



U. M. S. N. H.

BIOLÓGICAS, No. 9, pp. 105-114, 2007
Publicado por la Facultad de Biología de la
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Impreso en Morelia, Michoacán, México

Estado trófico de la presa la Mintzita, Morelia, Michoacán, con base en la abundancia y distribución del fitoplancton

Ortega-Murillo María del Rosario, Alvarado-Villanueva Reyna, Martínez- Sánchez Ivon, Arredondo-Ojeda Marbella y Sánchez-Heredia Juan Diego

Laboratorio de Biología Acuática "J. Javier Alvarado Díaz", Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Edif. "R" Planta Baja, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán. mortega@zeus.umich.mx o rosaarmu@yahoo.com

RESUMEN

La presa "La Mintzita", es un cuerpo de agua abastecido por numerosos manantiales. El cual presenta una gran actividad antropogénica; siendo sus principales usos: irrigación en la industria (CEPAMISA) y el consumo humano, dentro del municipio de Morelia y comunidades cercanas, lo cual ha repercutido en el deterioro de éste ecosistema reflejado en sus comunidades biológicas y en la calidad del agua. El Fitoplancton es una comunidad biológica clave en los ecosistemas acuáticos, ya que forma parte del gremio de los productores primarios y sus integrantes en la actualidad se utilizan como bioindicadores, por su alta sensibilidad a las fluctuaciones del ambiente. El presente estudio se efectuó durante un ciclo anual, representando al ecosistema en cuatro sitios estratégicos, en los cuales se colectó el material biológico para su análisis cualitativo con una red de 39 micras y para el análisis cuantitativo con el muestreador Van-Dorn, fijando las muestras con formol al 4%. Así mismo se realizó la determinación de las variables fisicoquímicas de cada uno de los sitios revisados. La identificación del material biológico a nivel específico se efectuó en el Laboratorio de Biología Acuática "J. Javier Alvarado Díaz" de acuerdo a los criterios taxonómicos de literatura especializada. Se calculó la abundancia de la comunidad fitoplanctónica con la técnica de Utermöhl; cuantificando 0.1 mL. Se identificaron 72 especies correspondientes a seis divisiones algales (Bacillariophyta, Cyanophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Euglenophyta y Chlorophyta), destacando en riqueza de taxa y abundancia las diatomeas pennales. Las especies más abundantes fueron *Ulnaria ulna* y *Cocconeis placentula* var. *euglypta* con ello se estima que el presente embalse presenta un estado trófico de mesotrófico a eutrófico con un acentuado proceso de eutroficación.

Palabras clave: abundancia, fitoplancton, eutroficación.

ABSTRAC

The dam "The Mintzita", it is a body of water with the presences springs. Which presents a great anthropogenic activity; being their main uses: irrigation, in the industry (CEPAMISA) and the human consumption, inside the municipality of Morelia and near communities, that which has rebounded in the deterioration of this ecosystem reflected in their biological communities and in the quality of the water. The phytoplankton is a community biological key in the aquatic ecosystems, since it is part of the primary producers and its members at the present time are used as biology indication, for its high sensibility to the fluctuations of the environments conditions. The present study you makes during an annual cycle, representing to the ecosystem in four strategic places, in which the biological material was collected for its qualitative analysis with a net of 39 microns and for the quantitative analysis with the bottle Van-Dorn, fixing

the samples with formol to 4%. Likewise it was carried out the determination of the physiochemical variables of each one of the revised places. The identification of the biological material at specific level was made in the Laboratory of Aquatic Biology "J. Javier Alvarado Díaz" according to the approaches taxonomic of specialized literature. The abundance of the community phytoplankton was calculated with the technique of Utermöhl; quantifying 0.1 mL. 72 species corresponding to six divisions algae were identified (Bacillariophyta, Cyanophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Euglenophyta and Chlorophyta), highlighting in taxa wealth and abundance the diatoms pennales. The most abundant species were *Ulnaria ulna* and *Cocconeis placentula* var. *euglypta* with it is considered it that the present dam it presents a state mesotrophication to eutrophication with an accented eutrophication process.

Key words: abundance, phytoplankton, eutrophication.

