



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA**

DESMIDIALES DE ALGUNAS LOCALIDADES DEL ESTADO
DE MÉXICO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
B I Ó L O G O
P R E S E N T A :

Gabriela Jiménez Arreola



**DIRECTORA DE TESIS
M. EN C. GLORIA GARDUÑO SOLÓRZANO**

**HERBARIO IZTA
SECCIÓN DE FICOLOGÍA**

Tlalnepantla, Edo. Méx. 2005



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Para mis Padres y
Hermanas, que son mi
mundo, mi felicidad y mi
conciencia.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS porque gracias a ÉL existo.

A mis Padres Gilberto Jiménez y Antonia Arreola B. por todo el apoyo emocional y económico, gracias por permitirme tomar mis propias decisiones, por sus enseñanzas, por su fuerza, por sus esperanzas, por el cariño inagotable y sobre todo por su paciencia.

A mis queridas hermanas; Eva, Bety, Titi y Angi, por ser mis mejores amigas, por su preocupación y lo mas importante por creer en mi.

A mi hermoso sobrino Javi, por su maravillosa sonrisa y por todas las ocasiones en que con un beso logro reconfortarme. A mi cuñado Javier por su franqueza y por la amistad que me brindó.

A mi asesora la M. en C. Gloria Garduño Solórzano que me permitió trabajar a su lado y me brindo su experiencia y todo el apoyo material y personal para llevar a cabo este trabajo. Sobre todo por su “idea intelectual”, realmente se lo agradezco.

A mi adorada amiga Alelí, por los momentos felices, por el baile, por todo muchas gracias y como tu dijiste “esto también se logró por ti y una buena parte te corresponde”.

A la Dra. Martha M. Ortega por las facilidades que me otorgo para llevar a cabo el trabajo de microscopia electrónica y por aceptar ser mi revisora de tesis.

A la Dra. Gloria Vilaclara Fatjo, por toda la ayuda para el formato de las imágenes y su impresión.

A la M. en C. Guadalupe Oliva Martínez y la Biol. Maria de los Ángeles García Gómez, por sus acertadas correcciones y la atención brindada a este trabajo.

A mis compañeros de laboratorio y grandes amigos Carlos, Karla, Casandra y Ricardo que me apoyaron siempre e hicieron mi estancia mas agradable.

A mis queridos amigos Gabriel, Arcelia, Erika, Santos, Isabel, Adolfo, Gerardo, Alejandro, Marco y Gustavo que en los momentos mas duros estuvieron conmigo para hacerme reír y ver que las cosas no son tan difíciles como algunas veces pensaba.

A la Biol. Ma. Berenith Mendoza Garfías, técnico del Microscopio Electrónico, por su paciencia, por brindarme esas maravillosas platicas y sobre todo gracias por mostrarme el mundo microscópico.

Al Dr. Victor M. Martínez Almeida, por las valiosas observaciones hechas a este trabajo y su atención para mejorarlo.

A todas las personas que laboran en el Herbario IZTA, a la Biol. Edith López Villafranco encargada del herbario. A Julio, Gaby, Sergio, Adriana, Juanita y Carmen.

A la UNAM por darme la oportunidad y el orgullo de llamarme Universitario.

A todas las personas que me han brindado su apoyo incondicional y que han llenado mi vida de satisfacción y alegría. MUCHAS GRACIAS.

CONTENIDO

<u>INTRODUCCIÓN</u>	<u>6</u>
MORFOLOGÍA	7
<u>PARED CELULAR Y ORNAMENTACIÓN</u>	<u>8</u>
<u>RADIACIÓN SIMETRÍA Y ASIMETRÍA</u>	<u>9</u>
DIVISIÓN CELULAR	10
CONJUGACIÓN	10
ECOLOGÍA	11
IMPORTANCIA	12
GENÉTICA	13
<u>ANTECEDENTES</u>	<u>13</u>
<u>OBJETIVO GENERAL</u>	<u>14</u>
<u>OBJETIVOS PARTICULARES</u>	<u>14</u>
<u>ARREA DE ESTUDIO</u>	<u>14</u>
JILOTEPEC	15
JILOTZINGO	16
VILLA DEL CARBÓN	16
TIANGUISTENGO	16
TEMASCALTEPEC	17
<u>MATERIAL Y MÉTODO</u>	<u>17</u>
TRABAJO DE GABINETE	18
TRABAJO DE CAMPO	18
TRABAJO DE LABORATORIO	18
MATERIAL BIOLÓGICO	18
VARIABLES HIDROLÓGICAS	19
<u>RESULTADOS</u>	<u>19</u>
FICOFLORA	21
EXPLORACIONES FICOLÓGICAS	21
MATERIAL DETERMINADO	21
GRAFICAS	22
DESCRIPCIONES	25
<i>ARTHRODESMUS</i>	27
<i>CLOSTERIUM</i>	28
<i>COSMARIUM</i>	37
<i>DESMIDIUM</i>	50
<i>EUASTRUM</i>	52
<i>HYALOTHECA</i>	55
<i>MICRASTERIAS</i>	56

<i>ONYCHONEMA</i>	59
<i>PENIUM</i>	60
<i>PLEUROTAENIUM</i>	61
<i>SPONDYLIOSIUM</i>	69
<i>STAURASTRUM</i>	70
VARIABLES HIDROLÓGICAS	78
<u>DISCUSIÓN</u>	<u>79</u>
MATERIAL BIOLÓGICO	79
VARIABLES HIDROLÓGICAS	81
<u>CONCLUSIONES</u>	<u>84</u>
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	<u>85</u>
<u>GLOSARIO</u>	<u>91</u>
<u>APÉNDICES</u>	<u>93</u>
<u>CLAVE ARTIFICIAL</u>	<u>99</u>

INTRODUCCIÓN

Las algas comprenden una gran variedad de tamaños y tipos de talos. La mayoría son fotoautótrofas, algunas son heterótrofas facultativas u obligadas y unas cuantas son fagotróficas. Generalmente son planctónicas y bentónicas, las primeras flotan libremente en la columna de agua; mientras que las segundas se fijan en diferentes sustratos y de acuerdo a estos se denominan: epilíticas, epipélicas, epifíticas o epizoicas (Margalef, 1983; Darley, 1987; Pedroche *et al.*, 1993).

Las algas verdes se caracterizan por su cloroplasto, delimitado por una doble membrana, contiene clorofila a y b; α , β y γ -carotenos, luteína, violaxantina, anteroxantina y neoxantina. Los pirenoides están dentro del cloroplasto, la sustancia de reserva es el almidón, los tilacoides son 2, 6 o más. La pared celular es compleja (2 o 7 capas), la parte interna es de celulosa con mezcla de 10 a 70% de proteína, mientras que la externa es péptica (van den Hoek *et al.*, 1995; Lara *et al.*, 1996).

Van den Hoek *et al.* (1995) señalan que la división Chlorophyta se subdivide en 11 clases. De ellas, las Zygnematophyceae se caracterizan por producir gametos ameboideos que se fusionan en un proceso de conjugación (Fig. 4) (Darley, 1987; Lara *et al.*, 1996); presentan dos niveles de organización: unicelular y filamentos no ramificados; los componentes estructurales de la pared celular son de celulosa cristalina (microfibrillas), la síntesis de éstas se lleva a cabo en el plasmalema; no forman células reproductivas con flagelos; cada célula es uninucleada; el cloroplasto toma formas diversas. Comprende los órdenes Zygnematales y Desmidiiales.

Este último orden está representado por células solitarias, pero con algunas formas coloniales o filamentosas no ramificadas; la pared celular se compone de dos mitades simétricas que generalmente están demarcadas por una constricción media, creando dos hemicélulas delimitadas por un istmo y es usualmente ornamentada. El orden contiene dos familias (Desmidiaceae y Peniaceae) con aproximadamente 30 géneros y 5000 especies (van den Hoek *et al.*, 1995).

La familia Desmidiaceae se caracteriza por tener hemicélulas limitadas por una constricción media, además la formación y crecimiento de las hemicélulas hijas no poseen zonas de elongación intermedias. La familia Peniaceae esta compuesta de células cilíndricas o lunadas formadas de dos hemicélulas no delimitadas por una constricción media, la formación de cada hemicélula hija es seguida de una elongación, estas zonas de elongación son visibles como bandas anilladas (Silva, 1982).

Las características taxonómicas y ecológicas importantes de estas familias son:

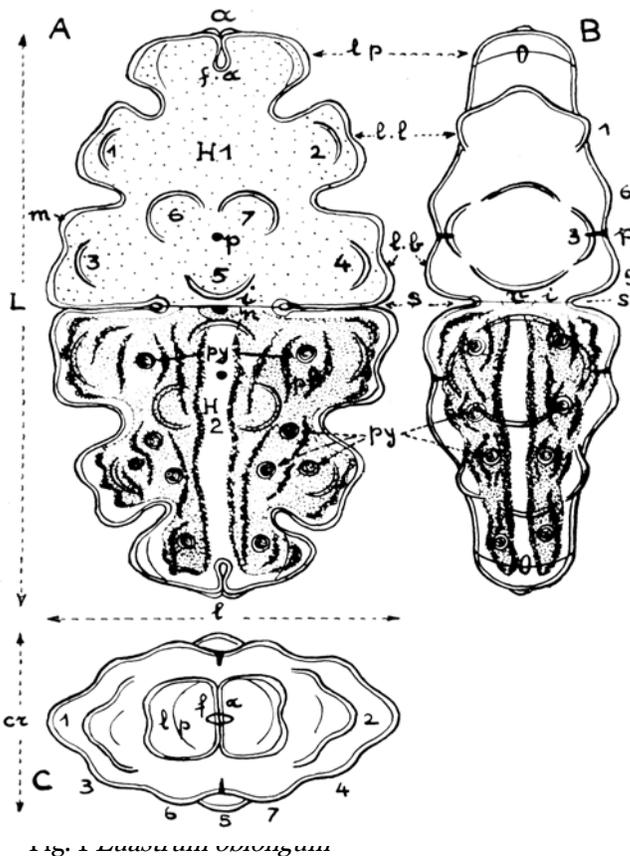
MORFOLOGÍA

A. Vista frontal; B. Vista lateral;

C. Vista apical

H1. hemicélula superior, que muestra la pared finamente puntuada y ornamentada; H2. hemicélula inferior, muestra los plastos, ligeramente esquematizados.

a. ápice o polo; fa. incisión apical; i. istmo o sutura; L. longitud celular; l. largo celular; lb. lóbulos basales; ll. lóbulos laterales o medios; lp. lóbulos polares o apicales; m, pared celular; n, núcleo; p. gran poro medio; pl. plastos; py. pirenoides; s. sinus. 1-7. protuberancias (Bourrelly, 1972).



Croasdale (1973), Dillard (1990, 1991^{a,b} y 1993), Tiffany *et al.* (1951) y West (1904, 1905, 1908 y 1912) registran para la familia Peniaceae (*Closterium* y *Penium*) en la forma de la célula y hemicélula un amplio intervalo, desde las formas cilíndricas, lunadas, arqueadas totalmente o solo en la parte media y totalmente rectas. En la

familia Desmidiaceae las formas circulares, semicirculares, oblongas, triangulares, ovaladas, piramidales, elípticas, reniformes, comprimidas, radiadas, entre otras. Cabe resaltar que la forma de la hemicélula posee tres vistas: frontal, lateral y apical (Fig. 1), las cuales deben de ser observados y estar bien documentados para la determinación específica. Los márgenes de la hemicélula suelen presentarse; ondulados, crenados, dentados, aserrados o enteros. La mayoría de ellas posee la morfología que se observa en la figura 1.

Bicudo (1975) estudia el polimorfismo como un aspecto que caracteriza particularmente a este grupo, el cual, aunque muy visible, no está suficientemente documentado, debido a que no se le ha prestado la atención necesaria. Esto resulta de gran importancia ya que la sistemática se basa en la forma y simetría de las células y aparecen dificultades si el grado de simetría varía dentro de una población (Figura 2) (Margalef, 1983). Cook (1963) propone y resalta la importancia de la morfología sexual para la descripción y determinación en el género *Closterium*.

PARED CELULAR Y ORNAMENTACIÓN

La pared celular está formada por dos capas, celulosa y celulosa-pectina (Bourrelly, 1972). Es muy diversa, tiene poros, por los cuales es secretado mucílago, el cual es frecuentemente difícil de remover completamente y aparece como pequeños depósitos en la superficie al microscopio electrónico de barrido (MEB) (Pickett-Heaps, 1975). A veces se oxidan compuestos de hierro y magnesio a nivel de los poros y aun de toda la membrana, que queda coloreada. Generalmente esta ornamentada con estrías longitudinales y/o transversales, espinas, verrugas, gránulos y escrobiculaciones. Prescott (1951) destaca la importancia de observar y documentar con detalle la forma de la hemicélula y la pared celular, en estudios específicos.

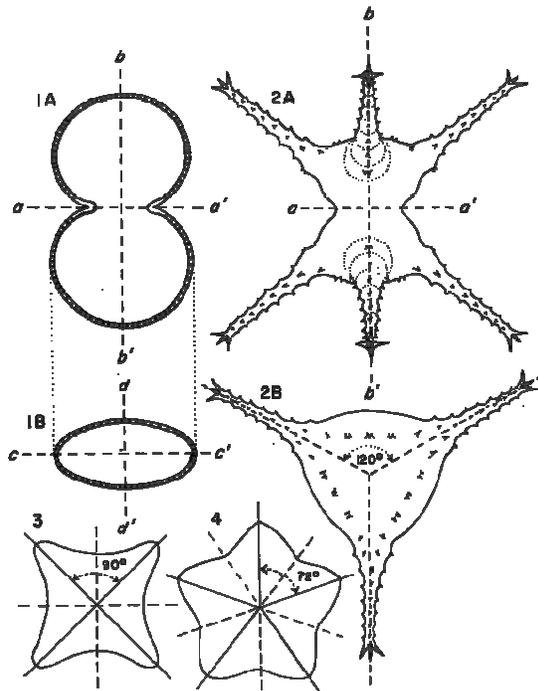


Figura 2. Radiación, simetría y asimetría en desmidiáceas

En las desmidiáceas con istmo, cada hemicélula es simétrica e igual a la otra (Fig. 2: 1A, 2A, $a-a'$). En vista frontal, partiendo de un eje vertical, cada lado de la célula es simétrico (Fig. 2: 1A, 2A, $b-b'$). Otro plano de simetría de tipo perpendicular al eje vertical, aparece en la vista apical, cuando esta es elíptica, triangular o angular (Fig. 2: 1B, 2B, 3, 4). Claramente biradiadas las desmidiáceas tienen dos planos vertical y perpendicular en vista apical (Fig. 2: 1B, $c-c'$ y $d-d'$). Las esquinas pueden ser redondeadas, pero en las formas poligonales los ángulos se extienden en forma de procesos

(*Staurastrum*), dentro de estas desmidiáceas la morfología puede ser radiada (3, 4 y 5 radios) (Fig. 2: 2A,B, 3, 4). Muchas especies de *Staurastrum* tienen tres o más planos de simetría en 120° (Fig. 2B) o menos, dependiendo del número de radios (Fig. 2: 3, 4). En cuanto a la asimetría en las desmidiáceas podemos encontrar los siguientes tipos: asimetría no vertical, de torsión, lateral, corporal y semiradial (Brook, 1981). Así pues, ciertas desmidiáceas dentro del género *Staurastrum* no son más que formas trigonales del género *Cosmarium*, el cual desde el ápice tienen normalmente simetría bilateral. En *Staurastrum* la simetría entre dos y tres radios o entre tres y cuatro es frecuente y se manifiesta a veces en una misma célula dando lugar a formas llamadas *Janus* (por el dios Jano, de dos caras) que se caracterizan por presentar diferente número de radios en hemicélulas del mismo individuo. En *Micrasterias* la variación en el número de radios es consecuencia de la poliploidia (Margalef, 1983).

DIVISIÓN CELULAR

La división celular es precedida por las mitosis, durante esta el istmo se alarga gradualmente y se desarrolla una pared nueva entre las células hijas. La pared joven es claramente fibrilar (van den Hoek, 1995).

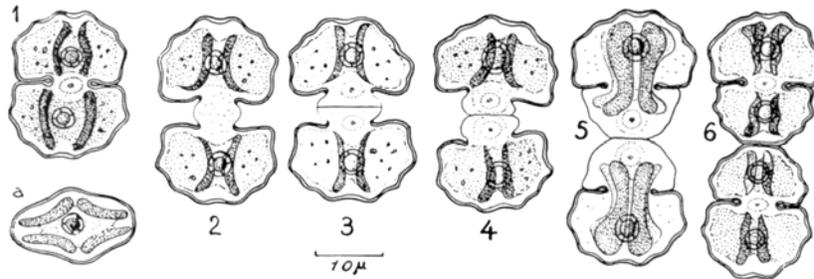


Figura 3. División de *Cosmarium impressulum* var. *orthogonum* (Bourelly, 1972); 1. Célula en vista frontal antes de la división, 1a. Vista apical. 2. alargamiento del istmo. 3. inicio de la división. 4. formación de las hemicélulas jóvenes. 5. división del pasto de las hemicélulas. 6. fin de la división las células nuevas que se encuentran unidas por los ápices.

CONJUGACIÓN

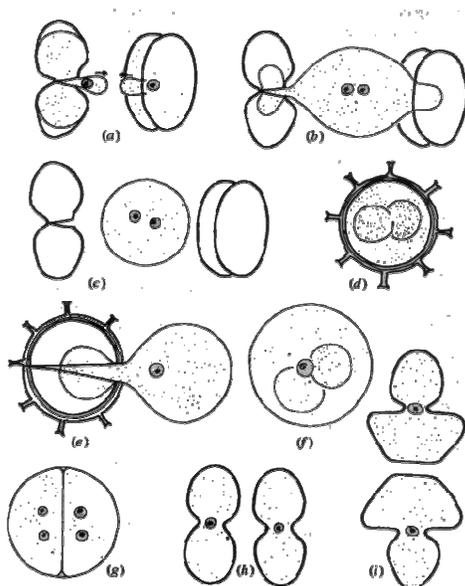


Fig.4. Conjugación en *Cosmarium botrytis*

La pared de cada célula se alarga formando ejes (papila) los cuales están envueltos en mucílago, el istmo se abre y un gameto (isogameto) ameboideo emerge (Fig. 4a). Estos gametos abandonan la pared celular y se fusionan (Plasmogamia) (Fig. 4b). El cigoto toma una forma irregular, numerosas vacuolas contráctiles aparecen rodeando al cigoto (Fig. 4c). En una hora la primera ornamentación sobre el cigoto es visible, en el curso de tres semanas se forman diferentes capas: mesospora, exospora y endospora, en esta última se forman espinas (Fig. 4d).

Pueden pasar meses para que la espora germine, cuando esto sucede la capa mas externa se abre y libera a los núcleos diploides dentro de un medio mucilaginoso

(Fig. 4e). La meiosis y la división celular forman dos células hijas (Fig. 4g). Cada una con dos núcleos haploides, uno de los cuales degenera en cada célula. Se desarrolla una célula vegetativa que forma una constricción media (Fig. 4h). Después de la división se producen nuevas hemicélulas con una morfología normal (Fig. 4i) (van den Hoek, 1975).

ECOLOGÍA

La mayoría son de agua dulce. Sin embargo, hay excepciones a la regla, pues (Grönland, 1956 en Brook, 1981) cita a *Closterium incurvum*, *Cosmarium granatum* y *C. humile* en aguas con 4.2‰ de salinidad. Se encuentran entre algas o musgos, también están asociadas con plantas acuáticas como: *Utricularia*, *Potamogeton*, *Ceratophyllum* y *Eichhornia* o al detrito del fondo de charcos con poca profundidad, principalmente en aguas ácidas y turbias. No obstante, su distribución ecológica es muy amplia (Brook, 1981; Margalef, 1983 y Martínez Almeida, 2000).

Brook (1981) y Van den Hoek (1995) ubican las desmidiáceas como características de cuerpos de agua oligotróficos con pH de 4-7 y baja alcalinidad; sin embargo, también pueden encontrarse en pH de 8-8.5 en aguas eutróficas. Brook (1981) señala, las preferencias tróficas de las desmidiáceas, en el plancton de lagos ingleses, indicando que el 59% de las especies aparecen en aguas oligotróficas y cerca del 24% están más asociadas con aguas eutróficas.

Margalef (1983) argumenta que mientras un buen número de euclororofíceas utilizan el bicarbonato, las desmidiáceas parecen depender exclusivamente del ácido carbónico (H_2CO_3). Esto explica su distribución en aguas ácidas. Martínez Almeida (1989^a) señala que numerosas desmidiáceas toleran valores de pH por encima de 8.6, discutiendo que éstas utilizan entonces HCO_3^- como fuente de carbono para la fotosíntesis. Brook (1981) registra experimentos donde *Closterium acerosum* utiliza HCO_3^- para llevar a cabo la fotosíntesis.

Es importante resaltar que algunas desmidiáceas pueden sobrevivir en diversas condiciones. Margalef (1983) distingue que en aguas alcalinas y ricas en calcio, el número de especies se reduce mucho y en condiciones extremas solo son comunes pocas especies (*Closterium acerosum* y *Cosmarium laeve*) y aún menos si el agua contiene, además, bastantes cloruros (*Cosmarium scopulorum*). Martínez Almeida (1989^a) reporta especies, principalmente de *Closterium* y *Cosmarium*, que pueden sobrevivir en condiciones de contaminación orgánica, en aguas con bajo contenido de oxígeno. Se ha señalado también la absorción de metales como el cobre y cadmio para *Euastrum insulare* y *Cosmarium impressulum* (Margalef, 1983).

En cuanto a la distribución climática, Brook (1981) señala que la temperatura es un factor físico limitante para la distribución de estos organismos.

Griffiths (1928 en Brook, 1981) propone tres términos para distinguir las formas de vida de las desmidiáceas: 1) terrícolas, charcos pequeños y poco profundos; 2) bentoplanctónicas, asociadas a las plantas acuáticas, y 3) limnoplantónicas, en cuerpos de agua grandes y abiertos.

Sorprende la extrema diversificación de la familia y la frecuente coexistencia de muchas especies del mismo género. En muchos casos, en un espacio de pocos centímetros se pueden encontrar juntas docenas de especies de cada uno de los géneros *Cosmarium*, *Closterium* y *Staurastrum* (Margalef, 1983).

IMPORTANCIA

Bourelly (1972) y Martínez Almeida (1989^a) indican que las desmidiáceas, por su alta sensibilidad a las variaciones de temperatura y composición química de las aguas, constituyen excelentes bioindicadores de la calidad de los medios acuáticos. Margalef (1983) señala algunas especies de los géneros *Staurastrum* y *Micrasterias* como buenos indicadores ecológicos gracias a las preferencias específicas de estos.

GENÉTICA

Dentro de este grupo se han descrito series poliploides (*Closterium*, *Micrasterias* y *Cosmarium*); las cepas con un número de cromosomas mayores son de células más grandes y a veces tienen un número más elevado de radios de simetría (Margalef, 1983).

Para llevar a cabo la determinación de este grupo es necesario la observación precisa de la ornamentación de su pared celular y debido a que el poder de resolución de un microscopio óptico es limitado por la longitud de onda de la luz visible, es necesaria la utilización de Microscopía electrónica de barrido (MEB).

ANTECEDENTES

En el continente Americano los estudios taxonómicos de las desmidiáceas han sido abordados por Bicudo (1969, 1975) y Sormus (1972, 1974), en Brasil, quienes estudiaron poblaciones de *Arthrodesmus mucronulatus*, *Micrasterias laticeps*, *M. pinnatifida* y *Xanthidium regulare*, en las que enfatizan en el fenómeno de polimorfismo y sus implicaciones taxonómicas.

Martínez Almeida (1989^{a,b,c}, 2000) realizó estudios taxonómicos y ecológicos de las desmidiáceas de Isla Juventud y Pinar del Río en Cuba.

Para México, Pérez Mendoza (2003) reunió la información taxonómica citada para la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM) en un catálogo, donde señala los siguientes géneros: *Arthrodesmus*, *Closterium*, *Cosmarium*, *Cosmocladium*, *Desmidium*, *Euastrum*, *Hyalotheca*, *Micrasterias*, *Penium*, *Pleurotaenium*, *Sphaeroszma*, *Spondylosium*, *Staurastrum*, *Staurodesmus*, *Teilingia*, *Tetmemorus* y *Xanthidium*.

En el Estado de México, los estudios taxonómicos realizados por investigadores mexicanos, que incluyen la citación Chlorophyta (Desmidiaceae) son: Sámano Bishop (1934), Rioja y Herrera (1951), Mendoza González (1985) y Banderas Tarabay (1991); los registros son en los municipios de Amecameca, Lerma, Ocuilán, San Mateo Atenco, Temascaltepec, Tianguistenco y Tultepec, con los siguientes géneros: *Closterium*, *Cosmarium*, *Cosmocladium*, *Desmidium*, *Euastrum*, *Hyalotheca*, *Micrasterias*, *Pleurotaenium*, *Sphaeroszma*, *Staurastrum*, *Tetmemorus* y *Xanthidium* (tabla 3). El único investigador extranjero corresponde al trabajo de Kusel Fetzmann (1973) quién abordó el estudio de las desmidiáceas de regiones montañosas de la FVTM.

Las investigaciones ficológicas de las desmideáceas en México con apoyo de Microscopía electrónica de barrido (MEB) fueron iniciadas, por Margain Hernández y Couté (1984) quienes describen *Euastrum verrucosum* var. *mexicanum* de la Huasteca Potosina.

La familia Desmidiaceae corresponden a los *taxa* con mayor biodiversidad para el Estado de México (Pérez Mendoza, 2003); sin embargo, no se han hecho estudios suficientes a nivel específico, por lo que se decidió abordar este grupo comparando la metodología de Microscopia de luz (ML) y Microscopia electrónica de barrido (MEB).

OBJETIVO GENERAL

- ❖ Determinar la riqueza específica del orden Desmidiales en algunas localidades del Estado de México.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Caracterizar los taxones de la familia Desmidiaceae por medio de la microscopia de luz.
- Caracterizar, con apoyo en la microscopia electrónica de barrido, los taxones de la Familia Desmidiaceae de algunas localidades del Estado de México.
- Registrar algunas variables hidrológicas en donde se desarrollan las desmidiáceas.

ÁREA DE ESTUDIO

El Estado de México se localiza en la porción central de la República Mexicana, tiene una superficie de 22,499,95 Km². Está ubicado entre dos grandes provincias fisiográficas, en la FVTM, que abarca la mayor parte del territorio estatal, y la Sierra Madre del Sur, que se extiende hacia las sierras y depresiones de la tierra caliente, en la cuenca del Balsas, desde Ocuilán y Zacazonapan hasta Santo Tomás de los Plátanos. Posee 122 municipios, de los cuales los municipios de: Jilotepec, Jilotzingo, Temascaltepec, Tianguistenco y Villa del Carbón fueron parcialmente explorados en este trabajo (véase tabla 1).

Tabla 1. Localidades exploradas en este trabajo en el Estado de México.

