

Composición fitoplanctónica de la presa El Abrevadero, Jantetelco, Morelos, México

Phytoplankton composition of El Abrevadero reservoir, Jantetelco, Morelos, Mexico

Ulises Yair Carrasco Vargas*, Migdalia Díaz Vargas*, Francisca Isela Molina Astudillo*, Judith García Rodríguez*, Edgar Eduardo Elizalde Arriaga*

RESUMEN

Este trabajo analiza la composición fitoplanctónica de la presa El Abrevadero, situada en la localidad de Tenango (18° 42' N y 98° 46' O), Jantetelco, Morelos, con muestreos mensuales durante el periodo comprendido de mayo 2008 a mayo 2009, ubicando tres estaciones de colecta (dos en la zona litoral y una en la zona limnética). Se registró un total de 28 415 org/mL, presentándose la mayor abundancia durante la época de estiaje; para el caso de las estaciones de muestreo, la estación tres presentó los valores más altos. Se reconocieron cuatro Clases taxonómicas: Euglenophyceae (10 329 org/mL) con dos géneros, Chlorophyceae (8953 org/mL) con 16 géneros, Cyanophyceae (6818 org/mL) con seis géneros y Bacillariophyceae (2315 org/mL) con ocho géneros.

ABSTRACT

This work analyzes the phytoplankton composition of El Abrevadero reservoir in the town of Tenango (18° 42' N and 98° 46' W), Jantetelco, Morelos. Monthly sampling during the period May 2008 to May 2009 in three collection sites (two littoral zone and one limnetic zone) was made. A total of 28 415 org/ml was recorded, and the highest abundance was detected during the dry season; station three (mention which zone is this instead of the station number) showed the highest values. Four taxonomic classes: Euglenophyceae (10 329 org/ml) with two genera, Chlorophyceae (8953 org/ml) with 16 genera, Cyanophyceae (6818 org/ml) with six genera and Bacillariophyceae (2315 org/mL) with eight genera were recognized.

INTRODUCCIÓN

El fitoplancton está formado por organismos autótrofos microscópicos que se encuentran suspendidos en la columna de agua de forma libre, y constituyen el primer eslabón de la red trófica. Son importantes generadores de oxígeno, materia orgánica y energía, por lo cual se ubican como los principales indicadores de la productividad en los sistemas acuáticos y, por tanto, constituyentes de la fuente principal de alimento de los productores secundarios (Wetzel, 2001). Sin embargo, estos organismos no sólo forman parte importante de los sistemas acuáticos naturales, también se desarrollan significativamente en reservorios artificiales como presas o embalses, en los cuales sirven de alimento y sostén de la red trófica a las especies de interés tanto alimenticio como comercial para el hombre (Quiroz-Castelán, Mora, Molina-Astudillo & García-Rodríguez, 2004).

Las presas generalmente almacenan aguas turbias debido a los sólidos en suspensión y a la gran cantidad de materia orgánica que se deposita continuamente. La calidad de agua está en función de la región hidrológica a

Recibido: 23 de julio de 2014
Aceptado: 08 de octubre de 2014

Palabras clave:

Fitoplancton; presa El Abrevadero; composición; abundancia; distribución.

Keywords:

Phytoplankton; El Abrevadero reservoir; composition; abundance; distribution.

Cómo citar:

Carrasco Vargas, U. Y., Díaz Vargas, M., Molina Astudillo, F. I., García Rodríguez, J. & Elizalde Arriaga, E. E. (2014). Composición fitoplanctónica de la presa El Abrevadero, Jantetelco, Morelos, México. *Acta Universitaria*, 24(6), 3-10. doi: 10.15174/au.2014.649

* Laboratorio de Hidrobiología, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad núm. 1001, Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México. C.P. 62209. Tel.: (777) 3162354; fax: (777) 3297056. Correo electrónico: migdalia@uaem.mx

la que pertenecen y a las sales disueltas que contienen (Hernández-Avilés, Galindo & Loera, 2002). En la República mexicana, los cuerpos de agua lénticos ocupan el 67.13%, de los cuales el 15% corresponden a presas (Consejo Nacional de Población [CONAPO], 1991).

