

Diatomeas de los canales de Xochimilco (2008)

¹Almanza-Encarnación S, *¹Figueroa-Torres MG, ²López-Hernández M, ¹Ramos-Espinosa MG y
¹Ferrara-Guerrero MJ.

¹Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Calzada del Hueso No.1100. Col. Villa Quietud. México, 04960, D.F.
Del. Coyoacán.

²Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. A.P. 70-305. México, D.F.,
04510. Del. Coyoacán.

*figueroa@correo.xoc.uam.mx

RESUMEN

Las diatomeas (División Bacillariophyta) son algas microscópicas de gran importancia en la producción primaria de los ecosistemas acuáticos, por su gran diversidad y abundancia ya que contribuyen de manera significativa en la producción de oxígeno y de biomasa, además de que han sido ampliamente utilizadas como indicadoras de la calidad del agua. Considerando la importancia de este grupo, el objetivo de este trabajo consistió en conocer su diversidad y abundancia en los canales de Xochimilco. Se obtuvieron 12 muestras recolectadas en seis estaciones de muestreo, correspondientes a las épocas de estiaje (mayo) y de lluvias (septiembre) del 2008; para la recolecta de muestras se utilizó una botella van Dorn y una red de arrastre con abertura de malla de 54 µm. La riqueza de especies fue baja con respecto a estudios realizados en años anteriores, registrándose 23 especies. Se obtuvieron nueve registros nuevos para la zona de estudio: *Navicula exigua* var. *sagnata*, *Fragilaria fasciculata*, *Cymbella prostata*, *Pinnularia abaujensis*, *Navicula exigua* var. *capitata*, *Cymbella aspera*, *Synedra acus*, *Tabularia barbatula* y *Gyrosigma acuminatum*. El índice de diversidad de Shannon de cada estación fue bajo (< 1) en las dos épocas de muestreo. La especie más frecuente y abundante fue *Cyclotella meneghiniana* Kütz encontrada en la totalidad de los puntos muestreados y con abundancias promedio de 1807 cel/mL. Un análisis cluster mostró similitudes muy marcadas entre todas las estaciones de muestreo y entre las dos épocas del año, lo que indica un alto grado de homogeneidad específica en los canales de Xochimilco.

Palabras clave: diatomeas, diversidad, distribución, abundancia, canales.

INTRODUCCIÓN

Las diatomeas (División Bacillariophyta) son algas microscópicas que se caracterizan por la presencia de una pared celular o frústula compuesta

de sílice, la cual se divide en una parte superior (epiteca) y una parte inferior (hipoteca) (Lozano *et al.* 2010). Son muy importantes ya que en su mayoría son autótrofas, ya que transforman sustancias inorgánicas como agua y sales minerales y energía luminosa en sustancias orgánicas como azúcares, grasas y proteínas, por lo que son consideradas como la base de las cadenas tróficas en los ambientes acuáticos (Anónimo 2004, Oliva *et al.* 2008), en actividades acuiculturales han sido utilizadas como suplementos alimenticios, además de que prestan servicios ambientales, debido a que producen oxígeno y capturan dióxido de carbono, entre otras características.

Las diatomeas pueden ser resistentes o sensibles a diversas condiciones ambientales, ya que pueden vivir en sistemas acuáticos contaminados, con altas concentraciones de nitrógeno y fósforo (Anónimo 2004), o desaparecer ante tales circunstancias, sirviendo de indicadoras biológicas éstas.

Actualmente la mayoría de los cuerpos de agua en México presentan algún grado de contaminación por materia orgánica (eutrofización), entre estos se encuentran los canales de Xochimilco, a pesar de que son utilizados para actividades agrícolas basadas en el sistema de chinampas con gran importancia económica, de que sirven de sustento para especies de flora y fauna endémicas y a que tienen gran afluencia de turistas nacionales y extranjeros.

En los últimos años los canales de Xochimilco han recibido la descarga de agua proveniente del drenaje doméstico, de diversas industrias, de las chinampas

Diatomeas de los canales de Xochimilco (2008)

*Almanza-Encarnación S, Figueroa-Torres MG, López-Hernández M, Ramos-Espinosa MG y Ferrara-Guerrero MJ.

