

# Microalgas del Área Natural Protegida Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco, México

Microalgae of Natural Protected Area Xochimilco and San Gregorio  
Atlapulco Ejidos (collective use rural lands), Mexico

María Guadalupe Figueroa-Torres<sup>1\*</sup>, Fernando Arana-Magallón<sup>1</sup>, Saúl Almanza-Encarnación<sup>1</sup>,  
María Guadalupe Ramos-Espinosa<sup>2</sup>, María Jesús Ferrara-Guerrero<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. Departamento el Hombre y su Ambiente, División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Calzada del Hueso 1100 col. Villa Quietud, México D.F., México, C.P. 04960.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. Departamento de Producción Agrícola y Animal, Calzada del Hueso 1100 col. Villa Quietud, México D.F., México, C.P. 04960.

\*Autor para correspondencia: [figueroa@correo.xoc.uam.mx](mailto:figueroa@correo.xoc.uam.mx)

Fecha de recepción: 17 de febrero 2014 / Fecha de aceptación: 22 de mayo de 2015

## RESUMEN

En México, la mayor parte de los estudios florísticos hacen referencia a organismos macroscópicos, siendo escasos los trabajos de las especies microscópicas, pese a que poseen una gran importancia ecológica, económica y propiedades de interés para el sector salud. En la zona de estudio, Área Natural Protegida Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco, Ciudad de México, este esquema se repite, encontrándose pocos trabajos sobre las microalgas de los canales de Xochimilco y ninguno sobre San Gregorio Atlapulco. El objetivo del presente trabajo fue elaborar un in-

ventario de las microalgas de los canales de estas dos áreas. Para el caso de Xochimilco, se hizo una revisión bibliográfica exhaustiva, que abarcó de enero de 1933 a diciembre de 2014. Para el caso de San Gregorio Atlapulco, debido a que no había estudios previos, se realizó un muestreo en enero del 2013 en 17 estaciones distribuidas en toda la zona, con una red de arrastre de abertura de malla de 54  $\mu\text{m}$  y con una botella van Dorn. Las muestras se preservaron con formalina al 4 % y con lugol al 1 % respectivamente, obteniendo un total de 34 muestras. Se generó un listado de 370 especies de microalgas para

toda el Área Natural Protegida, de las cuales, 36 % pertenecieron a Clorofitas; 24 % a Euglenofitas; 24 % a Diatomeas, 12 % a Cianoprocaritas, 3 % a Dinoflagelados y 1 % a Cromofitas, con 27 nuevos registros para San Gregorio Atlapulco. Entre las especies registradas, *Microcystis aeruginosa* y *Peridinium willei* forman florecimientos algales tóxicos, por lo que se hace necesario monitorear estos ecosistemas para prevenir sus efectos nocivos, además de continuar con los estudios ficoflorísticos de la región.

**PALABRAS CLAVE:** Microalgas, Xochimilco, San Gregorio, México.

**ABSTRACT**

In Mexico, most of the floristic studies are focused on the analysis of macroscopic organisms, with few studies on species of microflora, in spite of the high importance they bear in ecological and economical values and the properties of interest that they hold for the health sector. In the context where this research was carried out, the Natural Protected Area of Xochimilco and San Gregorio Atlapulco Ejidos in Mexico City, this pattern is repeated. There are a very small number of studies on Xochimilco's channel microalgae and no research of this nature has been carried out in San Gregorio Atlapulco. The aim of this work was to develop an inventory of microalgae Xochimilco and San Gregorio Atlapulco canals. In the case of Xochimilco, a comprehensive review of literature related to microalgae studies ranging from January 1933 to December 2014 was conducted. Since there were no previous studies in the case of San Gregorio Atlapulco, sampling was conducted in January 2013 in 17 stations distributed throughout the area with a trawl net of 54  $\mu\text{m}$  mesh size and a van Dorn bottle. The samples were preserved with formalin 4 % and 1 % lugol respectively, obtaining a total of 34 samples. A list of 370 species of microalgae were obtained for all the Natural Protected Area from which 36 % belong to Chlorophytes; 24 % Euglenophytes; 24 % Diatoms; 12 % belong Cianoprocaritas, 3 % Dinoflagellates, and 1 % Cromofitas, 27 new records for San Gregorio Atlapulco. Among the species recorded, *Microcystis aeruginosa* and *Peridinium willei* produce toxic algal blooms, therefore it is necessary to monitor these species and ecosystems to prevent its potential harmful effects, besides continuing ficofloristic studies of the region.

**KEYWORDS:** Microalgae, Xochimilco, San Gregorio, Mexico.

**INTRODUCCIÓN**

En la porción sur de la Cuenca de México se encuentran una serie de humedales, únicos en el mundo, por formar parte de la chinampería (sistemas de producción agrícola creados por los pueblos originarios de mesoamérica), la cual posee gran valor biológico, ecológico, social, cultural y económico. Debido a estas circunstancias, el 11 de diciembre de 1987 las chinampas de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco fueron declaradas "Patrimonio Cultural de la Humanidad" por la UNESCO, con una área de 7 534 ha. Los días 7 y 11 de mayo de 1992 se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el decreto en el que se estableció como zona prioritaria de preservación y conservación del equilibrio ecológico, declarándola como Área Natural Protegida (ANP), bajo la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica "Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco" con una superficie de 2 657 ha. Aunado a lo anterior, el 2 de febrero de 2004, la Convención Internacional sobre Humedales Ramsar inscribió a la zona lacustre de Xochimilco en la Lista de Humedales de Importancia Internacional, con la denominación "Sistema Lacustre Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco", por lo que se estableció que deberá asegurarse el mantenimiento de sus características naturales (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2006).

México es uno de los 12 países megadiversos, que en conjunto albergan entre el 60 % y 70 % de la diversidad biológica del mundo, y por sí mismo reúne al menos el 10 % del total de las especies (CONABIO, 2006). Lo anterior se refleja en el Sistema Lacustre Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco, Ciudad de México, ya que también posee una gran diver-

sidad biológica, con 139 especies de vertebrados, de las cuales 11 se encuentran enlistadas dentro de alguna categoría de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMAR-NAT-2001 (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2006). En cuanto a las plantas vasculares, se han registrado 146 especies, distribuidas en 101 géneros y 16 familias (Tecalcon, 2007), además de cerca de 200 especies ornamentales cultivadas. Sin embargo, los estudios sobre las microalgas de la región son escasos, aislados y relativamente recientes (de 1933 a la fecha), no existiendo antecedentes para la zona de San Gregorio, lo que puede deberse a que se requiere de equipo especializado para su recolecta y revisión, y a que existen muchos problemas relacionados con la identificación y delimitación de las especies a causa de su enorme plasticidad morfológica, aunado a que en México es escaso el número de taxónomos especializados en estos grupos.

Las microalgas de agua dulce son importantes porque ofrecen servicios ecosistémicos, debido a que son productores primarios que capturan  $\text{CO}_2$  y liberan oxígeno a la atmósfera; sirven de alimento a pequeños crustáceos, peces y anfibios; limpian los ecosistemas eutrofizados ricos en materia orgánica, transformándola en biomasa disponible, de la cual se obtienen pigmentos, antioxidantes, vitaminas y biodiésel; eliminan metales pesados y sirven como indicadores biológicos para monitorear la contaminación del agua, entre otros muchos aspectos (Chung y col., 1978; McGeoch y Chown, 1998; Korunic y Mackay, 2000; Niemi y McDonald, 2004; Illana, 2008; Garibay y col., 2009; Garza y col., 2010; Infante y col., 2012; Segura y col., 2012; Muniz y col., 2013; Oliva y col., 2014). También es importante señalar que no todas las algas son benéficas, se ha observado que hay algunas especies oportunistas, que

llegan a desarrollarse masivamente aprovechando el exceso de materia orgánica de origen antrópico. La Cianoprocaríota *Microcystis aeruginosa* es una de estas especies y puede producir daños causando irritación de la piel, enfermedades citotóxicas e incluso cáncer de páncreas, tanto en animales como en el hombre (Terrel y Bytnar, 1996; Dobal y col., 2011). Las toxinas tienden a concentrarse a lo largo de las cadenas tróficas, de modo que los peces que se alimentan de ellas suelen ser tóxicos para el hombre (Arbeláez y Ruiz, 2013).

Considerando la importancia de las microalgas de agua dulce y los pocos trabajos existentes en la zona de estudio, el objetivo de este trabajo consistió en hacer una revisión bibliográfica de la composición microalgal de los canales de Xochimilco, además de generar el primer registro de las especies de San Gregorio Atlapulco.