La mayoría de los sistemas que se encuentran en la zona tropical presentan una influencia directa con la temporalidad, observándose dos fases muy marcadas: la *dilución*, que corresponde a la época de lluvias; y la *concentración* durante la época de estiaje (Arredondo-Figueroa & García-Calderón, 1982; Porras, 1986). Sin embargo, cada cuerpo de agua posee una composición propia en cuanto a la diversidad y abundancia de organismos, misma que está relacionada directamente con las características tanto abióticas (luz, temperatura, nutrientes, entre otras) como bióticas (competencia, depredación), así como con los diferentes requerimientos fisiológicos y límites de tolerancia hacia los parámetros ambientales de cada especie (Happey-Wood, 1991). Algunos de los parámetros físicos y químicos que influyen en la presencia o ausencia, distribución y abundancia del fitoplancton son: temperatura, oxígeno disuelto, bióxido de carbono, pH, alcalinidad total, sólidos disueltos, dureza total, transparencia, turbiedad y conductividad, al igual que los nutrientes como fósforo, nitrógeno y sílice, lo que representa cambios tanto espaciales como estacionales para estas microalgas.

En los últimos años se ha presentado una serie de cambios ambientales que ha modificado el paisaje debido a la construcción de un elevado número de reservorios de agua, como bordos, presas y lagos artificiales, mismos que cubren las necesidades de las actividades económicas de la población en zonas rurales, como son el cultivo de varias especies de peces comestibles, la irrigación de sembradíos de manera constante y como abrevadero para ganado (De la Lanza, García, Hernández-Avilés, Galindo & Loera, 2002). Es en este tipo de reservorios donde se destaca la importancia de dos grupos funcionales: el fitoplancton y el zooplancton. Estos últimos son los transformadores de la energía proveniente del nivel autótrofo y generadores de materia orgánica detrital, ambos constituyen el alimento disponible para organismos bajo cultivo de interés alimenticio y económico (Hutchinson, 1967; Wetzel, 2001). Por este motivo, el presente trabajo tiene como objetivo identificar la composición y abundancia del fitoplancton, así como el registro de algunos parámetros físicos y químicos del agua durante un ciclo anual, con la finalidad de generar información útil que permita dar propuestas para el manejo integral de los recursos.

Área de estudio

El municipio de Jantetelco se ubica geográficamente entre los paralelos 18° 42' 30" N y los 98° 46' 12" O. Cuenta con una superficie de 80.826 km² y una altitud de 1420 msnm. Colinda al norte con el municipio de Temoac, al sur con el municipio de Axochiapan, al este con el estado de Puebla y al oeste y suroeste con el municipio de Jonacatepec (figura 1). En este municipio se encuentra la localidad de Tenango, lugar que presenta un clima semiseco y semicálido, con invierno poco definido y con sequía al final del otoño. El municipio registra una precipitación de 968 mm anuales, misma que presenta su mayor intensidad de junio a septiembre. La temperatura media anual para esta localidad oscila entre los 17 °C y 24 °C, prevaleciendo durante la mayor parte del estudio temperaturas por arriba de los 20 °C. El suelo que predomina es de tipo vertisol en un 72%, con un mayor uso en las actividades agropecuarias y forestales (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Morelos, 2013).

La presa El Abrevadero se encuentra en la localidad de Tenango, y es considerada una obra de infraestructura hidroagícola de la cual se aprovechan los escurrimientos de la Barranca Amatzinac, afluente del río Nexapa. La elevación de la cortina es de 107.3 m, longitud de 50 m y ancho de 5.0 m, y capacidad máxima de descarga de 352 m³/s. Fue construida para irrigación de una superficie de 224 ha (Comisión Nacional del Agua [Conagua], 2004) (figura 2).



Figura 1. Ubicación del municipio de Jantetelco, Morelos.
Fuente: Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Morelos (2013).

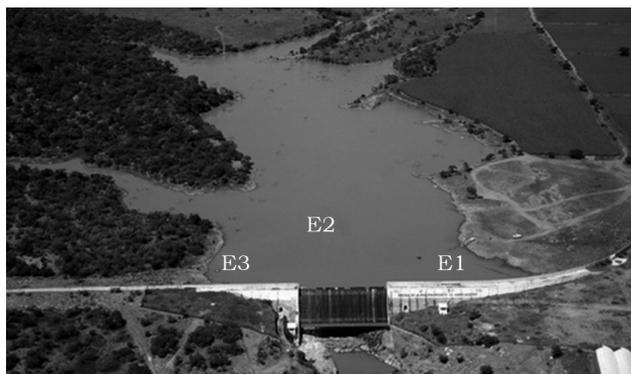


Figura 2. Ubicación de las estaciones de muestreo en la presa El Abrevadero, Tenango, Jantetelco, Morelos.
 Fuente: Flickr, intercambio de fotos (s.f.).

