



El Perifiton de un lago hiposalino hipereutrófico en Michoacán, México

Ortega Murillo M. del R.¹, R. Alvarado Villanueva¹, R. Hernández –Morales¹,
Israde Alcántara I.², Sánchez Heredia J. D.¹, Arredondo Ojeda M.¹ y Martínez Sánchez I.¹

¹Laboratorio de Biología Acuática "J. Javier Alvarado Díaz", Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. rosaormu@yahoo.com.mx mortega@zeus.umich.mx ²Instituto de Investigaciones Metalúrgicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

PALABRAS CLAVE

Perifiton;
lago hiposalino;
lago hipereutrófico

RESUMEN

Las algas que viven adheridas a algún sustrato sólido en el litoral de los cuerpos acuáticos se conocen como perifiton; estos organismos son productores primarios y además se utilizan en la evaluación de la contaminación que ocurre en estos sistemas. El lago de Cuitzeo es un sistema somero, hiposalino, que se encuentra en proceso de hipertroficación, en este lugar los trabajos sobre el perifiton han sido escasos, motivo por el cual surge el interés de estudiar a las algas adheridas a algún tipo de sustrato, con el fin de caracterizar la evolución trófica de dicho cuerpo acuático. El material biológico se colectó a través de raspados con un cepillo de plástico utilizando un cuadrante de 20 x 20 cm, el cual fue depositado en frascos de plástico, preservándolo con formol al 4%. Se determinaron las variables ambientales como profundidad, transparencia, temperatura, oxígeno, conductividad y alcalinidad, entre otras. Los resultados muestran que las diatomeas presentan valores altos en la riqueza de taxa y abundancia, mientras que los valores bajos corresponden a euglenofíceas. Se detectó que dichos organismos prefieren el hábitat proporcionado por la vegetación. La especie más abundante correspondió a *Nitzschia palea*. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que el cuerpo de agua se encuentra en proceso de eutroficación avanzado.

ABSTRACT

The algae that live attached to a solid substrate in the coastal water bodies are known as periphyton, these organisms are primary producers and also used in the assessment of pollution that occurs in these systems. Cuitzeo is a shallow and hyposaline lake, with hypertrophication process, in this place the works about periphyton have been scarce, and the present work is a contribution to the knowledge about this community to characterize the trophic evolution of the water body. Biological material was collected by scraping with a plastic brush using a quadrant of 20 x 20 cm, which was deposited in plastic bottles, preserved with formalin 4%. Environmental variables were determined as depth, transparency, temperature, oxygen, conductivity and alkalinity, among others. The results show that the diatoms have high values of taxa richness and abundance, while low values correspond to euglenofíceas. We were found that these organisms prefer the habitat provided by vegetation. The most abundant specie was *Nitzschia palea*. According to the results we can conclude that the body of water is in advanced eutrophication process.

KEYWORDS

periphyton;
hyposaline
hipereutrófico

INTRODUCCIÓN

El perifiton representa a las algas que viven adheridas o fijas a diferentes sustratos, formando un tapete o una cubierta fangosa, se puede clasificar de acuerdo al hábitat en que se desarrolla (Rossell *et al.* 1982, Darley 1987 y Wetzel 2001). Las microalgas que lo conforman son sensibles a las fluctuaciones internas del cuerpo de agua y a las condiciones ambientales que prevalecen, viéndose afectada su distribución (Margalef 1983). Esta cualidad ha adquirido un valor importante en el estudio de los lagos, ya que se utilizan como bioindicadores debido a que miden y cuantifican la magnitud del estrés, las características del hábitat y la respuesta ecológica al daño de un ecosistema (De la Lanza *et al.* 2000). El Lago de Cuitzeo desde su origen se ha considerado extenso y poco profundo, variables que junto con la calidad del agua han experimentado cambios notables, a partir del desarrollo urbano regional pasando de un lago eutrófico a hipereutrófico (Alvarado *et al.* 1984, Ceballos *et al.* 1994, Chacón *et al.* 2000 e Israde-Alcántara *et al.* 2002). La hipereutroficación, es el último estado de declinación e inestabilidad en los ecosistemas acuáticos, en el cual las fluctuaciones de la calidad del agua son extremas, aumentando la