### MATERIALES Y MÉTODOS

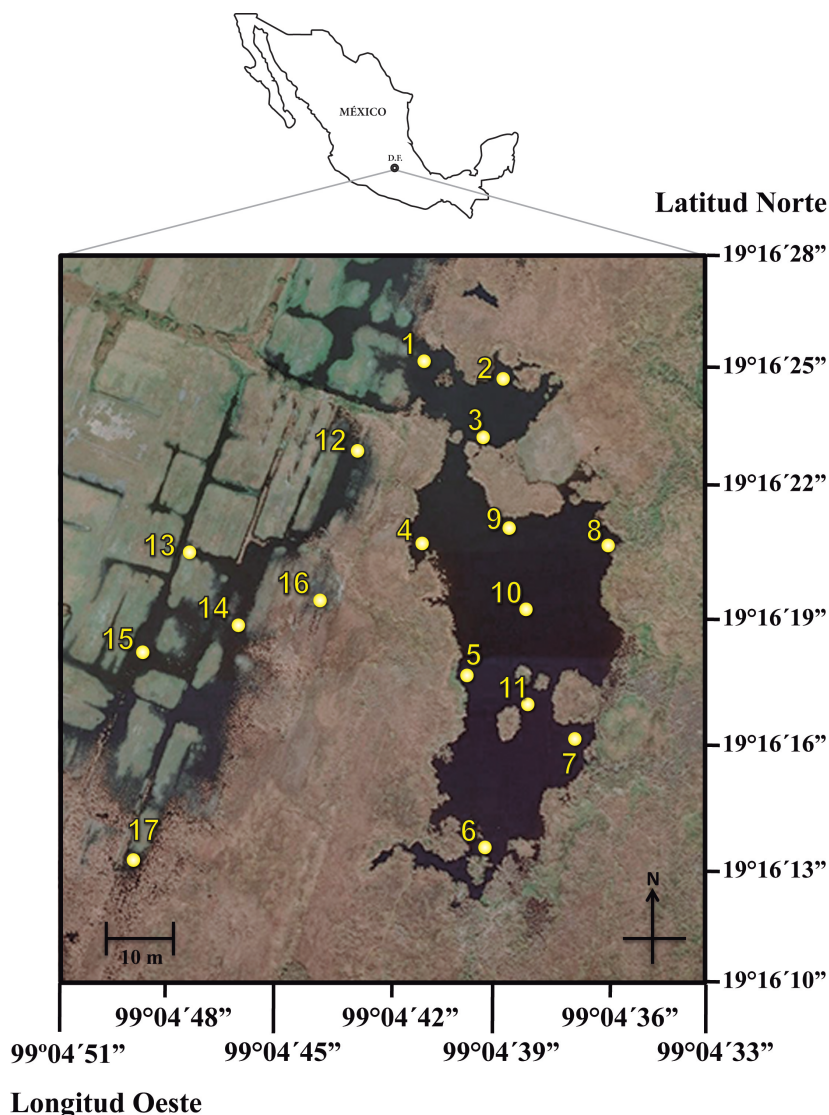
Para realizar el inventario de microalgas del Área Natural Protegida Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco de la Ciudad de México, se realizó una revisión bibliográfica que comprendió el periodo de enero de 1933 a diciembre de 2014, se revisaron 63 obras, entre las que destacan los trabajos de Sámano (1933, 1934, 1940); Ortega (1952, 1972, 1984); Pérez y Salas (1960a, 1960b); Aguayo (1993); Figueroa y Moreno (2003); Figueroa y col. (2008); Figueroa (2009, 2013); López y col. (2010). En el caso de las microalgas de San Gregorio Atlapulco (Figura 1), no se encontraron registros previos, por lo que se realizó un muestreo en enero de 2013. San Gregorio Atlapulco se encuentra ubicado entre los 19°16'10" y 19°16'28" LN y 99°04'33" y 99°04'51" LO; se establecieron 17 estaciones distribuidas en toda la zona, tratando de cubrir diferentes condiciones

microambientales. Las muestras se recolectaron con una botella van Dorn, marca Ocean Net (Valencia, España); se depositaron en frascos comunes de vidrio de 250 mL, y se les agregó lugol al 1 % final, éste es un fijador suave que conserva los flagelos de los organismos, pero presenta una pronta degradación de las muestras (días o semanas); de manera complementaria se obtuvieron muestras concentradas con el empleo de una red de arrastre de fitoplancton con aber-

tura de malla de 54 µm, marca KC Denmark (Silkeborg, Dinamarca), las cuales se colocaron en frascos de 30 mL, y se les agregó formalina al 4 %, que a diferencia del anterior, es un fijador fuerte que conserva las muestras por años, pero no conserva las estructuras delicadas. Se obtuvieron un total de 34 muestras. La revisión se llevó a cabo sobre submuestras de 0.1 mL de agua de cada lugar, basándose en la técnica de barrido de Schwöerbel (1975). Se realizaron repeticiones hasta que

### Figura 1

Estaciones de muestreo (17) en San Gregorio Atlapulco, Ciudad de México.  
Figure 1. Sampling stations (17) in San Gregorio Atlapulco, Mexico City.



no se observara ningún organismo nuevo. Para esto, se utilizó un microscopio óptico marca Zeiss, modelo Axiostar (Alemania). La identificación se realizó con ayuda de descripciones taxonómicas e ilustraciones de Ortega (1952, 1972, 1984); Pérez y Salas (1958; 1960a; 1960b; 1961); Bourrelly (1966; 1968; 1970); Figueroa y col. (2008); Oliva y col. (2008); Valadez y col. (2010); Guiry y Guiry (2012); Novelo (2012); Soon (2013); Khalid y col. (2014). Se siguió el

sistema de clasificación de Hoek y col. (1995) y Wehr y Seath (2003) a nivel de División, y la nomenclatura de las especies se actualizó siguiendo la base de datos Algae-Base de Guiry y Guiry (2012).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De la revisión bibliográfica y los estudios de campo y laboratorio sobre las microalgas del Área Natural Protegida Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco se registraron un to-

tal de 370 taxa, de los cuales 133 pertenecen a Clorofitas lo que corresponde al 36 %; 88 a Euglenofitas con el 24 %; 89 a Diatomeas con 24 %; 46 a Cianoprocaritas con 12 %, 10 a Dinoflagelados con 3 % y 4 a Cromofitas con 1 % (Tabla 1).

De la revisión de las muestras de San Gregorio Atlapulco, se determinaron 27 especies, todas ellas primeros registros para esta zona, de las cuales, 23 se encuentran también en los canales de Xochimilco.

### Tabla 1

#### Microalgas de los canales de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco.

Table 1. Microalgae in Xochimilco and San Gregorio Atlapulco channels.

	División Cyanoprokaryota (Cyanophyta, Cianoprocaritas, Cianobacteria)	Canales de Xochimilco	San Gregorio Atlapulco
1	<i>Anabaena solitaria</i> f. <i>planctonica</i> (Brunnthal) Komárek	X	
2	<i>Anabaena</i> sp.	X	
3	<i>Anabaenopsis circularis</i> (West) Woll and Miller	X	X
4	<i>Aphanocapsa elachista</i> West y West	X	
5	<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemmermann) G. Cronberg and Komárek= <i>Microcystis incerta</i> (Lemmermann)	X	
6	<i>Arthrospira laxissima</i> Gomont	X	
7	<i>Arthrospira maxima</i> Setchell and Gardner= <i>Spirulina maxima</i> (Setchell and Gardner) Geitler		X
8	<i>Calothrix stellaris</i> Bornet & Flahault	X	
9	<i>Coleofasciculus chthonoplastes</i> (Thuret ex Gomont) Siegesmund, Johansen and Friedl= <i>Microcoleus chthonoplastes</i> Thuret ex Gomont	X	
10	<i>Coelomoron pusillum</i> (Van Goor) Komárek= <i>Coelosphaerium collinsii</i> Drouet and Daily	X	
11	<i>Coelosphaerium</i> sp.	X	
12	<i>Chroococcus dispersus</i> (Keissl.) Lemmermann	X	
13	<i>Chroococcus limneticus</i> Lemmermann	X	
14	<i>Chroococcus minimus</i> (Keissl.) Lemmermann	X	
15	<i>Chroococcus prescottii</i> Drouet and Daily	X	
16	<i>Chroococcus rufescens</i> (Kützing) Nägeli	X	
17	<i>Chroococcus</i> sp.	X	
18	<i>Geitlerinema splendidum</i> (Greville ex Gomont) Anagnostidis= <i>Oscillatoria splendida</i> Greville ex Gomont	X	
19	<i>Gloeocapsa kuetzingiana</i> Nägeli ex Kützing	X	
20	<i>Gomposphaeria aponina</i> Kützing	X	
21	<i>Kamptomena formosum</i> (Bory de Saint-Vincent ex Gomont) Strunecký, Komárek and Smarda= <i>Oscillatoria formosa</i> Bory de Saint Vincent ex Gomont	X	
22	<i>Leptolyngbya fragilis</i> (Gomont) Anagnostidis and Komárek= <i>Phormidium fragile</i> Gomont	X	
23	<i>Leptolyngbya tenerima</i> (Hansgirg) Komárek= <i>Oscillatoria tenerima</i> D. Prain	X	
24	<i>Lyngbya latissima</i> Prescott	X	
25	<i>Lyngbya natans</i> Hansgirg= <i>Oscillatoria tenuis</i> var. <i>natans</i> Gomont	X	
26	<i>Marssonella elegans</i> Lemmermann	X	
27	<i>Merismopedia elegans</i> Braun ex Kützing	X	
28	<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing		X