Municipio	Localidades	Ambiente	Coordenadas		Altitud (m s.n.m.)
			Latitud norte	Longitud oeste	
Jilotepec	Charco La Presita	Charco	19°54'11''	99°34'02''	2540
	Charco km 73	Charco	19°53'37''	99°33'40''	2564
Jilotzingo	Presa Iturbide	Embalse	19°31'30''	99°28'17''	3298
	Charco 1	Charco	19°31'38''	99°28'28''	3297
	Charco 2	Charco	19°31'36''	99°28'26''	3297
Villa del Carbón	Parque ecológico Mijiaza	Laguna artificial	19°45'38''	99°29'27''	2444
Tianguistenco	Laguna Victoria	Laguna	19°13'27''	99°25'32''	2689
Temascaltepec	Lago El Sol	Lago cráter	19°06'40	99°45'25	4250

La colecta de material biológico se particularizo en algunas localidades del Estado de México. Se enuncian de forma más amplia los municipios visitados. Las localidades estudiadas se encontraron como sigue:

JILOTEPEC

Tiene por cabecera la ciudad de Jilotepec de Molina Enríquez; que se localiza a 19° 57' latitud norte y 99° 32' longitud oeste; con una altitud de 2440 m s.n.m., colinda al norte con el estado de Hidalgo, al sur con Chapa de Mota y Timilpan, al oeste con

Aculco, Acambay y Polotitlán y al este con Soyaniquilpan y el estado de Hidalgo (INEGI, 1995).

Su composición geológica es de basalto, arenisca y suelo aluvial. Según el sistema de Köppen modificado por García en 1973, la zona presenta un clima $Cw_2(w)b(i)g$, que corresponde al más húmedo de los templados subhúmedos con lluvias en verano y un porcentaje de lluvias invernales menor de 5 mm, verano fresco y largo (CETENAL, 1971^{a,b,c}).

JILOTZINGO

El territorio que ocupa este municipio se encuentra en la parte central del Estado de México, al noroeste de la ciudad de Toluca y al oeste del Distrito Federal. La extensión territorial del municipio está localizada entre las coordenadas del paralelo $19^{\circ} 24' 59''$ al paralelo $19^{\circ} 33' 26''$ de latitud norte y del meridiano $99^{\circ} 19' 56''$ al meridiano $99^{\circ} 28' 25''$ de longitud oeste, con $143,66 \text{ Km}^2$. Por su altura sobre el nivel del mar y ser una zona boscosa, este municipio es una importante cuenca hidrológica, aunque desafortunadamente, por la ausencia de precipitación pluvial, han descendido los volúmenes de las corrientes que brotaban en sus manantiales. El arroyo más caudaloso es el río de Santa Ana que posteriormente se convierte en “río” La Colmena

VILLA DEL CARBÓN

Se localiza al noreste del Estado de México, en las coordenadas extremas siguientes: máximas $19^{\circ} 54' 24''$ latitud norte y $99^{\circ} 39' 07''$ longitud oeste; mínimas $19^{\circ} 36' 48''$ latitud norte y $99^{\circ} 22' 21''$ longitud oeste. Tiene una extensión de $320,51 \text{ Km}^2$. Colinda al norte con el estado de Hidalgo y Jilotepec; al sur con Jiquipilco y Nicolás Romero; al este con el estado de Hidalgo, Tepotzotlán y Nicolás Romero y al oeste con Morelos y Chapa de Mota. Las principales corrientes de agua están constituidas por cuatro ríos: San Jerónimo y Las Animas; Los Sabios, El Oro que desemboca en la presa Taxhimay. El clima es templado con invierno frío. La temperatura media es de 20°C con humedad constante.

TIANGUISTENCO

El territorio municipal comprende una superficie de 121.53 Km². La altitud en la cabecera del municipio es de 2630 m s.n.m. Su clima es templado subhúmedo. Consecuencia de la abrupta configuración topográfica es la multitud de corrientes permanentes e intermitentes, tributarias principalmente del río Lerma, que corren a través del territorio municipal en cuya cuenca hidrológica está enclavada la casi totalidad de Tianguistenco. Una pequeña porción al sureste se dirige a la cuenca hidrológica del río Balsas. La principal corriente fluvial es el río Lerma que cruza al municipio de sur a norte. Santiago Tilapa tiene como clasificación climatológica C(w2) (w), que corresponde a templado. La temperatura media anual oscila entre 16° y 18°C.

La Laguna Victoria o Santiago Tilapa se localiza aproximadamente a 6 km del poblado de Santiago Tilapa a una altitud de 2720m s.n.m. con una superficie de 8 Ha.

TEMASCALTEPEC

Se encuentra en el área sur del Estado de México, ligeramente hacia el sureste de Toluca, en las coordenadas geográficas 100° 02' longitud oeste y 19° 03' de latitud norte. A una altura de 1,740 m s.n.m. Cuenta con múltiples elevaciones destacándose el Nevado de Toluca. Los principales ríos del municipio por su cauce permanente son tres: Río Verde, el Río Vado y el Río Temascaltepec. Además de 41 manantiales. Dentro de esta área geográfica se destacan dos zonas climáticas: la templada subhúmeda, al norte y al este y la semiárida húmeda, al sur y al oeste. La temperatura media anual oscila entre los 18° y 22°C. La precipitación pluvial anual va de los 800 a los 1,600 mm.

El Nevado de Toluca se localiza en la FVTM con coordenadas 19°08' latitud N y 99°44' longitud O. El lago "El Sol" esta situado en el cráter del volcán a 4250m s.n.m., el clima en el cráter es frío del tipo tundra alta, las temperaturas oscilan entre -2 y 5°C en el verano lluvioso con 1100 mm de precipitación anual. La

vegetación alrededor del lago es de tundra alta dominada por líquenes, musgos y pastos (Banderas Tarabay, 1991).

MATERIAL Y MÉTODO

TRABAJO DE GABINETE

Se llevó a cabo la revisión de la base de datos de la FVTM, que se encuentra en el Herbario IZTA, donde se obtuvo información acerca de las desmidiáceas del Estado de México.

TRABAJO DE CAMPO

Se utilizó el material colectado en “Chlorophyceae epicontinentales de la Faja Volcánica Transmexicana” por Pérez Mendoza (2003), donde se revisaron 143 colectas, pertenecientes a veintidós localidades, efectuadas en diferentes exploraciones del 2000 a 2002, en épocas de secas y lluvias, en los municipios de Jilotepec y Villa del Carbón.

Apoyadas en la base de datos de la FVTM, se realizaron nuevas exploraciones en ambientes de interés del tema: Presa Iturbide (Jilotzingo), Lago El Sol (Nevado de Toluca) y Laguna Victoria (Tianguistenco).

TRABAJO DE LABORATORIO

Se revisó la colección en líquido del material ficológico del Herbario IZTA donde están registrados algunos de los géneros de Desmidiaceae.

Las recolectas se tomaron con una malla de 27 μ m de diámetro, filtrando de 15 a 25 litros de agua y posteriormente fijadas con formol al 4%.

En las diferentes salidas se localizaron las formas de crecimiento, se observó el material *in vivo*, con lo cual mantuvimos algunas colectas de nuestro interés en medio líquido Bold Basal (Stein, 1973), con un foto periodo de 14:10, como un soporte para la determinación taxonómica.

MATERIAL BIOLÓGICO

Las colectas fueron revisadas en el microscopio de luz (ML), con el apoyo de tinciones de verde brillante, azul de cresil y lugol que permitieron una mejor observación de la pared celular, vainas gelatinosas y pirenoides, respectivamente (Kumar y Sing, 1979). De este modo fue seleccionado el material para las observaciones en MEB.

La preparación de las muestras y la observación al MEB se realizaron de la siguiente manera: una alícuota de 5 ml (material recolectado) fue fijada con gluteraldehído al 1% por 30 minutos, después se colocó en un buffer de fosfatos (Glavert, 1975) y gluteraldehído al 2%, por 30 minutos. Posteriormente se fijó con OsO₄ al 2% durante 20 minutos. Se continuó con un tren de deshidratación, en alcoholes (R-OH) del 30% hasta el 100% por 15 minutos cada uno. Terminada esta acción, se pasó a punto crítico (Emitech K 850) y finalmente se cubrió con un baño de oro (Emitech K 550) (Kim y Takamura, 2000), para continuar con la observación al microscopio electrónico (Hitachi S-2460N) localizado en el Instituto de Biología, UNAM.

La determinación taxonómica se realizó con apoyo en la siguiente bibliografía Bourrelly (1972), Brook (1981), Dillard (1990, 1991^{a,b}, 1993), Croasdale, (1973), Prescott *et al.*, (1975), Tiffany *et* Britton (1951) y West *et* West (1904, 1905, 1908, 1912, 1914). Además de las micrografías tomadas con el ML Nikon modelo Lobophot-II localizado en la Unidad de Morfología y Función de la FES Iztacala y las de MEB.

Para la caracterización taxonómica se tomo como referencia los caracteres citados por Novelo (1998) para *Cosmarium* y *Closterium* y para el resto de los géneros los considerados por Dillard (1990, 1991^{a,b} y 1993) y West (1904, 1905, 1908, 1912 y 1914). Para verificar los nombres científicos aceptados y sinónimos se utilizó como referencia el sistema de información taxonómica integrada (www.itis.usda.gov).

VARIABLES HIDROLÓGICAS

Para aportar datos a la caracterización hidrológica del ambiente se realizaron algunos análisis físicos y químicos del agua, considerando las siguientes variables: oxígeno disuelto (OD) por el método de Winkler modificado, pH (usando potenciómetro Cole Parmer Digi-Sense modelo 5985), alcalinidad y dureza total por el método titulométrico (Franco *et al.*, 1985), temperatura con un termómetro de mercurio, transparencia y profundidad por el disco de Secchi y las coordenadas geográficas fueron registradas con un GP marca Magellan modelo Meridian (1999).

RESULTADOS

FICOFLORA

En la tabla 2 se indican los resultados de la revisión de la base de datos de la FVTM, donde se reconocen 18 géneros de desmidiáceas. Para el estado de México hay 12 géneros (bibliografía anotada y exploraciones de la autora).

Particularmente, la bibliografía ficológica del Estado de México con registros de desmidiáceas señalan 63 especies agrupadas en 12 géneros, de los cuales los de mayor riqueza específica son *Closterium* (24) y *Cosmarium* (12) (Sámano Bishop, 1934; Rioja y Herrera, 1951; Kusel Fetzmann, 1973; Mendoza González, 1985 y Banderas Tarabay, 1991). En contraste, los de menor diversidad corresponden a *Cosmocladium*, citado por Mendoza González (1985) en la laguna Victoria, y *Xanthidium*, por Rioja y Herrera (1951) en los canales y ciénegas adyacentes a la laguna de Lerma (Tablas 2 y 3).

Tabla 2. Comparación del registro genérico señalados en la literatura, donde la columna de la izquierda indica los géneros de Desmidiáceae de la FVTM, la columna del centro lo correspondiente para el Estado de México por la bibliografía y la columna derecha lo determinado en el presente estudio (NR= No registrado P= presente X= no encontrado)

GÉNEROS EN LA FVTM	EDO. DE MÉX. (Bibliografía)	EDO. DE MÉX. (Resultados de Tesis)
1. <i>Actinotaenium</i>	NR	X
2. <i>Arthrodesmus</i>	NR	P
3. <i>Closterium</i>	P	P
4. <i>Cosmarium</i>	P	P
5. <i>Cosmocladium</i>	P	X
6. <i>Desmidium</i>	P	P
7. <i>Euastrum</i>	P	P
8. <i>Hyalotheca</i>	P	P
9. <i>Micrasterias</i>	P	P
10. <i>Onychonema</i>	P	P
11. <i>Sphaerososma</i>	P	P
12. <i>Penium</i>	NR	P
13. <i>Pleurotaenium</i>	P	P
14. <i>Spondylosium</i>	NR	P
15. <i>Staurastrum</i>	P	P
16. <i>Staurodesmus</i>	NR	X
17. <i>Teilingia</i>	NR	X
18. <i>Xanthidium</i>	P	X

AVANCES DEL CONOCIMIENTO FICOFLORESTICO (DESMIDIACEAE)

Con los datos obtenidos de la bibliografía ficológica del Estado de México por las cinco publicaciones del tema, se establece que de 1934 a 1991 el número de taxones conocidas de desmidiáceas se ha incrementado de 12 a 62; sumando la información de este trabajo, se alcanza el registro de 124 *taxa* infragenéricos para esta zona (Gráfica 1).

EXPLORACIONES FICOLÓGICAS

Se realizaron cinco exploraciones en ambientes lénticos, donde se colectaron 30 muestras; de ellas algunas, algunas fueron mantenidas en medio Bold Basal para ser procesadas en MEB. De éstas, sólo se mantuvo para su proceso las que contenían el género *Pleurotaenium*.

En la gráfica 2 se ilustran las localidades con mayor cantidad de géneros encontrados. El lago artificial en “parque ecológico Mijiaza” (Villa del Carbón), presentó nueve de los doce géneros señalados en este trabajo; a éste le siguieron el embalse Presa Iturbide y los charcos 1 y 2 adyacentes a la Presa Iturbide (Jilotzingo), con siete géneros, y en el que menos géneros se encontraron fue el lago El Sol (Temascaltepec) (Tabla 3).

MATERIAL DETERMINADO

El material biológico estudiado en ML y MEB permitió la determinación de 87 taxones distribuidos en 12 géneros de desmidiáceas (Tablas 2, 4 y 6), de los cuales se obtuvieron 304 micrografías (MEB) agrupadas en ocho géneros y 30 taxones; además, se fotografiaron 38 *taxa* ML. Para 31 *taxa* se cuenta con registro fotográfico. Para los géneros *Arthrodesmus*, *Hyalotheca*, *Onychonema* y *Spondylosium*, sólo se tienen registros fotográficos en ML.

En la gráfica 3 se anotan los géneros determinados y el número de taxones correspondientes. Los géneros con mayor riqueza específica correspondieron a: *Cosmarium* (26), *Closterium* (20) y *Staurastrum* (15).

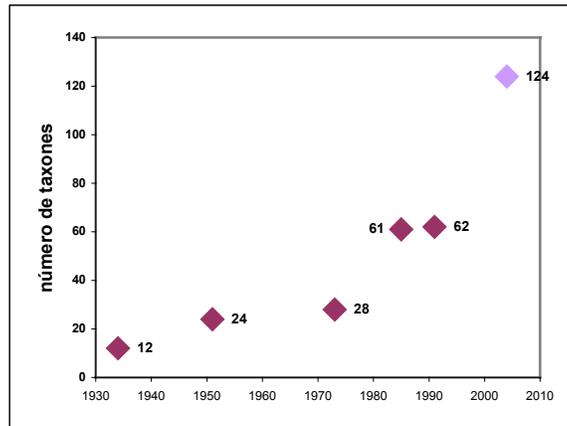
La tabla 3 reúne la información bibliográfica del Estado de México (Desmidiaceae) y se compara con los resultados del presente trabajo. Del material determinado, 62

taxa son nuevos registros, correspondientes a *Cosmarium* (19), *Closterium* (12), *Staurastrum*(13), *Pleurotaenium* (6), *Micrasterias* (4) y *Euastrum* (2). Además, tres géneros no habían sido citados: *Arthrodesmus* (3), *Penium*(2) y *Spondylosium* (1).

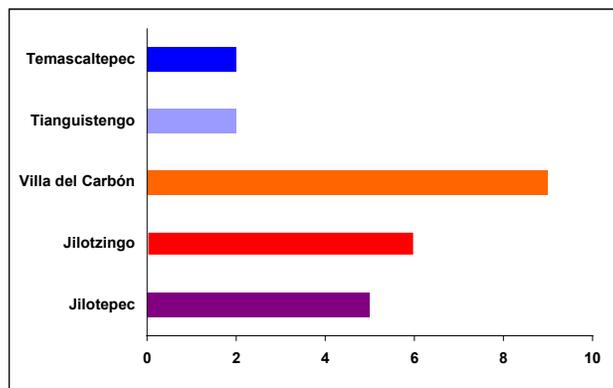
Así mismo se confirma la presencia de 24 taxa en los ambientes acuáticos del Estado de México citados en la literatura ficológica nacional.

Gráficas

Gráfica 1. Desmidiáceas en el estado de México



Gráfica 2. Géneros en las localidades estudiadas en el Estado de México



Gráfica 3. Registro de la biodiversidad específica para cada género de desmideáceas registrados en el Estado de México.

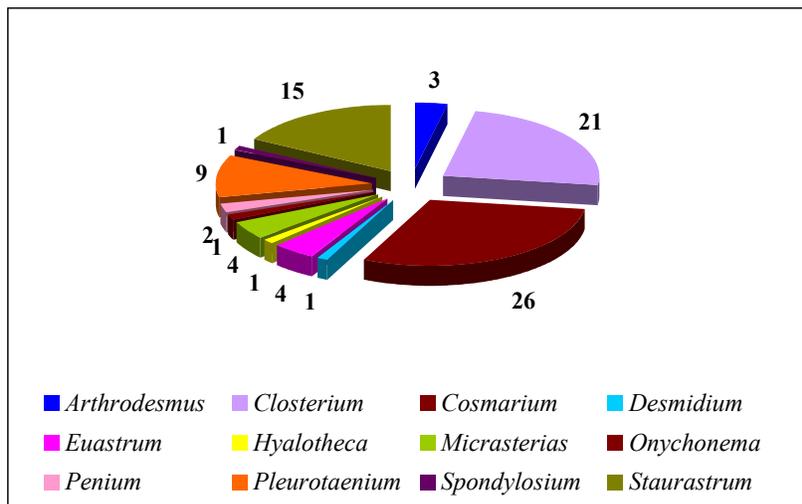


Tabla 3. Listado específico de la bibliografía. I. Sámano Bishop (1934), II. Rioja y Herrera (1951), III. Kusel Fetzmann (1973), IV Mendoza González. (1985) y V. Banderas Tarabay (1991) y los resultados del presente estudio, en la última columna con □ los taxones que coinciden con la bibliografía y con un ● los nuevos registros para el Estado de México.

Taxa	I	II	III	IV	V	Resultados
<i>Arthrodesmus convergens</i> Gutwinski						●
<i>A. identatus</i> (West et West) Prescott, Bicudo et Vinyard						●
<i>A. identatus</i> var. <i>rectangularis</i> (Scott et Groenblad) Prescott, Bicudo et Vinyard						●
<i>Closterium acerosum</i> Schrank	x			x		□
<i>C. aciculare</i> West	x					
<i>C. acutum</i> (Lyngb) De Brebisson	x					
<i>C. delponte</i> (Klebs) Wolle				x		
<i>C. diana</i> Ehrenberg				x		
<i>C. eboracense</i> (Ehrenberg) Turner						●
<i>C. eherebergii</i> Meneghini		x		x		
<i>C. gracile</i> Brebisson	x			x		□
<i>C. incurvum</i> Brebisson						●
<i>C. intermedium</i> Ralfs						●
<i>C. jenneri</i> Ralfs	x					□
<i>C. juncidium</i> Ralfs				x		
<i>C. kuetzingii</i> Brebisson		x		x		□
<i>C. lanceolatum</i> Kützing						●
<i>C. leibleinii</i> Kützing	x			x		
<i>C. libellula</i> Focke				x		
<i>C. lineatum</i> Ehrenberg	x					
<i>C. littorale</i> Gay				x		
<i>C. lunula</i> (Mueller) Nitsch		x				□
<i>C. lunula</i> var. <i>intermedium</i> Wutwinski						●
<i>C. moniliferum</i> (Bory) Ehrenberg	x			x		□
<i>C. navicula</i> (Brebisson) Luetkemüller						●
<i>C. parvulum</i> Naegeli						
<i>C. pronum</i> Brebisson				x		
<i>C. ralfsii</i> Brebisson						●
<i>C. ralfsii</i> var. <i>hybridum</i> Rabenhorst				x		□
<i>C. rostratum</i> Ehrenberg						●
<i>C. strigosum</i> Brebisson						●
<i>C. striolatum</i> Ehrenberg			x		x	□
<i>C. striolatum</i> f. <i>recta</i>						●
<i>C. subtruncatum</i>		x				
<i>C. subulatum</i> (Kützing) Brebisson		x				
<i>C. toxon</i> West						●
<i>C. turgidum</i> Ehrenberg				x		□
<i>C. ulna</i> Focke			x		x	
<i>Cosmarium bioculatum</i> Brebisson				x		□
<i>C. botrytis</i> (Meneghini) Ralfs				x		□
<i>C. botrytis</i> var. <i>subtumidum</i> Wittrock						●
<i>C. calcareum</i> Wittrock						●
<i>C. circulare</i> var. <i>minus</i> West et West		x				

Tabla 3 Continuación...

Taxa	I	II	III	IV	V	Resultados
<i>C. contractum</i> Kirchner						●
<i>C. depresum</i> f. <i>minutum</i> Heimer						●
<i>C. formosulum</i> Hoff						●
<i>C. formosulum</i> var. <i>nathorstii</i> (Boldt) West et West						●
<i>C. hammeri</i> var. <i>protuberans</i> West et West						●
<i>C. impresulum</i> Elfving						●
<i>C. meneghini</i> Brebisson						●
<i>C. obtusatum</i> Smichdle						●
<i>C. onychonema</i> Raciborski						●
<i>C. portianum</i> Archer				X		□
<i>C. pseudopyramidatum</i> var. <i>maximum</i> Borgensen						●
<i>C. punctulatum</i> Brebisson				X		□
<i>C. punctulatum</i> var. <i>subpunctulatum</i> (Noerdest) Borgensen				X		□
<i>C. rectosporum</i> Turner						●
<i>C. reniforme</i> (Ralfs) Archer				X		□
<i>C. repandum</i> Nordstedt						●
<i>C. retusum</i> (Perty) Rabenhorst						●
<i>C. sexangulare</i> Lundell				X		
<i>C. speciosum</i> var. <i>miakkense</i> Scott et Groenblad						●
<i>C. speciosum</i> var. <i>simplex</i> Nordstedt						●
<i>C. subcrenatum</i> Hantzsch				X		
<i>C. subcucumis</i> Schmidle				X		
<i>C. subspeciosum</i> Nordstedt						●
<i>C. tumidum</i> f. <i>minus</i> Messikomer						●
<i>C. undulatum</i> Corda				X		□
<i>C. undulatum</i> var. <i>minutum</i>				X		
<i>Cosmocladium hitchcockii</i> (Wolle) G.M. Smith				X		
<i>Desmidium swartzii</i> Agardh			X		X	□
<i>Euastrum binale</i>				X		
<i>Euastrum dubium</i>				X		
<i>E. insulare</i> (Witrock) Roy				X		□
<i>E. oblongum</i> (Greville) Ralfs			X		X	□
<i>E. pulchellum</i>				X		
<i>E. sphyroides</i> f. <i>granulata</i> Scott et Prescott						●
<i>E. verrucosum</i> Ehrenberg						●
<i>Hyalotheca dissiliens</i> (J.E. Smith) Brebisson				X		□
<i>Micrasterias americana</i> (Ehrenberg) Ralfs						●
<i>M. denticulata</i> var. <i>angulosa</i> (Hantzch) West et West						●
<i>M. mahabulenshwarrensis</i> f. <i>dichotoma</i> G. M. Smith						●
<i>M. radiata</i> Hassall		X				
<i>M. radiosa</i> Ralfs						●
<i>M. sol</i> Ehrenberg (Kützing)				X		
<i>M. truncata</i> (Corda) Brebisson		X				
<i>Onychonema filiforme</i> (Ehrenberg) Roy et Bisset				X		□
<i>Penium margaritaceum</i> (Ehrenberg) Brebisson						●
<i>P. spinospermum</i> Joshua						●
<i>Pleurotaenium cf. coronatum</i> var. <i>fluctuatum</i> West						●

Tabla 3 Continuación...

Taxa	I	II	III	IV	V	Resultados
<i>P. coronatum</i> (Brebisson) Rabenhorst				x		□
<i>P. coronatum</i> var. <i>nodulosum</i> (Brebisson) West						●
<i>P. coronatum</i> var. <i>robustum</i> West						●
<i>P. eherebergii</i> (Brebisson) DeBary	x				x	□
<i>P. maximum</i> (Reinsch) Lundell						●
<i>P. nodulosum</i> (Brebisson) DeBary						●
<i>P. trabecula</i> (Ehrenberg) Naegeli	x			x		□
<i>P. truncatum</i> (Brebisson) Naegeli						●
<i>Sphaerosozma exigum</i>				x		
<i>S. vertebratum</i> (Brebisson) Ralfs				x		
<i>Spondylosim luetkemuller</i> Groenblad						●
<i>Staurostrum alternans</i> (Brebisson) Ralfs						●
<i>S. brevispinum</i> (Brebisson) Ralfs				x		
<i>S. crenulatum</i> (Naegeli) Delponte						●
<i>S. ellipticum</i>				x		
<i>S. gracile</i> Ralfs				x		□
<i>S. gracile</i> var. <i>coronulatum</i> Boldt						●
<i>S. hapoliense</i> Wille						●
<i>S. hystrix</i> Ralfs						●
<i>S. lapponicum</i> (Smichdle) Groenblad						●
<i>S. leptocladum</i> f. <i>africanum</i> West et West						●
<i>S. lunatum</i> Ralfs						●
<i>S. muticum</i> (Brebisson) Ralfs						●
<i>S. natator</i> West						●
<i>S. natator</i> var. <i>crassum</i> West et West						●
<i>S. paradoxum</i> var. <i>parvum</i>	x					
<i>S. suborbiculare</i> West et West						●
<i>S. subpygmaeum</i> var. <i>spiniferum</i> Scott et Groenblad						●
<i>S. turgescens</i> var. <i>sparsigranulatum</i> Scott et Groenblad						●
<i>Xanthidium antilopaeum</i> var. <i>polymazu</i> Nordstedt		x				

DESCRIPCIONES

FORMATO DE DESCRIPCIONES

En las descripciones se anotan los caracteres importantes para este grupo (varía para cada género), la bibliografía específica utilizada para la determinación, el número de fotografía o figura, el número de herbario y la localidad. Los nuevos registros se remarcen con negritas. En cada nombre científico se antepone uno o dos asteriscos (*Caracterizada con ML, **Caracterizada con ML y MEB). Se ilustran algunos taxones con micrografías en ML y/o MEB, otros se ilustran en el apéndice con esquemas de Dillard (1990, 1991^{a,b} y 1993).

Arthrodesmus EHRENBURG, 1838

Células solitarias, relativamente pequeñas, con sinus abierto y bien marcado. En vista apical siempre elíptica (birradiadas); en cada hemicélula presentan al menos dos espinas insertadas en cada ángulo, sin engrosamiento en la región apical. Cloroplasto axial (generalmente uno en cada hemicélula), usualmente con un pirenoide central (Bourrelly, 1972 y Martínez Almeida, 1989^a).

****Arthrodesmus convergens* var. *incrassatus* Gutwinski**

Dillard, 1991; 158, pl. 45 fig. 4

Células de 35µm a 37.5µm de largo, 40µm a 42.5µm de ancho sin espinas y 62.5µm a 65µm de ancho con espinas y 7.5µm en el istmo; ligeramente mas anchas que largas. Hemicélula elipsoidal con dos espinas insertadas en la parte media lateral. Sinus abierto. Pared celular lisa. Un pirenoide por hemicélula.