Recibido: 01 de Junio de 2012.

Aceptado 01 de Agosto de 2012.

Publicado: 01 de Diciembre de 2012

fertilizadas con agroquímicos y de las plantas de tratamiento del Cerro de la Estrella y de San Luis Tlaxialtemalco (Figueroa *et al.* 2008); por lo que la estructura y la función de este sistema se están viendo fuertemente afectados, lo que se refleja en la disminución o desaparición de diversas especies locales, así como en alteraciones en la comunidad fitoplanctónica.

Se han realizado pocos estudios referentes a diatomeas de los canales de Xochimilco; entre éstos se encuentran los de Flores (1980) quien reportó 21 especies, Reynoso (1986) siete, Aguayo (1993) dos, Santos (2004) 39, Figueroa *et al.* (2008) 56 y *com pers.* Blancas *et al.* (2012) 36, observándose grandes fluctuaciones en su composición de especies, así como en sus abundancias, afectando la producción del ecosistema y de las cadenas tróficas asociadas. Por lo anterior se realizó un monitoreo de los cambios en la composición, distribución y abundancia espacial y temporal de las especies de diatomeas de los canales de Xochimilco, en las épocas de estiaje (mayo) y lluvia (septiembre) del 2008.

MATERIAL Y METODOS

Xochimilco se encuentra situado al sureste del Distrito Federal entre los 19° 19' N y 98° 56' W, a una altitud aproximada de 2240 msnm (Órgano del Gobierno del Distrito Federal 2008). Tiene una superficie de 509 kilómetros cuadrados (335 hectáreas), en las que destaca la existencia de 25 hectáreas de chinampas y 140 kilómetros de canales. Las principales corrientes que escurren en esta zona son las de San Gregorio Atlapulco, San Lucas Xochimanca, Santiago Tepalcatlalpan y San Buenaventura, las cuales nacen en su mayor parte en la Sierra Chichinautzin y descargan a los canales de Xochimilco (CONAGUA 2010).

Para este estudio se revisaron 12 muestras pertenecientes a la colección de algas del Laboratorio de Ficología y Fitofarmacología, recolectadas en distintas estaciones de los canales de Xochimilco (Figura 1), durante la época de estiaje (mayo) y de lluvias (septiembre) del 2008, dichas muestras fueron recolectadas en la superficie de la columna de agua.

Los sitios muestreados en ambas épocas fueron: Laguna de Tlilac, Vertedero Cerro de la Estrella, San Gregorio Atlapulco, San Luis Tlaxialtemalco, Fernando Celada y Parque Ecológico (Figura 1). Las estaciones laguna de Tlilac, Parque Ecológico y Fernando Celada corresponden a zonas ecoturísticas, San Gregorio Atlapulco y San Luis Tlaxialtemalco zonas agrícolas y el vertedero Cerro de la Estrella, es una zona donde ingresa el agua de la Planta de tratamiento.

Para la recolección de las muestras para el conteo de células, se utilizó una botella van Dorn, el material se depositó en frascos de 250 mL, a los que se les añadió Lugol al 1% final; el análisis cualitativo se complementó con muestras de arrastre, en donde se utilizó una red de fitoplancton con abertura de malla de 54µm, estas muestras se depositaron en frascos de 30mL y se les agregó formalina al 4% final.

Para el estudio cualitativo, la revisión se llevó a cabo sobre submuestras de 0.1mL de agua de cada lugar, basado en la técnica de barrido de Schwöerbel (1975), se realizaron repeticiones hasta que no se observara ningún organismo nuevo, se utilizó un microscopio óptico marca Zeiss, modelo Axiostar. La cuantificación se realizó por duplicado de cada submuestra para conocer la cantidad de organismos presentes, estos datos se capturaron en una matriz en el programa estadístico Excel 2007, se elaboraron gráficas de frecuencia de especies y de distribución por estaciones y épocas de muestreo; además, se calculó el índice de diversidad de Shannon, utilizando el logaritmo natural de pi, de acuerdo con Begon *et al.* (1987) y se elaboró un análisis Cluster de la composición de especies por puntos de muestreo y épocas del año, en el programa Systat 10.2.