INTRODUCCIÓN

El fitoplancton, es definido como el plancton vegetal que se encuentra flotando en las capas superficiales de los cuerpos de agua (Schwoerbel 1975 y Lind 1985) y son los productores primarios formado por organismos de diferentes tamaños (0.5-500 micrones). Dicho gremio, esta representado por diferentes grupos de algas que se localizan principalmente en el epilimnio o en las capas donde la luz llega con más frecuencia para la asimilación de nutrimentos y la realización eficaz de la fotosíntesis. Se puede dividir en euplancton (organismos del plancton verdadero) y el pseudoplancton o ticoplancton (se refiere a los organismos que pasan parte de su vida suspendidos en la capa de agua y otra parte adheridos algún sustrato), en el primer caso corresponde a los organismos o comunidades permanentes en las aguas abiertas, en el segundo se refiere a los elementos que se encuentran en el litoral (Schwoerbel 1975, Ortega et al 1994, Lind 1985, González 1988 y Reynolds 1997).

El establecimiento y la expansión de las poblaciones humanas están supeditadas al abastecimiento de agua dulce, lo que implica que un alto porcentaje de las aguas interiores del mundo estén sometidos al efecto más o menos intenso de las actividades antrópicas (González 1988). Con frecuencia, los productos de desecho que resultan de esas actividades (domésticas, agrícolas e industriales) se incorporan en último término en ríos y lagos cuyas aguas experimentan cambios físicos y químicos, por consiguiente, afectan también a las comunidades que en ellos viven. De esta manera, la incorporación excesiva de nutrimentos a los sistemas acuáticos influye

directamente sobre el fitoplancton, por cuanto modifica su composición específica y eleva su producción (González 1988). Así, durante el proceso de eutroficación, se produce una acumulación de nutrientes y de biomasa en los cuerpos de agua, acompañados por un aumento en los niveles de producción del sistema (Margalef 1983).

La Mintzita, es un cuerpo de agua con presencia de manantiales que fue represada para brindar servicios a la agricultura, a la industria y al consumo doméstico de las poblaciones cercanas y la ciudad de Morelia. Se puede considerar un cuerpo de agua con un gran problema de azolvamiento que ocasiona una acentuada y disminución de la profundidad dada principalmente por presencia de una gran cantidad de vegetación acuática. Debido a lo anteriormente citado ha tolerado un gran impacto ambiental que ha repercutido en el ecosistema y ha ocasionado cambios en los gremios, entre los cuales se encuentra el fitoplancton. El objetivo del presente trabajo es conocer el estado trófico que guarda el cuerpo de agua con base al estudio del fitoplancton.

Características del área

La presa la Mintzita, se localiza en la microcuenca del mismo nombre a los 19° 39' 12" LN y 101° 16' 29" LO (Fig. 1), colinda al N con San Isidro, al S con Urapilla y la presa de Cointzio, al E con la Tenencia Morelos y Cointzio, al O con Lomas del Divisadero, y al NO con San Lorenzo (INEGI 1985a). Pertenece al Arco Transversal de la Subprovincia Sierra y Bajíos Michoacanos, ubicada en el valle de Morelia o

Guanyagareo (INEGI 1985b). Formándose en el Terciario Superior, con la presencia de tobas ácidas, basaltos y tobas arenosas riolíticas entre otras (INEGI 1985c). Perteneció a la Región Hidrológica 12 del Sistema Lerma-Chapala, en la subcuenca del río grande de Morelia (INEGI 1985d). El suelo predominante, son la presencia de vertisol y feozem háplico de textura fina, aunque pueden existir el acrisol órtico, cambizol dístico y el luvisol crómico (INEGI 1985e). El clima es Cb(w1)(wi)', templado subhúmedo, con lluvias en verano, con poca oscilación térmica y la presencia de una marcha de temperatura tipo Ganges (García 1988). La Vegetación terrestre es Matorral subtropical con pastizales y cultivos anuales. Destacando *Salix sp.* (sauce llorón), *Fraxinus sp.* (fresno) y algunos *Taxodium sp.* (sabinos), mientras que la vegetación acuática esta representada por lirio acuático (*Eichornia crassipes*), tule (*Typha dominguensis*), nenúfar (*Nymphaea mexicana*), pastos sumergidos (*Potamogeton pectinatum*) y cola de zorra (*Ceratophyllum demersum*) entre otros (Ceballos et al 1999).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se establecieron cuatro sitios de muestreo (TABLA 1, FIGURA 1), dos se localizan en la parte del litoral, en las inmediaciones de los manantiales (SITIOS 2 Y 3); uno en el centro (SITIO 1) y el último en la desembocadura al río Grande de

TABLA 1. Coordenadas de los sitios de muestreo

Sitio	Referencia	Coordenadas
1	Centro	2173541 UTM
2	Manantial 1	2173542 UTM
3	Manantial 2	2173725 UTM
4	Salida	2173935 UTM