productividad biológica, disminuyendo la diversidad y presentándose florecimientos algales. (Alvarado *et al.* 1984 y Chacón *et al.* 2000). Esta contribución analiza a la agrupación del perifiton en el lago de Cuitzeo, donde los trabajos han sido escasos y se pretende detectar con base a los bioindicadores el estado trófico que presenta actualmente el cuerpo de agua.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El lago de Cuitzeo (Fig. 1) se localiza en el Estado de Michoacán, mismo que colinda con los Estados de Colima, Jalisco, Estado de México y Guerrero, dentro de la República Mexicana, la cual limita al Norte con Estados Unidos de Norteamérica y al Sur con Guatemala y Belice entre los $19^{\circ} 51' 37''$ - $20^{\circ} 02' 55''$ de latitud Norte y a los $100^{\circ} 50' 21''$ - $101^{\circ} 18' 58''$ longitud Oeste a los 1,820 m. s. n. m., ocupa una cuenca endorreica cuyo drenaje es de 3675 km², que incluye los valles de Morelia, Zinapécuaro, Indaparapeo y Queréndaro, formando parte de la Región Hidrológica 12. Presenta dos cauces principales: Río Grande de Morelia y el Río Zinapécuaro-Queréndaro, y una serie de manantiales de aguas termales. Exhibe una superficie de 420 km², con un largo máximo de 52 km (este a oeste) y una anchura máxima de 12.5 km (norte a sur), cuenta con varias islas y una profundidad cercana a los 2 m. Forma parte del Cinturón Volcánico Mexicano, cuyo origen data del Pliocuaternario, con depósitos aluviales y lacustres recientes de diatomeas, limo, arcilla y arena. El suelo esta constituido por vertisoles, solonchak, gleico y ranker. El Clima es templado oscilando de cálido a seco. La vegetación terrestre es subtropical y de tipo xerofitas, además presenta grandes manchones de maleza acuática. (Alvarado *et al.* 1984; Ceballos *et al.* 1994, Israde-Alcántara 1999 y Chacón *et al.* 2000).

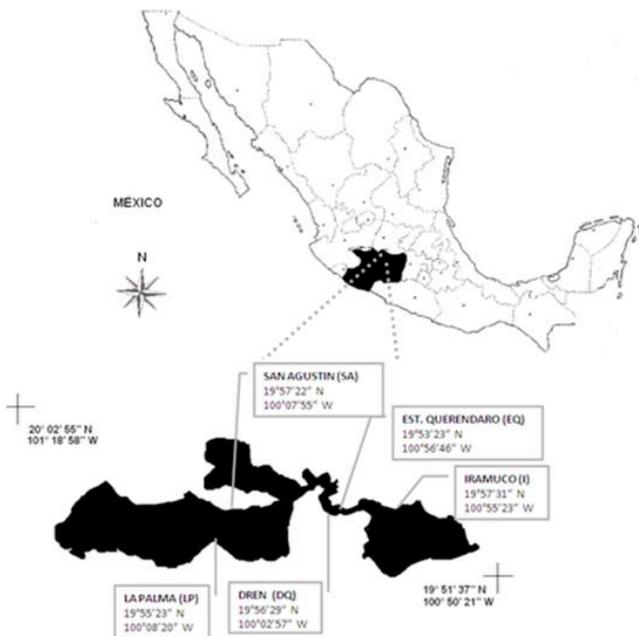


FIGURA 1. Sitios de colecta

TABLA 1. Variables ambientales

Variable	Media		Desviación Estándar
Temperatura del aire (°C)	22.48	±	3.9
Temperatura del agua (°C)	25.35	±	5.4
Profundidad (cm)	34	±	19.8
Transparencia(cm)	8.95	±	7.6
Oxígeno Disuelto (mg/L)	10.59	±	4.6
Saturación de Oxígeno (%)	117	±	23.5
Conductividad (µS/ cm)	1869.5	±	1022.3
pH	8.711	±	0.6
Dureza (mg/L)	57.604	±	56.8
Alcalinidad (mg/L)	10.421	±	6.1
Carbonatos (mg/L)	45.504	±	49.2
Bicarbonatos (mg/L)	475.018	±	279.4