Herbario IZTA=669. Lámina 4, foto 19.

Localidad: Presa Iturbide (embalse), Jilotzingo

****A. identatus* (West et West) Prescott, Bicudo et Vinyard**

Dillard, 1991, 161, pl. 43 Fig. 11

Células de 22.5µm de largo, 55µm de largo con procesos, 17.5µm de ancho y 5µm en el istmo; 1.3 veces mas larga que ancha. Hemicélula en forma de copa con dos largas espinas insertadas en los ángulos laterales dirigidas verticalmente, constricción media poco profunda, sinus abierto, vista apical elíptica. Ápice recto o ligeramente convexo. Pared celular lisa. Lámina 4, fotos 20 y 21; IZTA=1550

Localidad: Presa Iturbide (embalse), Jilotzingo

****A. identatus* var *rectangularis* (Scott et Groenblad) Prescott, Bicudo et Vinyard**

Dillard, 1991; 161, pl. 44 fig. 1

Células de 20µm de largo, 17.5µm de ancho sin espinas, 52.5µm de ancho con espinas y 7.5µm en el istmo; 1.1 veces mas larga que ancha. Difiere de la forma típica en que la hemicélula es claramente rectangular y el margen apical ligeramente convexo. Pared celular lisa. Apéndice 1, fig. 1; Herbario IZTA=1551

Localidad: Presa Iturbide (embalse), Jilotzingo.

Closterium NITZSCH, 1817

Células solitarias sin constricción media, generalmente cilíndricas, fusiformes, lunulares o rectas. Con polos redondeados que contienen una vacuola con gránulos móviles de sulfato de calcio. La pared celular es lisa o con estrías longitudinales, puede ser hialina, incolora o amarillo-café por incrustación de sales de hierro. Cloroplasto axial con una serie de pirenoides o con muchas series periféricas. En la mayoría de las especies se encuentran zonas de elongación que corresponden a un alargamiento de la hemicélula después de la división celular (Bourrelly, 1972, Martínez Almeida, 1989^a).

****C. eboracense* (Ehrenberg) Turner**

Dillard, 1990; 101, pl. 33 fig. 4; West, 1904; 140, pl. XVI, figs. 7-8

Células de 260µm de largo, 35µm de ancho y 10µm en el ápice; 7.4 veces mas larga que ancha. Ligeramente curva. Hemicélulas atenuadas hacia los polos. Ápices redondeados, margen ventral convexo. Pared celular lisa. Cloroplasto parietal en bandas con diez pirenoides en línea. Apéndice 2, fig. 1.

Localidad: Mijiaza (lago artificial)

****C. gracile* Brebisson**

Dillard, 1990; 102, pl. 30 fig. 10; West, 1904; 166, pl. XXI, figs. 8-12

Células de 217.5µm de largo, 10µm de ancho y 2.5µm en el ápice; 21.7 veces mas largas que anchas. Recta en la región media, ligeramente arqueadas hacia los polos. Ápices trunco-redondeados, márgenes laterales igualmente rectos sin inflación media. Pared celular lisa. Apéndice 2, fig. 2.

Localidad: Laguna Victoria, Tianguistenco

****C. incurvum* Brebisson**

Dillard, 1990; 103, pl. 41 fig. 8; West, 1904; 136, pl. XV, fig. 28-30

Células de 102µm de largo, 10µm de ancho y 2.5µm en el ápice; 10 veces mas larga que ancha. Curva, fuertemente atenuada hacia los polos. Ápices puntiagudos. Margen ventral cóncavo. Sin inflación media ventral. Pared celular lisa. Apéndice 2, fig. 3.

Localidad: Laguna Victoria, Tianguistenco

****C. intermedium* Ralfs**

Dillard, 1990; 103, pl. 37 fig. 4

Células de 167.5µm de largo, 15µm de ancho y 7.5µm en el ápice; 11 veces mas larga que ancha. Ligeramente curvas, margen dorsal ligeramente convexo y el ventral casi recto, atenuada hacia los polos. Ápices redondeados. Pared celular con 13 estrías en 10 micras. Lámina 1, fotos 1 y 3. Herbario IZTA=1552

Localidad: Presa Iturbide (charco 2), Jilotzingo

****C. jenneri* Ralfs**

Dillard, 1990; 104, pl. 34 fig. 3; West, 1904; 134, pl. XV, figs. 23-25

Células de 725µm de largo, 75µm de ancho y 2.5µm en el ápice; 9.6 veces mas larga que ancha. Curvas, margen ventral recto, sin inflación media, y haciéndose curvo hacia los polos. Ápices con terminación en punta. Pared celular finamente estriada. Apéndice 2, fig. 4.

Localidad: Mijiaza (lago artificial)

****C. kuetzingii* Brebisson**

Dillard, 1990; 105, pl. 38 fig. 7

Células de 420µm de largo, 22.5µm de ancho y 2.5µm en el ápice; 18.6 veces más larga que ancha. Ligeramente curvadas, márgenes laterales igual a cercanamente convexos, fuertemente atenuadas hacia los polos, ensanchamiento final en los ápices, redondeados. Pared celular estriada. Apéndice 2, fig. 5.

Localidad: Presa Iturbide (charco 2), Jilotzingo

****C. lanceolatum* Kützing**

Dillard, 1990; 106, pl. 28 fig. 8; West, 1904; 149, pl. XVII, figs. 9-10, pl. XVIII, fig. 7

Células de 345µm de largo, 45µm-47.5µm de ancho y 10µm en el ápice; 6.6 veces mas larga que ancha. Muy Ligeramente curvas, margen dorsal convexo, margen ventral recto a ligeramente cóncavo. Ligeramente atenuada hacia los ápices, los

cuales son redondeados. Pared celular lisa. Lámina 1, fotos 2, 4 y 6. Herbario IZTA=1553

Localidad: Presa Iturbide (charco 2), Jilotzingo.

*****C. lunula* (Mueller) Nitzsch**

Dillard, 1990; 109, pl. 29 fig. 5; West, 1904; 150, pl. XVIII, fig. 8-9

Células de 494-550µm de largo, 94-100µm de ancho y 15µm en el ápice; 5 veces mas larga que ancha. Ligeramente curvadas, margen ventral ligeramente convexo en la región media, atenuadas hacia los ápices, margen dorsal ligeramente arqueado. Pared celular finamente estriada 20/10µm. Lámina 3, fotos 13, 14 y 15. Herbario IZTA=1554

Localidad: Presa Iturbide (charco 2), Jilotzingo.

****C. lunula* var. *intermedium* Gutwinski**

Dillard, 1990; 110, pl. 29 fig. 9; West, 1904; 152, pl. XVIII, fig. 12

Células de 610µm de largo, 87.5 µm de ancho y 15µm en el ápice; 7 veces mas larga que ancha. Fuertemente curvadas, margen ventral recto excepto en el centro que esta ligeramente convexo, margen dorsal convexo y ápices redondeado. Pared celular finamente estriada 17/10µm. Apéndice 2, fig. 7.

Localidad: Presa Iturbide (charco 2), Jilotzingo.

****C. moniliferum* (Bory) Ehrenberg**

Dillard, 1990; 111, pl. 35 fig. 5; West, 1904; 142, pl. XVI, figs. 15-16

Células de 187.5µm de largo, 32.5µm de ancho y 7.5µm en el ápice; 5.7 veces mas larga que anchas. Ligeramente curva, el margen ventral con una inflación media, margen dorsal convexo. Atenuada hacia los ápices, los cuales son redondeados. Pared celular lisa a finamente estriada. Lámina 1, Foto 5; Herbario IZTA=1555

Localidad: Presa Iturbide (charco 2), Jilotzingo.

****C. navicula* (Brebisson) Luetkemüller**

Dillard, 1990; 112, pl. 28 fig. 7

Células de 67.5µm de largo, 17.5µm de ancho y 5µm en el ápice; 3.8 veces mas larga que ancha. Ápices redondeados, un granulo apical, márgenes laterales convexos en la región media. Plasto de 3 a 4 en bandas. Apéndice 2, fig. 9.

Localidad: Presa Iturbide (charco 2), Jilotzingo.

***C. ralfsii* Brebisson**

Dillard, 1990; 116, pl. 38 fig. 1; West, 1904; 182, pl. XXIV, figs. 6-7

Células de 500µm de largo, 55µm de ancho y 8µm en el ápice; 9 veces mas larga que ancha. Ligeramente curva, con inflación media, se adelgaza gradualmente hacia los ápices redondeados. Margen dorsal y ventral ligeramente convexo. Sin cinturón medio. Pared celular estriada. Lámina 2, foto 8; Herbario IZTA=1556

Localidad: Presa Iturbide (charco 2), Jilotzingo.

****C. ralfsii* var. *hybridum* Rabenhorst**

Dillard, 1990; 116, pl. 38 fig. 1; West, 1904; 182, pl. XXIV, figs. 6-7

Células de 500µm de largo, 30.5µm de ancho y 5µm en el ápice; 16 veces mas largas que anchas. Ligeramente curva, con una inflación ventral media, se adelgazan gradualmente hacia los ápices extendidos, margen dorsal y ventral convexo. Pared celular amarillo-café, sin un cinturón, finamente estriada. Lámina 2, foto 7. Herbario IZTA=1557

Localidad: Presa Iturbide (charco 2), Jilotzingo.

*****C. rostratum* Ehrenberg**

Dillard, 1990; 116, pl. 38 fig. 6; West, 1904; 188, pl. XXVI, figs. 1-5

Células de 320µm de largo, 22.5µm de ancho y 2.5µm en el ápice; 14 veces mas larga que ancha. Ligeramente curvadas, con una inflación en la región media. Pared celular estriada 16/10µm. Lámina 2, foto 9 y lámina 3, foto 16; Herbario IZTA=1558

Localidad: Presa Iturbide (charco 2), Jilotzingo.

***C. strigosum Brebisson**

Dillard, 1990; 117, pl. 30 fig. 2; West, 1904; 165, pl. XXI, figs. 6-7

Células 207.5µm de largo, 12.5µm de ancho y de 2.5µm a 5µm en el ápice; 16.6 veces mas larga que ancha. Recta en los márgenes laterales con los ápices ligeramente curvos y puntiagudos. Pared celular lisa. Apéndice 2, fig. 10.

Localidad: Laguna Victoria, Tianguistenco.

****C. striolatum Ehrenberg**

Dillard, 1990; 118, pl. 36 fig. 6; West, 1904; 122, pl. XIII, figs. 7-16

Células de 310µm de largo, 25µm de ancho y 10µm en el ápice; 12 veces mas larga que ancha. Células ligeramente curvadas, margen ventral mas convexo que el dorsal, atenuadas hacia los ápices. Ápices alargados y engrosados con una ligera inflación final. Pared celular finamente estriada 8/10µm. Con un cinturón evidente.

Lámina 2, foto 10 y 12; Herbario IZTA=1559

Localidad: Mijiaza (lago artificial), Presa Iturbide (charco 2), Jilotzingo.

****C. striolatum f. recta West**

West, 1904; 124, pl. XIII, fig. 17

Células de 254µm de largo, 29µm de ancho y 9µm en el ápice; 9 veces mas larga que ancha. Foto 12 y 13. Recta, atenuada hacia los ápices trunco-redondeados. Margen dorsal recto, margen ventral ligeramente convexo. Pared celular estriada, 8/10µ. Lámina 3, fotos 16, 17 y 18; Herbario IZTA=1560

Localidad: Mijiaza (lago artificial), Presa Iturbide (charco 2), Jilotzingo.

***C. toxon West**

Dillard, 1990; 118, pl. 32 fig. 2; West, 1904; 160, pl. XX, figs. 13-14.

Células de 350 de largo, 17.5µm de ancho y 5µm en el ápice. 20 veces mas larga que ancha. Recta con márgenes rectos y paralelos en la región media, ápices ligeramente curvos y truncados. Apéndice 2, fig. 11.

Localidad: Presa Iturbide (charco 2), Jilotzingo.

**C. turgidum* var. *borgei* Ehrenberg

Dillard, 1990; 119, pl. 35 fig. 8; West, 1904; 170, pl. XXII, figs. 4-5

Células de 340-710µm de largo, 25-37.5µm de ancho y 7.5-12.5µm en el ápice; 12-14 veces mas larga que ancha. Células ligeramente curvadas, sin inflación en la región media, ápices truncos y engrosados, margen dorsal y ventral igualmente curvos. Pared celular ligeramente amarilla y estriada, 13 pirenoides por hemicélula.

Lámina 2, foto 11. Herbario IZTA=1561

Localidad: Presa Iturbide (charco 2), Jilotzingo.

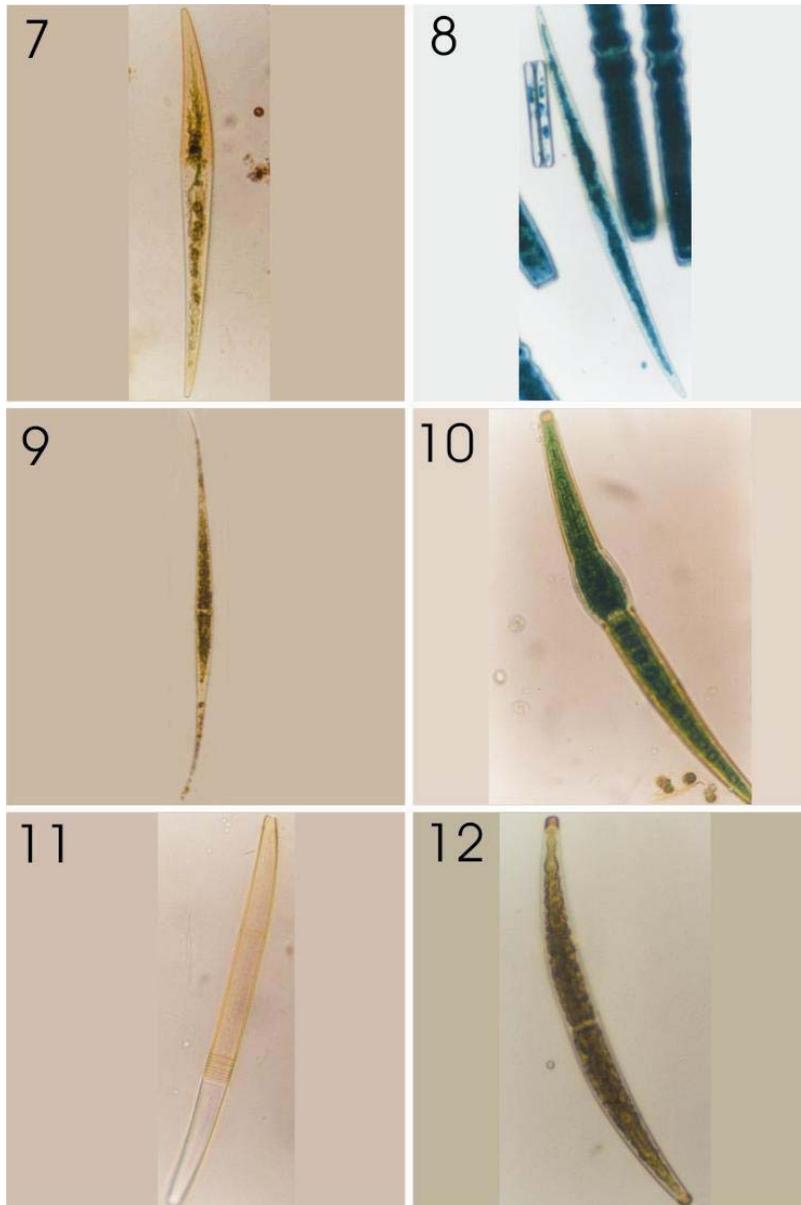
LÁMINA 1*



1. *Closterium intermedium*
2. *C. lanceolatum*
3. *C. intermedium*, detalle del istmo
4. *C. lanceolatum*, detalle del ápice
5. *C. moniliferum*
6. *C. lanceolatum*, detalle del ápice

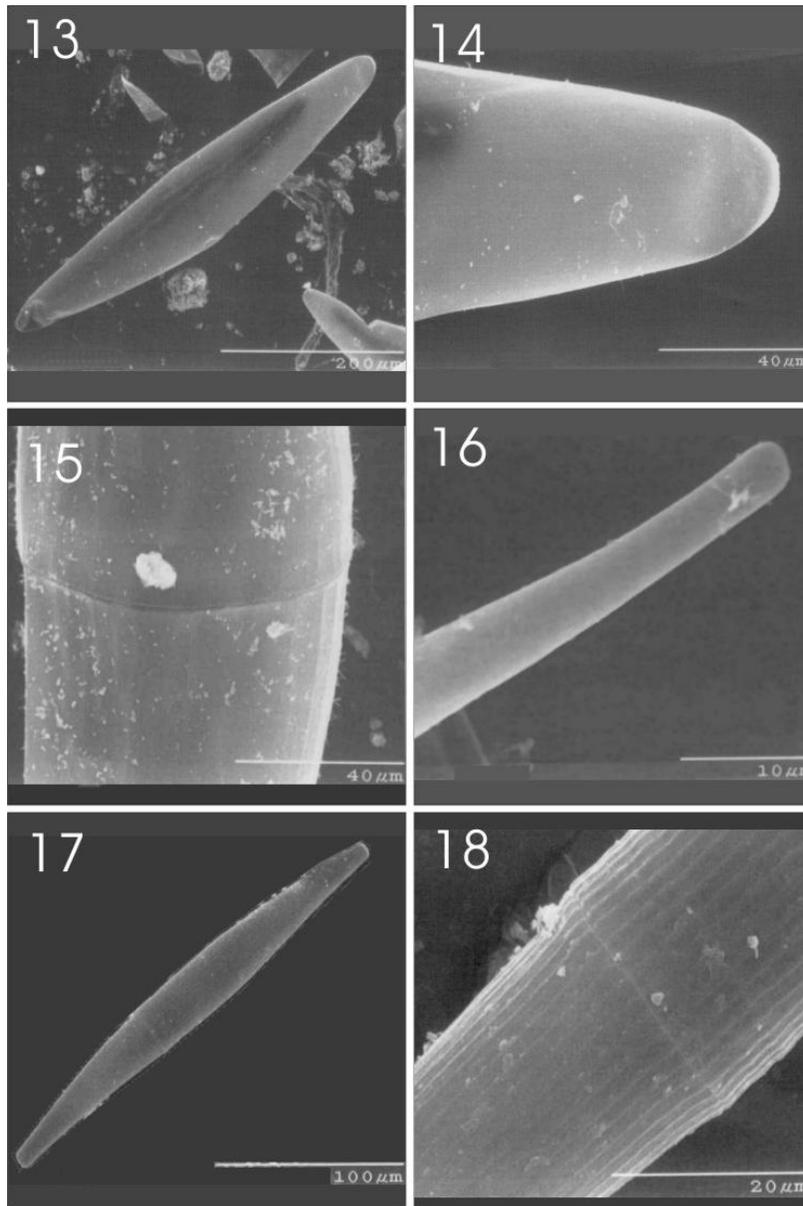
* Medidas de las células en el texto.

LÁMINA 2*



7. *Closterium ralfsii* var. *hybridum*
8. *C. ralfsii*
9. *C. rostratum*
10. *C. striolatum*, en alargamiento de la hemicélula
11. *C. turgidum* var. *borgei*
12. *C. turgidum* var. *borgei*

LÁMINA 3



- 13. *Closterium lunula*
- 14. *C. lunula*, detalle del ápice
- 15. *C. lunula*, detalle del istmo
- 16. *C. rostratum*, detalle del ápice
- 17. *C. striolatum* f. *recta*
- 18. *C. striolatum* f. *recta*, líneas de alargamiento

Cosmarium CORDA EX RALFS, 1848

Células solitarias, hemicélulas elípticas, subcirculares, semicirculares, subcuadradas o piramidales truncadas, con ápices redondeados, truncados o subtruncados, con un sinus profundo y sin incisión apical, centro de la hemicélula protuberante; vista lateral elíptica, subelíptica u oblonga. Pared celular lisa, punteada, escrobiculada, granulada, con verrugas o espinas cortas, nunca con espinas laterales largas. Cloroplasto axial con uno o varios pirenoides (Bourrelly, 1972; Martínez Almeida, 1989^a).

*****C. botrytis* (Meneghini) Ralfs**

Dillard, 1991; 52, pl. 37 fig. 1; West, 1912; 1, pl. XCVI, figs. 1, 2, 5-15.

Células de 67µm de largo, 52µm de ancho, 12µm en el istmo y 17.5µm de grosor; 1.2 veces mas larga que ancha. Hemicélula en vista frontal piramidal truncada, con el ápice recto, ángulos basales y superiores redondeados. Constricción media profunda, sinus lineal, istmo bien marcado (un tercio de la célula). Márgenes laterales rectos a ligeramente convexos. En vista apical y lateral elíptica con un engrosamiento en el centro, Pared celular granulosa, excepto cerca del centro de la hemicélula. Lámina 4, foto 22 y lám. 7, fotos 37, 38, 39 y 40. Herbario IZTA=1562
Localidad: Mijiaza (lago artificial).

*****C. botrytis* var. *subtumidum* Wittrock**

Dillard, 1991; 53, pl. 37 fig. 5; West, 1912; 5, pl. XCVII figs. 2, 3.

Células 66µm de largo, 57µm de ancho, 11µm en el istmo y 34µm de grosor; 1.1 veces mas larga que ancha. Ángulos basales de la hemicélula redondeados, en vista frontal con 2 series de gránulos concéntricos en la región media. Pared celular granulada. Lámina 4, foto 23. Herbario IZTA=1563
Localidad: Mijiaza (lago artificial).

****C. bioculatum* Brebisson**

Dillard, 1991; 49, pl. 8 fig. 5; West, 1905; 165, pl. LXI, figs. 3-7

Células de 25µm de largo, 20µm de ancho, 5µm en el istmo y 10-12.5µm de grosor; 1.3 veces mas larga que ancha. Hemicélula semicircular, circular en vista lateral, elíptica en vista apical. Sinus linear ligeramente abierto. Pared celular lisa. Apéndice 1, fig. 2.

Localidad: Mijiaza (lago artificial).

****C. calcareum* Wittrock**

Dillard, 1991; 54, pl. 26 fig. 4; West, 1908; 235 pl. LXXXVII, figs. 1, 2.

Células de 22.5µm de largo, de 15-17.5µm de ancho y 5µm en el istmo; 1.3 veces mas larga que ancha. Hemicélula oblongo-trapeciforme, vista lateral circular con dos gránulos laterales, vista apical elíptica. Márgenes laterales crenulados, ápice truncado recto a ligeramente convexo. Con una protuberancia media. Pared granulada. Apéndice 1, fig. 3.

Localidad: Laguna Victoria, Tianguistenco.

****C. contractum* Kirchner**

Dillard, 1991; 58, pl. 8 fig. 13; West, 1905; 170, pl. LXI, figs. 23, 25 y 34.

Células de 30-54µm de largo, 17-34µm de ancho y de 4-10µm en el istmo; 1.3-1.5 veces mas larga que ancha. Hemicélula en vista frontal elíptica, en vista lateral circular con los ápices redondeados, en vista apical elíptica sin engrosamiento central, istmo bien marcado aprox. en un tercio y sinus abierto. Pared celular lisa a finamente punteada. Lámina 4, foto 24. Herbario IZTA=1564

Localidad: Mijiaza (lago artificial).

****C. depressum* f. *minutum* Heimer**

Dillard, 1991; 65, pl. 7 fig. 7.

Células de 25µm de largo, 25µm de ancho y 7.5µm en el istmo; igual de larga que ancha. Envuelta en mucílago. Hemicélula elíptica en vista frontal, circular en vista lateral y elíptico ovalada en vista apical. Sinus abierto. Pared celular lisa. Apéndice 1, fig. 4.

Localidad: Mijiaza (lago artificial).

****C. formosulum* Hoff**

Dillard, 1991; 71, pl. 25 fig 6 y 7; West, 1908; 240, pl. LXXXVIII, figs. 1-3.

Células de 47.5µm de largo, 40.5 a 42.5µm de ancho, 12.5µm en el istmo. Sinus cerrado, ondulaciones en el margen (9 laterales) indistintos en el ápice. Vista apical con una protuberancia media de gránulos. Pared celular granulada. Ángulos redondeados. Apéndice 1, fig. 5.

Localidad: Mijiaza (lago artificial).

*****C. formosulum* var. *nathorstii* (Boltdt) West et West**

Dillard, 1991; 71, pl. 25 fig. 7.

Células de 59µm de largo, 55µm de ancho, 12µm en el istmo. 1.1 veces más largas que anchas. Hemicélula en vista frontal piramidal truncada, vista apical y lateral oval, márgenes laterales convexos y 6-8 crenaciones bilobuladas, ángulos basales redondeados, istmo bien marcado más de un tercio, sinus ligeramente inflado internamente y cerrado externamente, ángulos basales ligeramente redondeados. Con una protuberancia media de siete gránulos concéntricos. Pared celular granulosa. Lámina 7, foto 41. Herbario IZTA=1565

Localidad: Mijiaza (lago artificial).

****C. hammeri* var. *protuberans* West et West**

Dillard, 1991; 75, pl. 10 fig. 5; West, 1905; 183, pl. LXII, figs. 24-25.

Células de 32.5µm de larga, 25µm de ancho y 10µm en el istmo: 1.3 veces mas larga que ancha. Hemicélula trapeciforme, ápice recto, con ángulos basales redondeados, vista apical y lateral elíptica, con engrosamiento central en la hemicélula, márgenes laterales ligeramente cóncavos, istmo bien marcado aprox. en un tercio y sinus cerrado y lineal. Pared celular lisa o finamente punteada. Lámina 5, fotos 27 y 28. Herbario IZTA=1566

Localidad: Presa Iturbide (embalse), Jilotzingo.

*****C. impresulum* Elfving**

Dillard, 1991, 76, pl. 15 fig. 5; West, 1908; 86, pl. LXXII, figs. 14-18.

Células 25µm de largo, 17.5 de ancho y 7.5µm en el istmo; 1.4 veces mas larga que ancha. Hemicélulas en vista frontal semicirculares, margen con ocho ondulaciones incluyendo el ápices, en vista lateral elíptica, en vista apical ovalada-elíptica. Istmo bien marcado aprox. un tercio de la célula, sinus lineal, pared celular lisa. Lámina 5, foto 26. Herbario IZTA=1567

Localidad: Presa Iturbide (embalse), Jilotzingo.

****C. meneghinii* Brebisson**

Dillard, 1991; 85, pl. 18 fig. 9.

Células de 26.5µm de largo, 21.8µm de ancho y 5.7µm en el istmo; 1.2 veces mas larga que ancha. Hemicélulas en vista frontal, en la región basal rectangular y en la región superior piramidal truncada, ápice ligeramente cóncavo, en vista apical elíptica, en vista lateral subcircular, istmo bien marcado aprox. un tercio, sinus cerrado y lineal, márgenes ondulados. Pared celular lisa. Lámina 5, foto 25. Herbario IZTA=1568

Localidad: Presa Iturbide (embalse), Jilotzingo.