Morelia (SITIO 4). Esta investigación se realizó en las cuatro temporadas del año 2002. El análisis de las variables ambientales (TABLA 2) se efectuó tanto *in situ* como en el laboratorio realizados por Gómez (2003). Para el análisis cualitativo el material biológico del fitoplancton se colectó con una red de arrastre de 39 micrones durante cinco minutos en forma circular. Con respecto a la cuantificación se tomó una muestra directa de 250 mL. Ambas fueron fijadas con formol al 4 % y se depositaron con sus datos respectivos en el laboratorio de Biología Acuática "J. Javier Alvarado Díaz" de la Facultad de Biología de la UMSNH, para su posterior análisis. Del material colectado con la red se analizaron 12 gotas, para su determinación a nivel específico, utilizándose un microscopio compuesto de marca Leitz, recurriendo a los objetivos de 40 y 100x, además se siguieron los criterios taxonómicos para diatomeas: Kolbe (1927), Bourelly (1981), Patrick and Reimer (1966 y 1977),

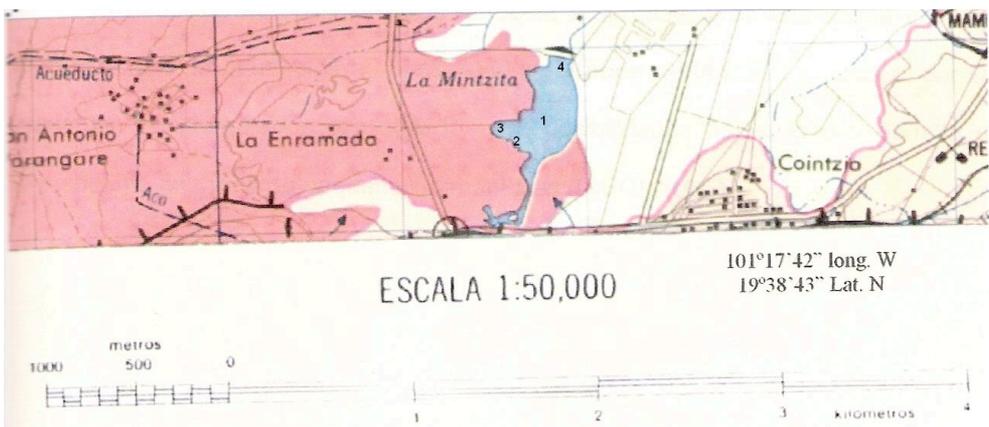


FIGURA 1. Fotografía aérea de la presa la Mintzita

TABLA 2. Variables ambientales y su técnica

Variable	Técnica
Temperatura del aire y agua (°C)	Termómetro de mercurio de escala de 0 a 50 °C
Profundidad (cm)	Sonda graduada en cm
Transparencia (cm)	Disco de secchi
pH	Potenciómetro marca orión
Oxígeno Disuelto (mg/L)	Winkler modificado al azida de sodio
Conductividad (μ S7cm)	Conductivímetro marca corning
Sólidos totales disueltos (mg/L)	Conductivímetro marca corning
Nitritos (mg/L)	Colorimetría
Nitratos (mg/L)	Colorimetría
Fosforo Total (mg/L)	Colorimetría
Alcalinidad Total (mg/L)	Volumetría
Dureza Total (mg/L)	Volumetría
DBO (mg/L)	Volumetría
DQO (mg/L)	Volumetría

Cholnoky (1968), Kramer y Lange-Bertalot (1986, 1988, 1990 y 1991), Round *et al* 1991. Para los otros grupos se tomó en cuenta la taxonomía de: Smith (1920 y 1924), Whitford (1973); y Prescott (1973); así como las descripciones de Ortega (1994), Yacubson (1969 y 1974) y Patrick 1977. El análisis cuantitativo se realizó a través de la técnica de Utermöhl con ayuda de un microscopio invertido (Wetzel 1979 y 1981, Lind 1985). En la cámara se colocaron alícuotas de 0.5 mililitros de muestra y el resto de agua destilada hasta completar un mililitro, con una pipeta graduada. Se contaron todos los organismos para obtener el número de organismos por litro. En la designación del estado trófico se calculó a través de la aplicación de los

Índices (TABLA 3) propuestos por Nygaard (1949) y (Round 1981).