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante dos estaciones climáticas: lluvias (agosto 1996) y secas (marzo 1997) en cinco sitios de colecta (Fig. 1). En cada localidad se midieron variables ambientales como profundidad, transparencia, oxígeno disuelto, conductividad, alcalinidad, salinidad, entre otros, siguiendo los criterios de APHA-AWWA-WPCF (1995), con el fin de caracterizar la dinámica térmica del sistema y observar los factores que exhiben, por su sensibilidad, el comportamiento biológico de las comunidades inmersas en el lago, así como las contribuciones en mineralización por fuentes alóctonas y autóctonas que limitan el comportamiento iónico y la ocurrencia de especies en un sistema hiposalino. La colecta del gremio ficológico se obtuvo por medio del raspado de diferentes sustratos, utilizando un cepillo de plástico en un cuadrante de 20 x 20 cm. El material obtenido se colocó en frascos de plástico con sus datos correspondientes y se preservó con formol al 4%. El material recolectado se depositó en el laboratorio de Biología Acuática "J. Javier Alvarado Díaz" de la Facultad de Biología, para su posterior análisis. La determinación de las microalgas se llevó a cabo utilizando los criterios taxonómicos de: Whitford y Schumacher (1973); Krammer & Lange-Bertalot

(1986, 1988 y 1991 a y b); Dillard (1990), Comas (1996) Komarek y Anagnostidis (2001 y 2002) y John *et al.* (2003), utilizando un microscopio compuesto marca Leitz. Mientras que la cuantificación se realizó a través de la técnica descrita por Utermöhl (Schwoerbel 1975) utilizando el microscopio invertido de marca Zeiss.

RESULTADOS

Calidad del agua

Los valores de las variables ambientales (Tabla 1), fueron extremos, encontrando elevadas concentraciones de Oxígeno Disuelto (Fig. 2) en Iramuco (I) sitio que corresponde al vaso este. Con respecto a la Conductividad eléctrica (Fig. 3) y alcalinidad (Fig. 4) el mayor registro se obtuvo en el sitio de La Palma (LP), mientras que el aumento del pH (Fig. 5) se detectó en San Agustín (SA); dichas localidades se ubican en el vaso central. Entre tanto valores inferiores de Oxígeno, pH, Conductividad eléctrica y alcalinidad se presentaron en el Dren Queréndaro. Con respecto a la temperatura, el mínimo fue de 17 °C en época de secas y el máximo de 28 °C en lluvias. La profundidad máxima (82.5 cm) correspondió en el tiempo de lluvias y la mínima fue de 11.5 cm para el período estival. El mínimo de transparencia (2 cm) fue detectado en secas, mientras que la mayor penetración de los rayos solares fue de 15 cm en lluvias. Mientras que los valores de los carbonatos son bajos con respecto a los bicarbonatos en todo el vaso lacustre.

Riqueza de taxa del Perifiton

Se identificaron un total de 183 especies conformando a cuatro divisiones de algas (Cyanophyta, Bacillariophyta, Euglenophyta y Chlorophyta), los valores altos en diversidad taxonómica correspondieron a Bacillariophyta (Diatomeas) con 100 especies, mientras que al grupo de Euglenophyta (euglénidos) le correspondieron cantidades bajas con la presencia de 9 especies, en ambas épocas (Fig. 6 y tabla 2).