****C. obtusatum* Schmidle**

Dillard, 1991; 92, pl. 15 fig. 2

Células de 55µm de largo, 59µm de ancho y 12µm en el istmo; ligeramente mas larga que ancha. Hemicélula piramidal truncada, ángulos basales ligeramente redondeados, con 8 ondulaciones en el margen en 2 series intramarginales, con una serie de gránulos concéntricos en la región media. En vista apical ovalada con una protuberancia media. Pared celular granulada. Apéndice 1, fig. 6.

Localidad: Mijiaza (lago artificial).

****C. onychonema* Raciborski**

Dillard, 1991; 94, pl. 7 fig. 9.

Células de 25µm de largo, 25µm de ancho y 7.5µm en el istmo. Hemicélula semicircular elíptica, en vista lateral semicircular, en vista apical elíptica con dos papilas medias laterales. Envuelta en mucílago. Pared celular lisa o finamente punteada. Apéndice 1, fig. 7.

Localidad: Mijiaza (lago artificial).

*****C. portianum* Archer**

Dillard, 1991; 103, pl. 27 fig. 11; West, 1908; 159, pl. LXXX, figs. 4-7.

Células de 38.6µm de largo, 32.2µm de ancho y 11.3µm de istmo; 1.2 veces mas larga que ancha. Hemicélula en vista frontal elíptica, sin engrosamiento en el centro, en vista apical elíptica y vista lateral circular, istmo muy marcado y alargado más de un tercio de la célula, sinus abierto, con un arreglo granuloso, de 21 a 23 gránulos en el margen. Pared celular granulada. Lámina 5, foto 29 y lámina 7, foto 4. Herbario IZTA=1569

Localidad: Presa Iturbide (embalse), Jilotzingo.

****C. pseudopyramidatum* var. *maximum* Borgensen**

Dillard, 1991; 109, pl. 14 fig. 7; West, 1905; 201, pl. LXIV, figs. 9-12.

Células de 92.5µm de largo, 65µm de ancho y 25µm en el istmo; 1.4 veces mas larga que ancha. Hemicélula piramidal en vista frontal sin engrosamiento central, ápice recto, ángulos basales redondeados, ángulos superiores redondeados. Istmo bien marcado, más de un tercio de la célula, sinus cerrado y lineal. Vista lateral y apical elíptica. Pared celular finamente punteada. Lámina 6, foto 32. Herbario IZTA=1570

Localidad: Presa Iturbide (charco).

*****C. punctulatum* Brebisson**

Dillard, 1991; 112, pl. 26 fig. 9; West, 1908; 206, pl. LXXXIV, figs. 13-14.

Células de 28.4µm de largo, 21.3µm de ancho y 8.9µm en el istmo; 1.3 veces mas larga que ancha. hemicélulas elíptica, ángulos basales redondeados, márgenes laterales convexos, istmo bien marcado y sinus linear cerrado. En vista lateral circular, en vista apical elíptica. Pared celular granulada de 23 a 24 gránulos alrededor de la hemicélula. Foto 32. Herbario IZTA=1571

Localidad: Mijiaza (lago artificial).

*****C. punctulatum* var. *subpunctulatum* (Nordest) Borgensen**

Dillard, 1991; 113, pl. 26 fig. 11.

Células de 27µm de largo, 30µm de ancho y 7µm en el istmo; ligeramente mas ancha que larga. Hemicélula en vista frontal trapeciforme, con una serie de gránulos grandes arreglados concentricamente en la parte media, márgenes redondeados, istmo bien marcado aprox. un tercio de la célula, sinus lineal y cerrado. Pared celular granulada con 18 series de gránulos en el margen, en la región basal lisa. Vista lateral con un inflación media, vista pical elíptica. Lámina 6, foto 31 y lámina 8, foto 43. Herbario IZTA=1572

Localidad: Mijiaza (lago artificial).

****C. rectosporum* Turner**

Dillard, 1991; 119, pl. 13 fig. 6.

Células de 32.5µm de largo, 27.5µm de ancho y 7.5µm en el istmo; 1.2 veces mas larga que ancha. Hemicélula truco piramidal. Lóbulos basales ampliamente redondeados. Constricción media profunda, sinus linear cerrado. Vista apical elíptica. Pared celular lisa. Apéndice 1, fig. 8.

Localidad: Presa Iturbide.

*****C. reniforme* (Ralfs) Archer**

Dillard, 1991; 121, pl. 28 fig. 8; West, 1908; 157, pl. LXXIX, figs. 1-2.

Células de 50µm de largo, 37.5µm de ancho y 12.5µm en el istmo; 1.3 veces mas larga que ancha. Hemicélula en vista frontal reniforme, sin engrosamiento en el centro, con el ápice redondeado, ángulos basales y laterales redondeados, istmo bien marcado más de un tercio y alargado, sinus formando un triángulo internamente y cerrado externamente. Vista lateral circular, en vista apical elíptica. Pared celular con gránulos dispuestos en arcos. Dos pirenoides por hemicélula. Lámina 8, foto 44. Herbario IZTA=1573

Localidad: Mijiaza (lago artificial).

****C. repandum* Nordstedt f. *sexangulare* Bicudo**

Dillard, 1991; 122, pl. 17, fig. 3.

Células de 15µm de largo, de 12.5 a 15µm de ancho y 2.5µm en el istmo; 1 a 1.2 veces mas larga que ancha. Hemicélula en vista frontal semicircular, sin protuberancia media, ápice redondeado, ángulos laterales y basales redondeados, Istmo bien marcado, aprox. un tercio de la célula, sinus linear y cerrado. Vista apical elíptica y lateral elíptica. Pared celular lisa. Lámina 6, foto 35. Herbario IZTA=1574
Localidad: Mijiaza (lago artificial).

****C. retusum* (Perty) Rabenhorst**

Dillard, 1991; 122, pl. 33 fig. 10

Células de 25µm de largo, 22.5µm de ancho y 7.5µm en el istmo; 1.1 veces mas larga que ancha. Hemicélula trunco piramidal, elíptica con una inflación media en vista apical. Lóbulos basales ampliamente redondeados. Lóbulos apicales rectos a ligeramente cóncavos. Ápice con 3 a 4 gránulos visibles. Constricción media profunda, sinus linear. Pared celular granulada con arreglo irregular. Apéndice 1, fig. 9.

Localidad: Laguna Victoria, Tianguistenco.

*****C. speciosum* var. *miakkense* Scott et Groenblad**

Dillard, 1991; 126, pl. 35, fig. 9; West, 1908; 250, pl. LXXXIX, fig. 6

Células de 72.5-81µm de largo, 50-67µm de ancho y 17-17.5µm en el istmo; 1.4 veces mas larga que ancha. Hemicélulas en vista frontal piramidal, ángulos basales redondeados ligeramente, margen con 23 crenaciones, ápice trunco, istmo bien marcado, aprox. un tercio, sinus lineal y cerrado. Pared celular con 4-5 hileras de crenaciones dispuestas en series radiales, con tres costillas longitudinales en la región media basal y cuatro gránulos supraistmales, vista lateral ovada, en vista apical elíptica. Lámina 6, fotos 33 y 34 y lámina 8, foto 45. Herbario IZTA=1575

Localidad: Mijiaza (lago artificial).

*****C. speciosum* var. *simplex* Nordstedt**

Dillard, 1991; 126, pl. 36 fig. 1

Células de 57µm de largo, 53µm de ancho y 16µm en el istmo; ligeramente mas larga que ancha. Hemicélula en vista frontal piramidal, margen crenado (9 crenas

laterales) ápice indistinto. Ángulos basales redondeados. Sinus linear. Pared celular crenada y lisa en la región media. Herbario IZTA=1576

Localidad: Mijiaza (lago artificial).

****C. subspeciosum* Nordstedt**

Dillard, 1991; 133, pl. 25 fig. 8; West, 1908; 252, pl. LXXXIX, fig. 11

Células de 42.5µm de largo, 25µm de ancho y 12.5µm en el istmo; 1.7 veces mas larga que ancha. Hemicélula trunco piramidal con 20 ondulaciones en el margen. Vista apical con una inflación media rodeada de gránulos concéntricos. Un pirenoide por hemicélula. Apéndice 1, fig. 10.

Localidad: Mijiaza (lago artificial).

****C. tumidum f. minus* Messikomer**

Dillard, 1991; 140, pl. 7 fig. 2

Células de 25µm de largo, 22.5µm de ancho, 10µm en el istmo y de 10 a 12.5µm de grosor; 1.1 veces mas larga que ancha. Hemicélula subreniforme, circular en vista lateral, elíptica-romboide en vista apical. Sinus cerrado, linear. Pared celular lisa o finamente punteada. Apéndice 1, fig. 11.

Localidad: Mijiaza (lago artificial)

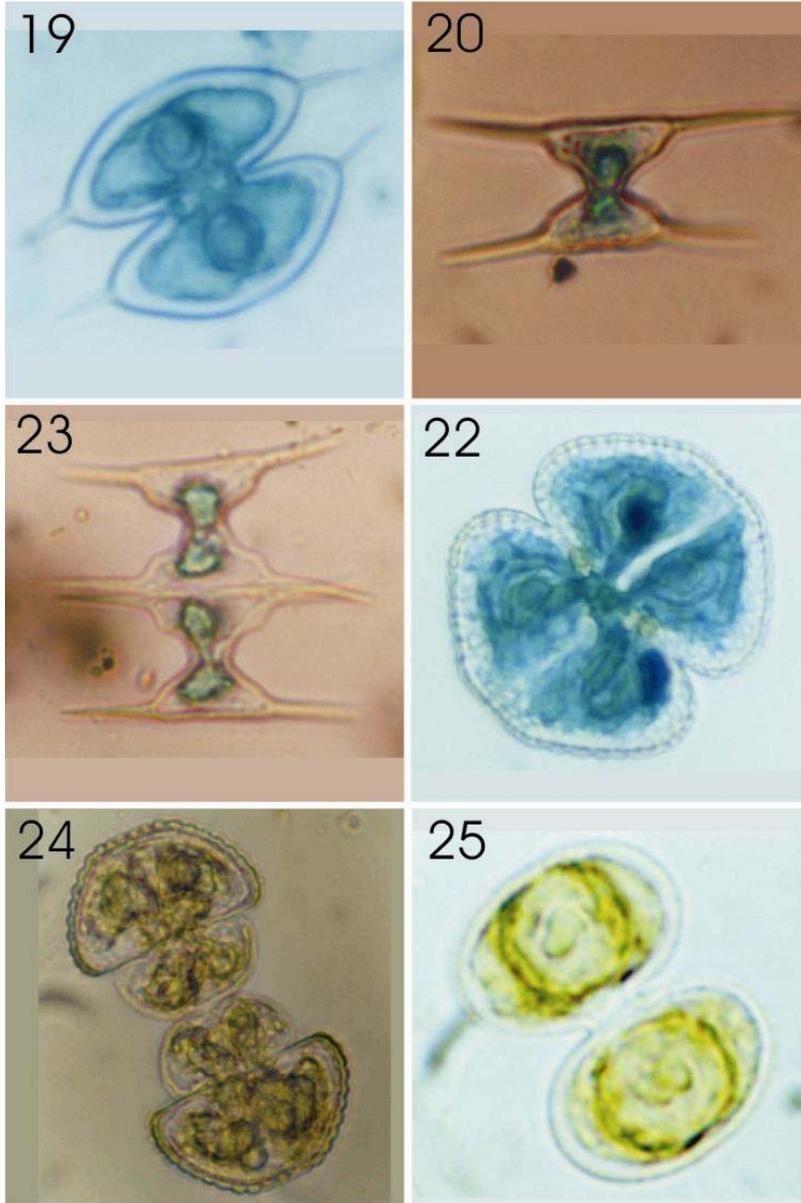
****C. undulatum* Corda**

Dillard, 1991; 141, pl. 5 fig. 6; West, 1905; 148, pl. LIX, figs. 1-3, 5

Células de 64µm de largo, 54µm de ancho y 21µm en el istmo; 1.2 veces mas larga que ancha. Hemicélula en vista frontal semicircular, sin engrosamiento del centro de la hemicélula, con márgenes con 10-12 ondulaciones , ápice recto, ángulos basales y laterales redondeados, istmo bien marcado aprox. un tercio de la célula, sinus lineal y cerrado, constricción media profunda, sinus cerrado. en vista lateral circular y en vista apical elíptica. Pared celular lisa, vista lateral subcircular, vista apical elíptica. Lámina 6, foto 36. Herbario IZTA=1577

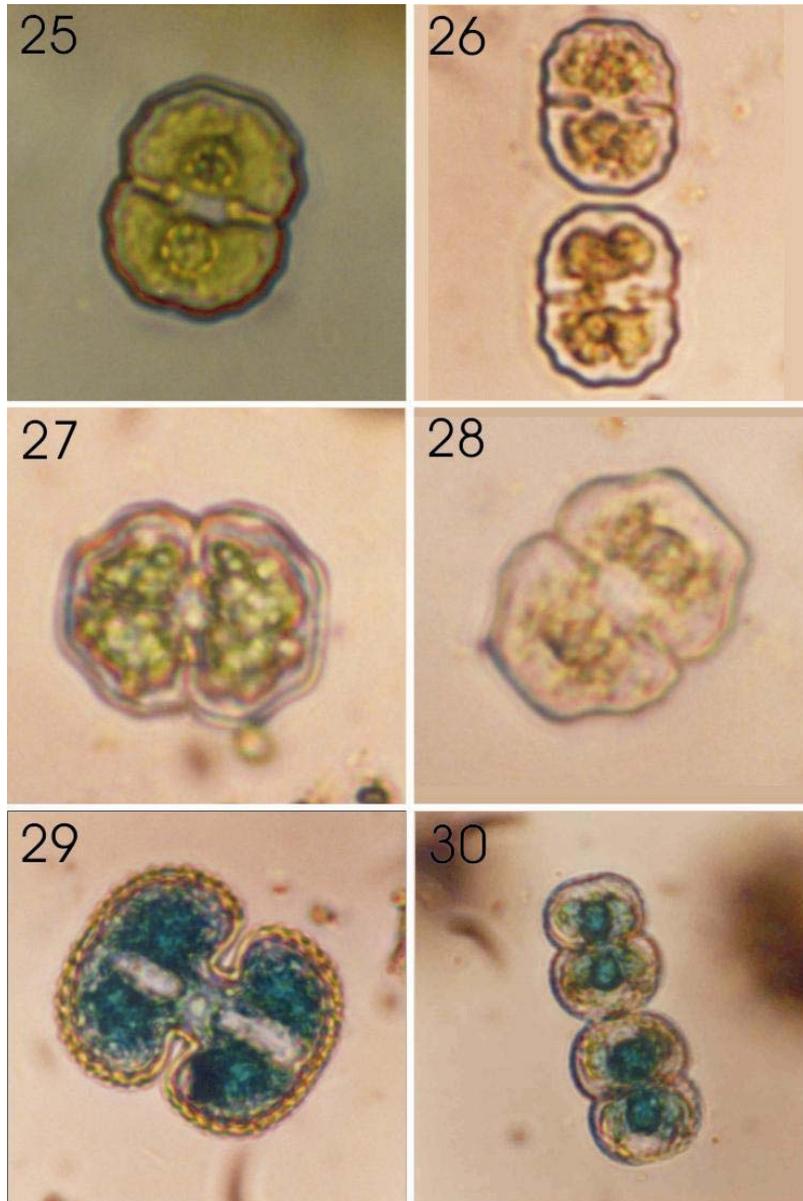
Localidad: Charco Km 75, Jilotepec.

LÁMINA 4*



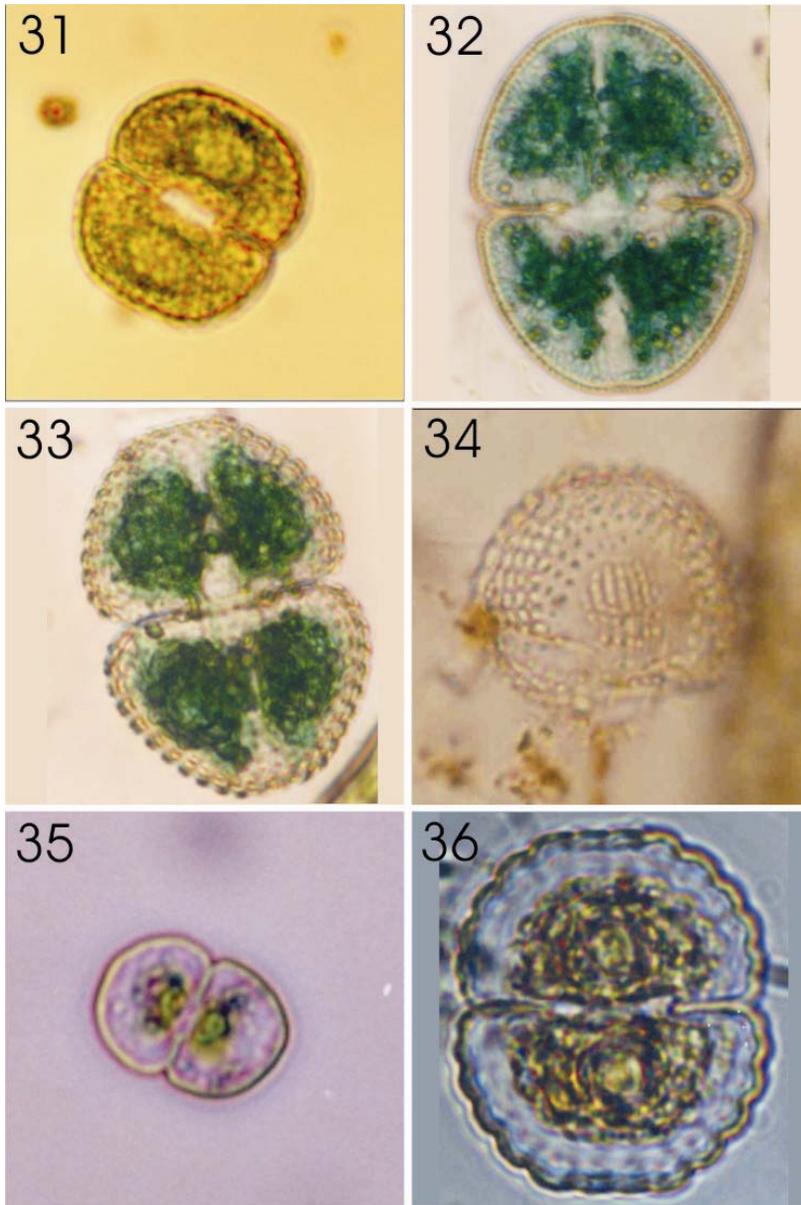
- 109. *Arthrodesmus convergens* var. *incrassatus*
- 110. *A. identatus*
- 111. *A. identatus*
- 112. *Cosmarium botrytis*
- 113. *C. botrytis* var. *subtumidum*
- 114. *C. contractum*

LÁMINA 5*



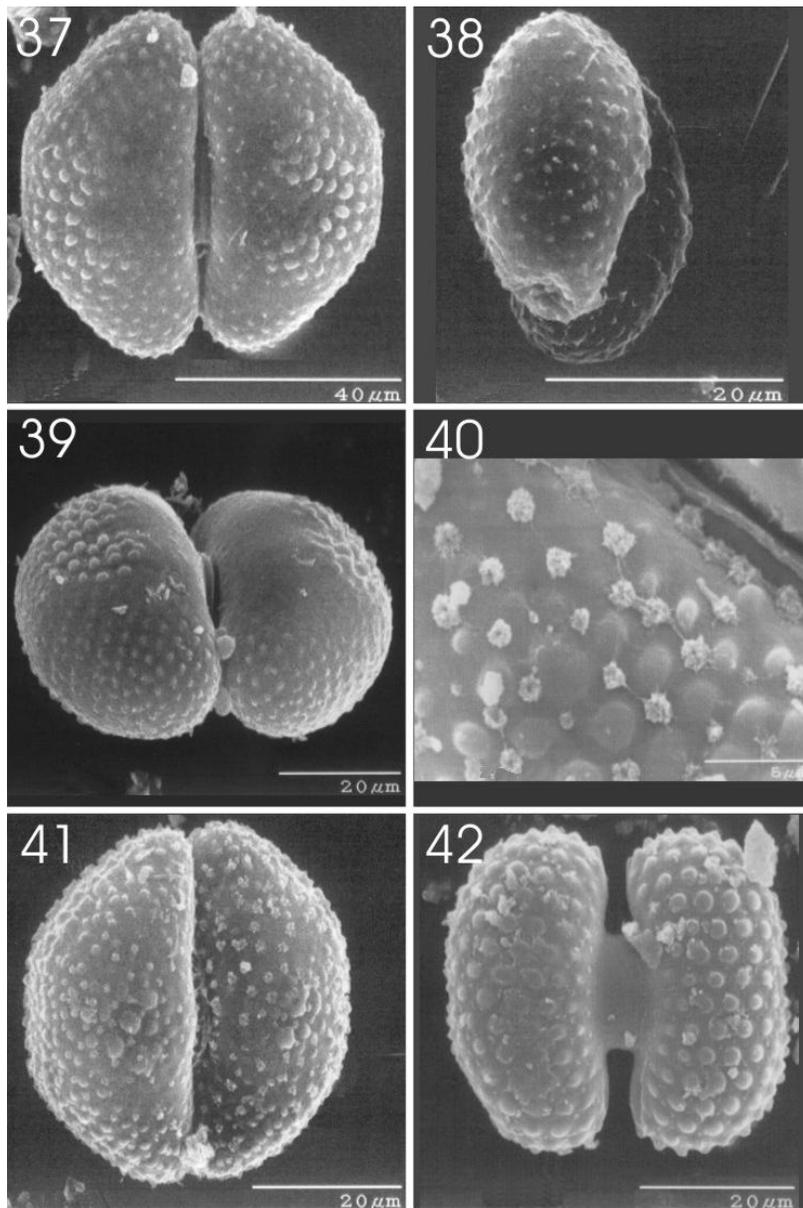
- 103. *Cosmarium meneghinii*
- 104. *C. impresulum*
- 105. *C. hammeri* var. *protuberans*
- 106. *C. hammeri* var. *protuberans*
- 107. *C. portianum*
- 108. *C. punctulatum*

LÁMINA 6*



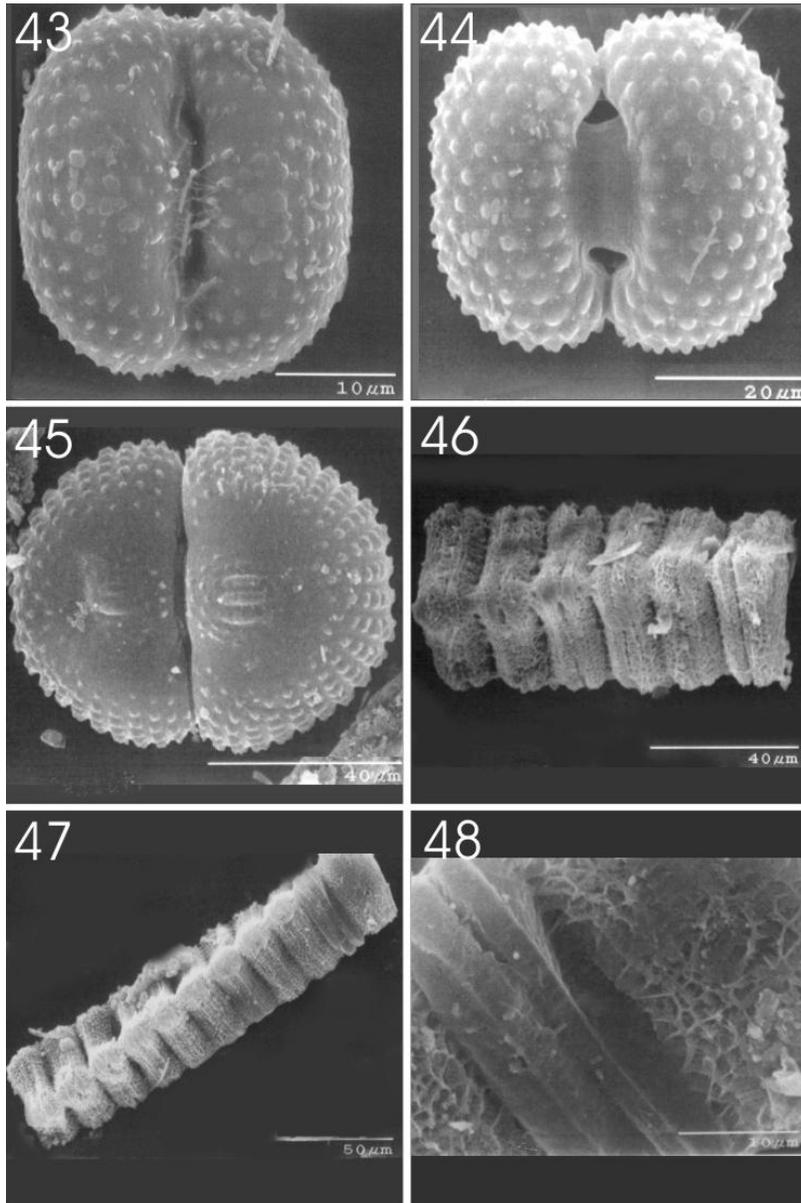
97. *Cosmarium punctulatum* var. *subpunctulatum*
98. *C. pseudopyramidatum* var. *maximum*
99. *C. speciosum* var. *miakkense*
100. *C. speciosum* var. *miakkense*
101. *C. repandum*
102. *C. undulatum*

LÁMINA 7



- 91. *Cosmarium botrytis*
- 92. *C. botrytis*, vista apical
- 93. *C. botrytis*, vista lateral
- 94. *C. botrytis*, detalle de la pared celular (poros y mucílago)
- 95. *C. formosulum* var. *nathorstii*
- 96. *C. portianum*

LÁMINA 8



85. *Cosmarium punctulatum* var. *subpunctulatum*

86. *C. reniforme*

87. *C. speciosum* var. *miakkense*

88. *Desmidium swartzii*

89. *D. swartzii*

90. *D. swartzii*, detalle de la pared celular

Desmidium AGARDH EX RALFS, 1848

Filamentos torcidos helicoidalmente, algunas veces embebido en una vaina gelatinosa. Las hemicélulas son más anchas que largas, en vista frontal usualmente con polos mamilados de 3 o 4 ángulos, con un sinus poco profundo. En vista apical triangular. Pared lisa, finamente punteada y/o reticulada. Un cloroplasto por hemicélula, estrellado en vista apical, pirenoide central. En algunas especies hay prolongaciones apicales que unen las células, formándose pequeños espacios libres (Bourrelly, 1972; Martínez Almeida, 1989^a).