A cada organismo observado se le tomaron fotomicrografías con una cámara digital Canon Power Shot A2200, las cuales sirvieron para su posterior identificación, con ayuda de claves y descripciones taxonómicas de Ortega (1984); Maidana (1985); Anónimo (2007); Cubas (2008); Figueroa *et al.* (2008); entre otras.

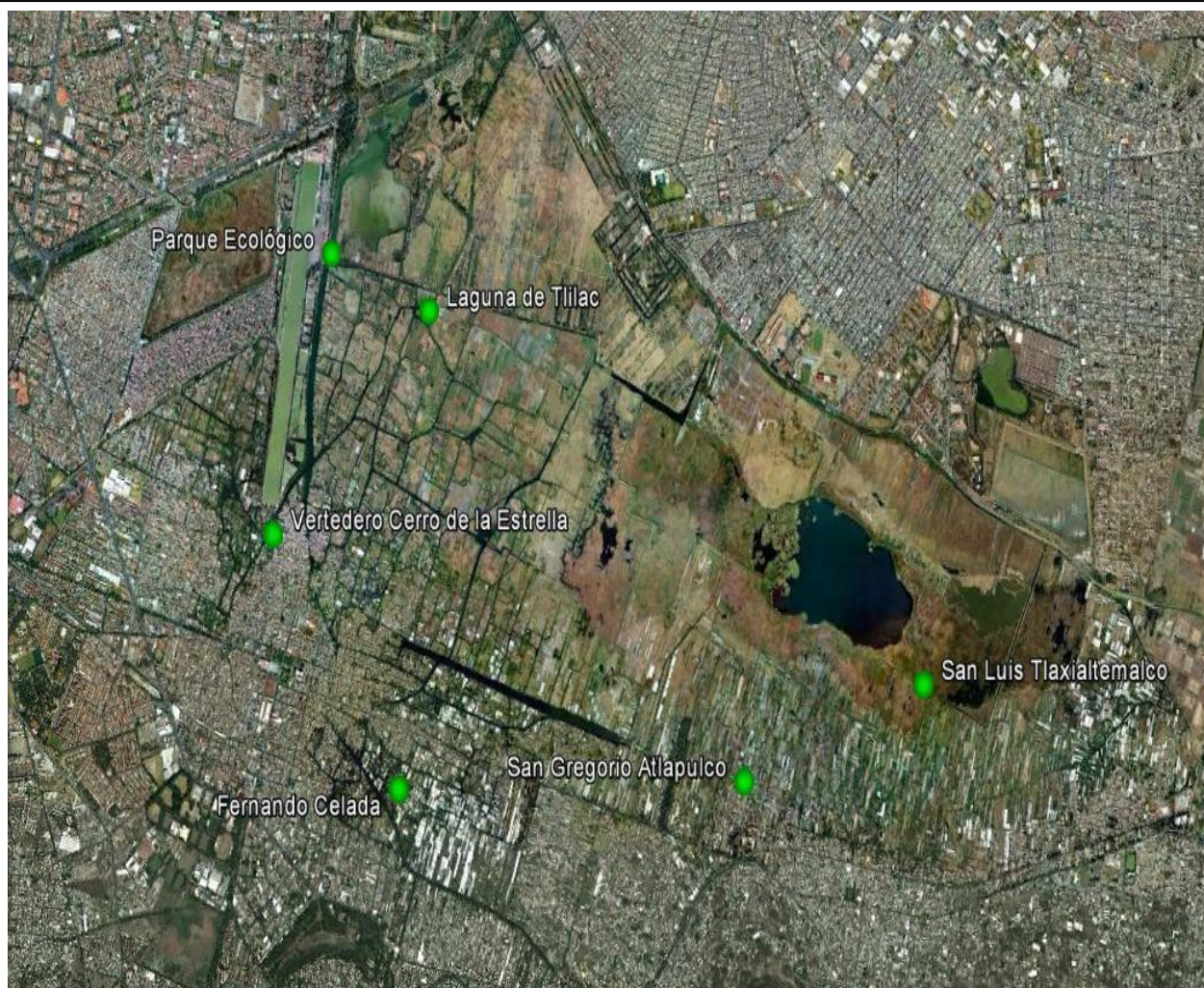


Figura. 1. Zona de estudio y estaciones de muestreo (modificado de Google Earth 2012).