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se desarrolló durante los meses comprendidos entre mayo de 2008 a mayo de 2009, consistiendo en la recolección mensual de muestras biológicas y la determinación de parámetros físicos y químicos *in situ*. Se ubicaron tres estaciones de muestreo: dos en la zona litoral (E-1 y E-3) y una en la zona limnética (E-2), mismas que fueron consideradas tratando de cubrir las distintas zonas de la presa (limnética, y litoral perturbada y no perturbada) (figura 2). Las muestras biológicas se colectaron mediante la técnica de muestreo de toma directa en la superficie del agua utilizando frascos de 250 ml, las cuales fueron preservadas con formol al 2% (García-Rodríguez, 2004). El reconocimiento taxonómico se llevó a cabo hasta nivel de género, utilizando claves taxonómicas y trabajos especializados de Bold & Wynne (1978), Figueroa (2008) y Novelo (1998), para lo cual se realizaron preparaciones semipermanentes montadas en gelatina glicerina (González-González & Novelo, 1986). El conteo de los organismos se realizó por transectos horizontales y verticales en las laminillas, y los resultados se expresaron en organismos por mililitro (org/mL). Los parámetros físicos y químicos que se determinaron fueron transparencia (disco de Sechii), pH (potenciómetro HACH 2000), temperatura y oxígeno disuelto (oxímetro YSI modelo 58). El análisis estadístico consistió en la aplicación de la prueba de Pearson para determinar si existía relación significativa entre los parámetros abióticos y el fitoplancton, y entre las estaciones de muestreo (Zar, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los organismos fitoplanctónicos de un cuerpo de agua son fuertemente afectados por las variaciones del ambiente en el cual se encuentran. Éstas pueden ser de

diferentes tipos, por ejemplo, por la variación en las concentraciones de nutrientes o por el nivel de agua (White & Miller, 2008). En sistemas acuáticos permanentes artificiales, como las presas, éstas alcanzan su máximo nivel de agua almacenada durante la época de lluvias y el mínimo durante la época de estiaje, fases de dilución y concentración, respectivamente. En lo que respecta a la segunda fase, conforme hay una reducción del volumen del agua debido a procesos de evaporación y uso de la misma para riego y abrevadero, se incrementan los contenidos de nutrientes y los florecimientos del fitoplancton (Hernández-Avilés *et al.*, 2002), lo que coincide con las mayores abundancias totales que se registraron en este trabajo durante los meses de diciembre 2008 y mayo de 2009.

En total se reconocieron cuatro grupos algales con densidades de 10 329 org/mL para Euglenophyceae, 8953 org/mL para Chlorophyceae, 6818 org/mL para Cyanophyceae y 2315 org/mL para Bacillariophyceae (abundancia total de 28 415 org/mL). Estas densidades fluctuaron durante todo el ciclo de muestreo, con incrementos importantes en diciembre y junio de 2008 y mayo de 2009, y decrementos en los meses de septiembre, octubre y febrero (figura 3). Las variaciones en el registro total de organismos por mes no nos indican un comportamiento acorde con las épocas de lluvia y estiaje; al contrario, muestra variaciones que más que estar relacionadas con la dilución-transición-concentración (dilución de los nutrientes disponibles en el agua por el gran aporte de escorrentías producto de las lluvias y concentración de los mismos por el aumento de incidencia solar y evaporación del agua), podrían deberse a la disponibilidad de nutrientes, variación de la temperatura y la sucesión de especies (Arredondo-Figueroa & Flores-Navarro, 1992).

En cuanto a las densidades por Clase taxonómica se observó una sucesión entre Chlorophyceae y Cyanophyceae registradas abundantemente en junio con Euglenophyceae, reconocidas durante los meses de noviembre y mayo de 2009, Cyanophyceae en el mes de diciembre y Chlorophyceae durante enero. Al final del muestreo (abril y mayo de 2009), los grupos dominantes fueron nuevamente Chlorophyceae, Cyanophyceae y Euglenophyceae. Para el caso de Bacillariophyceae, ésta se mantuvo por debajo de 500 org/mL, con excepción de diciembre, alcanzando el valor máximo de 759 org/mL (figura 4). En este caso, más que presentarse una sucesión de especies se observó que cada grupo presentó ciclos distintos, posiblemente relacionada con la concentración y disponibilidad de nutrientes, ya que estos factores favorecen los incrementos del fitoplancton y la diversidad estacional (Casco & Toja, 2003).