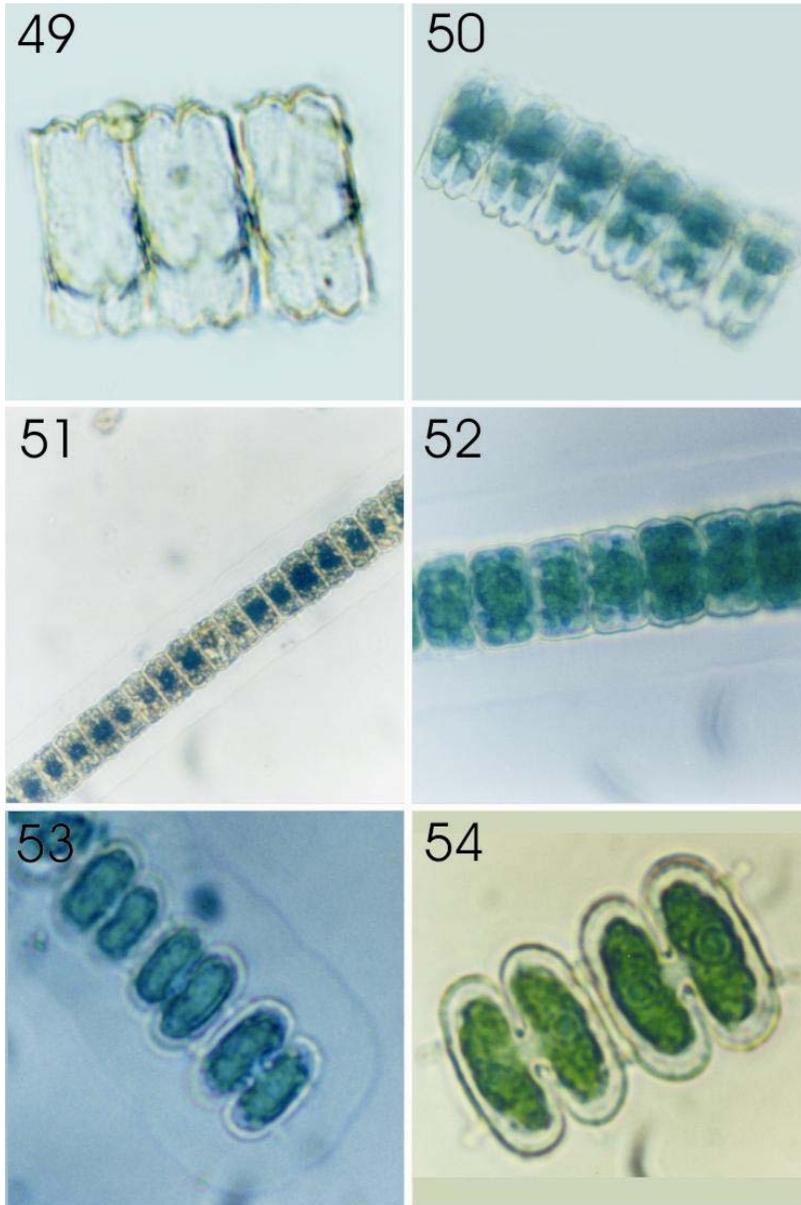
Desmidium swartzii Agardh

Dillard, 1993: 141, pl. 41 fig. 1; West, 1923; 246, pl. CLXIII, figs. 5-8.

Células de 15µm de largo, 37.5µm de ancho y 32.5µm de ancho en el istmo; 2.5 veces mas anchas que largas. Unidas en cadenas largas helicoidales, células rectangulares en vista frontal, ligera constricción media, sinus en principio linear y después abierto, vista apical triangular. Ápices ligeramente cóncavos en la parte media y con pequeños procesos que conectan en cada vértice de la célula. Pared celular reticulada. Lámina 8, fotos 46, 47 y 48 y lámina 9, fotos 49 y 50. Herbario IZTA=1578

Localidad: Mijiaza (lago artificial).

LÁMINA 9*



79. *Desmidium swartzii*, detalle de la pared celular

80. *D. swartzii*

81. *Hyalotheca dissiliens*

82. *H. dissiliens*, con vaina mucilaginosa

83. *Onychonema filiforme*, con vaina mucilaginosa

84. *O. filiforme*.

Euastrum EHRENBERG EX RALFS, 1848

Células solitarias mas largas que anchas, hemicélulas trunco piramidal en vista frontal con un sinus profundo (raramente abierto), e incisiones con profundidad variable en el ápice, algunas veces apenas evidente, margen lateral entero, sinuado o polilobulado. Con una o mas protuberancias cerca del centro de la hemicélula. Pared lisa, punteada o granulada, se pueden encontrar espinas, verrugas o ambas. Cloroplasto central o dos o más parietales con un pirenoide central (en especies pequeñas) y un número irregular en especies grandes (Bourrelly, 1972; Martínez Almeida, 1989^a).

**E. insulare* (Wittrock) Roy

Dillard, 1993: 47, lám. 11 fig. 8. ; West, 1905; 68, pl. XL, figs. 11-13

Células de 27.5µm de largo, 20µm de ancho, 7.5µm en el istmo y 12.5µm en el ápice; 1.4 veces mas largas que anchas. Hemicélulas ligeramente cuadradas, sinus cerrado y linear. Lóbulos basales ligeramente bilobulados, lóbulos polares rectos a ligeramente cóncavos, ápices con mucrones laterales. Vista apical oval, vista lateral con dos protuberancias medias. Pared celular lisa. Apéndice 3, fig. 1.

Localidad: Mijiaza (lago artificial)

**E. oblongum* (Greville) Ralfs

Dillard, 1993: 53 lám. 4 fig. 9; West, 1905; 12 pl. XXXIV, figs. 7-9 y pl. XXXV, fig. 2
Células de 125µm de largo, 62.5µm de ancho, 15µm en el istmo y 25µm en el ápice; 2 veces mas larga que ancha. Hemicélula ovalada, base recta o truncada, márgenes lobulados separados con invaginaciones con una protuberancia en la región media y en los lóbulos. Sinus cerrado. El margen de la hemicélula con cinco lobulaciones. Pared celular punteada. Lámina 10, foto 55. Herbario IZTA=1579

Localidad: Presa Iturbide (charco 1), Jilotzingo.

*****E. sphyroides* f. *granulata* Scott et Prescott**

Dillard, 1993: 65, pl. 12 fig.7.

Células de 33µm de largo, 35µm de ancho y 12µm en el istmo; ligeramente mas anchas que largas. Hemicélula cuadrada, ápice ligeramente cóncavo en la región

media, margen de la hemicélula con 28 gránulos, lóbulos basales redondeados. Con mas de tres hileras de gránulos en los lóbulos apicales y basales, una protuberancia media de gránulos concéntricos y un gránulo en la región supraistmal. Sinus cerrado y linear. Pared celular fuertemente granulada. Lámina 10, Fotos 56 y lámina 11, foto 61. Herbario IZTA=1580

Localidad: Mijiaza (lago artificial), Villa del Carbón.

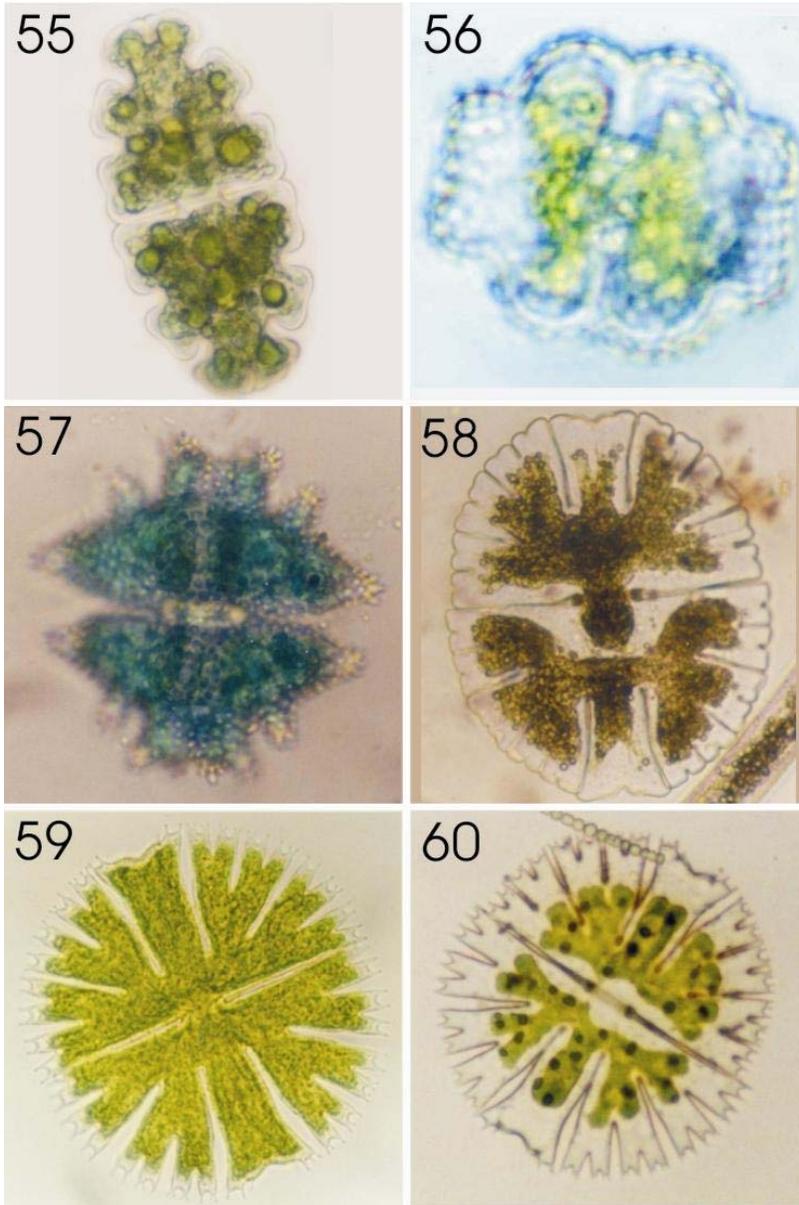
****E. verrucosum var. alatum forma floridense Prescott***

Dillard, 1993: 73, lám. 8 fig. 20.

Células de 100µm de largo, 87.5µm de ancho y 25µm en el istmo; 1.1 veces mas larga que ancha. Hemicélula trunco-piramidal, lóbulo basal claramente bilobulado, uno de ellos ancho y atenuado y el otro delgado y romo, lóbulo polar alargado y con márgenes paralelos, con una protuberancia en los lóbulos basales y una central. Sinus cerrado en principio y abierto en forma de V hacia afuera. Pared celular fuertemente granulada y con espinas. Lámina 10, foto 57. Herbario IZTA=1581

Localidad: Presa Iturbide (embalse), Jilotzingo.

LÁMINA 10*



- 73. *Euastrum oblongum*
- 74. *E. sphyroides* f. *granulata*
- 75. *E. verrucosum* var. *alatum* f. *floridense*
- 76. *Micrasterias denticulata* var. *angulosa*
- 77. *M. radiosa*
- 78. *M. radiosa*

Hyalotheca EHRENBERG EX RALFS, 1848

Filamentos uniseriados envueltos en una vaina gelatinosa gruesa con estriación perpendicular al eje del filamento. Células cilíndricas ornamentadas con poros organizados en anillos en las regiones apicales de la célula, mientras que la región central es lisa; istmo medio no evidente. Cloroplasto axial con lóbulos longitudinales que se extienden hacia la pared, con un solo pirenoide (Bourrelly, 1972; Martínez Almeida, 1989^a).

**Hyalotheca dissiliens* (J.E. Smith) Brebisson

Dillard, 1993; 129, pl. 38 fig. 4. ; West, 1923; 229, pl. CLXI, figs. 16-27

Células de 12.5µm de largo, 22.5µm de ancho, 40.5µm de ancho con vaina y 10µm de grosor de la vaina; forman cadenas largas con una vaina mucilaginosa gruesa. Con una ligera constricción en la región media, márgenes laterales ligeramente convexos. Vista apical ovalada. Pared celular ornamentada con poros. Lámina 9, fotos 51 y 52. Herbario IZTA=1582

Localidad: Charco Km 75, Jilotepec.

Micrasterias AGARDH EX RALFS, 1848

Células aplanadas, circulares o cuadrangulares, con simetría bilateral, sinus profundo, linear, hemicélulas presentan siempre un lóbulo polar o apical medio y un cierto número de lóbulos laterales que a su vez se subdividen nuevamente. Los extremos de los lóbulos terminan en pequeños mucrones, espinas o dientes. La pared es lisa, punteada y/o con verrugas o espinas. Cloroplasto estrellado a menudo lobulado con numerosos pirenoides (Bourrelly, 1972; Martínez Almeida, 1989^b).

****M. americana* (Ehrenberg) Ralfs**

Dillard, 1993: 81, pl. 12 fig. 11; Tiffany, 1951: 194, pl. 51 fig. 537; West, 1905: 117, pl. LIII, figs. 4-5 y pl. LIV, figs. 1-3

Células de 112.5µm de largo, 125 de ancho y 20µm en el istmo; mas anchas que largas. Hemicélula bilobulada. Lóbulos basales divididos en dos, lóbulo polar largo, ápice con dos procesos superiores laterales que terminan en pequeñas espinas. Sinus abierto. Pared celular con gránulos irregulares. Apéndice 3, fig. 2. Localidad: Mijiaza (lago artificial), Villa del Carbón.

*****M. denticulata* var. *angulosa* (Hantzsch) West et West**

Dillard, 1993; 89, pl. 30 fig. 3. ; West, 1905; 105, pl. XLIX, figs. 1-7

Células de 232.5µm de largo, 190µm de ancho y 30µm en el istmo; 1.2 veces mas larga que ancha, circular. Hemicélula trilobulada (pentalobulada). Lóbulo basal y medios divididos en dos, lóbulo polar corto, hasta la región media de la hemicélula, cilíndrico con una incisión media. Todos los lóbulos trunco-redondeados sin espinas. Vista lateral con una inflación media. Sinus y todas las incisiones cerradas y lineares. Pared celular lisa. Lámina 10, foto 58 y lámina 11, fotos 61 y 62. Herbario IZTA=1583

Localidad: Presa Iturbide (charco 1), Jilotzingo.

****M. mahabulenshwarrensis* f. *dichotoma* G. M. Smith**

Dillard, 1993; 95, pl. 13 fig. 1.

Células de 130µm de largo, 125µm de ancho y 30.5µm en el istmo y 30.5µm en el ápice; ligeramente mas larga que ancha. Hemicélula pentalobulada, lóbulos laterales y polar bilobulados. Lóbulo polar alargado. Sin inflación en la parte media. Pared celular lisa con pequeñas espinas en el margen interno de los lóbulos. Apéndice 3, fig. 3.

Localidad: Mijiaza (lago artificial), Villa del Carbón

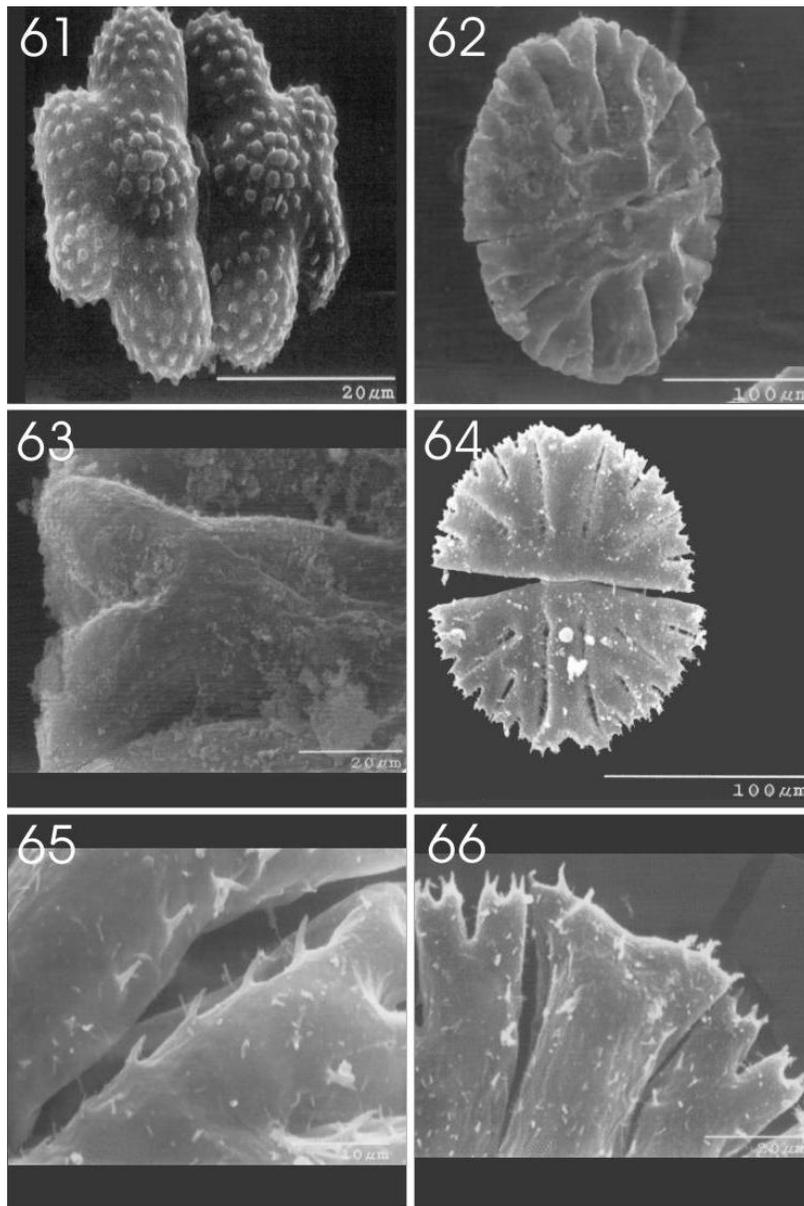
*****M. radiosa* Ralfs**

Dillard, 1993; 105, pl. 31 fig. 7

Células de 140µm de largo, 150µm de ancho, 40µm en el ápice y 22.5µm en el istmo. Hemicélula pentalobulada. Lóbulo polar largo, hasta el inicio del lóbulo basal, ápice con una incisión media y con tres espinas en cada una de las divisiones; lóbulos laterales bilobulados, estos a su vez divididos en dos con terminación en pequeñas espinas. Todos los lóbulos con una serie de pequeñas espinas en los márgenes laterales. Pared lisa con espinas en los lóbulos y en la región basal. Lámina 10, fotos 59 y 60 y lamina 11, fotos 63, 64 y 65. Herbario IZTA=1584

Localidad: Nevado de Toluca, Laguna El Sol.

LÁMINA 11



67. *Euastrum sphyroides* f. *granulata*
68. *Microsterias denticulata* var. *angulosa*
69. *M. denticulata* var. *angulosa*, detalle del ápice
70. *M. radiosa*
71. *M. radiosa*, detalle del istmo
72. *M. radiosa*, detalle del ápice

Onychonema WALLICH, 1860

Talo filamentoso uniseriados, planos, ligeramente torcidos en hélice. Células mas o menos aplanadas, con contorno elíptico, presentando un sinus muy marcado, tienen el aspecto de pequeños *Cosmarium*, tienen en cada polo dos pequeños apéndices dispuestos en diagonal en vista apical, estos apéndices son filiformes y terminan en un pequeño botón redondeado. En los filamentos las células vecinas entrecruzan sus apéndices (Bourrelly, 1972).

**Onychonema filiforme* (Ehrenberg) Roy et Bisset

Dillard, 1993; 122, pl. 35 fig. 1; West, 1923; 216, pl. CLX, figs. 13-14

Células de 15µm de largo, 15µm de ancho y 7.5µm en el istmo; igual de largas que anchas. Cadenas largas, con una vaina de mucílago, torcidas en forma de hélice. Hemicélula elíptica a subreniforme. Sinus linear cerrado. Ápice con dos proyecciones, por los cuales se unen las células, que terminan en una inflación redondeada. Pared celular lisa. Un pirenoide por hemicélula. Lámina 9, fotos 53 y 54. Herbario IZTA=1585

Localidad: Charco Km 75, Jilotepec.

Penium BREBISSON, 1844

Células solitarias, cilíndricas en ambos polos redondeados, con un istmo que conforma un cinturón donde se limita la célula en dos hemicélulas que tienen las mismas zonas de elongación y se hacen visibles varias suturas. Pared ornamentada con líneas, gránulos o poros longitudinales o arreglados irregularmente. Uno o dos cloroplastos axiales por hemicélula, ramificado y estrellado en corte transversal que agrupa uno o varios pirenoides (Bourrelly, 1972; Martínez Almeida, 1989^a).

****P. margaritaceum* (Ehrenberg) Brebisson**

Croasdale, 1973: 70, pl. X fig. 26; Dillard, 1990; 79, pl. 27 fig. 4; West, 1904; 83, pl. VIII, figs. 32-35.

Células de 107µm de largo, 25µm de ancho, 22.5µm en el istmo y 15µm en el ápice; 4.3 veces mas largas que anchas. Cilíndricas con ápices trunco redondeados, márgenes rectos a ligeramente convexos. Estrías verticales en el centro de la hemicélulas. Pared celular granulada. Plasto longitudinal en bandas con varios pirenoides. Apéndice 3, fig. 4.

Localidad: Mijiaza (lago artificial), Villa del Carbón.

*****P. spinospermum* Joshua**

Dillard, 1990; 80, pl. 27 fig. 8; West, 1904; 78, pl. VIII, figs. 6-7

Células de 19µm de largo y 11µm de ancho; 1.7 veces mas larga que ancha. Ovalada a cilíndrica con una sutura media, ápices claramente redondeados. Pared celular finamente estriada. Foto 60. Herbario IZTA=1586

Localidad: Mijiaza (lago artificial), Villa del Carbón.

Pleurotaenium NAEGELI, 1849

Células solitarias, cilíndricas rectas, más largas que anchas, istmo en forma de cinturón y el sinus poco profundo. Los márgenes de la célula son rectos u ondulados regularmente. Los ápices trancos lisos u ornamentados con una corona de tubérculos agudos o redondos. En el ápice hay una vacuola larga, con numerosos gránulos que se agitan en movimiento constante. Pared lisa o con poros. El cloroplasto puede ser de tres tipos: 1. numerosos en bandas parietales cada una serie de pirenoides; 2. plasto central en estrella, en vista transversal con una sola serie de pirenoides y 3. plasto en banda mas o menos irregulares, portando una serie única de pirenoides. Existen especies que se encuentran unidas en cadena 4 u 8. en general estas células se articulan por los tubérculos apicales que se unen como engranes (Bourrelly, 1972; Martínez Almeida, 1989^a).

*****Pleurotaenium coronatum* (Brebisson) Rabenhorst**

Dillard, 1990; 127, pl. 43 fig. 7; West, 1904; 199, pl. XXVII, figs. 16-18 y pl. XXVIII, fig. 4

Células de 423.8µm de largo, 52.3µm de ancho, 47.6µm en el istmo y 40µm en el ápice; 8 veces mas largas que anchas. Hemicélula con 6 tubérculos apicales en vista frontal, con 3 ondulaciones desde la inflación basal. Ápices truncados. Pared celular lisa con poros. Fotos 61, 62 y 63. Herbario IZTA=1587

Localidad: Presa Iturbide (charco 1), Jilotzingo.

****P. coronatum* var. *fluctuatum* West**

Dillard, 1990; 127, pl. 43 fig. 9; West, 1904; 200, pl. XXVIII, figs. 1-2

Células de 686µm de largo, 57µm de ancho, 46µm en el istmo y 32µm en el ápice; 12 veces mas larga que ancha. De 7 a 9 tubérculos en vista frontal. Pared celular punteada. Fotos 64, 65 y 66. Herbario IZTA=1588

Localidad: Mijiaza (lago artificial), Villa del Carbón.

****P. coronatum* var. *nodulosum* (Brebisson) West**

Dillard, 1990; 127, pl. 43 fig. 10; West, 1904; 200, pl. XXVIII, figs. 5-8

Células de 678 μ m de largo, 47 μ m de ancho, 46 en el istmo y 30 μ m en el ápice; 14 veces mas larga que ancha. Con 4 a 5 pequeños tubérculos en vista frontal. Ondulada desde la inflación central hacia los ápices de 5 a 6 veces. Pared celular punteada. Fotos 67, 68 y 69. Herbario IZTA=1589

Localidad: Presa Iturbide (charco 1), Jilotzingo

*****P. coronatum* var. *robustum* West**

Dillard, 1990; 127, pl. 44 fig. 1; West, 1904; 200, pl. XVIII, fig. 3

Células de 451 μ m de largo, 63 μ m de ancho, 51 μ m en el istmo y 36 μ m en el ápice; 7 veces mas larga que ancha. Hemicélula con ondulaciones desde la inflación basal hasta el ápice. De 8 a 10 tubérculos apicales redondos. Márgenes ligeramente convexos. Pared celular punteada. Fotos 70,71 y 72. Herbario IZTA=1590

Localidad: Nevado de Toluca, Laguna El Sol.

*****P. ehrenbergii* (Brebisson) De Bary**

Dillard, 1990: 128, pl. 44 fig. 4; Tiffany, 1951: 180. pl. 55 figs. 607 y 608; West, 1904; 205, pl. XXIX, figs. 9-11 y pl. XXX, fig. 1

Células 643 μ m de largo, 43 μ m de ancho, 40 μ m en el istmo y 29 μ m en el ápice; 15 veces mas larga que ancha. Hemicélula ligeramente atenuada hacia los ápices trunco-redondeados, corona con seis tubérculos en vista frontal. De tres a cuatro ligeras ondulaciones desde la inflación basal hasta la mitad de la hemicélula. Pared celular punteada. Foto 73, 74, 75 y 85. Herbario IZTA=1591

Localidad: Presa Iturbide

****P. maximum* (Reinsch) Lundell**

Dillard, 1990; 130, pl. 45 fig. 3; West, 1904; 213, pl. XXXI, figs. 1-2

Células de 560 μ m de largo, 51 μ m de ancho, 46 μ m en el istmo y 21 μ m en el ápice; 12 veces mas larga que ancha. Hemicélula con ápices redondeados, sin tubérculos apicales. Márgenes con cinco a seis ondulaciones desde la inflación basal hasta la región media. Plasto longitudinal en bandas con varios pirenoides. Fotos 76, 77 y 78. Herbario IZTA=1592

Localidad: Mijiza (lago artificial), Villa del Carbón.

****P. nodulosum* (Brebisson) De Bary**

Dillard, 1993; 134, pl. 46 fig. 11

Células de 460µm de largo, 42.5µm de ancho, 30.5µm en el ápice y 40.5µm en el istmo; 11 veces mas larga que ancha. Con una región apical atenuada y trunca, ápices sin tubérculos. Hemicélulas con seis ondulaciones decrecientes en talla hacia los ápices. Fotos 79, 80 y 81. Herbario IZTA=1593

Localidad: Presa Iturbide (charco 1), Jilotzingo.

*****P. trabecula* (Ehrenberg) Naegeli**

Dillard, 1990: 137, pl. 48 fig. 3; Tiffany, 1951: 178, pl. 55 fig. 609; West, 1904; 209, pl. XXX, figs. 11-13

Células de 540µm de largo, 45µm de ancho, 27.5µm en el ápice y 37.5µm en el istmo; 12 veces mas larga que ancha. Ligeramente atenuadas hacia las ápices con ángulos redondeados, sin tubérculos. Hemicélulas con una ligera inflación basal e inflada en la región media. Pared celular punteada. Fotos 82, 83, 84 y 86. Herbario IZTA= 1594

Localidad: Mijiaza (lago artificial), Laguna Victoria, Tianguistenco.