RESULTADOS

En este estudio se registraron un total de 23 especies (Tabla 1, Lámina 1) de las cuales nueve son nuevos registros para la zona de estudio: *Navicula exigua* var. *sagnata*, *Fragilaria fasciculata*, *Cymbella prostata*, *Pinnularia abaujensis*, *Navicula exigua* var. *Capitata*, *Cymbella aspera*, *Synedra acus*, *Tabularia barbatula* y *Gyrosigma acuminatum*. Se observó que más del 50% de especies registradas en estudios previos, para las estaciones de muestreo,

no se encontraron en este trabajo.

En cuanto a la riqueza de especies se observó que esta fue mayor en septiembre que en mayo, en esta época el sitio con la mayor riqueza fue Laguna de Tlilac con 19, seguida del Vertedero Cerro de la Estrella con 17 especies, por el contrario, el sitio que presentó la menor riqueza de especies fue San Luis Tlaxialtemalco con tres. En cuanto a la riqueza de especies se observó que esta fue mayor en septiembre que en mayo, en esta

Diatomeas de los canales de Xochimilco (2008)

*Almanza-Encarnación S, Figueroa-Torres MG, López-Hernández M, Ramos-Espinosa MG y Ferrara-Guerrero MJ.

Recibido: 01 de Junio de 2012.

Aceptado 01 de Agosto de 2012.

Publicado: 01 de Diciembre de 2012

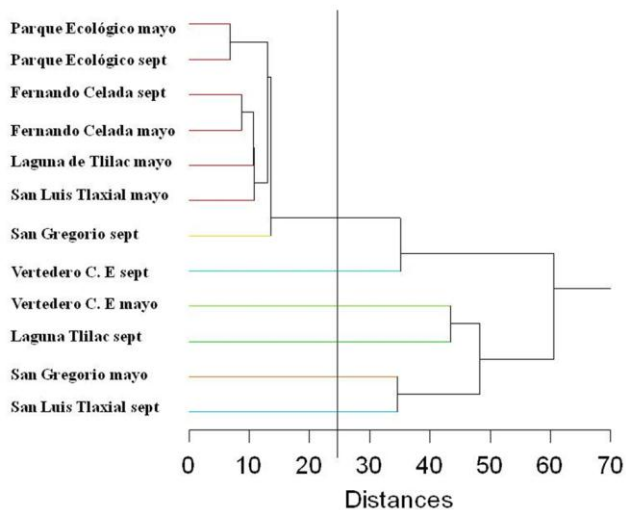


Fig. 4. Análisis cluster de la composición de especies en las distintas estaciones de muestreo

Tabla 2. Índice de diversidad (H) de las distintas estaciones de muestreo y épocas del año

Estaciones de muestreo	H	
	mayo	septiembre
San Gregorio	0.262	0.354
Fernando Celada	0.371	0.755
Vertedero Cerro de la Estrella	0.355	0.883
Parque Ecológico	0.244	0.675
Laguna de Tlilac	0.463	0.604
San Luis Tlaxialtemalco	0.216	0.010
Total	0.374	0.589

Las estaciones con valores de H superiores a 0.5 fueron Vertedero Cerro de la Estrella, Fernando Celada, Parque Ecológico y Laguna de Tlilac del muestreo de septiembre, el resto de las estaciones presentaron valores menores. El índice de Shannon total de septiembre, también fue mayor (0.589), con respecto al de mayo (0.374).

DISCUSIÓN

La riqueza de especies de diatomeas fue de 23 especies, similar a la registrada por Flores (1980) con 21 especies; sin embargo es baja comparada con lo reportado por Santos (2004) y Figueroa *et al.* (2008), quienes encontraron 39 y 56 especies respectivamente.