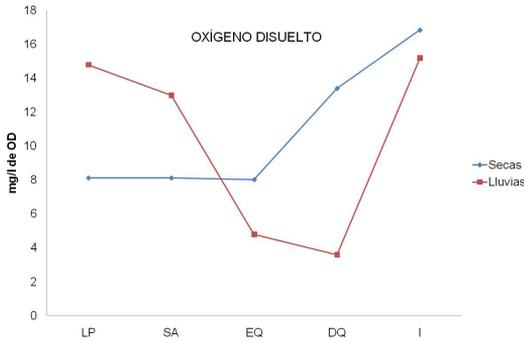


FIGURA 2. Distribución del OD

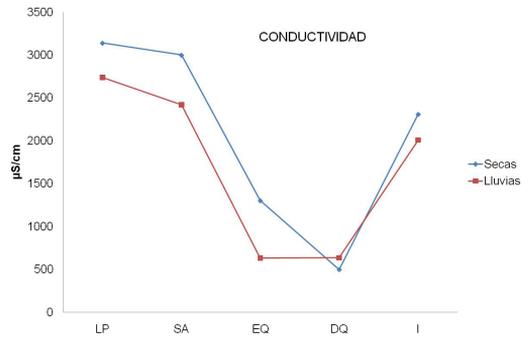


FIGURA 3. Distribución de la conductividad

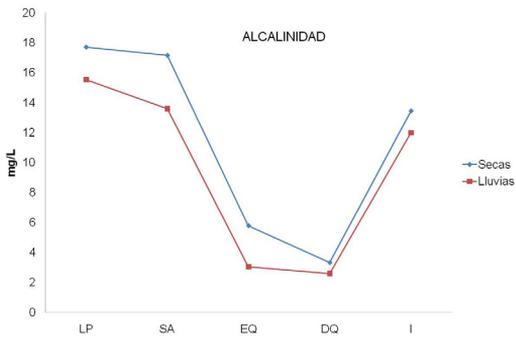


FIGURA 4. Distribución de la alcalinidad

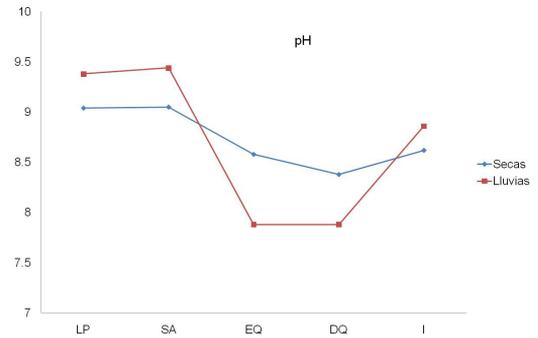


FIGURA 5. Distribución del pH

Abundancia relativa

Los valores altos en ésta variable tanto para la época de secas como de lluvias (Fig.7), fueron encabezados por las diatomeas en el sitio Dren Queréndaro (DQ), las cianofíceas ocuparon el segundo lugar con altas concentraciones en la entrada de agua residual al lago, patrón que ocurrió también en Iramuco (I) y en el sitio mas alcalino (La Palma LP), mientras que los valores bajos de éste grupo se registraron en el Dren Queréndaro (DQ). Las Clorofíceas (algas verdes) ocuparon el tercer lugar en dicho atributo y sus valores altos se localizaron en sitios salinos y alcalinos (LP y SA). Los euglenidos son más abundantes en la época de lluvias, mientras que en secas son apenas perceptibles. Las especies más abundantes (Tabla 3), correspondieron a miembros de las diatomeas (*Nitzschia palea* y *Amphora lybica*) así como a cianofíceas (*Merimospedia puntacta*, *Microcystis incerta* y *Anabaena cilíndrica*).

Sustratos

En el lago de Cuitzeo los sustratos presentes en la época de lluvias fueron 6: *Potamogeton* spp, *Ceratophyllum* sp, *Echbiornia crassipes*, gramíneas, tule y roca (Fig. 8). Mientras que en secas estuvieron presentes tres tipos (*Potamogeton* spp, *Echbiornia*