29	<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann	X	
30	<i>Merismopedia</i> sp.	X	
31	<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	X	
32	<i>Microcystis pseudofilamentosa</i> Crow	X	
33	<i>Microcystis</i> sp.		X
34	<i>Nostoc linckia</i> Bornet ex Bornet and Flahault	X	
35	<i>Oscillatoria gracillina</i> Kützing	X	
36	<i>Oscillatoria limosa</i> Agardh ex Gomont	X	
37	<i>Oscillatoria princeps</i> Vaucher ex Gomont	X	
38	<i>Oscillatoria tenuis</i> Agardh ex Gomont	X	
39	<i>Oscillatoria tenuis</i> f. <i>natans</i> (Gomont) Elenkin= <i>Oscillatoria natans</i> Kützing	X	
40	<i>Oscillatoria</i> sp.	X	
41	<i>Phormidium ambiguum</i> Gomont	X	
42	<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis and Komárek= <i>Oscillatoria agardhii</i> Agardh	X	
43	<i>Planktothrix pseudoagardhii</i> Suda and Watanabe	X	
44	<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmermann) Komárek= <i>Oscillatoria limnetica</i> Lemmermann	X	
45	<i>Spirulina laxa</i> G. M. Smith= <i>Arthrospira laxa</i> (G. M. Smith) Crow	X	
46	<i>Spirulina major</i> Kützing ex Gomont	X	
	<b>División Chlorophyta (Clorofitas)</b>	<b>Canales de Xochimilco</b>	<b>San Gregorio Atlapulco</b>
1	<i>Actinastrum gracillimum</i> Smith	X	
2	<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim	X	
3	<i>Actinastrum fluviatile</i> (J. L. B. Schröder) Fott	X	
4	<i>Acutodesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Tsarenko= <i>Scenedesmus acuminatus</i> var. <i>tortuosus</i> (Skuja) Korshikov	X	X
5	<i>Acutodesmus dimorphus</i> (Turpin) Tsarenko= <i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turpin) Kützing	X	
6	<i>Acutodesmus obliquus</i> (Turpin) Hegewald and Hanagata <i>Scenedesmus obliquus</i> (Turpin) Kützing	X	
7	<i>Ankistrodesmus acicularis</i> var. <i>stipitatus</i> Korshikov	X	
8	<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	X	X
9	<i>Ankistrodesmus nannoselene</i> Skuja	X	
10	<i>Ankistrodesmus</i> sp.	X	
11	<i>Aphanocapsa grevillei</i> (Berkeley) Rabenhorst	X	
12	<i>Apiocystis brauniana</i> Nägeli	X	
13	<i>Botryococcus braunii</i> Kützing	X	
14	<i>Bulbochaete</i> sp.	X	
15	<i>Carteria klebsii</i> (Dang.) Dill	X	
16	<i>Closteriopsis longissima</i> (Lemmermann) Lemmermann	X	
17	<i>Closterium acerosum</i> Ehrenberg ex Ralfs	X	
18	<i>Closterium acutum</i> Brébisson	X	X
19	<i>Closterium diana</i> Ehrenberg	X	
20	<i>Closterium ehrenbergii</i> Meneghini ex Ralfs	X	
21	<i>Closterium submoniliferum</i> var. <i>malinvernianum</i> (De Notaris) Coesel	X	
22	<i>Closterium jeneri</i> Ralfs	X	
23	<i>Closterium kuetzingii</i> Brébisson	X	
24	<i>Closterium leibleinii</i> Kützing ex Ralfs	X	
25	<i>Closterium lineatum</i> Ehrenberg ex Ralfs	X	
26	<i>Closterium moniliferum</i> Ehrenberg ex Ralfs	X	
27	<i>Closterium parvulum</i> Nägeli	X	
28	<i>Closterium</i> sp.	X	

29	<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli	X	
30	<i>Cosmarium reniforme</i> (Ralfs) Archer	X	
31	<i>Crucigenia quadrata</i> Morren	X	
32	<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchnerr) Kuntze	X	X
33	<i>Chaetosphaeridium globosum</i> (Nordsted) Klebahn	X	
34	<i>Chlamydomonas globosa</i> Snow	X	
35	<i>Chlamydomonas snowiae</i> Printz	X	
36	<i>Chlamydomonas sphagnicola</i> (Fritsch) Fritsch and Takeda	X	
37	<i>Chlamydomonas</i> sp.	X	
38	<i>Chlorella vulgaris</i> Beijerinck	X	
39	<i>Chlorella</i> sp.	X	
40	<i>Chlorogonium elegans</i> Playfair	X	
41	<i>Chlorosarcina consociata</i> (Klebs) G. M. Smith	X	
42	<i>Desmodesmus bicaudatus</i> (Dedusenko) P. M. Tsarenko= <i>Scenedesmus bicaudatus</i> Dedusenko	X	
43	<i>Desmodesmus denticulatus</i> (Lagerheim) S. S. An, T. Friedl and E. Hegewald= <i>Scenedesmus denticulata</i> Schumacer= <i>Scenedesmus denticulatus</i> Lagerheim	X	
44	<i>Desmodesmus opoliensis</i> (P. G. Richter) E. Hegewald= <i>Scenedesmus opoliensis</i> P. G. Richter	X	
45	<i>Desmodesmus protuberans</i> (F. E. Fritsch & M. F. Rich) E. Hegewald= <i>Scenedesmus protuberans</i> F.E. Fritsch and M. F. Rich	X	
46	<i>Elakatothrix gelatinosa</i> Wille	X	
47	<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg	X	
48	<i>Golenkinia paucispina</i> West & West	X	
49	<i>Golenkinia radiata</i> Chodat	X	
50	<i>Gonium pectorale</i> Müller	X	
51	<i>Haematococcus pluvialis</i> Flotow	X	
52	<i>Hydrodictyon reticulatum</i> (Linnaeus) Bory de Saint-Vincent	X	
53	<i>Keratococcus bicaudatus</i> (A. Braun ex Rabenhorst) J. B. Petersen	X	
54	<i>Kirchneriella contorta</i> (Schmidle) Bohlin	X	
55	<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) Möbius	X	
56	<i>Kirchneriella obesa</i> (West) West and West	X	X
57	<i>Lacunastrum gracillimum</i> (West and G. S. West) H. McManus= <i>Pediastrum duplex</i> var. <i>gracillimum</i> West and G. S. West	X	
58	<i>Lagerheimia wratislaviensis</i> Schröder	X	
59	<i>Micractinium pusillum</i> Fresenius	X	
60	<i>Micractinium pusillum</i> var. <i>elegans</i> Smith	X	
61	<i>Microspora stagnorum</i> (Kützing) Lagerheim	X	
62	<i>Monactinus simplex</i> (Meyen) Corda= <i>Pediastrum simplex</i> var. <i>simplex</i> (Meyen) Parra- Barrientos	X	
63	<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korsikov) Hindak	X	
64	<i>Monoraphidium convolutum</i> (Corda) Komárková-Legnerová	X	X
65	<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová= <i>Ankistrodesmus acicularis</i> (Braun) Korshikov	X	
66	<i>Monoraphidium mirabile</i> (West and G. S. West) Pankow	X	
67	<i>Monoraphidium</i> sp.	X	X
68	<i>Mucidosphaerium pulchellum</i> (H. C. Wood) C. Bock, Proschold and Krienitz= <i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood	X	
69	<i>Nephrocytium agardhianum</i> Nägeli = <i>Nephrocytium agardhianum</i> Ehrenberg	X	
70	<i>Oedogonium</i> sp.	X	
71	<i>Oocystis borgei</i> Snow	X	
72	<i>Oocystis elliptica</i> West	X	
73	<i>Oocystis elliptica</i> var. <i>minor</i> West y West= <i>Oocystis elliptica</i> f. <i>minor</i> West	X	

Continúa..