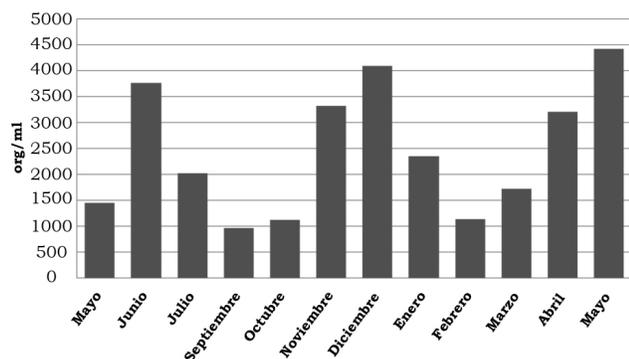


Figura 3. Densidades fitoplanctónicas totales por mes de muestreo. DS = 1193.737; $F = 1.9$; $p = 0.006$; alfa 0.05; las diferencia entre los meses de muestreo es significativa.

Fuente: Elaboración propia.

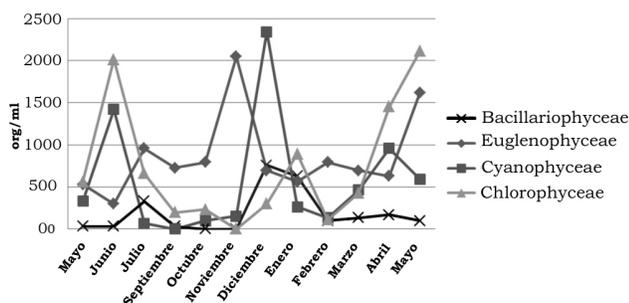


Figura 4. Densidad fitoplanctónica por Clase taxonómica y mes de muestreo.

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a los resultados obtenidos por estación, se observó el predominio en la estación uno (zona litoral) de Euglenophyceae, seguida de Cyanophyceae y con valores bajos Chlorophyceae y Bacillariophyceae (figura 5); cabe mencionar que esta estación se situó en la zona de embarque y desembarque de lanchas de fibra de vidrio (de remos) utilizadas en las actividades pesqueras y abrevadero de ganado vacuno, situación que influyó directamente en el dominio de Euglenophyceas por la preferencia de este grupo por la materia orgánica disuelta y por las fluctuaciones en el nivel del agua de la presa (Margalef, 1981; Wetzel, 1981). El incremento conspicuo de Cyanophyceae en diciembre puede deberse principalmente al aumento en la disponibilidad de nutrientes producto del acarreo de materiales de la cuenca durante el periodo de lluvias, y a que las condiciones son más estables que en los meses anteriores, pues es en este mes cuando las

lluvias han cesado casi en su totalidad, teniendo como consecuencia el crecimiento exponencial de un solo grupo fitoplanctónico, lo que se traduce como pérdida temporal de biodiversidad en el sistema. Por otro lado, la dominancia de la Clase Euglenophyceae durante casi todo el ciclo de muestreo, a excepción de los meses de julio y marzo, confirma que su desarrollo varía de acuerdo con la concentración de materia orgánica disuelta disponible y a las fluctuaciones en el nivel de agua (Wetzel, 1981).

En la estación dos (ubicada en la zona limnética), el mayor número de organismos fue para la Clase Euglenophyceae, seguidos por Cyanophyceae y Chlorophyceae, y por último Bacillariophyceae con registros bajos durante todo el ciclo, similar a lo registrado en la estación uno con algunas variantes, principalmente para la Clase Euglenophyceae, la cual mostró un incremento considerable al final del ciclo de muestreo (figura 6). Este sitio de muestreo se ubicó en la parte media y central de la presa, es decir, en la zona limnética, lugar en donde se presenta la mayor actividad de la corriente de agua en la temporada de lluvias debido a los escurrimientos de la Barranca Amatzinac y a que presenta cierta estabilidad en la temporada de estiaje; registrándose un total de 8303 org/ml durante todo el ciclo de muestreo.

En la estación tres (zona litoral), la Clase Euglenophyceae presentó la densidad más alta e incrementos importantes en julio y noviembre, seguida de Chlorophyceae con dos máximos en junio y mayo 2009 (figura 7). Este sitio registró el mayor número de organismos de las tres estaciones de muestreo (15 096 org/mL); es una zona con vegetación en la orilla y con poca perturbación por actividades agropecuarias, que si bien está influida por la fluctuación del nivel de inundación, no existe un aporte extra de nutrientes por parte del ganado como ocurre en la estación uno. En este sentido, Wetzel (1981), Marshall (1991) y Gómez & Martínez (1998) mencionan que la abundancia superior de uno o dos grupos algales puede corresponder a que las condiciones ambientales como la cantidad de materia orgánica en descomposición o la vegetación presente, así como la disponibilidad de nutrientes, son propicias para la generación de las altas densidades de estos dos grupos algales.