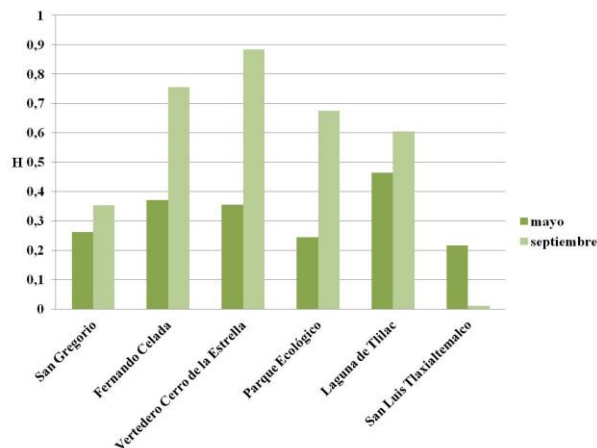


Figura 5. Índice de Shannon de las estaciones de muestreo en mayo y septiembre del 2008.

A pesar de que la riqueza de especies fue relativamente baja, se registraron nueve nuevas especies para la zona de estudio, lo cual habla de la necesidad de continuar muestreando la zona, dado que su conocimiento no ha sido agotado y a que el ecosistema está en constante cambio.

La especie más frecuente y abundante en la mayoría de los sitios muestreados fue *Cyclotella meneghiniana*, lo que coincide con lo reportado por Blancas *et al.*, com per (2012) para la zona de estudio, en muestreos del 2009 y 2010, en donde se señala que temperaturas cercanas a 23 °C y flujos lentos de agua favorecen su desarrollo; aunado a esto, Téllez y Schillizzi (2002), Rivera *et al.*(2003) y Oliva *et al.*(2008), señalan que las especies del género *Cyclotella* son cosmopolitas, encontrándose en una gran variedad de ambientes dulceacuícolas con diferentes estados tróficos, siendo común en cuerpos de agua hipertróficos.

Tabla 1. Riqueza, frecuencia y abundancia de especies de diatomeas en los canales de Xochimilco.

Espece	No. de sitios en que se encontraron	cel/mL promedio
1 <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	12	1870
2 <i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	10	67
3 <i>Navicula exigua</i> var. <i>sagnata</i> Hustedt*	10	22
4 <i>Fragilaria fasciculata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot*	10	204
5 <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot	9	70
6 <i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	7	109
7 <i>Nitzschia linearis</i> (C. Agardh) W. Smith	7	37
8 <i>Cymbella aspera</i> (Ehrenberg) Cleve*	7	57
9 <i>Cymbella prostata</i> (Berkeley) Cleve*	6	23
10 <i>Navicula exigua</i> var. <i>capitata</i> R.M.Patrick*	5	8
11 <i>Epithemia túrgida</i> (Ehrenberg) Kützing	5	23
12 <i>Pinnularia abaujensis</i> (Pantocsek) R. Ross*	4	9
13 <i>Synedra acus</i> Kützing*	4	5
14 <i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	4	11
15 <i>Aulacoseira</i> sp. Thwaites	2	1
16 <i>Rhoicosphenia curvata</i> (Kützing) Grunow	2	3
17 <i>Tabularia barbatula</i> (Kützing) D. M. Williams & Round*	2	2
18 <i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst*	2	2
19 <i>Cyclotella</i> sp. (Kützing) Brébisson	1	3
20 <i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Cleve	1	25
21 <i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller	1	4
22 <i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	1	9
23 <i>Cymbella affinis</i> Kützing	1	4

*Nuevos registros para la zona de estudio

La diversidad de acuerdo con el índice de Shannon fue ligeramente mayor en septiembre (0.589) que en mayo (0.374) probablemente porque, como señala Lange *et al.* (2011) los factores más importantes que afectan a las diatomeas son la luz y los nutrientes y en este estudio se considera que, probablemente, con las lluvias los nutrientes se resuspenden quedando a disposición del

fitoplancton y la temperatura del agua es más cálida, lo que favorece el desarrollo de las diatomeas. Blancas *et al.* com per (2012 en revision) en un estudio similar, realizado en 2009 y 2010, no encontraron diferencias significativas (>0.05) en la distribución y abundancia de las diatomeas en los diferentes sitios muestreados en los canales de Xochimilco.