74	<i>Oocystis parva</i> West & West	X	
75	<i>Oocystis pusilla</i> Hansgirg	X	
76	<i>Oocystis submarina</i> Lagerheim	X	
77	<i>Oocystis</i> sp.	X	
78	<i>Pandorina morum</i> (Müller) Bory de Saint-Vincent	X	X
79	<i>Pectinodesmus javanensis</i> (Chodat) E. Hegewald, C. Bock and Krienitz= <i>Scenedesmus javanensis</i> Chodat	X	
80	<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini	X	
81	<i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>longicorne</i> Reinsch	X	
82	<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	X	
83	<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>clathratum</i> (A. Braun) Lagerheim	X	
84	<i>Pediastrum reticulatum</i> (Lagerh.) Zacharias	X	
85	<i>Pediastrum tetras</i> var. <i>tetraodon</i> (Corda) Hansgirg	X	
86	<i>Pediastrum</i> sp.	X	
87	<i>Planktosphaeria gelatinosa</i> Smith	X	
88	<i>Pleodorina illinoisensis</i> Kofoid	X	
89	<i>Polydriopsis spinulosa</i> (Schmidle) Schmidle	X	
90	<i>Pseudocharacium obtusum</i> (A. Braun) Petry-Hesse <i>Characium obtusum</i> A. Braun	X	
91	<i>Pseudosphaerocystis lacustris</i> (Lemmermann) Nováková= <i>Tetraspora lacustris</i> Lemmermann	X	
92	<i>Pteromonas aculeata</i> Lemmermann	X	
93	<i>Pyramimonas tetrarhynchus</i> Schmarda	X	
94	<i>Quadrigula chodatii</i> (Tanner-Fullman) Smith= <i>Ankistrodesmus chodatii</i> (Tanner-Fullman) Brunthaler	X	
95	<i>Scenedesmus abundans</i> var. <i>longicauda</i> Smith	X	
96	<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat	X	
97	<i>Scenedesmus acuminatus</i> var. <i>elongatus</i> G. M. Smith	X	
98	<i>Scenedesmus acutus</i> var. <i>globosus</i> Hortobágyi	X	
99	<i>Scenedesmus</i> cf <i>arcuatus</i> (Lemmermann) Lemmermann	X	
100	<i>Scenedesmus armatus</i> (R. Chodat) R. Chodat	X	
101	<i>Scenedesmus bijuga</i> var. <i>irregularis</i> (Wille) Smith	X	
102	<i>Scenedesmu denticulatus</i> var. <i>brevispinus</i> (Smith) May	X	
103	<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson	X	
104	<i>Scenedesmus quadricauda</i> var. <i>longispinus</i> G. M. Smith	X	
105	<i>Scenedesmus quadricauda</i> var. <i>maximus</i> (West and G. S. West) Chodat	X	
106	<i>Scenedesmus quadricauda</i> var. <i>westii</i> G. M. Smith	X	X
107	<i>Scenedesmus quadripina</i> Chodat	X	X
108	<i>Scenedesmus</i> sp.	X	
109	<i>Schroederia setigera</i> (Schröder) Lemmermann	X	
110	<i>Sphaerellocystis ampla</i> (Kützing) Nováková= <i>Gloeocystis ampla</i> (Kützing) Rabenhorst	X	
111	<i>Spirogyra condensata</i> (Vaucher) Leiblein	X	
112	<i>Spondylomorom quaternarium</i> Ehrenberg	X	
113	<i>Staurastrum curvatum</i> W. West	X	
114	<i>Staurastrum hexacerum</i> Wittrock	X	
115	<i>Staurastrum</i> cf. <i>lapponicum</i> (Schmidle) Grönblad	X	X
116	<i>Staurastrum manfeldtii</i> Delponte	X	
117	<i>Stauroidesmus cuspidatus</i> var. <i>inflexum</i> M. Raciborski	X	
118	<i>Stigeoclonium nanum</i> (Dillwyn) Kützing	X	
119	<i>Tetraëdron gracile</i> (Reinsch) Hansgirg= <i>Tetraëdron trigonum</i> var. <i>gracile</i> (Reinsch) De Toni	X	
120	<i>Tetraëdron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg	X	X

Continúa..

121	<i>Tetraëdron regulare</i> Kützing	X	
122	<i>Tetraëdron</i> sp.	X	
123	<i>Tetraselmis cordiformis</i> (H. J. Carter) Stein	X	
124	<i>Tetrastrum glabrum</i> (Y. V. Roll) Ahlstrom and Tiffany	X	X
125	<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i> (Schröder) Lemmermann	X	
126	<i>Treubaria setigera</i> (W. Archer.) G. M. Smith= <i>Tetraëdron trigonum</i> var. <i>setigerum</i> (Archer.) Lemmermann	X	
127	<i>Trochiscia reticularis</i> (Reinsch.) Hansgirg	X	
128	<i>Ulothrix cylindricum</i> Prescott	X	
129	<i>Ulothrix tenerrima</i> (Kützing) Kützing= <i>Ulothrix variabilis</i> Kützing	X	
130	<i>Ulothrix</i> sp.	X	
131	<i>Volvox tertius</i> Art. Meyer	X	
132	<i>Westloopsis linearis</i> (G. M. Smith) C.-C. Jao <i>Westella linearis</i> Smith	X	
133	<i>Willea crucifera</i> (Wolle) D. M. John, M. J. Wynne and P. M. Tsarenko	X	
	<b>División Euglenophyta (Euglenofitas)</b>	<b>Canales de Xochimilco</b>	<b>San Gregorio Atlapulco</b>
1	<i>Anisonema emarginata</i> Stokes	X	
2	<i>Colacium cyclopicola</i> (Gicklhorn) Bourrelly	X	
3	<i>Cryptoglena pigra</i> Ehrenberg	X	
4	<i>Cryptoglena skujae</i> Marin and Melkonian	X	
5	<i>Entosiphon sulcatum</i> (Dujardin) Stein	X	
6	<i>Euglena acus</i> (Müller) Ehrenberg	X	
7	<i>Euglena agilis</i> Carter= <i>Euglena agilis</i> Klebs en Pérez-Reyes y Salas Gómez	X	
8	<i>Euglena caballeroi</i> Pérez-Reyes	X	
9	<i>Euglena cantabrica</i> Pringsheim= <i>Euglena dicentra</i> Skuja	X	
10	<i>Euglena confusa</i> Pérez-Reyes	X	
11	<i>Euglena cyclopicola</i> Gickelhorn	X	
12	<i>Euglena chadefaudii</i> Bourrelly= <i>Euglena flagellata</i> Pérez Reyes y Salas Gómez = <i>Euglena spinifera</i> Pérez Reyes y Salas Gómez	X	
13	<i>Euglena deses</i> Ehrenberg = <i>Enchelys deses</i> Müller= <i>Euglena acus</i> Ehrenberg = <i>Euglena deses</i> Ehrenberg Pérez-Reyes y Salas Gómez	X	
14	<i>Euglena ehrenbergii</i> Klebs = <i>Amblyophis viridis</i> Ehrenberg = <i>E. truncata</i> Walton = <i>E. amblyophis</i> Playgair = <i>Ampyophis arinagari</i> Bhatia = <i>E. heimii</i> Lefèvre	X	
15	<i>Euglena elastica</i> Prescott	X	
16	<i>Euglena excavata</i> Schiller	X	
17	<i>Euglena exilis</i> Gojdics	X	
18	<i>Euglena flagellata</i> Pérez-Reyes	X	
19	<i>Euglena fundoversata</i> Johnson	X	
20	<i>Euglena gracilis</i> G. A. Klebs	X	
21	<i>Euglena granulata</i> (Klebs) Schmitz	X	
22	<i>Euglena guntheri</i> Gojdics	X	
23	<i>Euglena hemichromata</i> Skuja	X	
24	<i>Euglena limnophila</i> Lemmermann var. <i>sulcata</i> (Pérez Reyes y Salas Gómez) Ortega= <i>Euglena sulcata</i> Pérez Reyes y Salas Gómez	X	
25	<i>Euglena minima</i> Francé	X	
26	<i>Euglena oblonga</i> Schmitz	X	
27	<i>Euglena oxyuris</i> Schmarda	X	
28	<i>Euglena parasitica</i> Sokoloff [Sokolov]	X	
29	<i>Euglena polymorpha</i> Dangeard	X	
30	<i>Euglena proxima</i> Dangeard= <i>Euglena confusa</i> Pérez-Reyes y Salas Gómez	X	

Continúa...