De manera general, podríamos inferir que las condiciones de la estación tres son muy diferentes a las estaciones uno y dos, con respecto a la disponibilidad de nutrientes y materia orgánica, sobre todo por los

procesos de descomposición, lo que favorece la presencia y alta densidad durante todo el estudio de un grupo en particular y el desarrollo en determinada época de otros. Sin embargo, el análisis estadístico indica que no existe diferencia significativa entre las estaciones de muestreo como lo ocurre entre los meses (figura 3).

En la presa El Abrevadero se reconoció un total de 32 géneros, de los cuales 11 se presentaron durante la mayoría de los meses muestreados, siendo Euglenophyceae con dos, Cyanophyceae con seis, Bacillariophyceae con ocho y Chlorophyceae con 16 (tabla 1). Los géneros predominantes por Clase fueron Chlorophyceae: *Ankistrodesmus* sp., *Chlamydomonas* sp., *Coelastrum* sp., *Cosmarium* sp., *Oocystis* sp., *Scenedesmus* sp. y *Ulothrix* sp.; Cyanophyceae: *Anabaena* sp., *Merismopedia* sp. y *Microcystis* sp.; Bacillariophyceae: *Cyclotella* sp., *Melosira* sp. y *Navicula* sp.; Euglenophyceae: *Phacus* sp. y *Trachelomona* sp., lo cual muestra una alta diversidad fitoplanctónica en el sistema.

Los parámetros físico-químicos (tabla 2) mostraron relación con la presencia de los organismos fitoplanctónicos, ya que las mayores abundancias se registraron con valores de transparencia entre 29.7 cm y 83.3 cm, temperatura del agua entre 20.8 °C y 25 °C, oxígeno disuelto en un rango de 1.3 mg/L a 3.8 mg/l y pH entre 7.7 y 9.4.

El análisis estadístico indicó correlación entre los valores de pH y la Clase Cyanophyceae (índice de correlación de Pearson [r] = 0.56*), al igual que Chlorophyceae con la temperatura (r = 0.63*), mientras que la relación entre la temperatura y Euglenophyceae fue altamente significativa (r = 0.88**). La Clase Bacillariophyceae presentó una correlación significativa con la transparencia (r = 0.98**), de tal manera que la mayor abundancia correspondió con la transparencia más baja durante el mes de mayo de 2008, al inicio del muestreo. Asimismo, existe una correlación positiva entre la temperatura y el oxígeno (r = 0.82**), y entre las Cyanophyceae y Euglenophyceae (r = 0.9**). Estas Clases tienen características adaptativas relacionadas con la resistencia al hundimiento, con la capacidad para absorber rápidamente nutrientes cuando éstos se encuentran disponibles o para acumularlos intracelularmente cuando escasean; por tal motivo se da esta sucesión de grupos a lo largo del ciclo anual (Margalef, 1981).

* Significativo.

** Altamente significativo.

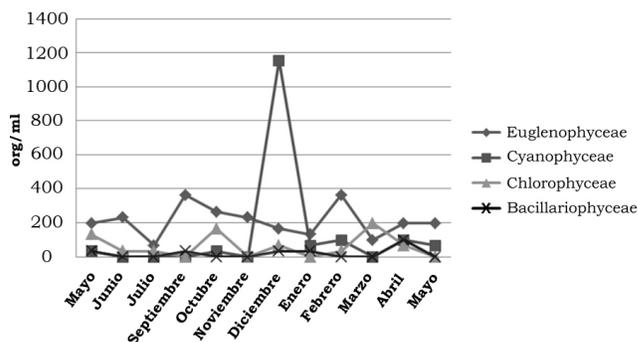


Figura 5. Total de organismos registrados en la estación uno. DS Euglenophyceae = 91.55; DS Cyanophyceae = 325.30; DS Chlorophyceae = 68.69; DS Bacillariophyceae = 29.71.

Fuente: Elaboración propia.