Diatomeas de los canales de Xochimilco (2008)

*Almanza-Encarnación S, Figueroa-Torres MG, López-Hernández M, Ramos-Espinosa MG y Ferrara-Guerrero MJ.

Recibido: 01 de Junio de 2012.

Aceptado 01 de Agosto de 2012.

Publicado: 01 de Diciembre de 2012

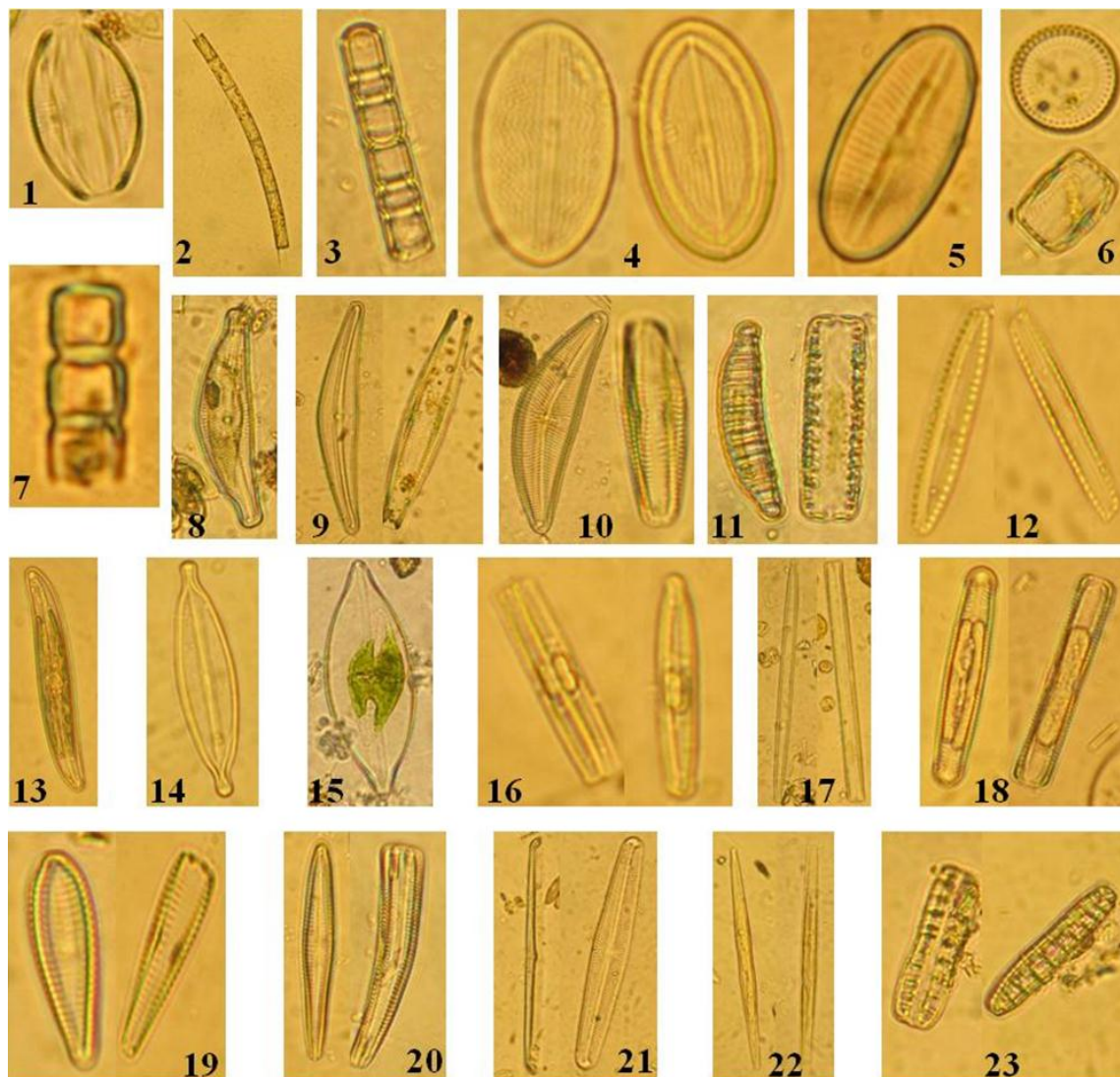


Lámina 1. Figuras 1. *Amphora ovalis*, 2. *Aulacoseira granulata*, 3. *Aulacoseira* sp., 4. *Cocconeis placentula*, 5. *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, 6. *Cyclotella meneghiniana*, 7. *Cyclotella* sp., 8. *Cymbella affinis*, 9. *Cymbella aspera*, 10. *Cymbella prostata*, 11. *Epithemia turgida*, 12. *Fragilaria fasciculata*, 13. *Gyrosigma acuminatum*, 14. *Navicula exigua* var. *capitata*, 15. *Navicula exigua* var. *sagnata*, 16. *Nitzschia amphibia*, 17. *Nitzschia linearis*, 18. *Pinnularia abaujensis*, 19. *Rhoicosphenia abbreviata*, 20. *Rhoicosphenia curvata*, 21. *Rhopalodia gibba*, 22. *Synedra acus*, 23. *Tabularia barbatula*.

De acuerdo con el índice de Shannon, al parecer las estaciones de Vertedero Cerro de la Estrella, Fernando Celada, Parque Ecológico y Laguna de Tlilac de septiembre son más limpias, y

poseen mejores condiciones físicas y químicas, ya que favorecen que haya una mayor riqueza de especies y con una distribución más equitativa dentro de las estaciones de muestreo, a diferencia de

las estaciones más contaminadas que favorecen el desarrollo de pocas especies tolerantes y oportunistas.

A pesar de lo anterior, se observó una marcada similitud entre las estaciones en la época de lluvias y de estiaje, es decir, no hay una clara diferenciación en cuanto a la composición de especies, entre estas estaciones climáticas.