31	<i>Euglena pseudoviridis</i> Chadefaud	X	
32	<i>Euglena rostrifera</i> Johnson	X	
33	<i>Euglena sanguinea</i> Ehrenberg	X	
34	<i>Euglena spinifera</i> Pérez Reyes	X	
35	<i>Euglena stellata</i> Mainx	X	
36	<i>Euglena sulcata</i> Pérez Reyes	X	
37	<i>Euglena texta</i> (Dujardin) Hübner= <i>Crumenula texta</i> Dujardin= <i>Lepocinclis obtusa</i> Francé= <i>L. texta</i> (Dujardin) Lemmermann	X	
38	<i>Euglena tornata</i> Pérez Reyes y Salas Gómez	X	
39	<i>Euglena viridis</i> (O. F. Müller) Ehrenberg = <i>Euglena viridis</i> (Schrank) Ehrenberg	X	X
40	<i>Euglena</i> sp.	X	
41	<i>Heteronema acus</i> (Ehrenberg) Stein	X	
42	<i>Lepocinclis acus</i> var. <i>longissima</i> (Deflandre) D. A. Kapustin= <i>Euglena acus</i> var. <i>longissima</i> Deflandre	X	
43	<i>Lepocinclis acuta</i> Prescott	X	
44	<i>Lepocinclis caudata</i> A. M. da Cunha	X	
45	<i>Lepocinclis fusiformis</i> (Carter) Lemmermann	X	
46	<i>Lepocinclis fusiformis</i> var. <i>amphirhynchus</i> Nygaard	X	
47	<i>Lepocinclis fusiformis</i> var. <i>excavatum</i> Bourrelly	X	
48	<i>Lepocinclis fusiformis</i> var. <i>major</i> Fritsch & Rich	X	
49	<i>Lepocinclis glabra</i> Drezepolski	X	
50	<i>Lepocinclis glabra</i> f. <i>minor</i> Prescott	X	
51	<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehrenberg) Lemmermann	X	
52	<i>Lepocinclis ovum</i> var. <i>bütschlii</i> (Lemmermann) Conrad	X	
53	<i>Lepocinclis spirogyroides</i> Marin and Melkonian= <i>Euglena spirogyra</i> Ehrenberg	X	
54	<i>Lepocinclis spiroides</i> (Lemmermann) Marin and Melkonian= <i>Euglena spiroides</i> Lemmermann	X	
55	<i>Lepocinclis teres</i> (Schmitz) Francé	X	
56	<i>Lepocinclis texta</i> (Dujardin) Lemmermann	X	
57	<i>Lepocinclis tripteris</i> (Dujardin) Marin and Melkonian= <i>Euglena tripteris</i> (Dujardin) Klebs= <i>Euglena torta</i> Stokes	X	
58	<i>Lepocinclis salina</i> F. E. Fritsh	X	
59	<i>Lepocinclis steinii</i> Lemmermann	X	
60	<i>Lepocinclis</i> sp.	X	
61	<i>Ophiocytium capitatum</i> Wolle	X	
62	<i>Peranemopsis trichophora</i> (Ehrenberg) L. Péterfi= <i>Peranema trichophorum</i> (Ehrenberg) Stein	X	
63	<i>Phacus acuminatus</i> Stokes	X	
64	<i>Phacus caudatus</i> Hübner	X	
65	<i>Phacus curvicauda</i> Swirenko	X	
66	<i>Phacus inflexus</i> (I. Kisselev) Pochmann	X	
67	<i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin = <i>Phacus longicaudus</i> (Ehrenberg) Dujardin	X	
68	<i>Phacus pleuronectes</i> (O. F. Müller) Nitzsch ex Dujardin	X	X
69	<i>Phacus pyrum</i> (Ehrenberg) Archer	X	
70	<i>Phacus quinquemarginatus</i> Jahn and Shawhan	X	
71	<i>Phacus tortus</i> (Lemmermann) Skvortzov	X	
72	<i>Phacus</i> sp. 1	X	
73	<i>Phacus</i> sp. 2	X	
74	<i>Phacus</i> sp. 3	X	
75	<i>Strombomonas costata</i> Deflandre	X	
76	<i>Strombomonas</i> sp.	X	
77	<i>Trachelomonas crebea</i> var. <i>brevicollis</i> Prescott	X	

78	<i>Trachelomonas heduma</i> Conrad= <i>T. varians</i> Deflandre f. <i>spiralis</i> Deflandre	X	
79	<i>Trachelomonas hexangulata</i> Swirenko	X	
80	<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) Stein	X	
81	<i>Trachelomonas lacustris</i> Drezepoloki= <i>T. cylindrica</i> var. <i>punctata</i> Skvortzow	X	
82	<i>Trachelomonas pulcherrima</i> Playfair	X	
83	<i>Trachelomonas robusta</i> Swirenko	X	
84	<i>Trachelomonas rotunda</i> Deflandre	X	
85	<i>Trachelomonas volvocina</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	X	
86	<i>Trachelomonas</i> sp. 1	X	
87	<i>Trachelomonas</i> sp. 2	X	
88	<i>Tribonema minus</i> (Wille) Hazen	X	
	<b>División Bacillariophyta (Diatomeas)</b>	<b>Canales de Xochimilco</b>	<b>San Gregorio Atlapulco</b>
1	<i>Achnanthes lanceolata</i> (Brébisson ex Kützing) Grunow	X	
2	<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	X	
3	<i>Aneumastus tuscula</i> (Ehrenberg) D. G. Mann and A. J. Stickle= <i>Navicula tuscula</i> (Ehrenberg) Grunow	X	
4	<i>Asterionella</i> sp.	X	
5	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen= <i>Melosira granulata</i> (Ehrenberg) Ralfs	X	
6	<i>Aulacoseira granulata</i> f. <i>curvata</i> (Hustedt) Simonsen = <i>Melosira granulata</i> var. <i>curvata</i> Grunow	X	
7	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (O. F. Müller) Simonsen= <i>Melosira granulata</i> var. <i>angustissima</i> Müller	X	
8	<i>Aulacoseira</i> sp.	X	
9	<i>Brebissonia lanceolata</i> (C. Agardh) Mahoney and Reimer= <i>Cymbella lanceolata</i> (C. Agardh) Kirchner	X	
10	<i>Caloneis amphibaena</i> (Bory de Saint Vincent) Cleve	X	
11	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	X	
12	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	X	
13	<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D. G. Mann= <i>Navicula cuspidata</i> (Kützing) Kützing	X	X
14	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	X	X
15	<i>Cyclotella</i> sp.	X	
16	<i>Cymbella affinis</i> Kützing	X	
17	<i>Cymbella aspera</i> (Ehrenberg) Cleve	X	
18	<i>Cymbella gastroides</i> var. <i>genuina</i> Mayer	X	
19	<i>Cymbella mexicana</i> (Ehr.) Cleve	X	
20	<i>Cymbella prostata</i> (Berkeley) Cleve	X	
21	<i>Cymbella</i> sp.	X	
22	<i>Denticula elegans</i> Kützing	X	
23	<i>Diadesmis confervacea</i> Kützing= <i>Navicula confervacea</i> (Kützing) Grunow	X	
24	<i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve	X	
25	<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G.Mann= <i>Cymbella minuta</i> Hilse	X	
26	<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D. G. Mann= <i>Cymbella minuta</i> var. <i>silesiaca</i> (Bleisch) Reimer	X	
27	<i>Encyonema muelleri</i> (Hustedt) D. G. Mann= <i>Cymbella muelleri</i> Hustedt	X	
28	<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson= <i>Epithemia zebra</i> (Ehrenberg) Kützing	X	
29	<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing	X	X
30	<i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>ventricosa</i> (Ehrenberg) Grunow	X	
31	<i>Eunotia</i> sp.	X	
32	<i>Fragilaria acus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	X	
33	<i>Fragilaria barbatula</i> (Kützing) Lange-Bertalot= <i>Tabularia barbatula</i> (Kützing) D. M. Williams and Round	X	
34	<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow	X	
35	<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow	X	

36	<i>Cf Fragilaria crotonensis</i> Kitton	X	
37	<i>Fragilaria dorsiventralis</i> (Otto Müller) Lange-Bertalot	X	
38	<i>Fragilaria tabulata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot	X	
39	<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>contracta</i> (Østrup) Main	X	
40	<i>Fragilariforma virescens</i> (Ralfs) D. M. Williams and Round= <i>Fragilaria virescens</i> Ralfs	X	
41	<i>Fragilaria</i> sp.	X	
42	<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	X	
43	<i>Gomphonema augur</i> Ehrenberg	X	
44	<i>Gomphonema capitatum</i> Ehrenberg= <i>Gomphonema truncatum</i> var. <i>capitatum</i> (Ehrenberg) R. M. Patrick	X	
45	<i>Gomphonema clavatum</i> Ehrenberg	X	
46	<i>Gomphonema coronatum</i> Ehrenberg= <i>Gomphonema acuminatum</i> var. <i>coronatum</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	X	
47	<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	X	X
48	<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	X	X
49	<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	X	
50	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	X	
51	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	X	
52	<i>Hantzschia</i> cf. <i>amphioxys</i> var. <i>vivax</i> (Hantzsch) Grunow	X	X
53	<i>Lemnicola hungarica</i> (Grunow) F. E. Round and P. W. Basson= <i>Achnanthes hungarica</i> (Grunow) Grunow	X	
54	<i>Licmophora lyngbyei</i> (Kützing) Grunow ex Van Heurck	X	
55	<i>Melosira agassizii</i> var. <i>malayensis</i> Hustedt	X	
56	<i>Melosira varians</i> C. Agardh	X	
57	<i>Melosira</i> sp. 1	X	
58	<i>Melosira</i> sp. 2	X	
59	<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	X	
60	<i>Navicula exigua</i> var. <i>capitata</i> R. M. Patrick	X	
61	<i>Navicula exigua</i> var. <i>sagnata</i> Hustedt	X	
62	<i>Navicula</i> sp. 1	X	X
63	<i>Navicula</i> sp. 2	X	
64	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	X	
65	<i>Nitzschia constricta</i> (Kützing) Ralfs= <i>Nitzschia apiculata</i> (W.Gregory) Grunow	X	
66	<i>Nitzschia linearis</i> W. Smith	X	
67	<i>Nitzschia</i> sp.	X	
68	<i>Opephora americana</i> M. Peragallo	X	
69	<i>Pinnularia abaujensis</i> (Pantocsek) R. Ross	X	
70	<i>Pinnularia globiceps</i> Gregory	X	
71	<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg	X	
72	<i>Pinnularia</i> sp. 1	X	
73	<i>Pinnularia</i> sp. 2	X	
74	<i>Placoneis elginensis</i> (Gregory) E. J. Cox= <i>Navicula anglica</i> Ralfs	X	
75	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot	X	
76	<i>Rhoicosphenia curvata</i> f. <i>minor</i> M. Schmidt	X	
77	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller= <i>Pinnularia gibba</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	X	
78	<i>Rhopalodia gibba</i> var. <i>ventricosa</i> (Kützing) H. Peragallo and M. Peragallo	X	
79	<i>Rhopalodia gibberula</i> (Ehrenberg) Otto Müller	X	
80	<i>Sellaphora americana</i> (Ehrenberg) D. G. Mann <i>Navicula americana</i> Ehrenberg	X	
81	<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkovsky= <i>Navicula pupula</i> Kützing	X	
82	<i>Staurisirella leptostauron</i> (Ehrenberg) D. M. Williams and Round= <i>Fragilaria leptostauron</i> (Ehrenberg) Hustedt	X	

Continúa...