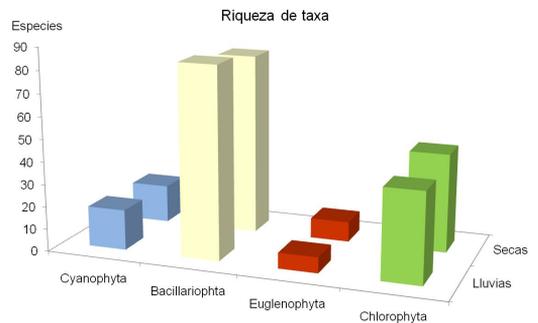


FIGURA 6. Riqueza de taxa

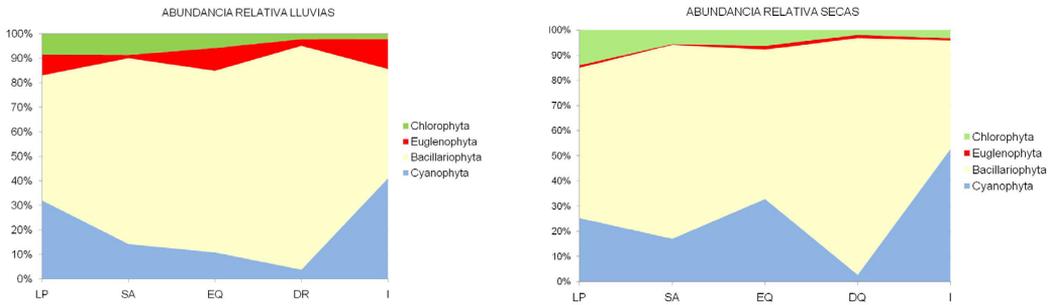


FIGURA 7. Abundancia relativa del perifiton de lluvias y secas

crassipes y gramíneas). Cabe resaltar que el sustrato ideal para el desarrollo del grupo correspondió al de *Potamogeton* spp en ambas épocas.

DISCUSIÓN

El lago de Cuitzeo es un cuerpo de agua extenso poco profundo, donde se detectó que los valores de la transparencia son relativamente bajos, indicando una gran turbidez ocasionada principalmente por los sólidos disueltos y suspendidos (Chacón *et al.* 2000). Es evidente un patrón fisicoquímico en el complejo lacustre marcando una distribución horizontal por la conductividad y alcalinidad, ya que la mayor concentración de iones disueltos y carbonatos se observó en el vaso Oeste siendo análogo al vaso Este (Alvarado *et al.* 1984, Ceballos *et al.* 1994 y Chacón *et al.* 2000), cabe mencionar que se trabajaron las zonas Central y Este, debido a que la Oeste permaneció seca desde 1996 hasta la temporada de lluvias de 1997. Con respecto a la alcalinidad, se observó un dominio de los bicarbonatos sobre los carbonatos factor que

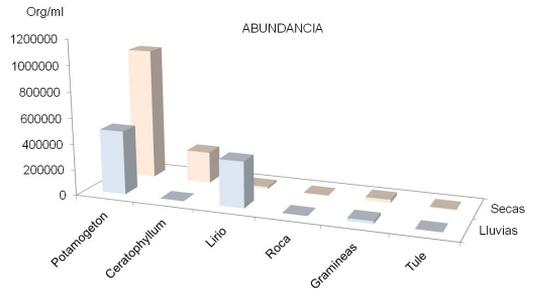


FIGURA 8. Abundancia del perifiton por sustrato

influyó en el pH, debido a que la contribución por hidróxidos que constituyen a los carbonatos son raros en los ecosistemas acuáticos, ya que estos se presentan comúnmente en aguas tratadas (Lind 1979), actividad que en el lago de Cuitzeo aún no tiene lugar.

Las concentraciones de Oxígeno Disuelto son muy extremas, encontrando que los altos niveles de saturación ocurren durante el día como resultado de la intensa actividad fotosintética de las cianofíceas y las diatomeas (Alcocer y Escobar 1992), mientras que las bajas concentraciones de este gas fueron producto de la alta tasa de descomposición por oxidación de la materia orgánica alóctona por parte de la comunidad bacteriana (Margalef 1983). Con respecto a la temperatura no existe una distribución vertical debido a la poca profundidad, factor que