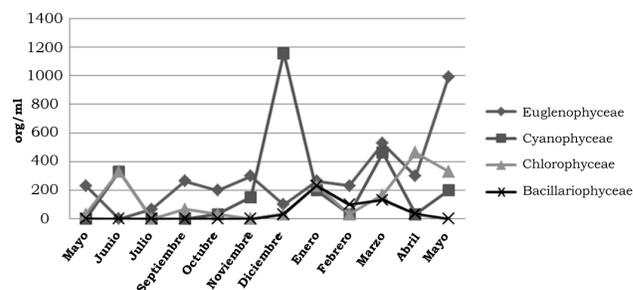


Figura 6. Total de organismos registrados en la estación dos. DS Euglenophyceae = 258.36; DS Cyanophyceae = 330.34; DS Chlorophyceae = 158.158; DS Bacillariophyceae = 73.56.

Fuente: Elaboración propia.

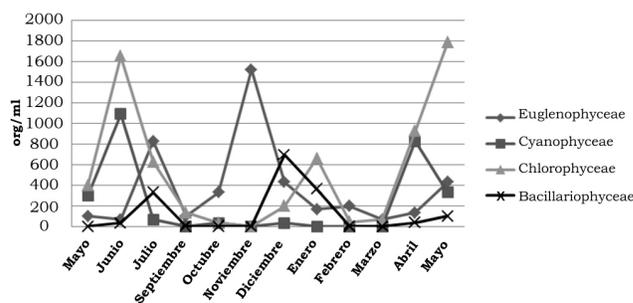


Figura 7. Total de organismos registrados en la estación tres. DS Euglenophyceae = 425.64; DS Cyanophyceae = 366.15; DS Chlorophyceae = 622.93; DS Bacillariophyceae = 219.81.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1.
Presencia y ausencia de los géneros reconocidos durante los meses de muestreo.

Meses	M ²⁰⁰⁸	Jn	Jl	S	O	N	D	E	F	Mr	A	M ²⁰⁰⁹
Chlorophyceae												
<i>Actinastrum</i> sp.		X	X		X							X
<i>Ankistrodesmus</i> sp.		X	X	X				X	X		X	
<i>Chlamydomonas</i> sp.	X	X	X		X				X			X
<i>Chlorella</i> sp.				X						X		X
<i>Coelastrum</i> sp.	X	X		X	X			X	X	X	X	X
<i>Cosmarium</i> sp.	X	X		X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Crucigenia</i> sp.		X						X	X			
<i>Eudorina</i> sp.			X									
<i>Golenkinia</i> sp.	X											X
<i>Kirchneriella</i> sp.											X	
<i>Oocystis</i> sp.	X	X	X				X		X	X	X	X
<i>Pandorina</i> sp.		X										
<i>Pediastrum</i> sp.			X									
<i>Pleodorina</i> sp.			X									
<i>Scenedesmus</i> sp.		X	X						X	X		X
<i>Ulothrix</i> sp.	X				X	X		X		X	X	X
Cyanophyceae												
<i>Anabaena</i> sp.	X	X						X		X		X
<i>Chroococcus</i> sp.		X					X		X			X
<i>Merismopedia</i> sp.	X	X	X		X			X	X		X	
<i>Microcystis</i> sp.			X		X	X	X	X			X	X
<i>Nostoc</i> sp.								X				
<i>Spirulina</i> sp.	X											
Bacillariophyceae												
<i>Cyclotella</i> sp.			X					X	X	X	X	X
<i>Cocconeis</i> sp.										X		
<i>Fragilaria</i> sp.				X			X			X		
<i>Gomphonema</i> sp.												X
<i>Melosira</i> sp.	X	X					X	X			X	X
<i>Navicula</i> sp.	X	X	X				X				X	
<i>Surirella</i> sp.												X
<i>Synedra</i> sp.							X					
Euglenophyceae												
<i>Trachelomonas</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Phacus</i> sp.	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.

Valores promedio de los parámetros fisicoquímicos en la presa El Abrevadero, de mayo 2008 a mayo 2009.

Mes/parámetro	Oxígeno disuelto mg/l	PH	Temperatura agua °C	Transparencia cm
Mayo	6.4	7.4	24.4	21.7
Junio	4.5	9.4	24.2	38.3
Julio	11.4	8.8	26.2	28.3
Septiembre	5.4	9.9	23.8	27.3
Octubre	3.6	8.3	24	23.3
Noviembre	3.8	8.6	22.7	29.7
Diciembre	1.3	7.7	20.8	83.3
Enero	2.5	8.2	19.2	44.7
Febrero	5	7.1	20.8	71.7
Marzo	3.7	10.1	21.6	80
Abril	3.7	8.8	24.5	36.7
Mayo	3.7	8.8	25	35

Fuente: Elaboración propia.