CONCLUSIONES

La Riqueza de especies fue baja (23 especies), comparada con los resultados obtenidos por otros autores para la zona de estudio, en otras épocas del año.

Se obtuvieron nueve registros nuevos para la zona de estudio: *Navicula exigua* var. *sagnata*, *Fragilaria fasciculata*, *Cymbella prostata*, *Pinnularia abaujensis*, *Navicula exigua* var. *capitata*, *Cymbella aspera*, *Synedra acus*, *Tabularia barbatula* y *Gyrosigma acuminatum*.

En México son escasos los trabajos ficoflorísticos que ilustran a las especies, por lo que se considera que este trabajo es una herramienta útil para el reconocimiento de las especies.

La especie más frecuente y abundante en todas las estaciones y épocas del año fue *Cyclotella meneghiniana*.

La mayor riqueza de especies se presentó en septiembre (lluvias), con 19 especies y en mayo (estiaje), se registraron 12 especies; sin embargo, de acuerdo con el análisis cluster no se presentaron diferencias importantes con respecto a las dos épocas del año, estas diferencias se debieron probablemente al uso que le dan los lugareños a los sitios muestreados, lo que afecta la calidad del agua y no a los cambios estacionales.

La diversidad de acuerdo con el índice de Shannon fue ligeramente mayor en septiembre (0.589) que en mayo (0.374) en las estaciones de Vertedero Cerro de la Estrella, Fernando Celada, Parque Ecológico y Laguna de Tlilac, presentando estas estaciones, condiciones más favorables para el desarrollo de las diatomeas.