TABLA 2. Distribución de la riqueza de taxa

Taxa	Cyanophyta	Bacillariophyta	Euglenophyta	Chlorophyta	Total
Clase	1	3	1	1	6
Orden	3	5	1	7	16
Familias	4	21	1	11	37
Géneros	12	25	4	23	64
Especies	17	100	9	57	183
%	9	56	2	31	100

TABLA 3. Especies más abundantes

Especies	Org/ml	%
<i>Nitzschia palea</i>	297782	13.67
<i>Merimospedia punctata</i>	229601	10.54
<i>Amphora libyca</i>	153910	7.07
<i>Microcystis incerta</i>	139908	6.42
<i>Anabaena cilindrica</i>	100260	4.60
<i>Rhopalodia gibba</i>	97890	4.50
<i>Anabaenopsis arnoldii</i>	91030	4.18
<i>Navicula cryptocephala</i>	66920	3.07
<i>Craticula cuspidata</i>	63525	2.92
<i>Epithemia sorex</i>	56300	2.59
<i>Nitzschia linearis</i>	56220	2.58
<i>Cocconeis placentula</i>	54985	2.52
<i>Gomphonema parvalum</i>	46405	2.13
<i>Euglena oxyurus</i>	46236	2.12
<i>Nitzschia amphibia</i>	38850	1.78
<i>Gomphonema affinis</i>	38185	1.75
<i>Navicula anglica</i>	33800	1.55
<i>Chroococcus limneticus</i>	28650	1.32
<i>Ulnaria ulna</i>	22755	1.04
<i>Gomphonema gracile</i>	22000	1.01
<i>Lynghya taylorii</i>	21770	1.00

genera circulaciones continuas de la masa de agua y lo postula como un lago cálido polimictico (Lewis, 1983), sin encontrarse variación térmica horizontal debido a la homogeneidad de la irradiación solar y la carencia de factores que amortigüen el calentamiento de la superficie del cuerpo de agua.

La mayor riqueza de taxa y abundancia corresponden a las diatomeas pennales. Darley (1987) menciona que este tipo de organismos son más diversos en la comunidad del perifiton que en el plancton en sistemas continentales ya que desarrollan estructuras accesorias que favorecen su establecimiento en sustratos y ambientes bentónicos, motivo por el cual son abundantes en cuerpos poco profundos y en localidades en donde es presente la entrada de agua al vaso lacustre por las elevadas cantidades de materia

orgánica y concentraciones de iones que favorecen su desarrollo. Las diatomeas por su sensibilidad de respuesta a los cambios ambientales son consideradas como indicadores de la calidad del agua y del estado trófico (Lowe 1974 y De la Lanza *et al.* 2000). Las especies más abundantes *Nitzschia palea* y *Amphora libyca* confirmaron con su presencia que el Lago de Cuitzeo es un cuerpo de agua poco profundo, alcalino y en proceso avanzado de eutroficación, ambas especies son muy notables en donde existe mayor cantidad de materia orgánica (Darley 1987 y Round *et al.* 2000). Las clorofíceas son el segundo grupo con valores altos de diversidad y abundancia los cuales coinciden con valores altos en conductividad y alcalinidad; dentro de este grupo se encontraron formas cenobiales (coloniales) como: *Scenedesmus*, asociado a *Actinastrum*, *Ankistrodemus*, *Coelastrum*, *Crucigeniella*, *Tetrastrum*, *Tetraedron* y *Dictyosphaerium*, y su presencia confirma el estado eutrófico del lago, revelando que el sistema esta fuertemente alterado por la entrada de grandes cantidades de materia orgánica (Reynolds 1997), que derivan de los alrededores. *Monoraphidium contortum* se encuentra en el lago como una de las especies más abundantes, esta clorofíceas es cosmopolita, principalmente planctónica y está presente en aguas poco profundas con una gran cantidad de nutrientes (Reynolds 1997 y John *et al.* 2003).