83	<i>Surirella ovalis</i> Brébisson	X	
84	<i>Surirella minuta</i> Brébisson = <i>S. ovalis</i> var. <i>ovata</i> (Kützing) Van Heurck	X	
85	<i>Surirella</i> sp. 1	X	
86	<i>Surirella</i> sp. 2	X	
87	<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützing	X	
88	<i>Tabularia fasciculata</i> (C. Agardh) D. M. Williams and Round = <i>Fragilaria fasciculata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot	X	
89	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P. Compère = <i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot	X	
	<b>División Dinophyta (Pyrrophyta, Dinoflagelados)</b>	<b>Canales de Xochimilco</b>	<b>San Gregorio Atlapulco</b>
1	<i>Ceratium hirundinella</i> (Müller) Dujardin	X	
2	<i>Gymnodinium</i> sp. 1	X	
3	<i>Gymnodinium</i> sp. 2	X	
4	<i>Peridinium cinctum</i> (Müller) Ehrenberg	X	
5	<i>Peridinium willei</i> Huitfeldt-Kaas		X
6	<i>Peridinium</i> sp.	X	
7	<i>Peridiniopsis gymnodinum</i> (Penard) Bourrelly	X	
8	<i>Peridiniopsis</i> sp.	X	
9	<i>Sphaerodinium cinctum</i> (Ehrenberg) Woloszynska = <i>Sphaerodinium cinctum</i> var. <i>limneticum</i> (Woloszynska) Hub.-Pest.	X	
10	<i>Sphaerodinium cinctum</i> var. <i>polonicum</i> (Woloszynska) Huber-Pestalozzi	X	
	<b>División Chromophyta (Cromofitas)</b>	<b>Canales de Xochimilco</b>	<b>San Gregorio Atlapulco</b>
1	<i>Mallomonas mirabilis</i> Conrad	X	
2	<i>Mallomonas producta</i> Iwanoff	X	
3	<i>Synura uvella</i> Ehrenberg	X	
4	<i>Tribonema minus</i> (Wille) Hazen	X	
	<b>Total</b>	<b>366</b>	<b>27</b>

En San Gregorio Atlapulco las microalgas mejor representadas fueron las Clorofitas con 13 especies, constituyendo el 48 % del total, siguiéndole las Diatomeas con siete especies (26 %), las Cianoprocaritas con cuatro especies (15 %), las Euglenofitas con dos especies (7 %), y por último los Dinoflagelados con una especie (4 %); no se encontraron Cromofitas (Figura 2).

Entre las especies en común en ambos sistemas se encuentran Cianoprocarita: *Anabaenopsis circularis*; Clorofita: *Acutodesmus acuminatus*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Closterium acutum*, *Crucigenia tetrapedia*, *Kirchneriella obesa*, *Monoraphidium convolutum*, *Monoraphidium* sp., *Pandorina morum*, *Scenedesmus quadricauda* var. *westii*, *Scenedesmus quadrispinus*, *Staurastrum* cf. *lapponicum*, *Te-traëdrum minimum* y *Tetrastum glabrum*; Euglenofita:

*Euglena viridis* y *Phacus pleuronectes*, y Diatomeas: *Craticula cuspidata*, *Cyclotella meneghiniana*, *Epithemia turgida*, *Gomphonema olivaceum*, *Gomphonema parvulum*, *Hantzschia* cf. *amphioxys* var. *vivax* y *Navicula* sp.

En San Gregorio solo se detectaron cuatro especies diferentes a las de los canales de Xochimilco: *Arthrospira maxima*, *Merismopedia glauca*, *Microcystis* sp. y *Peridinium willei*, lo que incrementa ligeramente el total de registros que se tienen para toda la zona patrimonial, de 366 a 370 especies, sin mostrar variación en los porcentajes totales (Figura 3).

Cabe señalar que en San Gregorio Atlapulco *Cyclotella meneghiniana* es escasa, a pesar de que en los canales de Xochimilco suele ser abundante y frecuente; de manera similar; las especies *Cocconeis placentula*,

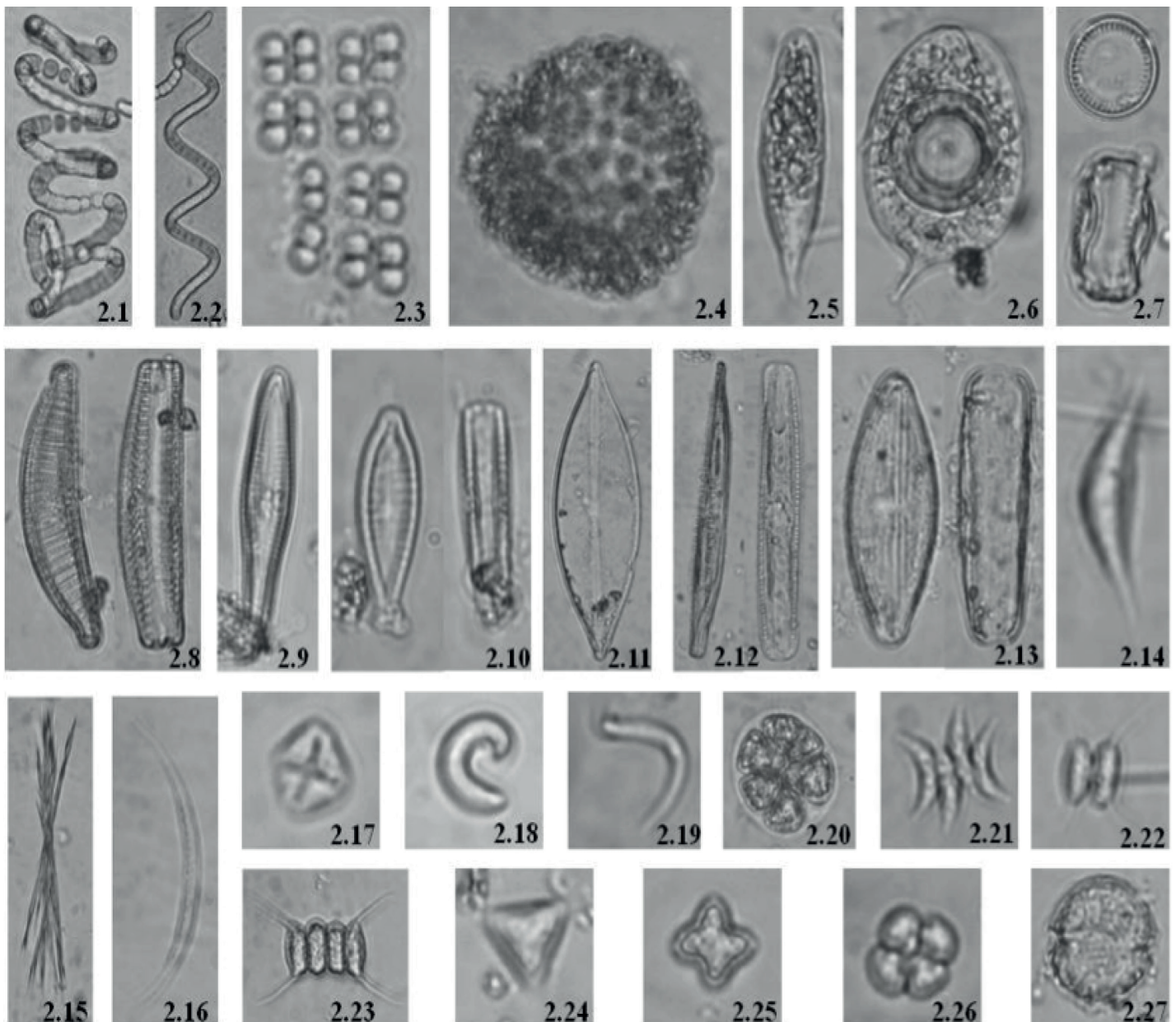
*Pediastrum* sp. y *Planktothrix agardhii* no se encontraron en San Gregorio Atlapulco y en los canales de Xochimilco son frecuentes y abundantes, revelando de forma indirecta la existencia de diferencias microambientales entre ambos sistemas.