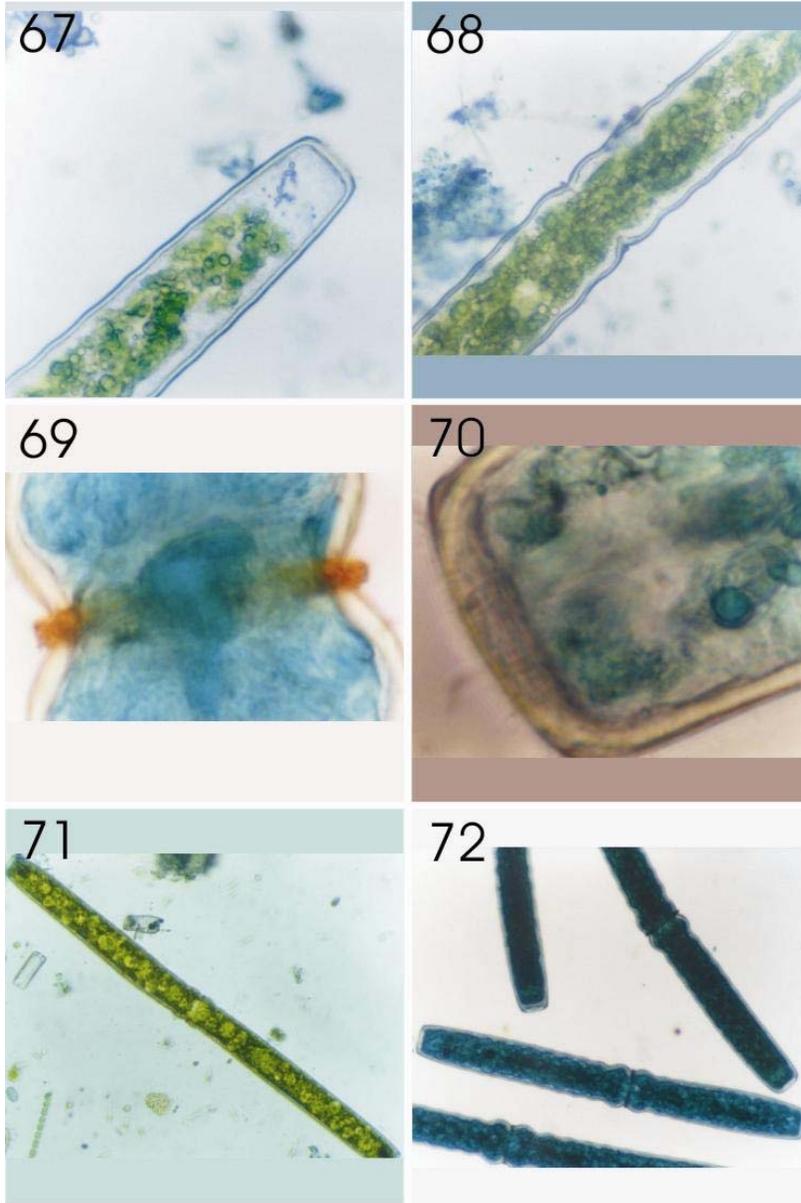
****P. truncatum* (Brebisson) Naegeli**

Dillard, 1990; 138, pl. 48 fig. 8; West, 1904; 203, pl. XXIX, figs. 3-4.

Células de 490µm de largo, 67.5µm de ancho, 60µm en el istmo y 25µm en el ápice; 7 veces mas larga que ancha. Hemicélula con márgenes rectos, istmo en forma de surco sin cinturón, sin inflación basal evidente. Ápice con 3 tubérculos redondos. Pared celular lisa o punteada. Plasto longitudinal con varios pirenoides.

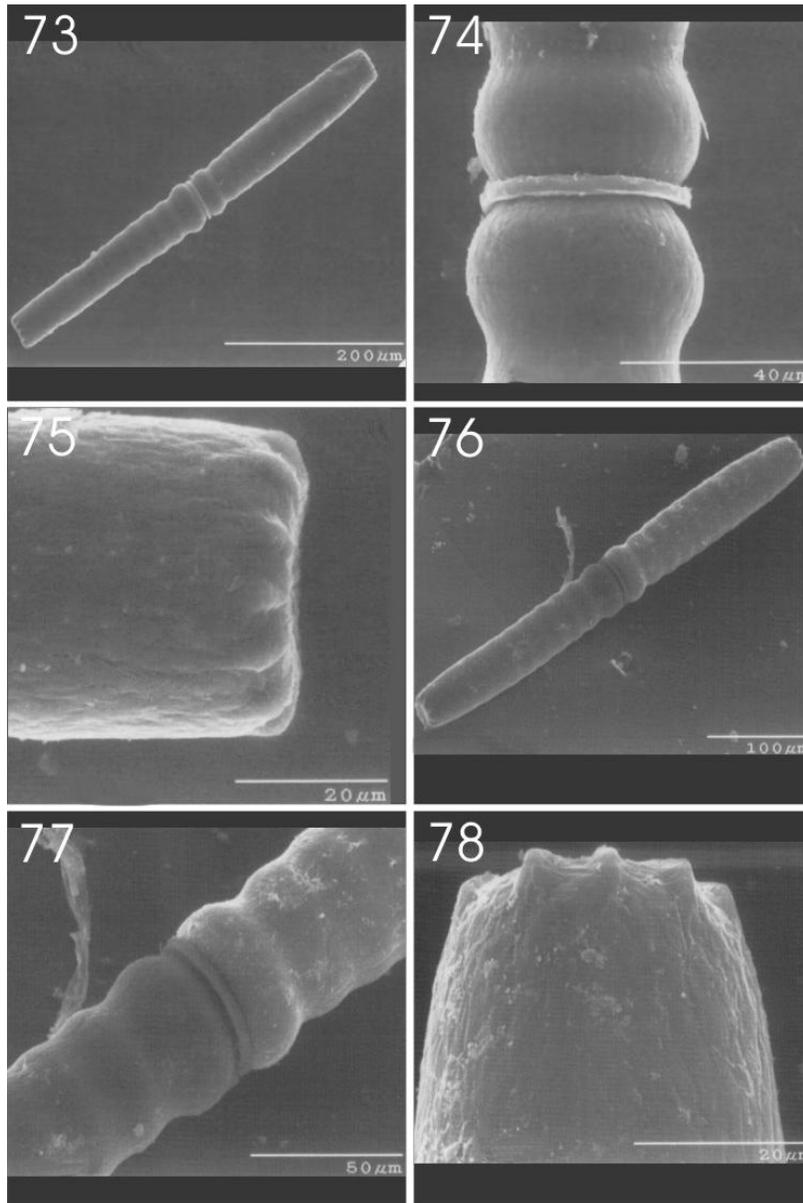
Localidad: presa Iturbide

LÁMINA 12*



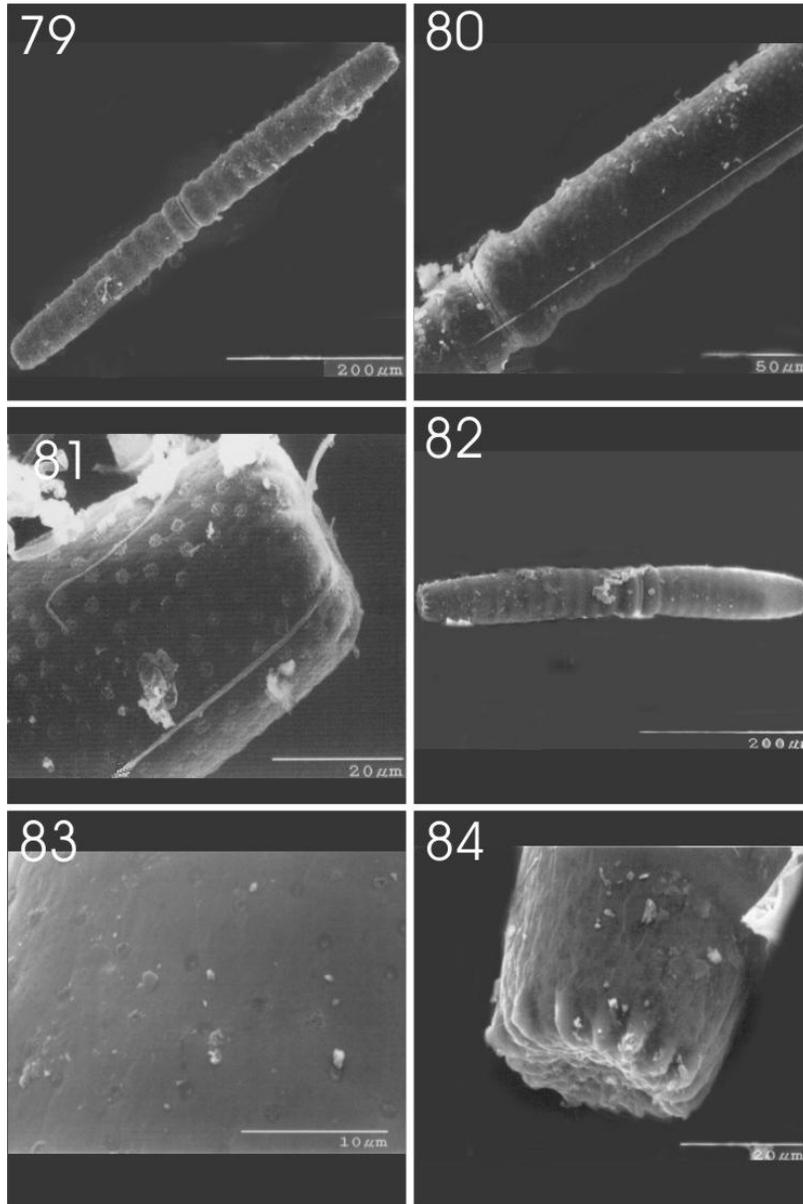
- 61. *Pleurotaenium nodulosum*, hemicélula
- 62. *P. nodulosum*
- 63. *P. nodulosum*, detalle del itsmo
- 64. *P. nodulosum*, detalle del ápice
- 65. *P. trabecula*
- 66. *P. ehrenbergii*

LÁMINA 13



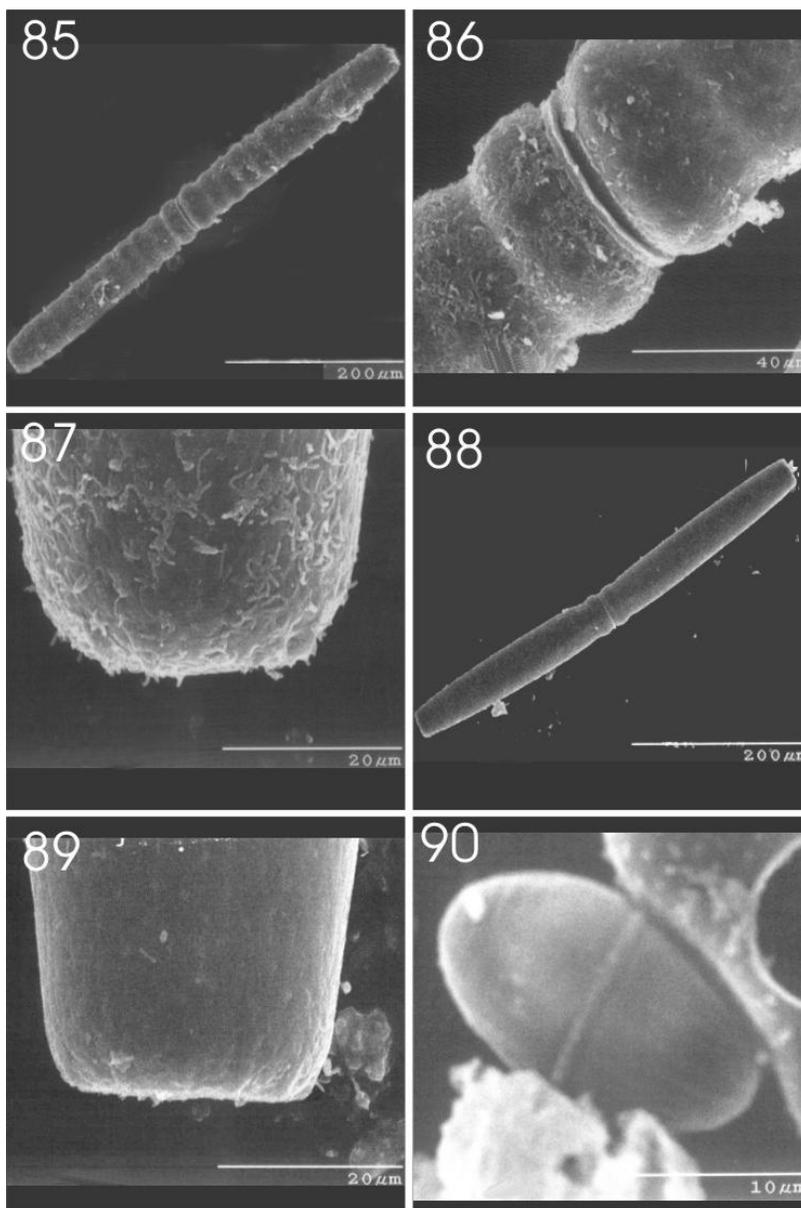
55. *Pleurotaenium coronatum*
56. *P. coronatum*, detalle del istmo
57. *P. coronatum*, detalle del ápice
58. *P. coronatum* var. *fluctuatum*
59. *P. coronatum* var. *fluctuatum*, detalle del istmo
60. *P. coronatum* var. *fluctuatum*, detalle del ápice

LÁMINA 14

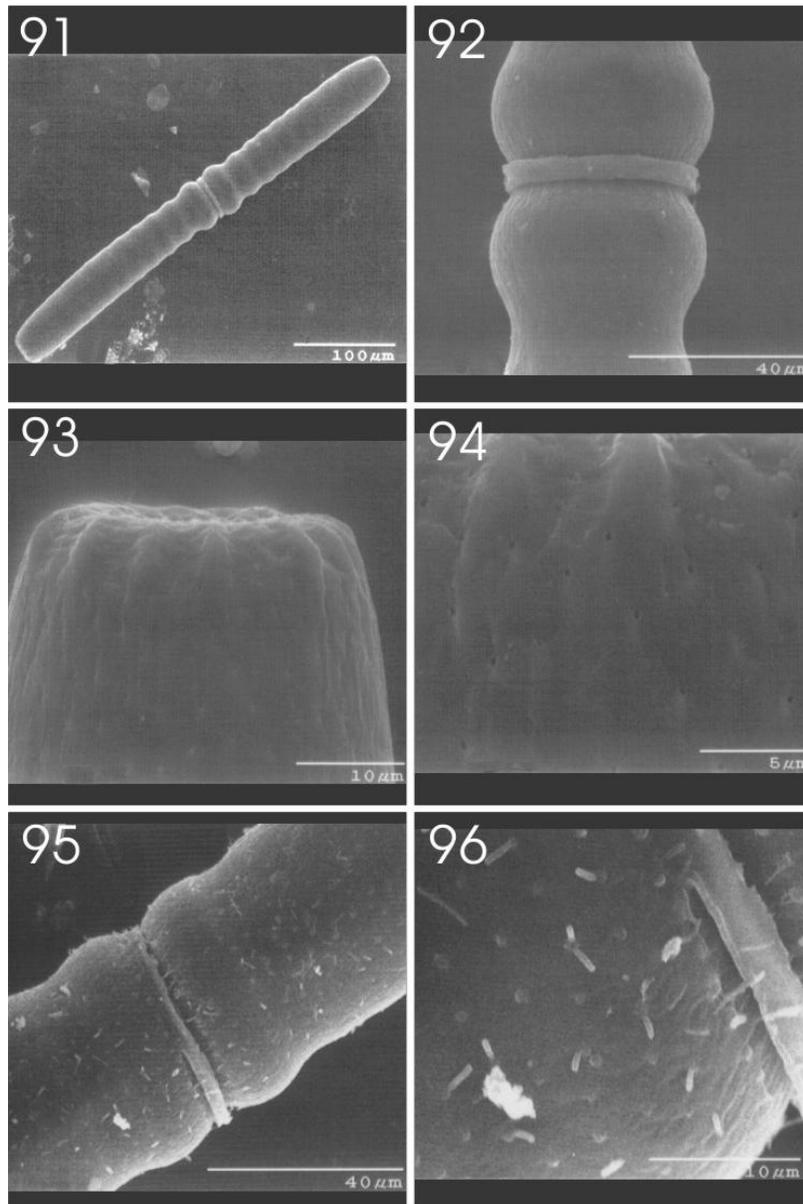


49. *Pleurotaenium coronatum* var. *nodulosum*
50. *P. coronatum* var. *nodulosum*, detalle del itsmo
51. *P. coronatum* var. *nodulosum*, detalle del ápice
52. *P. coronatum* var. *robustum*
53. *P. coronatum* var. *robustum*, detalle de la pared celular (poros)
54. *P. coronatum* var. *robustum*, detalle del ápice

LÁMINA 15



43. *Pleurotaenium maximum*
44. *P. maximum*, detalle del istmo
45. *P. maximum*, detalle del ápice
46. *P. trabecula*
47. *P. trabecula*, detalle del ápice
48. *Penium spinospermum*



37. *Pleurotaenium ehrenbergii*
 38. *P. ehrenbergii*, detalle del istmo
 39. *P. ehrenbergii*, detalle del ápice
 40. *P. ehrenbergii*, detalle de la pared celular
 41. .cf. *P. wolleum*
 42. cf. *P. wolleum*, detalle de la pared celular (hirsuto)

Spondylosium BREBISSON EX KUETZING, 1849

Talo filamentoso algunas veces torcido helicoidalmente con vaina mucilaginoso donde las células se unen por yuxtaposición de los ápices. Las células tienen el aspecto de pequeños *Cosmarium* con un sinus medio bien marcado y ligeramente abierto. La vista apical tiene un contorno elíptico, triangular o lobulada. En cada hemicélula un plasto central con uno o varios pirenoides (Bourelly, 1972; Dillard, 1993).

**Spondylosium luetkemulleri* Groenblad

Dillard, 1993; 125, pl. 37 fig. 6

Células de 27.5µm de largo, 25µm de ancho y 10µm en el istmo, dan la apariencia de pequeños *Cosmarium* formando cadenas envueltas en mucílago, puntos de contacto entre las células no aplanadas. Lóbulos claramente redondeados, ápice ligeramente convexo. Vista apical trilobulada. Pared celular lisa. Apéndice 3, fig. 5. Localidad: Mijiaza (lago artificial), Villa del Carbón.

Staurastrum MEYEN, 1829

Células solitarias, hemicélulas en vista apical frecuentemente poligonales, que muestran 3 o más ángulos prolongados en forma de brazos, usualmente con simetría radial, hemicélula en vista vertical en forma subcircular, elíptica, subtriangular, campanulante y/o trapeciforme, sinus generalmente profundo. Pared lisa, punteada, escrobiculada o granulosa con espinas o verrugas. Cloroplasto generalmente axial con un pirenoide central o varios en las ramificaciones laterales (Bourrelly, 1972; Martínez Almeida, 1989^a).

*****S. alternans* (Brebisson) Ralfs**

Dillard, 1991: 34, pl. 3 fig. 16; Tiffany, 1951: 198, pl. 54 fig. 601; West, 1912: 170, pl. CXXVI, figs. 8-9

Células de 30.5µm de largo, 22.5µm de ancho y 8µm en el istmo; 1.3 veces mas larga que ancha. Hemicélulas elípticas en vista lateral, ángulos laterales ampliamente redondeados y ápices rectos en la región media. Sinus abierto.

Trilobuladas en vista apical, los ángulos de una alternando con los de la otra, márgenes cóncavos. Ápice ligeramente cóncavo en la parte central. Pared celular fuertemente granulada arreglada en círculos concéntricos desde los ángulos. Fotos 87, 88 y 89. Herbario IZTA=1595

Localidad: Mijiaza (lago artificial), Villa del Carbón.

****S. crenulatum* (Naegeli) Delponte**

Dillard, 1991: 57, pl. 24 fig. 4; West, 1923: 110, pl. CXLIII, figs. 9-13

Células de 20µm de largo, 25µm de ancho y 7.5µm en el istmo; ligeramente mas ancha que larga. Hemicélula elíptica en vista frontal, triangular en vista apical y un par de verrugas entre los procesos. Constricción poco profunda. Sinus abierto. Todos los márgenes ligeramente crenados. Pared celular granulada, con procesos cortos terminan en pequeñas espinas. Apéndice 3, fig. 6.

Localidad: Mijiaza (lago artificial), Villa del Carbón

****S. gracile* Ralfs**

Dillard, 1991: 76, pl. 29 fig. 4; West, 1923: 96, pl. CXLIV, figs. 3-7.

Células de 25µm de largo, 15µm de ancho sin procesos, 35µm de ancho con procesos, 32.5µm en el ápice y 7.5 en el istmo; 1.6 veces mas larga que ancha. Hemicélula ovada en vista frontal, subcircular en vista lateral, márgenes crenulados, procesos que terminan en cuatro espinas. Sinus abierto. Pared celular granulada excepto en la región media. Foto 90. Herbario IZTA=1596
Localidad: Mijiaza (lago artificial), Villa del Carbón.

****S. gracile var. coronulatum Boldt***

Dillard, 1991; 77, pl. 29 fig. 5, 6; West, 1923; 100, pl. CXLIV, fig. 10
Células de 27.5µm de largo, 10µm de ancho sin procesos, 25µm de ancho con procesos y 7.5µm en el istmo; 2.8 veces mas larga que ancha. Hemicélula ovada, triangular en vista apical con tres procesos largos. Sinus abierto. Pared celular granulada. Margen crenado. Apéndice 3, fig. 7.
Localidad: Mijiaza (lago artificial), Villa del Carbón.

****S. haaboliense Wille***

Dillard, 1991; 79, pl. 22 fig. 8; West, 1923; 140, pl. CXLII, figs. 19-20
Células de 20µm de largo, 25µm de ancho con procesos y de 5 a 7.5µm en el istmo. Hemicélula subrectangular en vista frontal, elíptica en vista lateral y triangular en vista apical con procesos cortos y truncados que llevan 3 a 4 series de gránulos y terminan en 3 pequeñas espinas. Margen recto a ligeramente cóncavo. Constricción media profunda, sinus abierto. Pared celular granulada solo en los procesos, el resto lisa, margen ligeramente aserrado en los procesos. Apéndice 3, fig. 8.
Localidad: Mijiaza (lago artificial), Villa del Carbón

****S. hystrix Ralfs***

Dillard, 1991; 80, pl. 11 fig. 1
Células de 29µm de largo, 21µm de ancho y 10µm en el istmo, 1.4 veces mas larga que ancha. Hemicélula rectangular ornamentada con espinas gruesas y cónicas, el margen apical truncado y convexo. Sinus abierto. Vista apical cuadrangular. Márgenes laterales convexos entre lóbulos redondos. Pared celular lisa. Fotos 90 y 91. Herbario IZTA=1597

Localidad: Charco Km 73, Jilotepec.

*****S. lapponicum*** (Smichdle) Groenblad

Dillard, 1991; 86, pl. 3 fig. 15

Células de 23µm de largo, 29.5µm de ancho y 10.5µm en el istmo; células mas anchas que largas. Hemicélulas elíptico rectangulares en vista frontal, triangulares en vista apical triangular. Margen lateral redondeado, margen apical ligeramente cóncavo a recto. Ápice con un hueco en la región media. Sinus abierto. Pared celular granulada, arreglo concéntrico desde los lóbulos redondeados. Apéndice 3, fig. 9.

Localidad: Mijiaza (lago artificial), Villa del Carbón

****S. leptocladum*** West *et* West

Dillard, 1991; 88, pl. 19 fig. 10

Células de 27.5µm de largo, 12.5µm de ancho, 75µm de ancho con procesos y 7.5µm en el istmo; 2.2 veces mas larga que ancha. Hemicélula en forma triangular, con largos procesos que terminan en tres espinas y ornamentados de series de pequeños gránulos. Ápice recto a ligeramente convexo. Con una inflación supraistmal. Sinus abierto en forma de V. Margen crenado terminando en tres pequeños espinas. Foto 93. Herbario IZTA=1598

Localidad: Presa Iturbide (embalse), Jilotzingo.

****S. lunatum*** Ralfs

Dillard, 1991; 93, pl. 6 fig. 8; West, 1923; 29, pl. CXXXIII, figs. 17-19

Células de 25µm de largo, 27.5µm de ancho incluyendo espinas y de 7.5µm a 12.5µm en el istmo. Envuelto en una capa mucilaginosa. Hemicélula en forma de copa con margen ligeramente ondulado. Vista apical triangular. Sinus abierto, margen basal convexo. Margen apical ligeramente convexo, con lóbulos que terminan en una pequeña espina. Pared celular granulada. Un pirenoide por hemicélula.

Localidad: Mijiaza (lago artificial), Villa del Carbón.

****S. muticum* (Brebisson) Ralfs**

Dillard, 1991; 100, pl. 2 fig. 7; West, 1912; 133, pl. CXVIII, figs. 16-20

Células de 27.5µm de largo, 25µm de ancho y 10µm en el istmo, envuelta en mucílago. Hemicélula elíptica en vista frontal, trilobulada en vista apical. Lóbulos redondeados. Sinus linear, abierto. Margen apical convexo. Pared celular lisa. Un pirenoide por hemicélula. Apéndice 3, fig. 10.

Localidad: Mijiaza (lago artificial), Villa del Carbón.

*****S. natator* West**

Dillard, 1991; 101, pl. 18 fig. 8; West, 1923; 149, pl. CXLVII, fig. 7

Células de 21µm de largo sin procesos, 41µm de largo con procesos, 11µm de ancho sin procesos, 45µm de ancho con procesos y 4µm en el istmo. Hemicélula en forma de trapecio con largos procesos que se extienden verticalmente y que terminan en 5 espinas, con un arreglo de gránulos concéntricos. Protuberancia media circular y con gránulos concéntricos. Ápice con una placa rectangular ornamentada con pequeñas espinas. Pared celular ligeramente granulada en los ángulos superiores y en los procesos. Fotos 95 96, 98 y 99. Herbario IZTA=1599

Localidad: Presa Iturbide (embalse), Jilotzingo

****S. natator* var. *crassum* West et West**

Dillard, 1991; 101, pl. 18 fig.9.