Euglenophyta fue característico en la temporada de lluvias debido a que este grupo es indicador del nitrógeno en forma de amonio (Margalef 1983 y Reynolds 1997), elemento que es proveído por el proceso de lixiviación de las zonas agrícolas que rodean al sistema acuático. Las especies de Chroococcales y de Cyanophyceae son consideradas como indicadoras de la presencia de materia orgánica (Margalef 1983, Komárek y Anagnostidis 2001 y John *et al.* 2003), por ejemplo *Chroococcus* y *Merimospedia*, estuvieron presentes en sitios poco profundos, donde existe la entrada de aguas negras. Mientras que *Anabaenopsis arnoldii* (alga azul verde), se encontró presente en Iramuco en zonas con deficiencia de fósforo, factor que permite la fijación de nitrógeno atmosférico debido a que cuenta con orgánulos especializados a esta función (Margalef 1983, Reynolds 1997, Komárek y Anagnostidis 2002 y John *et al.* 2003). Además las cianofíceas tienen la capacidad

de adaptarse a condiciones ambientales extremas como son los cambios de temperatura, humedad y luz (Scagel *et al.* 1987, Graham y Wilcox 2000, John *et al.* 2003), condiciones que prevalecieron durante el presente estudio en el Lago de Cuitzeo.

En relación al sustrato, la vegetación acuática se encuentra ampliamente distribuida en el lago, factor que le permite ser el hábitat idóneo para el desarrollo de algas adheridas, ya que otorga áreas con óptima captación lumínica (Darley 1987, Graham y Wilcox 2000), permitiendo el establecimiento de diatomeas, clorofíceas, euglenofíceas y cianofíceas en este sistema hiposalino

CONCLUSIÓN

El deterioro y sobreexplotación de las vías de drenaje de la cuenca hidrográfica que llegan al lago de Cuitzeo y el incremento de la eutroficación de los sistemas lóticos son las principales causas culturales de la eutroficación avanzada que existe en el cuerpo de agua, además del desequilibrio hidrobiológico que contribuye a la disminución de la profundidad del vaso lacustre y por ende al incremento de la vegetación acuática y semiacuática, formando micro hábitats adecuados para que las algas (principalmente las diatomeas) constituyan a esta comunidad adherida expuesta a tasas de sucesión estacional influenciadas por las perturbaciones del ambiente y el incremento del trófico acuático.

REFERENCIAS

APHA-AWWA-WPCF. 1995. Methods for the examination of Water. 19th edition. American Public Health Association (APHA), American Methods Water Work Association (AWWA), Water Pollution Control Federation (WPCF) USA.

Alvarado, D., T. Zubieta Rojas, R. Ortega Murillo, A. Chacón Torres y R. Espinoza. 1984. Hipertroficación en un lago tropical somero. *Biológicas* 1. Escuela de Biología UMSNH 19 pp.

Alcocer J. y E. Escobar. 1992. La Producción primaria en aguas athalasohalinas. *Rev. Soc. Méx. Hist. Nat.*, 43: 101-108.

Ceballos Corona, J. G. A., M. R. Ortega Murillo, M. Medina Nava, M. Martínez Trujillo, L. S. Rodríguez Jiménez y S. González Santoyo. 1994. Análisis Limnológico del lago de Cuitzeo, Michoacán, México. Editorial Universitaria. UMSNH. Morelia, Mich. 45 pp.

Comas, A. G. 1996. Las Chlorococcales dulceacuícolas de Cuba. J. Cramer. Stuttgart, Berlín. 100 pp.

Chacón-Torres A., C. Rosas-Monge y J. Alvarado-Díaz. 2000. The effects of hypereutrophication in a tropical Mexican lake. *Aquatic Ecosystems of Mexico: Status and Scope*. Edit. M. Munawar, S.G. Lawrwnw, I.F. Munawar & D.F. Mally. *Ecovision World Monograph Series*. 89-101 pag.

Darley, W.M. 1987. *Biología de las Algas, Enfoque Fisiológico*. Ed. Limusa, México. D.F. 236 pp.

De la Lanza, E.G., S. Hernández P. y J.L. Carvajal. 2000. Organismos indicadores de la Calidad del Agua y de la Contaminación (Bioindicadores) Edit. Plaza y Valdez. México, D.F. 43-108 pp.