Llama la atención la presencia de *Microcystis aeruginosa* en los canales de Xochimilco, ya que es una especie nociva que produce microcistina, que es una sustancia hepatotóxica, además de que es indicadora de eutroficación (Carvalho y col., 2013). La especie *Arthrospira maxima* estuvo presente históricamente en los canales de Xochimilco y ha sido utilizada como alimento desde la época prehispánica por poseer un alto valor nutricional. Actualmente solo se encuentra en San Gregorio en bajas cantidades, por lo que requiere ser protegida para evitar su desaparición. Es

**Figura 2**

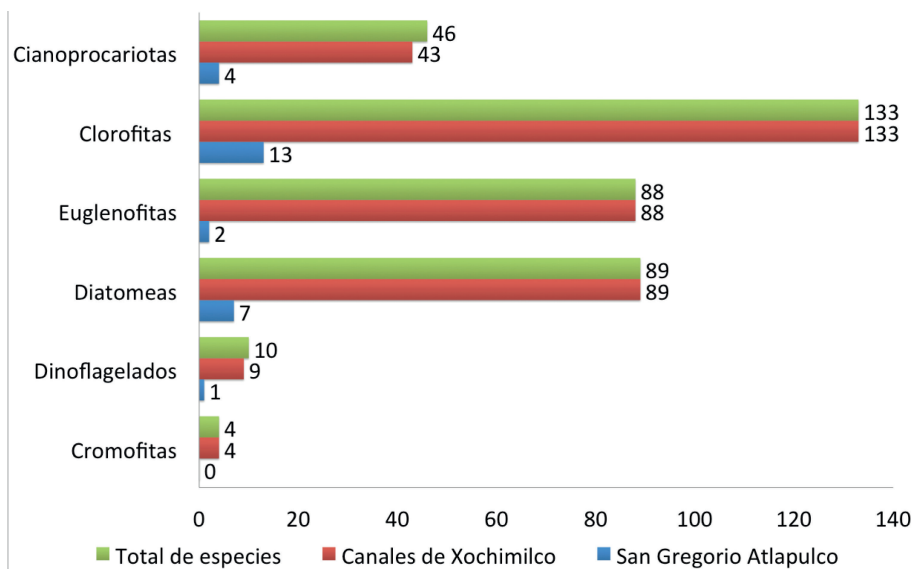
Microalgas de San Gregorio Atlapulco: 2.1 *Anabaenopsis circularis*, 2.2 *Arthrospira maxima*, 2.3 *Merismopedia glauca*, 2.4 *Microcystis* sp., 2.5 *Euglena viridis*, 2.6 *Phacus pleuronectes*, 2.7 *Cyclotella meneghiniana*, 2.8 *Epithemia turgida*, 2.9 *Gomphonema olivaceum*, 2.10 *Gomphonema parvulum*, 2.11 *Hantzschia* cf. *amphioxys* var. *vivax*, 2.12 *Craticula cuspidata*, 2.13 *Navicula* sp.1, 2.14 *Closterium acutum*, 2.15 *Ankistrodesmus falcatus*, 2.16 *Monoraphidium* sp., 2.17 *Crucigenia tetrapedia*, 2.18 *Kirchneriella obesa*, 2.19 *Monoraphidium convolutum*, 2.20 *Pandorina morum*, 2.21 *Acutodesmus acuminatus*, 2.22 *Scenedesmus quadrispina*, 2.23 *Scenedesmus quadricauda* var. *westii*, 2.24 *Staurastrum* cf. *lapponicum*, 2.25 *Tetraedron minimum*, 2.26 *Tetrastrum glabrum*, 2.27 *Peridinium willei*.

Figure 2. Microalgae of San Gregorio Atlapulco: Microalgae: 2.1 *Anabaenopsis circularis*, 2.2 *Arthrospira maxima* 2.3 *Merismopedia glauca*, 2.4 *Microcystis* sp., 2.5 *Euglena viridis*, 2.6 *Phacus pleuronectes*, 2.7 *Cyclotella meneghiniana*, 2.8 *Epithemia turgida*, 2.9 *Gomphonema olivaceum*, 2.10 *Gomphonema parvulum*, 2.11 *Hantzschia* cf. *amphioxys* var. *vivax*, 2.12 *Craticula cuspidata*, 2.13 *Navicula* sp. 1, 2.14 *Closterium acutum*, 2.15 *Ankistrodesmus falcatus*, 2.16 *Monoraphidium* sp., 2.17 *Crucigenia tetrapedia*, 2.18 *Kirchneriella obesa*, 2.19 *Monoraphidium convolutum*, 2.20 *Pandorina morum*, 2.21 *Acutodesmus acuminatus*, 2.22 *Scenedesmus quadrispina*, 2.23 *Scenedesmus quadricauda* var. *westii*, 2.24 *Staurastrum* cf. *lapponicum*, 2.25 *Tetraedron minimum*, 2.26 *Tetrastrum glabrum*, 2.27 *Peridinium willei*.



**Figura 3**

Riqueza de especies de la Zona Patrimonial de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco, Ciudad de México.  
Figure 3. Richness of species at Xochimilco and San Gregorio Atlapulco, natural reserves Mexico City.



importante destacar que su producción comercial proviene de otros sitios y no de esta región.

Por otra parte, se pudo observar que con el trabajo realizado, aumentó de modo sustancial el conocimiento de los recursos ficológicos del Área Natural Protegida de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco, ya que los 370 taxa registrados constituyen más del triple de las especies reportadas para dicha zona en la Gaceta Oficial del Distrito Federal (2006), donde se mencionan tan solo 115. También aumenta el número de registros para los ecosistemas acuáticos de la Ciudad de México, ya que Oliva y col. (2014), reportaron únicamente 184 especies de algas y en este estudio se contabilizaron más del doble. Por otra parte, Novelo y Tavera (2011), en su trabajo sobre las algas de agua dulce de México reportaron 651 especies para todo el Distrito Federal; sin embargo, por los alcances del mismo, no señalan las localidades ni los cuerpos de agua en donde fueron registradas, por lo que no se puede hacer una comparación con los resultados de este estudio.

En términos generales, se pudo constatar que son escasos y esporádicos los trabajos ficológicos realizados en el Área Natural Protegida, ya que en este estudio se presentan los primeros registros de microalgas de los canales de San Gregorio Atlapulco. Se puede observar que los datos existentes subestiman la riqueza de especies en esta zona, por ello se considera que si se intensifican los muestreos, es muy probable que se obtengan nuevos registros, aspecto que coincide con lo señalado por Novelo y Tavera (2011), para todo el país.

Pedroche y col. (1993), desde hace más de dos décadas, también refieren la falta de trabajos sobre la riqueza específica de las algas de ambientes de agua dulce del país, debido a la naturaleza de este grupo que implica el enfrentamiento con una diversidad morfológica, reproductiva y ecológica considerable, con relaciones filogenéticas y criterios de clasificación poco claros. Estos aspectos a la fecha se han ido resolviendo con la ayuda de nuevas tecnologías como la microscopía electrónica y la biología

molecular; sin embargo, todavía hay mucho trabajo por hacer al respecto.

Aunado a lo anterior, se considera necesario realizar monitoreos constantes, debido a que las condiciones ambientales están cambiando rápidamente en los últimos años a causa de las actividades de origen antrópico, como es el caso de la contaminación del agua y el cambio climático, factores que se reflejan en la desaparición, en los canales de Xochimilco, de especies sensibles como *Arthrospira maxima*, y en la generación de condiciones que favorecen el desarrollo masivo de especies potencialmente tóxicas como *Microcystis aeruginosa* y *Peridinium willei*.

### CONCLUSIONES

Se registraron un total de 370 especies de microalgas en el Área Natural Protegida de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco, lo que incrementó de manera importante el conocimiento de su riqueza de especies, con respecto a los reportes existentes hasta el momento. Para el caso de San Gregorio, al no existir estudios previos, este trabajo contribuyó con el primer registro de 27 especies de microalgas. Debido a la escasez de trabajos ficológicos en la región, a su importancia científica, ecológica y económica y al riesgo que puede causar la presencia de especies tóxicas a la salud humana, es necesario continuar con la elaboración de los inventarios en la región. ||

### AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Autónoma Metropolitana y al Cuerpo Académico Sistemas y Procesos Ecológicos de los Recursos Acuáticos Tropicales (SEP Clave: UAM-X-CA-44), por el apoyo brindado para la realización del presente trabajo.