La característica primordial de las comunidades es la coexistencia simultánea de numerosas poblaciones en un mismo hábitat acuático, en el cual cada especie tiene un nicho basado en sus necesidades fisiológicas y en relación con las variaciones de los factores del hábitat (Margalef, 1981). La presencia de algunos grupos algales de forma particular en un determinado cuerpo de agua depende de cierto número de interacciones espaciales y temporales complejas, mismas que afectan la tasa de crecimiento (Marshall, 1991); para el caso de algunas presas, cuyo volumen disminuye en la época de estiaje y con ello la penetración de la luz, debido a una mayor turbidez, la producción primaria también disminuye (Hernández-Avilés *et al.*, 2002). Si bien, en el presente estudio se observaron densidades altas al inicio y final de periodo de lluvias (junio y noviembre, respectivamente), en los meses restantes de esta época se mantuvieron con bajas densidades, coincidiendo con lo antes señalado. En este sentido, puede presentarse una relación inversa entre el aumento de la riqueza de especies de un grupo taxonómico y la disminución de sus valores de biovolumen u organismos por mililitro, de modo que en situación de estiaje y estrés hídrico se pueda observar mayor biomasa de algunos grupos taxonómicos y menor número de especies (Casco & Toja, 2003), ya que frecuentes y moderadas fluctuaciones en el nivel del agua pueden determinar un incremento en la diversidad de las comunidades (Margalef, 1981). Respecto a la dominancia de cianofíceas durante algunos meses de estudio, Ramírez & Alcaraz (2002) mencionan que hay factores ambienta-

les como temperaturas elevadas, alta incidencia solar (primavera-otoño), la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, aguas con pH alto y baja tasa de filtración por el zooplancton que favorecen el predominio de este grupo. Por otro lado, Reynolds (1984) incluye también dentro de estos factores favorables la baja turbulencia y velocidad de corriente, un estado de eutrofización en el sistema y morfometría favorable del cuerpo de agua. Lind *et al.* (1992) y Tundisi (1990), por otra parte, infieren que Cyanophyceae se encuentran de manera abundante a una temperatura promedio de 22.5 °C, por lo que los resultados obtenidos en este estudio (temperatura promedio de 23.1 °C) coinciden con estos autores, considerándose que estas características promueven incrementos importantes de este grupo en varios meses durante el estudio.

Respecto a Chlorophyceae y Euglenophyceae, son grupos que se conforman con semejanza en algunas respuestas adaptativas convergentes al medio físico heterogéneo y caracterizado por diversos gradientes de luz, temperatura y nutrientes, que suelen ser modificados por la transparencia del agua (Margalef, 1981). Hernández-Avilés *et al.* (2002) indican que en los cuerpos de agua de climas cálidos algunos de los organismos más representativos del fitoplancton son las clorofíceas. Por otra parte, Bacillariophyceae suele presentarse en condiciones de bajas temperaturas como grupo dominante o en mayor proporción que en condiciones más cálidas, lo cual indica una relación directa con la temperatura (Margalef, 1981), de tal manera que

las mayores abundancias de este grupo se reportan a temperaturas bajas, lo que sucedió precisamente durante los meses de diciembre y enero. Además, se señala que este grupo, a pesar de ser un componente importante del fitoplancton en todos los medios acuáticos, tiene mayor relevancia en aguas no estratificadas, ricas en nutrientes, como las que se producen durante e inmediatamente después de los periodos de mezclas (Márquez & Guillot, 2001).