Dillard, G. E. 1990. *Freshwater Algae of the southeastern United State. Part. 7. Pigmente Euglenophyceae*. J. Cramer. Berlin Stuttgart Bibliotheca Phycologica. Band 106. 135 pp y 20 placas.

Graham, L.E. y L.W. Wilcox. 2000. *Algae*. Prentice Hall. Upper Saddle River. 640 pp.

Israde-Alcántara, I. 1999. Los lagos Volcánicos y Tectónicos en Michoacán. En Garduño-Monroy, V.H., Corona-Chávez, P., Israde-Alcántara I., Mennella L., Arreygue, E., Bigioggero B. y Chiesa S. 1999. *Cartas Geológicas de Michoacán escala 1: 250,000*. Instituto de Investigaciones Metalúrgicas. UMSNH: 45-74.

Israde-Alcántara I., Garduño Monroy V. H. y Ortega Murillo R. 2002. Paleambiente lacustre del cuaternario Tardío en el centro del lago de Cuitzeo. *Hidrobiológicas*. Vol. 12 (1): 61-78.

John, D. M., B. A. Whitton and A. J. Brook. 2003.

- The Freshwater algal flora of the British Isle. An Identification guide to Freshwater and Terrestrial algae. The Natural History Museum. Cambridge University Press. United Kingdom. 702 pp.
- Komárek, J. & K. Anagnostidis. 2001. Cyanoprokarionta.1. Teil: Chroococcales. Gustav Fischer. Jena Stuttgart Liibeck Ulm. 547 pp.
- Komárek, J. & K. Anagnostidis. 2002. Cyanoprokaryota 2. Teil: Oscillatoriales. Ed. Spectrum Akademischer Verlag.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. 1986. Bacillariophyceae. Gustav. Fischer Verlag: Stuttgart. New York. Tomo I. 876 pp.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. 1988. Bacillariophyceae. Gustav. Fischer Verlag: Stuttgart. New York. Tomo II. 596 pp.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. 1991a. Bacillariophyceae. Gustav. Fischer Verlag: Stuttgart. New York. Tomo III. 576 pp.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. 1991b. Bacillariophyceae. Gustav. Fischer Verlag: Stuttgart. New York. Tomo IV. 437 pp.
- Lewis, W.M. 1983. A revised classifications of lake based on mixing. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40: 1779-1787.
- Lind, O. 1979. Handbooks of common methods in Limnology. Kendall/Hunt Publishing Company. Second Edition. Waco Texas. United States of American. 199 pp.
- Lowe, R.L. 1974. Environmental requirements and pollution tolerance of freshwater diatoms. EPA Report # Epa-6704/74-005, Cincinnati Oh, 333 pp.
- Margalef, R. 1983. Limnología. Ediciones Omega. S. A. Barcelona, España. 1010 pp
- Reynolds, C.S. 1997. Vegetation Processes in the Pelagic: A model Ecosystem the dry in Ecology 9. O. Kinna. Editor. Institute Germany 1-15 pp.
- Round, F.E., R. Crawford M. y D. Mann G. 2000. The Diatoms. Cambridge University. Press. Great Britin. 147 pp.
- Rosell Vázquez, A., J. González Hernández, J.J del Torno Abreu y M. Galván García. 1982. Técnicas de Muestreo y Análisis de Plancton y Perifiton SARH. México, D.F. 223 pp
- Scagel, R.F., R.J. Bandoni, J.R. Maze, G.E. Rouse, W.B. Schofield y J. R. Stein. 1987. Reino Vegetal. Nueva edición. Ediciones Omega S. A. Barcelona. 778 pp.
- Schwoerbel, J. 1975. Métodos Hidrobiológicos. H. Blume Ediciones, España. Madrid. 261 pp.
- Whitford, L. A. and G.J. Schumacher. 1973. A Manual of Fresh-Water Algae. Sparks Press, Raleigh, N.C. 321 pp.
- Wetzel, R.G. 2001. Limnology Lake and River Ecosystem. Third edition. Academic Press. New York. 1006 pp