Células de 39µm de largo, 23µm de ancho sin procesos, 74.30µm de ancho con procesos y 12.6µm en el istmo. Hemicélula en forma de copa, vista lateral con una protuberancia media en forma circular con gránulos concéntricos, procesos con largas espinas dorsales. Sinus abierto. Pared celular granulada en los procesos y lisa en la región media. Fotos 94 y 97. Herbario IZTA=1600

Localidad: Presa Iturbide (embalse), Jilotzingo

****S. suborbiculare* West et West**

Dillard, 1991; 130, pl. 2 fig. 1; West, 1912; 159, pl. CXXV, figs. 3-5

Células de 40.5µm de largo, 37.5µm de ancho, 37.5µm en el ápice y 10µm en el istmo, ligeramente mas larga que ancha. Hemicélula semicircular a piramidal

truncado en vista frontal, triangular en vista o apical. Margen convexo, ángulos basales redondeados, margen apical recto a ligeramente convexo. Sinus cerrado y lineal. Fotos 101 y 103. Herbario IZTA=1601

Localidad: Presa Iturbide (charco 1), Jilotzingo

****S. subpygmaeun var. spiniferum* Scott et Groenblad**

Dillard, 1991; 131, pl. 1 fig. 3

Células de 33µm de largo, 30µm de ancho y 13µm en el istmo; ligeramente mas anchas que largas. Hemicélula transversalmente cuneadas, sinus abierto. En vista apical triangular. Ápice recto a ligeramente cóncavo. Posee 2 a 3 espinas en la parte final de los procesos. Margen ligeramente crenado. Pared celular lisa o ligeramente punteada. Foto 100. Herbario IZTA=1602

Localidad: Mijiaza (lago artificial), Villa del Carbón

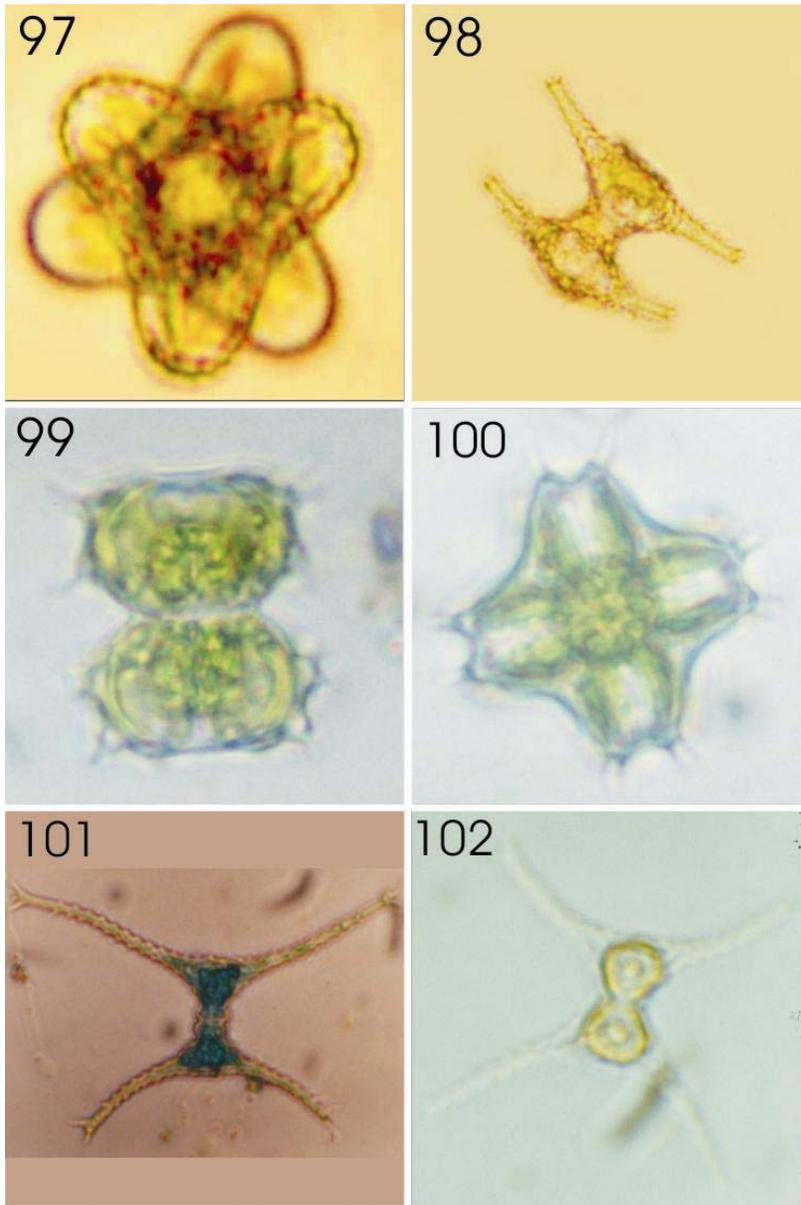
*****S. turgescens var. sparsigranulatum* Scott et Groenblad**

Dillard, 1991; 136, pl. 3 fig. 14

Células de 20-25 de largo, de 21-30µm de ancho, y de 8 a 10.5µm en el istmo, ligeramente mas anchas que largas. Hemicélula elíptica en vista frontal, trilobulada en vista apical. Constricción media profunda, sinus en forma de V. Margen ventral recto, margen apical recto a ligeramente convexo, márgenes laterales ampliamente redondeados. Pared fuertemente granulada con arreglo concéntrico desde los lóbulos. Todo el margen con gránulos. Puede observarse una capa de mucílago al MEB. Fotos 102, 104 y 105. Herbario IZTA=1603

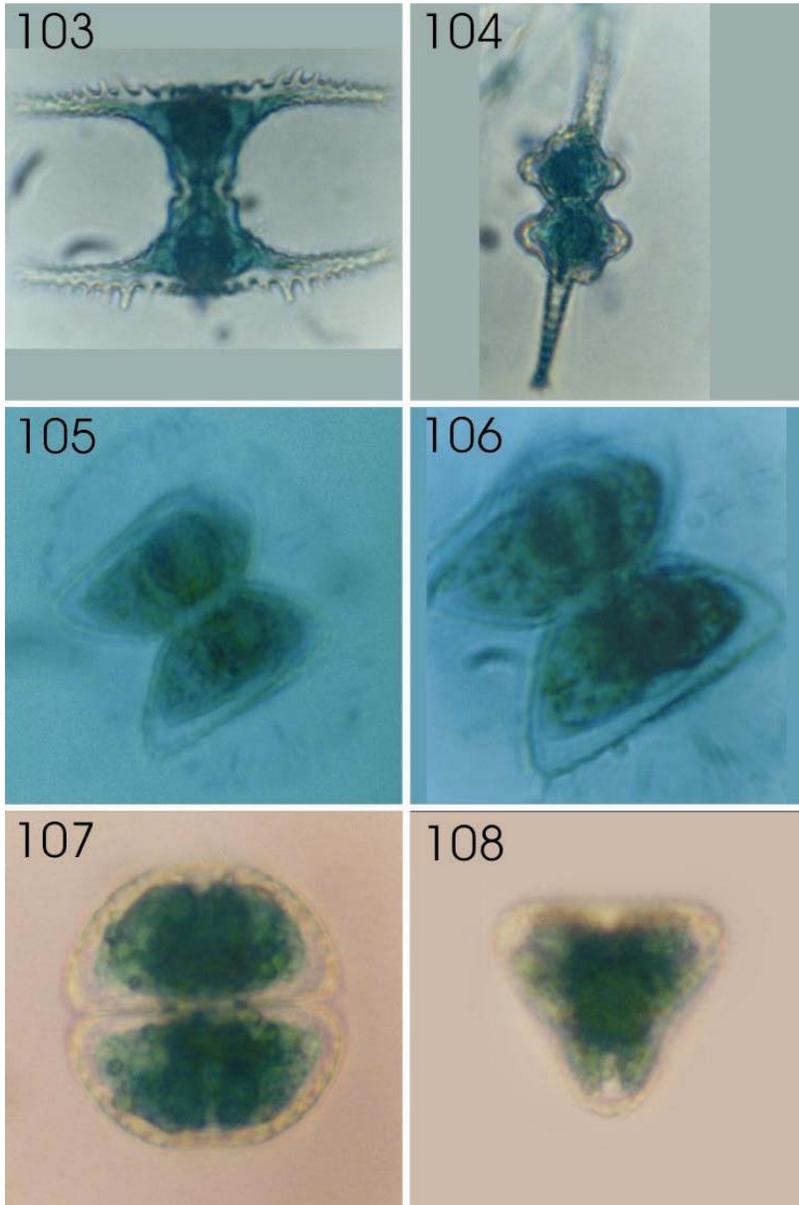
Localidad: Mijiaza (lago artificial), Villa del Carbón.

LÁMINA 17*



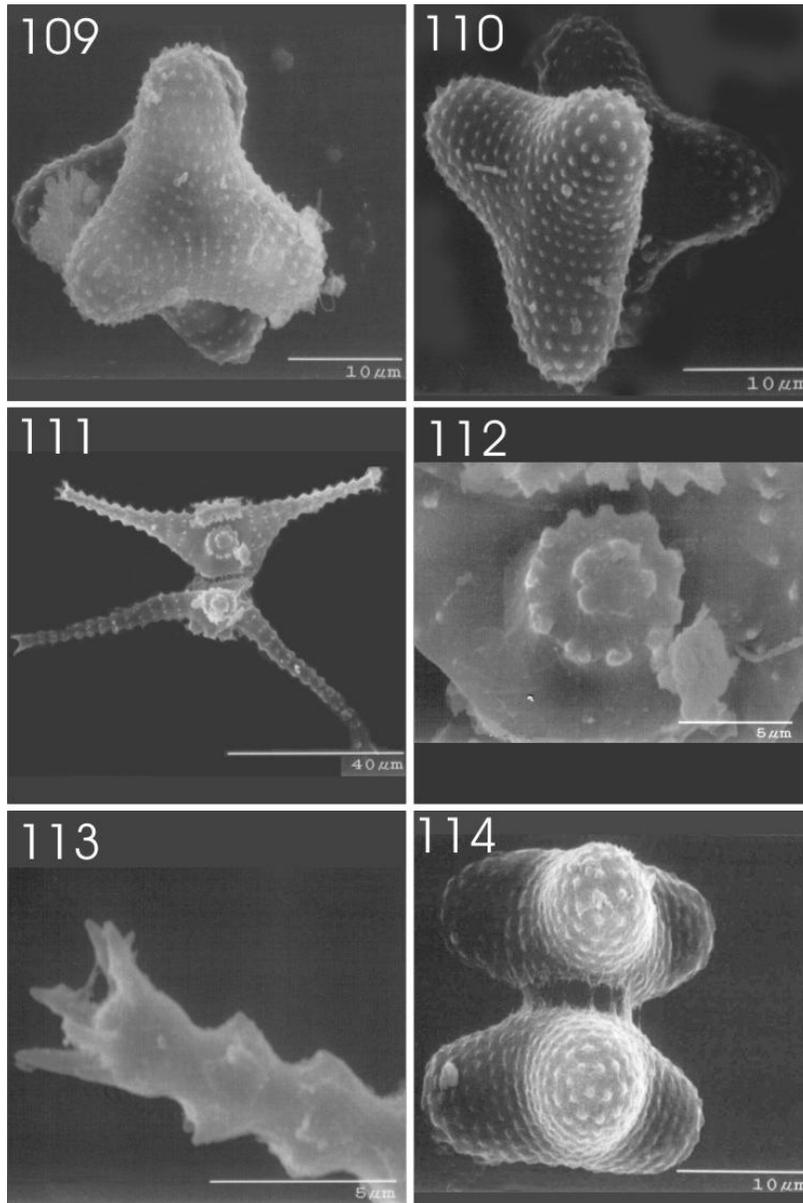
- 31. *Staurastrum alternans*, vista apical
- 32. *S. gracile*
- 33. *S. hystrix*
- 34. *S. hystrix*, vista apical
- 35. *S. leptocladum*
- 36. *S. natator*

LÁMINA 18*



25. *Staurastrum natator* var. *crassum*
26. *S. natator* var. *crassum*, vista lateral
27. *S. subpygmaeum* var. *spiniferum*
28. *S. subpygmaeum* var. *spiniferum*
29. *S. suborbiculare*
30. *S. suborbiculare*, vista apical

LÁMINA 19



19. *Staurastrum alternans*, vista apical
20. *S. alternans*, vista lateral
21. *S. natator*
22. *S. natator*, detalle de la hemicélula
23. *S. natator*, detalle de los procesos
24. *S. tugescens* var. *sparsigranulatum*

VARIABLES HIDROLÓGICAS

En la tabla 4 se registran las características físicas y químicas de referencia bibliográfica donde las desmidiáceas se han registrado en cada uno de los ambientes estudiados previamente en el Estado de México. En ellos, el intervalo de temperatura fue de 4°C a 19°C, pH de 6.3 a 7.6, dureza total de 3.8 a 59 mg l⁻¹ CaCO₃ y alcalinidad total de 80 mg l⁻¹ CaCO₃. Así mismo, en la tabla 5 se anotan los datos de los ocho ambientes estudiados en este trabajo.

Tabla 4. Registros de las variables hidrológicas y ambientes señalados por la bibliografía del Estado de México.

Bibliografía	Rioja y Herrera (1951)	Kusel Fetzmann (1973)	Mendoza González (1985)	Banderas Tarabay (1991)
Profundidad (m)	-	10.6	0.3-2	-
Temperatura (°C)	14-17.5	-	9-19	4-13
PH	6.5-7.3	-	-	6.3-7.56
O.D. (mg dm ⁻³)	-	-	-	5.9-9.7
Dureza mg (CaCO ₃)	59	9	-	3.8-4.7
Sulfatos (mg dm ⁻³)	0	9.5	-	2.3-6.0
Transp. (m)	-	-	-	9
Conductividad (µs)	-	-	-	11.5-24.3
Alcalinidad total, (CaCO ₃ ppm)	80	-	-	-
Nitritos, en N ppm	0.015	-	-	-
Nitratos en N ppm	0.05	-	-	-
Amonio en N ppm	0.6	-	-	-
Sólidos totales ppm	164	-	-	-
turbiedad (escala de sílice)	8	-	-	-
Color (escala de cobalto)	40	-	-	-
Calcio (CaCO ₃) ppm	45	-	-	-
Cloruros (Cl ⁻) ppm	8	-	-	-
Ambiente	ciénegas	manantiales	laguna	lago
Localidad	Lerma	Nevado de Toluca, Ixtaccíhuatl, Zempoala	Laguna Victoria Santiago Tilapa	Lago El Sol

Para este trabajo, en las áreas exploradas del Estado de México se observó que la temperatura mínima es de 9°C y la máxima corresponde a 24°C, mientras que los valores de pH son de 7.0 mínimo y 8.5 máximo, la dureza total va de 25 a 146 mg l⁻¹ de CaCO₃; la alcalinidad total es baja y tiene como valor mínimo 11 y máximo de 51 mg l⁻¹ de CaCO₃, el oxígeno disuelto cuya mínima fue de 3.1 y la máxima de 8.1. mg

l⁻¹, el porcentaje de saturación de oxígeno fue de 37 a 130. Los charcos registraron temperaturas del agua de 15 a 18°C y pH circumneutral (Tabla 5).

Tabla 5. Variables hidrológicas para los ambientes donde se realizaron exploraciones ficológicas.

Ambiente	Temperatura ambiente (°C)	Temperatura del agua (°C)	Profundidad (cm)	Transparencia (cm)	Oxígeno disuelto (mg/l)	% sat. uración de oxígeno	Alcalinidad (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	Dureza (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	pH
Canal Santa Elena	15	17	63	31	6.0	86	51.0	146	7.5
Lago artificial "Mijiaza"	9	10	110	110	3.1	37	39.0	82	7.5
Charco km 73 Jilotepec	27	24	10	10	-	-	-	-	7.6
Charco 1	27	18	100	15	-	-	-	-	7.0
Charco 2	25	15	12	12	-	-	-	-	7.0
Laguna Victoria	20	18	48	40	6.1	90	11	33	7.0
Lago El Sol	15	12	200	150	8.1	126	13.2	25	8.5
Presa Iturbide	24	18	-	-	8.1	130	11.9	38	7.0

DISCUSIÓN

Las desmidiáceas es un grupo poco estudiado para el estado de México, solo cinco publicaciones han contribuido al conocimiento ficoflorístico con el señalamiento de 62 *taxa*, todas ellas estudiadas con microscopía de luz. En el presente estudio se registraron 87 *taxa* observados y determinados con ML y MEB, lo que permite un registro preciso de caracteres indispensables en la determinación de este grupo (Margaín-Hernández y Coute, 1984 y South, 1984). Este trabajo registra tres géneros no citados anteriormente y 62 nuevos reportes específicos. Sólo se corrobora la presencia de 24 *taxa* para el Estado de México (Tabla 3).

MATERIAL BIOLÓGICO

Los géneros con mayor biodiversidad específica fueron; *Cosmarium* (26), *Closterium* (20) y *Staurastrum* (15), lo que corresponde con lo señalado por Van den Hoek (1995) al indicar que estos géneros son los más diversos en el mundo; según el mismo autor, los menos diversos son *Desmidium*, *Hyalotheca* y *Onychonema*, lo que también coincide con los resultados encontrados, ya que estos géneros sólo registraron una especie. Esto corresponde también con lo citado por la bibliografía ficológica del Estado de México.

En las localidades estudiadas (Tabla 1) se encontraron 12 de los 18 géneros que se registran para la FVTM, lo que corresponde al 67% (Tabla 5). De lo registrado para al Estado de México, se encontraron 10 de los 12 géneros reportados por la bibliografía, lo que corresponde al 83%; estos datos comparados con el estudio de Novelo (1998) en el Valle de Tehuacán, donde registra 11 especies de desmidiáceas agrupadas en los géneros *Closterium* y *Cosmarium*, nos permite mencionar que la biodiversidad desmidioflorística en nuestra área de estudio es alta.

La localidad estudiada con mayor riqueza específica de desmidiáceas fue el parque ecológico Mijiza donde se determinaron 40 especies agrupadas en ocho géneros (*Closterium*, *Cosmarium*, *Desmidium*, *Euastrum*, *Micrasterias*, *Penium*, *Pleurotaenium* y *Staurastrum*).

La asombrosa presencia de los géneros *Cosmarium* y *Staurastrum* agrupados en un cuerpo de agua somero, los cuales fueron observados en cantidad abundante en este ambiente puede ser explicado según Margalef (1995) quien anota que en las se pueden encontrar juntas docenas de especies de los géneros *Closterium*, *Cosmarium*, *Staurastrum* y otros. Se trata de especies sumamente parecidas en las que no se conocen diferencias ecológicas importantes.

A Mijiza le siguen los charcos 1 y 2 de la Presa Iturbide, donde se determinaron 15 especies distribuidas en seis géneros. Esto sucede por las características propias del cuerpo de agua oligotrófico con un pH neutro y una temperatura entre 15 y 18°C para el desarrollo de las desmidiáceas (Brook, 1981).

En el lago cráter, El Sol, (Nevado de Toluca) se encontraron los géneros *Closterium* y *Micrasterias* mientras que Kusel Fetzmann (1973) y Banderas Tarabay (1991) observaron, además, *Desmidium* y *Euastrum*, que no fueron hallados en las colectas. Podemos agregar que las desmidiáceas de alta montaña decrecen en invierno y primavera, principalmente en los meses de marzo y mayo, este último mes cuando realizamos nuestras colectas (Brook, 1981).

El trabajo en MEB permitió una clara observación de los elementos taxonómicos que se piden en las claves, tales como la forma y ornamentación; estrías longitudinales y transversales en el caso de *Closterium*, o gránulos, espinas, protuberancias y costillas para *Cosmarium*, *Euastrum*, *Micrasterias* y *Staurastrum* (Dillard, 1991^a y b Tiffany, 1951 y West, 1904). También permitió la observación de caracteres no registrados en la bibliografía (Dillard, 1991^a y b y West, 1904), tal es el caso de la pared reticulada de *Desmidium swartzii*, gracias a un acercamiento de 3500 aumentos (en la fotografía original) y la pared con diversas ornamentaciones no registradas en el género *Pleurotaenium* (Fotos 65 y 84) por lo que se sugieren ampliar las observaciones que permitan corroborar el registro de estos caracteres taxonómicos observados.

Además, se encontró la presencia de poros en los géneros *Cosmarium* (Fotos 18 y 27) y *Pleurotaenium* (Fotos 59 y 64) e incrustaciones de mucílago en algunos *taxa*

de los géneros, *Cosmarium* (Foto 18) y *Staurastrum* (Foto 98), lo que coincide con las observaciones de Pikett-Heaps (1975).

VARIABLES HIDROLÓGICAS

Con los datos hidrológicos obtenidos de los ambientes estudiados podemos decir que el área posee características de clima temperado. Con aguas dulces poco mineralizadas a mineralizadas y con buena oxigenación, a excepción del Parque ecológico Mijiaza (APHA, 1992; Margalef, 1983).

Los charcos registraron temperaturas del agua de 15 a 18°C y pH circumneutral. Se observa una alta riqueza específica, lo que indica cambios en las condiciones bióticas y abióticas de este sistema que determinan cambios en la composición ficológica (Margain, 1981). Esto permite inferir que en estos ambientes la ficoflora es diversa, ya que es factible encontrar un gran número de especies en un área pequeña.

La presencia de las desmidiáceas en las áreas de estudio coincide con las preferencias de pH registradas para los géneros *Cosmarium*, *Desmidium*, *Micrasterias* y *Pleurotaenium* (Brook, 1981 y van den Hoek, 1995). La mayoría de las especies de *Euastrum* y *Xanthidium* se desarrollan mejor en turberas de pH ácido (van den Hoek, 1995), lo que coincide con lo registrado por Rioja y Herrera (1951) y a lo que puede atribuir la baja cantidad en especies de *Euastrum* y la ausencia en nuestras muestras del género *Xanthidium*.

El intervalo de temperatura donde se presentan los organismos (10-18°C) encontrados coinciden con los señalados por Rioja y Herrera (1951), Mendoza González (1985) y Banderas Tarabay (1991), que registran un intervalo de 4 a 19°C.

Poco se puede decir de otros parámetros hidrológicos, ya que sólo dos autores los citan. En la tabla 6 se anota, para ocho especies, un registro más completo de los parámetros importantes en su crecimiento, en los cuales podemos observar que se encuentran dentro de los intervalos citados por esta bibliografía.

Tabla 6. Registro de algunas características hidrológicas para algunas especies de Desmidiaceae. I. Brook (1981), Rioja y Herrera (1951) y Banderas Tarabay (1991) y II. Resultados de este trabajo.

<i>Taxa</i>	Alcalinidad (mg l ⁻¹ CaCO ₃)		pH	
	I	II	I	II
<i>Closterium kuetzingii</i>	80	-	6.3-7.56	7
<i>C. lunula</i>	80	25	6.3-7.56	7
<i>C. strigosum</i>	2.7-54.8	10.6	-	7
<i>Cosmarium botrytis</i>	3-13.5	10.6-39.0	-	7-7.5
<i>Euastrum verrucosum</i>	1-20	11.9	-	7
<i>Micrasterias denticulata</i>	-	-	7.65-8.1	7
<i>Pleurotaenium ehrenbergii</i>	-	-	6.3-7.56	7.5
<i>Staurastrum gracile</i>	46-195	39.0	-	7.5

La presencia de *Desmidium swartzii* y *Pleurotaenium trabecula* confirman nuestros cuerpos de agua del tipo oligotrófico, resaltando que las desmidiáceas son importantes indicadores de cambios limnológicos (Banderas Tarabay, 1991).

COLECCIONES

El material colectado y los registros fotográficos en ML y MEB se encuentra en el Herbario IZTA, con lo cual posee una de las principales colecciones de material líquido para el Estado de México, ya que los colectas de Sámano Bishop (1934), Rioja y Herrera y Kusel Fetzmann (1973) no se resguardaron en ningún herbario y en el caso del material colectado por Banderas Tarabay (1991), se encuentra en el Instituto de Biología, UNAM, pero aún hace falta su arreglo. Una referencia fotográfica fue señalada para *Xanthidium* por Rioja y Herrera (1951).

CONCLUSIONES

- ▶ Se determinaron 87 taxones correspondientes a 12 géneros de la familia Desmidiaceae en cinco localidades del estado de México.
- ▶ La riqueza específica de desmidiáceas en las localidades estudiadas en el Estado de México es alta, al registrarse 12 de los 18 géneros reportados para la FVTM.
- ▶ La Microscopia de Luz aporta datos importantes en el estudio de las desmidiáceas, tales como número de pirenoides y forma del plasto, que apoyan la descripción de algunos taxones.
- ▶ La Microscopia Electrónica de Barrido es una herramienta que debe utilizarse en los estudios específicos de las desmidiáceas, ya que permite una observación más precisa de la pared celular, las cuales son características importantes en su determinación. Además, puede proporcionar datos que nos lleven a nuevas variedades o especies.
- ▶ Se amplían los registros de temperatura, pH y alcalinidad total donde las desmidiáceas pueden desarrollarse, para el Estado de México.
- ▶ Se deben desarrollar cultivos para obtener mejores resultados en la MEB, así como estandarizar la técnica de limpieza de las muestras para la observación en MEB y así obtener mejores resultados.
- ▶ Se logró enriquecer el Herbario IZTA con material líquido fijado y fototeca, que permitirán más tarde ampliar las observaciones. Esta información bien documentada permitirá la construcción de claves, así como la dirección de trabajos específicos en un género particular.
- ▶ El material colectado y los registros fotográficos en ML y MEB se encuentran en el Herbario IZTA, con lo cual posee una de las principales colecciones de material líquido para el Estado de México.
- ▶ Se necesitan más estudios específicos de otras zonas del Estado de México y aledañas para conocer adecuadamente la desmidioflora de México.

GLOSARIO

Adaptado de Bourrelly (1972); Font (1975); Parra *et al.* (1983); Prescott (1983); Moreno (1987); Dieguez (1990) y Ulloa (1991).

Asimetría: falta de correspondencia de posición, forma y medida con relación a un eje.

Axial: situado en un eje.

Cigoto: óvulo fertilizado, huevo.

Cloroplasto: organelo de doble membrana donde se ubican los pigmentos fotosintéticos; también llamado plasto o cromatóforo.

Conjugación: proceso sexual en el cuál a través de un tubo o papila de conjugación, se movilizan gametos ameboideos para su posterior unión.

Crenado: orlado de festones, como el margen externo de algunas desmidiaceae.

Diente: espina de tamaño reducido, presente en algunas especies del género *Euastrum*.

Escrobiculado: (del latín *escrobiculatus* y este de *escrobiculus*, diminutivo de *scrobs*, el hoyo) adj. Que tiene hoyitos.

Espina: prominencia de base ancha, a veces redondeada y extremo puntiagudo, presentes por ejemplo en especies de los géneros *Scenedesmus* y *Sorastrum*.

Estriada: tipo de ornamentación de la pared celular caracterizada por presentar estrías.

Filamento: organización morfológica que consiste en un talo con ordenamiento lineal de células.

Gránulo: prominencia más o menos redondeada en la superficie celular, de menor tamaño que una verruga; frecuentemente en especies del género *Cosmarium* y *Pediastrum*.

Hemicélula: mitad de la célula dividida por una constricción media y delimitada por un istmo, en las desmidiáceas.

Istmo: región ecuatorial que conecta a las hemicélulas de las Desmidiaceae.

Janus: formas con diferente número de radios en cada hemicélula, en desmidiáceas radiadas como *Staurastrum* y *Micrasterias*.

Lóbulo: proceso emergente de forma variada en algunas células.