Prácticamente todos los sitios muestreados comparten varias especies, debido a que las características del agua que contienen los canales es

más o menos homogénea y está catalogada como eutrófica.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad autónoma Metropolitana y a la Universidad Nacional Autónoma de México por el apoyo logístico para la realización de este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguayo M. 1993. Aspectos hidrobiológicos y de calidad del agua de cuatro canales de Xochimilco, pp 503-509. En: Sthephan, O. E. primer seminario internacional de investigadores de Xochimilco. Tomo II. Asociación Internacional de Investigadores de Xochimilco A. C.
- Anónimo. 2004. Diatomeas. 20 p. [en línea] disponible en <http://prueba2.aguapedia.org/master/ponencias/modulo6/diatomeast.pdf>. [Consultado el 1 de octubre de 2012].
- Anónimo. 2007. Diatomeas. 7 p. [en línea] disponible en www.fhcs.unp.edu.ar/catedras/ecologia_acuatica/.../Diatomeas.pdf. [Consultado el 1 de octubre de 2012].
- Begon M, JL Harper y CR Townsend. 1987. Ecología. Individuos, Poblaciones, Comunidades. Ediciones Omega, Barcelona. 886 p.
- CONAGUA. 2010. Compendio del Agua de la Región Hidrológico-Administrativa XIII. Lo que se debe saber del Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México Edición. 2010. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 190 p.
- Cubas P. 2008. Curso de Botánica. Bacillaryophyta (Diatomeas) 3 p. [en línea] disponible en http://www.aulados.net/Botanica/Curso_Botanica/Diatomeas/6_Bacillariophyta_texto.pdf. [Consultado el 1 de octubre de 2012].
- Figueroa M, D Santos y A Velasco. 2008. Ficoflora de Xochimilco, Parte 1: Diatomeas y Clorofitas. Serie Académicos CBS, UAM-Xochimilco. México. 122 p.
- Flores C. 1980. Variaciones estacionales del fitoplancton en los canales de Xochimilco. Tesis profesional. IPN. 65 p.
- Lange K, A Liess, J Piggott, C Townsend y C Matthaei. 2011. Light, nutrient and grazing interact to determine stream diatom community

- composition and functional group structure. *Freshwater biology* 56: 264-278.
- Lozano Y, L Vidal, R Gabriel y S Navas. 2010. Listado de diatomeas (Bacillariophyta) registradas para el mar Caribe Colombiano. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, INVEMAR. Colombia. 34 p.
- Maidana NI, 1985. Contribución al estudio taxonómico de las diatomeas (Bacillariophyceae) de la provincia de Misiones. República de Argentina. Tesis doctoral en Ciencias Biológicas. Universidad de Buenos Aires, Argetina, 265 p.
- Oliva M, G Garduño, G. Vilaclara, M Ortega, M. García y A Pliego. 2008a. Diatomeas, Bacillariophyceae. UNAM, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. México. 110 p.
- Oliva M, A Rodríguez, A Lugo y M Sánchez. 2008b. Composición y dinámica del fitoplancton en un lago urbano hipertrófico. *Hidrobiológica*. México. 14 p.
- Órgano del Gobierno del Distrito Federal. 2008. Gaceta Oficial del Distrito Federal México. 110 p.
- Ortega MM. 1984. Catálogo de algas continentales recientes de México. Coordinación de Investigación Científica. Instituto de Biología. UNAM. México, D. F. 566 p.
- Reynoso A. 1986. Estudio del fitoplancton del lago de Xochimilco. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. 58 p.
- Rivera P, Cruces, F. y I. Vila. 2003. *Cyclotella ocellata* Pantocsek (Bacillariophyceae): primera cita en Chile y comentarios sobre su variabilidad morfológica. Chile. *Gayana Bot.* 60(2):123-131.
- Santos D. 2004. Diatomeas planctónicas de la zona lacustre de Xochimilco y su relación con algunos factores ambientales. Informe de Servicio Social, Licenciatura en Biología. UAM-Xochimilco. México. 39 p.
- Schwöerbel J. 1975. Métodos de Hidrobiología (Biología de agua dulce), Blume Ediciones, Madrid, España. 262 p.
- Téllez B y R Schillizzi. 2002. Asociaciones de Diatomeas en Paleoambientes Cuaternarios de la Costa Sur de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Brasil. *Pesquisas em Geociências*, 29(1): 59-70.