REFERENCIAS

- Arredondo-Figueroa, J. L. & Flores-Navarro, A. (1992). Características limnológicas de pequeños embalses epicontinentales, su uso y manejo en la acuicultura. *Hidrobiológica*, 3(4), 10.
- Arredondo-Figueroa, J. L. & García-Calderón, J. L. (1982). La conducta fisicoquímica y rendimiento pesquero en un estanque temporal trópico utilizado para la piscicultura extensiva en el estado de Morelos, México. *Revista Latina Acuicultura Lima*, (12), 1-60.
- Bold, C. H. & Wynne, J. M. (1978). *Introduction to the Algae and Reproduction*. USA: Prentice Hall.
- Casco, M. A. & Toja, J. (2003). Efecto de la fluctuación de nivel del agua en la biomasa, la diversidad y las estrategias del perifiton de los embalses. *Limnética*, 22(1-2), 115-134.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2004). *Gerencia Regional Balsas. Evaluación social el proyecto hidroagrícola El Abrevadero*, Estado de Morelos.
- Consejo Nacional de Población (Conapo) (1991). *Subsistemas de ciudades y distribución espacial de la población en México*. Recuperado el 17 de junio de <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/morelos/Municipios/17010a.htm>
- De la Lanza, E. G., García, C. J. L., Hernández-Avilés, S. J., Galindo S. M. C. & Loera, P. J. (2002). *Bordos o micro-embalses, lagos y presas de México*. México: AGT Editores S.A. de C.V.
- Figueroa, T. M. G. (2008). *Ficoflora de Xochimilco*. Diatomeas y clorofitas (parte 1). México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Flickr, intercambio de fotos (s.f.). Recuperado el 5 de diciembre de 2013 de <http://www.flickr.com/photos/gobiernomorelos/wiyh/4601997463>
- García-Rodríguez, J. (2004). *Distribución espacio-tiempo del fitoplancton del lago de Zempoala, Morelos, México, durante un ciclo anual* (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México: México.
- Gómez, A. S. & Martínez, L. R. (1998). *Ecología de los sistemas acuícolas: bases ecológicas para el desarrollo de la acuicultura*. México: AGT Editores S.A. de C.V.
- González-González, J. & Novelo, E. (1986). Algas. En A. Lot & F. Chiang (Comps.), *Manual del herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos* (pp. 41-54). México: Consejo Nacional de Flora de México.
- Haphey-Wood, C. M. (1991). Ecology of freshwater planktonic green algae. En: C. D. Sangreen (Ed.), *Growth and Reproductive Strategies of Freshwater Phytoplankton* (pp. 175-226). Cambridge: Cambridge University Press.
- Hernández-Avilés, S. J., Galindo, S. M. C., & Loera, P. J. (2002). Bordos o micro-embalses. En E. G. De la Lanza & C. J. L. García. (Eds.), *Lagos y presas de México*. México: AGT Editores S.A. de C.V.
- Hutchinson, G. E. (1967). The lacustrine microcosm reconsidered. *American Scientist*, (52), 334-341.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Morelos (2013). *Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México*. Recuperado el 5 diciembre 2013 de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM17morelos/index.html>
- Lind, O. T., Doyle, R., Vodopich, D. S., Trotter, B. T., Glass, J., Dávalos-Lind, L. & Limón, J. G. (1992). Lago de Chapala: factores que controlan la producción de fitoplancton. Ingeniería hidráulica en México. *Lake Reservoir Management*, (5), 17-19.
- Margalef, R. (1981). *Ecología*. Barcelona: Omega.
- Marshall, D. W. (1991). *Biología de las algas, enfoque fisiológico*. México: Limusa.
- Márquez, C. G. & Guillot, M. G. (2001). *Ecología y efecto ambiental de embalses, aproximación con casos colombianos*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Novelo, E. (1998). *Floras ficológicas del Valle de Tehuacán, Puebla* (Tesis de doctorado). Universidad Nacional Autónoma de México: México.
- Porras, D. D. (1986). *Hidrobiología de embalses de la cuenca del río Atoyac, Morelos, México* (Tesis de doctorado). Universidad Autónoma Nacional de México: México.
- Quiroz-Castelán, H., Mora, Z. M. L., Molina-Astudillo, F. I. & García-Rodríguez, J. (2004). Variación de los organismos fitoplanctónicos y la calidad del agua en el lago de Chapala, Jalisco, México. *Acta Universitaria*, 14(1), 47-57.
- Ramírez, R. J. J. & Alcaraz, H. (2002). Dinámica de la producción primaria fitoplanctónica en un sistema eutrófico tropical: Laguna del parque Norte, Medellín, Colombia. *Limnología Caldasia*, 24(2), 411-423.
- Reynolds, C. S. (1984). *The ecology of freshwater phytoplankton*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tundisi, J. G. (1990). Distribuição espacial, seqüência temporal e ciclo sazonal do fitoplânctonem represas: fatores limitantes e controladores. *Revista Brasileira de Biología*, 50(4), 937-955.
- Wetzel, R. G. (1981). *Limnología*. Barcelona: Omega.
- Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: Lake and river ecosystems* (3rd. Ed.). San Diego: Academic Press.
- White, D. & Miller, R. (2008). Statistical Analysis of Multidimensional Fuzzy Set Ordinations. *Ecology*, 89(5), 1246-1260.
- Zar, J. H. (1999). *Bioestatistical Analysis*. Prentice Hall, 4(1), 23-662.