Mucílago: sustancia viscosa que tiene la capacidad de hincharse en el agua.

Mucrón: ornamentación en forma de punta corta más o menos aguda y aislada, que llevan algunas células; como los utrículos de *Codium*.

Parietal: relativo a la pared de una estructura, o que esta próximo a ella. Frecuentemente se refiere a la posición del plasto.

Pirenoide: estructura de constitución proteica, sobre el cuál se almacena almidón.

Poros: orificios o canales abiertos, que atraviesan la pared de diversas algas.

Protuberancia: levantamiento notorio de una zona de la pared celular de ciertas Desmidiaceae.

Radiación: formas compuestas de rayos divergentes, e como en *Staurastrum*.

Reticulado. (del latín *reticulatus*, hecho a modo de red), adj. En forma de retículo. Aplicase principalmente a la nervadura, que también se llama dictiodroma. Superficie provista de filetes engrosados de escaso relieve, anastomosados en forma de redecillas.

Simetría: correspondencia de posición, forma y medida con relación a un eje, entre los elementos de un conjunto.

Sinus: ángulo o figura geométrica producida por hendiduras en la superficie de algunas células, ejemplo Desmidiaceae.

Sutura: línea o área superficial por la cuál se unen dos piezas de la pared.

Tubérculo: prominencia verruciforme más o menos redondeada de la superficie de la pared de Desmidiaceae.

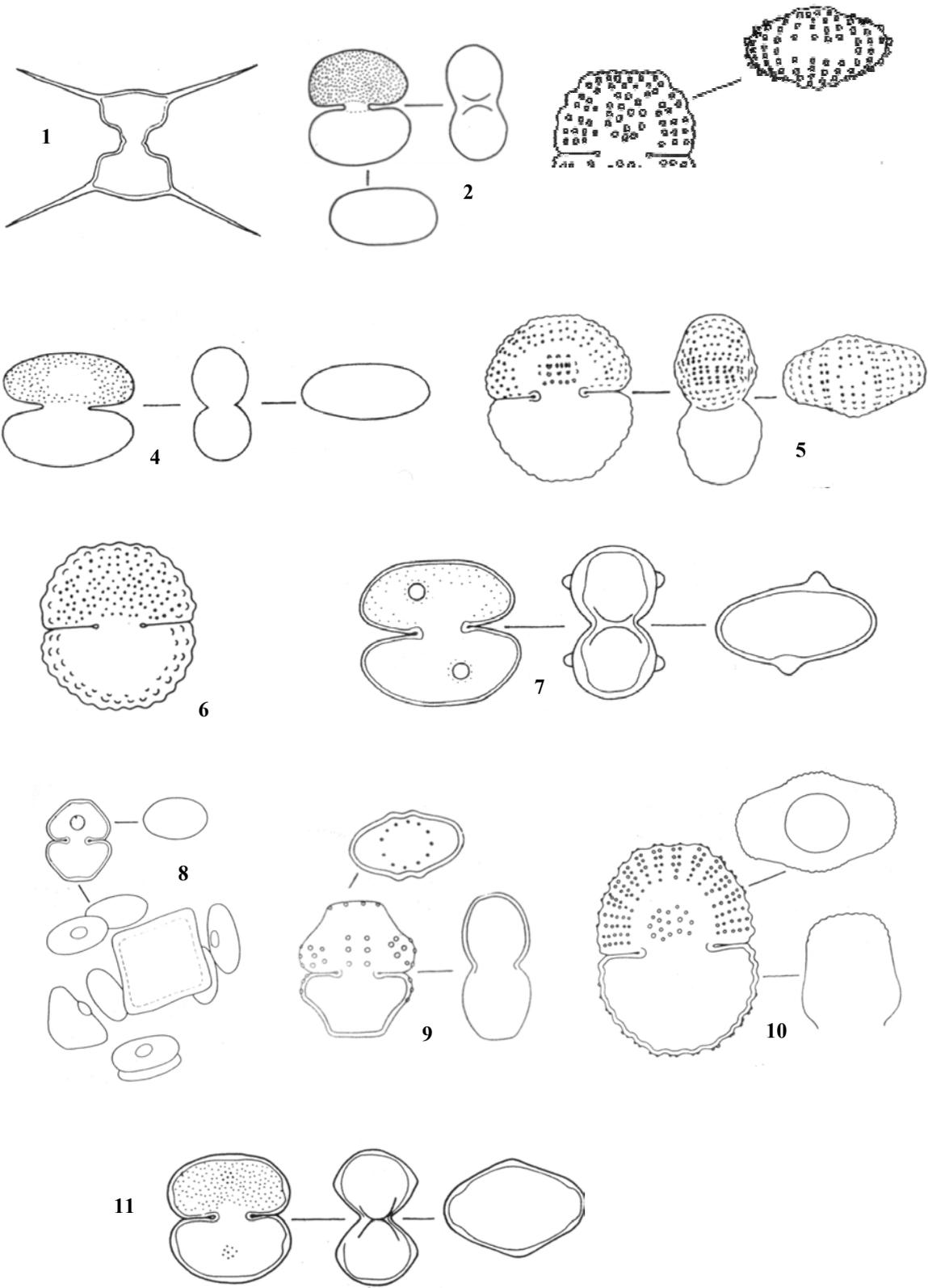
Vacuola terminal: vacuola ubicada en los ápices de algunos géneros de Desmidiaceae (*Closterium*, *Pleurotaenium*).

APÉNDICES

APÉNDICE 1

1. *A. identatus* var. *rectangularis* (Scott *et* Groenblad) Prescott, Bicudo *et* Vinyard
2. *Cosmarium bioculatum* Brebisson
3. *C. calcareum* Witrock
4. *C. depressum* f. *minutum* Heimer
5. *C. formosulum* Hoff
6. *C. obtusatum* Schmidle
7. *C. onychonema* *Raciborski*
8. *C. rectosporum* Turner
9. *C. retusum* (Perty) Rabenhorst
10. *C. subspeciosum* Nordstedt
11. *C. tumidum* f. *minus* Messikomer

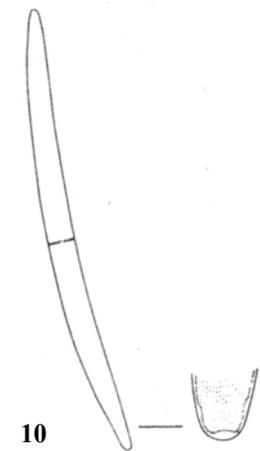
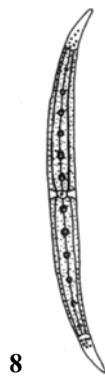
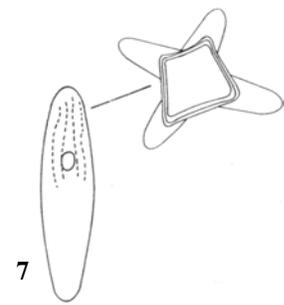
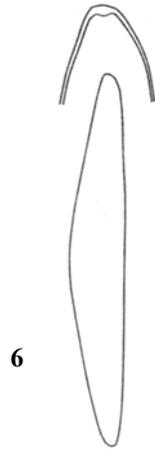
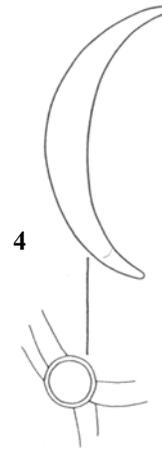
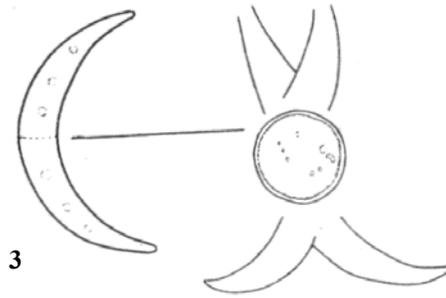
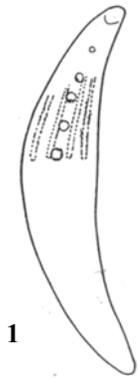
Apéndice 1



Apéndice 2

1. *C. eboracense* (Ehrenberg) Turner
2. *C. gracile* Brebisson
3. *C. incurvum* Brebisson
4. *C. jenneri* Ralfs
5. *C. kuetzingii* Brebisson
6. *C. lunula* var. *intermedium* Gutwinski
7. *C. navicula*
8. *C. strigosum* Brebisson
9. *C. toxon* West
10. *C. turgidum* var. *borgei* (Borge) Deflandre

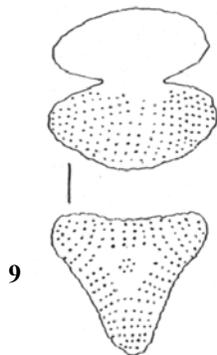
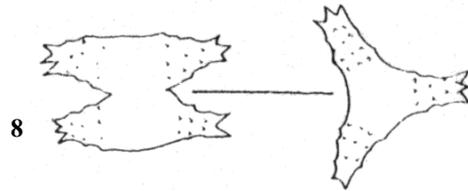
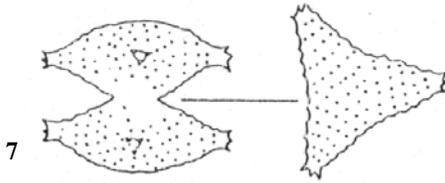
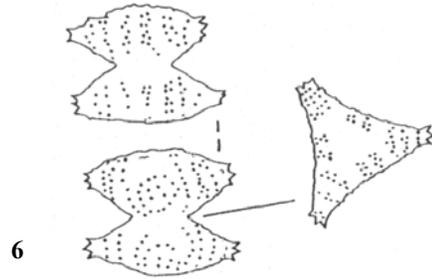
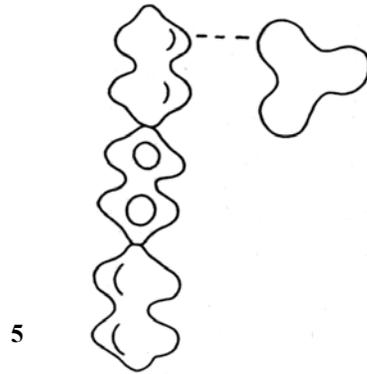
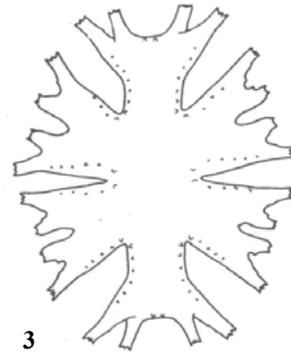
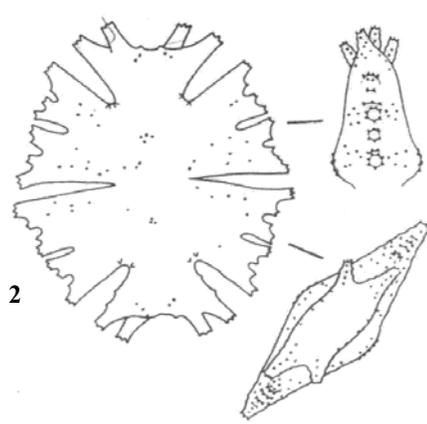
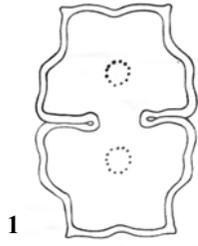
Apéndice 2



APÉNDICE 3

1. *Euastrum insulare* (Wittrock) Roy
2. *Micrasterias americana* (Ehrenberg) Ralfs
3. *M. mahabulenshwarrensis f. dichotoma* G. M. Smith
4. *Penium margaritaceum* (Ehrenberg) Brebisson
5. *Spondylosium luetkemulleri* Groenblad
6. *Staurastrum crenulatum* (Naegeli) Delponte
7. *S. gracile var. coronulatum* Boldt
8. *S. haaboliense* Wille
9. *S. lapponicum* (Smichdle) Groenblad
10. *S. muticum* (Brebisson) Ralfs

Apéndice 3



CLAVE ARTIFICIAL

CLAVE DE GÉNEROS DE DESMIDIÁCEAS DEL ESTADO DE MÉXICO

1. Células unidas en filamentos.....2
1. Células solitarias, raramente unidas en cadenas cortas.....5

2. Células unidas por procesos apicales.....3
2. Células unidas por contacto apical de la pared celular.....4

3. Células unidas por 3 procesos o extensiones apicales, células cuadradas o subcuadradas, triangulares en vista apical*Desmidium*
3. Células unidas por procesos largos que terminan en una inflación. Hemicélulas circulares o semicirculares*Onychonema*

4. Células unidas por la extensión de la pared celular apical. Hemicélula triangular en vista apical*Spondylosium*
4. Células cilíndricas alargadas, unidas por sus ápices en filamentos cortos (de 4- 8 células). Ápices trunco redondeados*Pleurotaenium*
4. Células cilíndricas cortas, con poros alineados en anillos en la parte media y apical. Posee una vaina mucilaginoso. Vista apical de la hemicélula circular.....*Hyalotheca*

5. Células cilíndricas, rectas o lunadas. Sin constricción media (itsmo).....6
5. Células con una constricción media marcada.....7

6. Células cilíndricas (angosto elípticas) pequeñas con un cinturón medio. De 2-7 veces más largas que anchas. Ápices sin vacuolas o gránulos.....*Penium*
6. Células no cilíndricas, rectas o de ligeramente a fuertemente lunadas. Ápices de la célula con vacuolas con gránulos*Closterium*

7. Células con espinas.....	8
7. Células sin espinas.....	9
8. Células con largos procesos bilaterales, frecuentemente ornamentada con espinas. Vista apical triangular	<i>Staurastrum</i>
8. Células con pared celular lisa. Hemicélula en vista frontal en forma de tazón o copa, con largas espinas en los ápices o márgenes laterales	<i>Arthrodesmus</i>
9. Hemicélulas en vista frontal con una incisión media apical.....	10
9. Hemicélulas sin incisión media apical.....	11
10. Hemicélulas con prominentes protuberancias frontales, ápices con una incisión media.....	<i>Euastrum</i>
10. Células circulares en vista frontal, con lóbulos radiados, frecuentemente con lóbulos secundarios. Aplanadas en vista apical con una ligera inflación media.....	<i>Micrasterias</i>
11. Células en vista apical comprimidas a extendidas u oval a elípticas. Istmo y sinus muy marcado	<i>Cosmarium</i>
11. Células cilíndricas alargadas >5 veces más largas que anchas, con una inflación basal visible	<i>Pleurotaenium</i>

BIBLIOGRAFÍA

- Albores Celorio, M.L., 1969. *Contribución al conocimiento de los protozoarios phytomastigoforos de la laguna de Zempoala, Estado de Morelos*. Tesis de Biólogo. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Alvarado Díaz, J., T., Zubieta Rojas, R., Ortega Murillo, A., Chacón Torres y R., Espinoza. 1984. Hipertroficación en un Lago tropical somero (Lago de Cuitzeo, Michoacán, México). *Revista de la Escuela de Biología*. UMSNH. #1.
- APHA-AWWA-WPFC. 1992. *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. Díaz de Santos. Madrid. 2-30, 2-39, 2-58, 2-89 y 4-169.
- Arredondo Figueroa, J.L., O. Vera Mackintosh y A.O. Ortiz Linas, 1984. Análisis de Componentes Principales y Cúmulos, de Datos Limnológicos, en el Lago de Alchichica, Puebla. *Biotica* 9(1):23-39.
- Banderas Tarabay, A., R. González Villela and G. de la Lanza Espino., 1991. Limnological aspects of a high mountain lake in México. *Hidrobiología* 224:1-10.
- Bicudo, C.E.M. and Lucy, M. Carvalho. 1969. Polymorphism in the desmid *Xanthidium regulare* and its taxonomic implications. *Phycologia* 5:369-375.
- Bicudo, C.E.M., 1975. Polymorphism in the desmid *Arthrodesmus mucronulatus* and its taxonomic implications. *J. Phycol.* 14(3):145-148.
- Bourelly, P., 1972. *Les Algues d'eau Douce. Initiation á la Systématique. I. Les Algues Vertes*. Ed. N. Boubée & Cie. Paris. Francia. 569 pp. 121.
- Brook, A.J., 1981. *The Biology of Desmids*. University of California Press. Great Britain. 276 pp.
- Coesel, P.F.M. 1975. The relevance of desmids in the biological typology and evaluation of freshwaters. *Hydrobiol. Bull.* 9(3):93-101.
- Cook, Philip W. 1963. Variation in vegetative and sexual morphology among the small curved species of *Closterium*. *Phycologia* 3:3-18.
- Croasdale, Hannah, 1973. *Freshwater Algae of Ellesmere Island, N.W.T.* Ottawa, Canada. 131 pp.
- Darley, M.W., 1987. *Biología de las Algas; Un enfoque fisiológico*. Limusa. México. 236 pp.

- Dieguez Covarrubias, A. 1991. *Glosario de términos fitológicos*. Universidad Autónoma de Baja California. Cuadernos docentes 20. 65 pp.
- Dillard, G. E., 1990. *Freshwater Algae of the Southeastern United States. Part 3: Chlophyceae: Zygnematales: Zygnemataceae, Mesotaenaceae and Desmidiaceae (section 1)*. J. Cramer, Germany. 172 pp, 51 plates.
- Dillard, G. E., 1991a. *Freshwater Algae of the Southeastern United States. Part 4: Chlophyceae: Zygnematales: Desmidiaceae (section 2)*. J. Cramer, Germany. 205 pp, 52 plates.
- Dillard, G. E., 1991b. *Freshwater Algae of the Southeastern United States. Part. 5. Chlophyceae: Zygnematales: Desmidiaceae (section 3)*. J. Cramer, Germany. 155 pp. 37 plates.
- Dillard, G. E., 1993. *Freshwater Algae of the Southeastern United States. Part 6: Chlophyceae: Zygnematales: Desmidiaceae (section 4)*. J. Cramer, Germany. 166 pp, 45 plates.
- Duff, Catherine E., B.A. Zeeb y J. P. Smol. 1995. *Atlas of Chrysophycean Cysts*. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 189 pp.
- Font Quer, P. 1975. *Diccionario de botánica*. Ed. Labor. Barcelona, España. 1244 pp.
- Franco, L.J., G.A. de la Cruz, A. Rocha, N. Navarrete, G. Flores, E. Kato, S. Sánchez, L.G. Abarca, C.M. Bedia e I. Winfield, 1985. *Manual de Ecología*. Ed. Trillas, México. 166 pp.
- García Rodríguez, J. y R. Tavera, 1998. Fitoplancton del Lago de Zempoala. *Bol. Soc. Bot. México* 63:85-100.
- Glavert, A. M., 1975. *Fixation, dehydration and embedding of biological specimens* North-Holland, Amsterdam.
- Gontcharov, A.A. and Masayuki Watanabe, 1999. *Brachythecha sulcata gen. et sp. nov.* (Desmidiaceae, Chlorophyta), a new alga from the highlands of Papua New Guinea. *Phycologia* 38(5):345-348.

- González González, J. 1992. Flora ficológica de México: concepciones y estrategias para la integración de una flora ficológica nacional. *Ciencias*, No. especial 6:13-33.
- Hoek, van den C., D.G. Mann and H.M. Jahns. 1995. *Algae. An introduction to phycology*. Cambridge University Press. Australia 623 pp.
- INEGI. 1995. Anónimo. División territorial del Edo. de México de 1810-1995.
- Kim, B.H. and N. Takamura, 2000. Morphological Study of the *Coenobium* of *Coronastrum lunatum* (Clorophyceae). *Phycologia* 39(2):153-156.
- Kumar, H.D. and H.N. Sing, 1979. *A textbook on Algae*. The Macmillan Press LTD. Hong Kong. 216 pp.
- Kusel Fetzmann, E., 1973. Beiträge zur kenntnis der algenflora der Hochgebirge Zentralamerikas und der Nördlichen anden. Hochgebirgsforschung, Heft 3, S. 29-68. Universitätsverlag Wagner, Innsbruck-Munchen.
- Lara, V.M.A., J.L. Moreno y E.J. Amaro, 1996. Fitoplancton. Conceptos básicos y técnicas de laboratorio. UAM Iztapalapa. 227 pp.
- López López, E. y J.A. Serna Hernández. 1999. Variación estacional del zooplancton del embalse Ignacio Allende, Guanajuato, México y su relación con el fitoplancton y factores ambientales. *Revista de Biología Tropical* 41(4):643-657.
- Margain Hernández, R.M. 1989. Lista ficoflorística de la cuenca del Río Pánuco, México. I. Cuerpos de agua temporales (Regiones oriental y Sur). *Biotam* 1(3):24-38.
- Margain-Hernández, R. y A. Coute. 1984. *Euastrum verrucosum* var. *mexicanum* nov. var Une nouvelle variété du Mexique (Chlorophyta, Zygothryxales, Desmidiaceae). *Cryptogamie, Algologie* IV, 3-4: 211-219.
- Margalef, R. 1983. Limnología. Omega. Barcelona, España. 1010 pp.
- Margalef, R. 1995. Ecología. Omega. Barcelona, España. 951 pp.
- Martínez Almeida, V.M. 1989a. Géneros de Desmidiaceae (Chlorophyta) en Isla de la Juventud y Pinar del Río, Cuba. *Acta Botánica Cubana* 75:1-24.
- Martínez Almeida, V.M. 1989b. Contribuciones a la revisión del género

- Micrasterias* (Desmidiaceae: Chlorophyta) en Cuba. *Acta Botánica Cubana* 77: 1-14.
- Martínez Almeida, V.M. 1989c. desmidiáceas filamentosas (Chlorophyta) de Isla Juventud y Pinar del Río, Cuba. *Acta Botánica Cubana* 84: 1-13.
- Martínez Almeida, V.M., 2000. Los géneros *Docidium*, *Penium*, *Pleurotaenium*, *Tetmemorus* y *Triploceras* (Desmidiales, Chlorophyta) en Cuba. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 65:51-62.
- Mendoza González, A.C., 1985. Estudio florístico ficológico estacional de la Laguna de Victoria o de Santiago Tilapia, México. *Phytologia* 58(7):479-487.
- Moreno, N.P. 1987. Glosario botánico ilustrado. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. CECSA. Xalapa, Veracruz. 300 pp.
- Novelo, M.E. 1998. Floras ficológicas del Valle de Tehuacán. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Opute, F. I. 2000. Contribution to the knowledge of algae of Nigeria. I. Desmidis from the Warri/Forcados Estuaries. Part II. The elongate baculiform desmidis. *J. Limnol.* 59 (2):131-155.
- Ortega, M.M., 1984. *Catálogo de Algas Continentales Recientes de México*. UNAM. México. 566 pp.
- Osorio Tafall, B.F. 1941^a. Material para el estudio del microplancton del lago de Pátzcuaro (México). I.- Generalidades y Fitoplancton. *An. Esc. Nal. de Cienc. Biol.* 2:331-383.
- Parra, O. O.M., González y V. Dellarossa, 1983. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales. Con especial referencia al fitoplancton de Chile. V. Chlorophyceae. Parte I: Volvocales, Tetrasporales, Chlorococcales y Ulothricales. Universidad de Concepción, Concepción. 151 pp.
- Pedroche F.F., K.M. Dreckmann, A.G. Senties y R. Margain Hernández, 1993. Diversidad algal en México. *Rev. Soc. Mex. Hist.* 44:62-92.
- Pérez Mendoza, A., 2003. *Chlorophyceae epicontinentales de la Faja Volcánica Transmexicana*. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM.130 pp.

- Pickett-Heaps, J.D. 1975. Green Algae. Sinauer Associates, Inc., Publishers. USA. 606 pp.
- Prescott, G.W. 1973. Algae of Western of Great Lakes area. SATA ED. Ed. Brown Company Publish Ers, USA. 977 pp.
- Prescott, G.W. Croasdale, H.T. and W.C. Vinyard, 1975. *A synopsis of North American Desmids. Part. II. Desmidiaceae: Placodermae*, Section 1.-North American Flora, Ser. 2/6 Lincoln. VII+275 pp. 9-57 pls.
- Prescott, G.W., 1951. *Algae of the Western Great Lakes Area*. Otto Koeltz Science Publishers. Germany. 977 pp.
- Rioja, E. y T. Herrera, 1951. Ensayo ecológico sobre el Limnobia del Lerma y sus alrededores. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Auton. México*. 22:565-591.
- Rosas, I., A. Velasco, R. Belmont, A. Báez y A. Martínez. 1993. The algal community as an indicator of the trophics status of lake Patzcuaro, Mexico. *Environmental Pollution* 80:255-264.
- Sámamo Bishop, A., 1934. Contribución al conocimiento de las algas verdes de los lagos del Valle de México. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México*. 5:149-177.
- Sánchez Rodríguez, M.E., Ma. E., y G. Vázquez. 1990. Estudio bioecológico de la Laguna de Atezca, Hidalgo, México. II. Análisis de la comunidad fitoplanctónica. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol., Méx.* 33:9-19.
- Silva. P.C., 1982. Thallobionta. In:s.p. Parker (Ed) *Synopsis and Classification of Living Organism*. McGraw- Hill Book Company, New York, Vol. I, 133-161 pp.
- Sladeczek, V. y G. Vilaclara. 1993. A water bloom in Lake of Patzcuaro (Michoacan, Mexico). *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 25:431-434.
- Sormus, L and C.E.M. Bicudo. 1972. Polymorphism in the desmid *Micrasterias laticeps* and its taxonomical implications. *J. Phycol.* 8:237-242
- Sormus, L and C.E.M. Bicudo. 1974. Polymorphism in the desmid *Micrasterias pinnatifida* and its taxonomical implications. *J. Phycol.* 10:271-279
- South, R. G., 1984. Taxonomic implications of morphometric variation in a bloom population of *Euastrum didelta* (Chlorophyta: Desmidiaceae). *Phycologia* 23 (1):47-52.

- Stein, J.R., 1973. *Handbook of Phycological Methods; Culture Methods & Growth Measurements*. Cambridge University Press. United States of America. 448 pp.
- Tiffany, L.H. and M.E. Britton, 1951. *A Catalog of Illinois Algae*. Hafner Publishing Company. New York. 407 pp.
- West, W. and G.S West, 1904. *A Monograph of de British Desmidiaceae*. (Vol. I) Johonson Reprint Corporation . United States of America. 224pp. I-XXXII pls.
- West, W. and G.S West, 1905. *A Monograph of de British Desmidiaceae*. (Vol. II) Johonson Reprint Corporation. United States of America. 206 pp. XXXIII-LXIV pls.
- West, W. and G.S West, 1908. *A Monograph of de British Desmidiaceae*. (Vol. III) Johonson Reprint Corporation. United States of America. 274 pp. LXV-XCV pls.
- West, W. and G.S West, 1912. *A Monograph of de British Desmidiaceae*. (Vol. IV) Johonson Reprint Corporation. United States of America. 194 pp. XCVI-CXXVIII pls.
- West, W. and G.S West, 1914. *A Monograph of de British Desmidiaceae*. (Vol. V) Johonson Reprint Corporation. United States of America. 300pp. CXXIX-CLXVII pls.
- www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/mexico
- www.edomexico.gob.mx
- www.itis.usda.gov