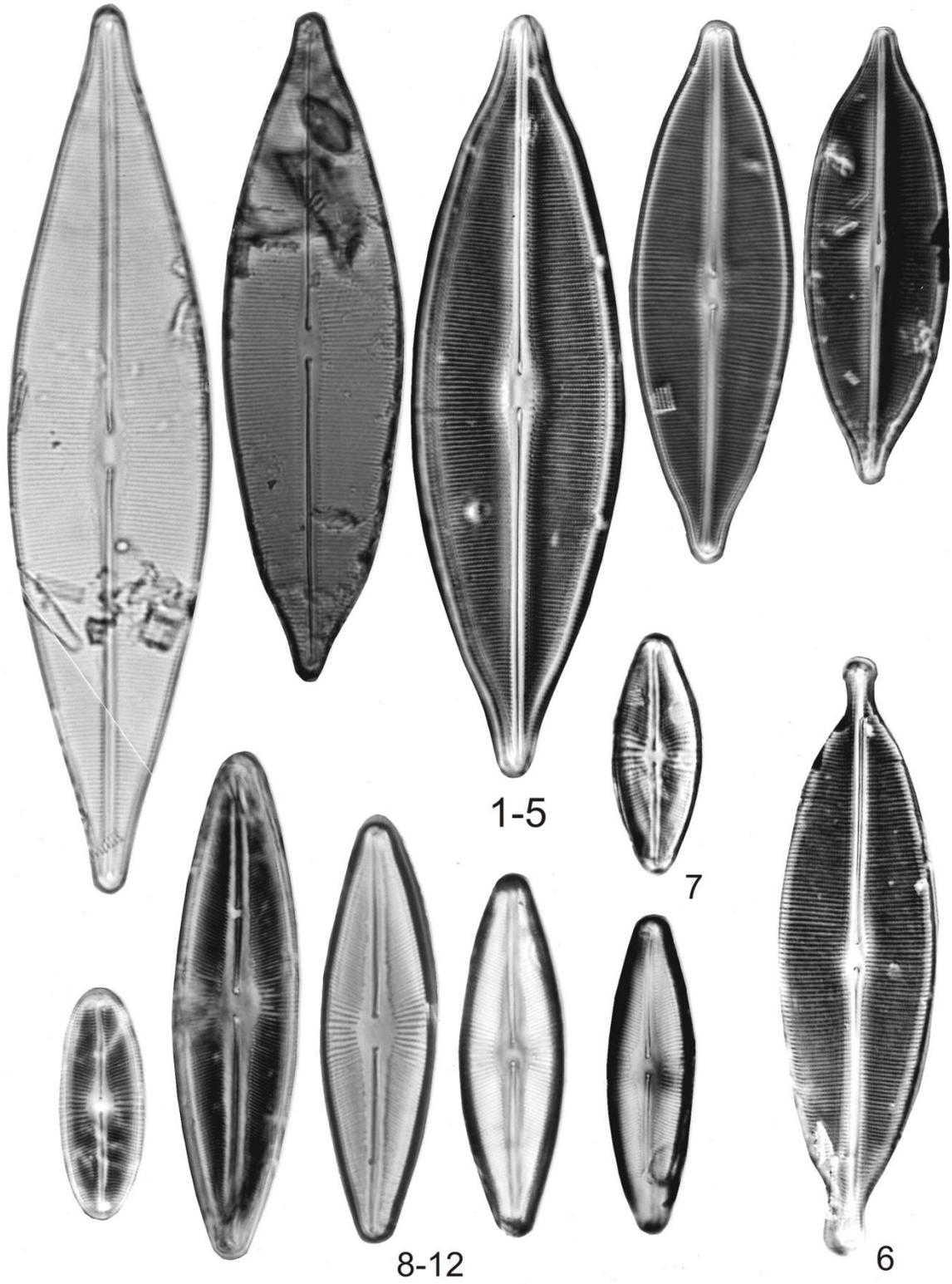
6-9

Lamina 5

1-5. *Craticula cuspidata* (Kutzing) D.G. Mann.

6. *Craticula ambigua* (C. G. Ehrenberg) D. G. Mann in F. E. Round, R. M. Crawford & D. G. Mann.

7-12. *Navicula brasiliiana* (P. T. Cleve) P. T. Cleve.



Lamina 6

1. *Rhopalodia gibba* (C. G. Ehrenberg) G. F. O. Müller

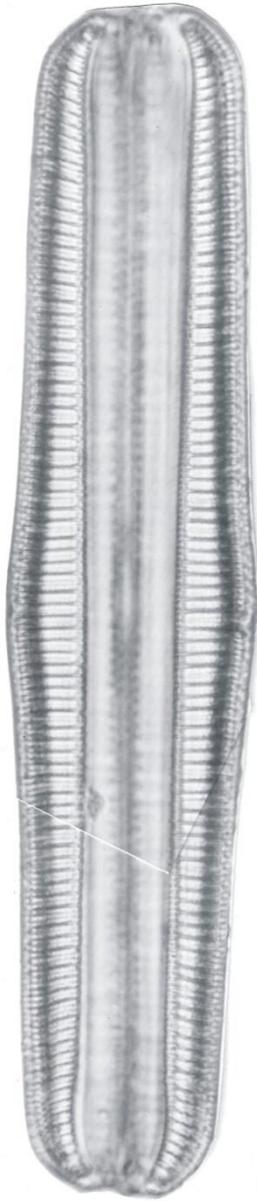
2-4. *Rhopalodia gibba* var. *ventricosa* (F. T. Kützing) H. Peragallo & M. Peragallo

5. *Rhopalodia sterrenburgii* Krammer

6-7. *Rhopalodia gibberula* (C. G. Ehrenberg) G. F. O. Müller

8. *Rhopalodia musculus* (F. T. Kützing) G. F. O. Müller

9-10. *Rhopalodia gibba* var. *parallela* (Grunow) H. Peragallo & M. Peragallo



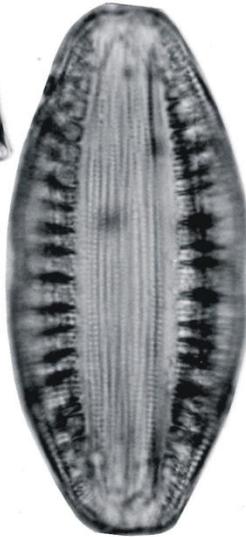
1



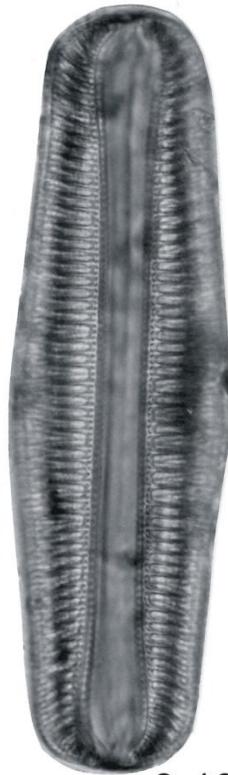
2-4



6-7



8



9-10



5