## REFERENCIAS

- Aguayo, M. (1993). Aspectos hidrobiológicos y de calidad del agua de cuatro canales de Xochimilco. En E. Sthephan (Ed.), *Primer seminario internacional de investigadores de Xochimilco* (pp. 503-509). Tomo II. Asociación Internacional de Investigadores de Xochimilco A. C., México.
- Arbeláez, A. y Ruiz, V. (2013). Dinámica de la bio-acumulación de ciguatoxinas en una cadena alimentaria. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*. 32(3): 271-283.
- Bourrelly, P. (1966). *Les algues d'eau douce, Initiation à la systématique*. Tome 1: Les algues vertes. Francia: Editions N. Boubée y cie. 512 Pp.
- Bourrelly, P. (1968). *Les algues d'eau douce, Initiation à la systématique*. Tome II: Les algues jaunes et brunes, Chrysohyccées, Phéophycées, Xanthophycées et Diatomées. Francia: Editions N. Boubée y cie. 438 Pp.
- Bourrelly, P. (1970). *Les algues d'eau douce, Initiation à la systématique*. Tome III: Les algues bleues et rouges Les Eugleniens, Peridiniens et Cryptomonadines. Francia: Editions N. Boubée y cie. 512 Pp.
- Carvalho, M., Agujaro, L., Pires, D., and Picoli, C. (2013). *Manual de Cianobacterias Planctónicas: Legislação, Orientações para o Monitoramento e Aspectos ambientais*. Governo do Estado Sao Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. 56 Pp.
- CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2006). Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 71 Pp.
- Chung, P., Pond, W., Kingsbury, J., Walker, E., and Krook L. (1978). Production and nutritive value of *Arthrospira platensis*, a spiral Blue-Green Alga grown on swine wastes. *Journal Animal Science*. 47: 319-330.
- Dobal, V., Loza, S. y Lugioyo, G. (2011). Potencialidades de las cianobacterias planctónicas como bioindicadores de estrés ambiental en ecosistemas costeros. *Serie Oceanológica*. 9: 112-117.
- Figueroa, G. (2009). *Algas de la Cuenca de México*. México: Serie Académicos, CBS, UAM-Xochimilco. 81 Pp.
- Figueroa, G. (2013). *El papel de las cianoprocaríotas en la eutrofización de los canales de Xochimilco y pista de remo y canotaje Virgilio Uribe*. 4 Suplemento de Investigación. Cauce. UAM Xochimilco. 8 Pp.
- Figueroa, M. y Moreno, J. (2003). Dinoflagelados dulceacuicolas de México. En: M. Barreiro, M. Meave, M. Signoret, M. Figueroa (Eds.), *Planctología Mexicana* (pp. 85-102). Sociedad Mexicana de Planctología, A. C. México.
- Figueroa, G., Santos, D. y Velazco, A. (2008). *Ficoflora de Xochimilco, Parte 1: Diatomeas y Clorofitas*. México: Serie Académicos, CBS, UAM-Xochimilco. 122 Pp.
- Gaceta Oficial del Distrito Federal (2006). Décima sexta época, 11 de enero, No. 5. [En línea]. Disponible en: [http://www.sma.df.gob.mx/corena/descargas/conservacion\\_restauracion\\_recursos\\_naturales/anp/decretos/DECRETO\\_PM\\_ANP\\_ZSCE\\_XOCHIMILCO.pdf](http://www.sma.df.gob.mx/corena/descargas/conservacion_restauracion_recursos_naturales/anp/decretos/DECRETO_PM_ANP_ZSCE_XOCHIMILCO.pdf). Fecha de consulta: 10 de enero de 2014.
- Garibay, A., Vázquez, R., Sánchez, M., Serrano, L. y Martínez, A. (2009). *Biodiesel a partir de microalgas*. Instituto de Biotecnología, UNAM. México: CICESE. 24 Pp.
- Garza, M., Almaguer, V., Rivera, J. y Loredó J. (2010). Bioingeniería ambiental aplicada a una columna empacada con *Chlorella* sp. inmovilizada para la remoción de metales pesados. *CIENCIA UANL*. 13(2): 174-177.
- Guiry, M. and Guiry, G. (2012). World-Wide Electronic Publication, National University of Ireland, Galway, en *AlgaeBase*. [En línea]. Disponible en: <http://www.algaebase.org>. Fecha de consulta: 10 de enero de 2014.
- Hoek, C., Mann, D. G., and Jahns, H. M. (1995). *Algae. An introduction to Phycology*. Cambridge University Press, Cambridge. 576 Pp.
- Illana, C. (2008). Usos industriales de las algas diatomeas. *Quercus*. 267: 32-36.
- Infante, E., Zárate, A., Florez, J., Barrios, F. y Zapata C. (2012). Propagación de la microalga *Chlorella* sp. en cultivo por lote: cinética del crecimiento celular. *Avances en Ciencias e Ingeniería*. 3(2): 159-164.
- Khalid, M., Nabih, A., Sla, B., Bashir, R., and Shameel, M. (2014). Taxonomic studies of freshwater algae from Taxila, Pakistan. *Proceeding of the Pakistan Academy of Science*. 51(1): 61-66.
- Korunic, Z. and Mackay, A. (2000). Grain surface-layer treatment of Diatomaceous earths for insect control. *Arhiv za Higienu Rada i Toksikologiju*. 51(1): 1-11.
- López, H. M., Ramos, M. G., Figueroa, M. G., Flores, A. y Owen, T. (2010). Efecto de agua tratada sobre la biomasa del perifiton de dos sitios del área lacustre de Xochimilco utilizando un microcosmos artificial. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*. 10(19): 39-61.
- McGeoch, M. and Chown, S. (1998). Scaling up the value of bioindicators. *Trends in Ecology and Evolution*. 13: 46-47.
- Muniz, L., Christ, A., Andrei, F., Greque, M., and Almeida, L. (2013). *Spirulina platensis* biomass cultivated in Southern Brazil as a source of essential minerals and other nutrients. *African Journal of Food Science*. 7(2): 451-455.
- Niemi G. J. and McDonald, M. E. (2004). Application of ecological indicators. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 35: 89-111.
- Novelo, E. (2012). *Flora del valle de Tehuacán-Cuicatlán. Vol. 102. Bacillariophyta Hustedt*. México: Instituto de Biología, UNAM. 230 Pp.
- Novelo, E. y Tavera, R. (2011). Un panorama gráfico de las algas de agua dulce de México. *Hidrobiológica*. 21(3): 333-341.
- Oliva, M., Godínez, J. y Zúñiga, C. (2014). Biodiversidad del fitoplancton de aguas continentales en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 54-61.
- Oliva, M., Rodríguez, A., Lugo, A. y Sánchez, M. (2008). Composición y dinámica del fitoplancton en un lago urbano hipertrófico. *Hidrobiológica*. 18(1): 1-13.
- Ortega, M. (1952). Estudios realizados en México sobre algas, líquenes, hepáticas y musgos. México: UNAM. *Anales del Instituto de Biología*. 23: 39-52.
- Ortega, M. (1972). Bibliografía algológica de México. México: Serie Botánica, UNAM. *Anales del Instituto de Biología*. 43(1): 63-76.
- Ortega, M. (1984). *Catálogo de algas continentales recientes de México*. México: UNAM. 567 Pp.
- Pedroche, F., Dreckmann, K., Sentíes, A. y Margain, R. (1993). Diversidad algal de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. 44: 3-17.
- Pérez, R. y Salas, E. (1958). Euglenae del Valle de México I. Algunas especies encontradas en el estanque de Chapultepec. *Revista Latinoamericana de Microbiología*. 1: 303-325.
- Pérez, R. y Salas, E. (1960a). Euglenae del Valle de México II. *Descripción de cinco especies nuevas. Homenaje al Dr. Eduardo Caballero y Caballero*. SEP-IPN. México: Ed. Politécnica. 62 Pp.
- Pérez, R. y Salas, E. (1960b). Euglenae del Valle de México III. *Euglena tornata* sp. nov. *Acta Zoológica Mexicana*. 4: 1-5.
- Pérez, R. y Salas, E. (1961). Euglenae del Valle de México IV. Descripción de algunos endoparásitos. *Revista Latinoamericana Microbiología y Parasitología*. 4(2): 53-72.
- Sámamo, A. (1933). Algunas cianofíceas del lago de Xochimilco. *Anales del Instituto de Biología*. México, UNAM. 4: 29-31.
- Sámamo, A. (1934). Contribución al conocimiento de las algas verdes de los lagos del Valle de México. *Anales del instituto de Biología, México, UNAM*. 5: 149-177.
- Sámamo, A. (1940). Algas del Valle de México II. *Anales del Instituto de Biología, México, UNAM*. 11: 45-50.
- Schwöerbel, J. (1975). *Métodos de Hidrobiología*. Madrid, España: H. Blume. 262 Pp.
- Segura, V., Cantoral, E., Israde, I., and Maidana, N. (2012). Epilithic diatoms (Bacillariophyceae) as indicators of water quality in the Upper Lerma River, Mexico. *Hidrobiológica*. 22(1): 16-22.
- Soon, H. (2013). New record of fresh-water Green algae (Chlorophytes) from Korea. *Journal Ecology Environment*. 36(4): 3013-314.
- Tealcon, R. (2007). *Plan Delegacional de Desarrollo Sustentable, Delegación Xochimilco*. México. 80 Pp.
- Terrel, C. and Bytnar, P. (1996). *Water quality indicators guide*. Dubuque: Kendall/Hunt publishing company. 129 Pp.
- Valadez, F., Rosiles, G., and Carmona, J. (2010). Euglenophytes from Lake Chignahuapan, Mexico. *Cryptogamie, Algologie*. 31(3): 305-319.
- Wehr, J. D. and Sheath, R. G. (2003). *Freshwater algae of North America. Ecology and Classification*. San Diego-London: Academic Press. 918 Pp.