RESULTADOS

La Mintzita con base a su calidad de agua (TABLA 4), se considera un cuerpo de aguas someras con temperaturas cálidas, de aguas transparentes, que van de neutro a ligeramente alcalino, y bajas concentraciones de nutrimentos, con una oxigenación adecuada, presencia de bicarbonatos y de aguas blandas (Gómez 2003). Con respecto al gremio del fitoplancton, esta representado por seis divisiones algales (FIGURA 2),

TABLA 3. Indices de Nygaard (1949), (Round 1981)

INDICE
IC = Cianofíceas / Desmidiáceas
ID = Diat. centrales / Diat. Pennales
IE = Euglenofíceas / Cianofíceas + Chlorofíceas
IC =Cianofíceas + Chlorococcales + Diatomeas centrales + Euglenofíceas/ Desmidiáceas

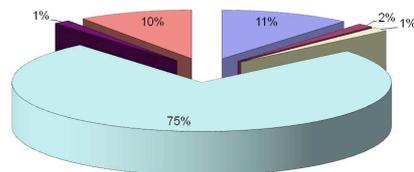


FIGURA 2. Riqueza de taxa del fitoplancton

TABLA 4. Calidad del agua

Variable	Máximo	Mínimo	Media
Temperatura del aire (°C)	32	19	25.5
Temperatura del agua (°C)	20.7	19.8	20.3
Profundidad (cm)	169	16	92.5
Transparencia (cm)	150	16	83
pH	7.8	7	7.4
Oxígeno Disuelto (mg/L)	13.6	6	9.8
Conductividad ($\mu S/cm$)	173	154.8	163.9
Sólidos totales disueltos (mg/L)	103	20	61.5
Nitritos (mg/L)	0.8	0.001	0.401
Nitratos (mg/L)	1.7	0.2	0.95
Fosforo Total (mg/L)	3.9	0.003	1.952
Alcalinidad Total (mg/L)	80.1	43	62
Dureza Total (mg/L)	52	10.55	31.28
DBO (mg/L)	19	0	9.5
DQO (mg/L)	30	0	15

Cyanophyta (algas azul-verdes), Cryptophyta (criptómonidos), Dinophyta (dinoflagelados) Bacillariophyta (diatomeas), Euglenophyta (euglenidos) y Chlorophyta (algas verdes), detectándose que las diatomeas son los organismos con valores altos de riqueza de taxa y abundancia, mientras que el grupo con menor cantidad tanto para la riqueza de taxa y abundancia correspondió a las euglenofitas (FIGURAS 3, 4 Y 5). El análisis de cluster (FIGURA 6), muestra tres grupos con base a la abundancia, el primero independiente de los demás corresponde al sitio 1, diferente a los otros sitios. El segundo grupo

lo conforman los sitios dos y tres detectándose que comparten la misma especie abundante con valores diferentes para cada sitio. Por último el tercer grupo, se encuentra el sitio 4 con la especie abundante diferente a todos los sitios. En la TABLA 4 se muestra la lista de las especies abundantes, encontrando que *Ulnaria ulna* y *Cocconeis placentula* var. euglypta presentan los valores más alto, dichas especies se encuentran formando parte del ticoplanton. Con base al análisis del estado trófico (TABLA 5) se encuentra al cuerpo de agua en proceso de eutroficación.

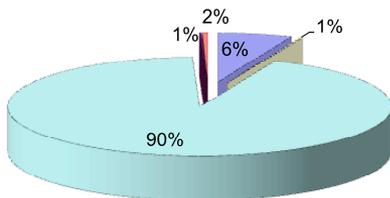


FIGURA 3. Abundancia del fitoplancton de divisiones para Invierno

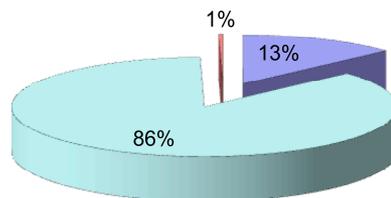


FIGURA 4. Abundancia del fitoplancton de divisiones durante Primavera y Verano

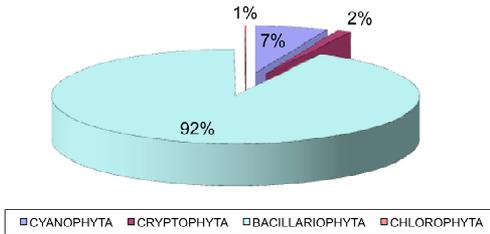


FIGURA 5. Abundancia del fitoplancton por divisiones en Otoño

DISCUSIÓN

Dentro de los productores primarios, el fitoplancton es una de las comunidades que puede variar en cuanto a la estructura en una presa o embalse. Margalef (1984) propone que en los embalses con diques o compuertas puede existir mayor diversidad de especies de diatomeas y clorofíceas y que las diatomeas pueden ser los organismos más abundantes. Serna-Hernández y López-López (1996), Vila et al (1997) mencionan en sus estudios realizados que la riqueza y abundancia de las especies presentes en el fitoplancton se encuentran distribuidas de la siguiente manera: Cyanophyta> Bacillariophyta>

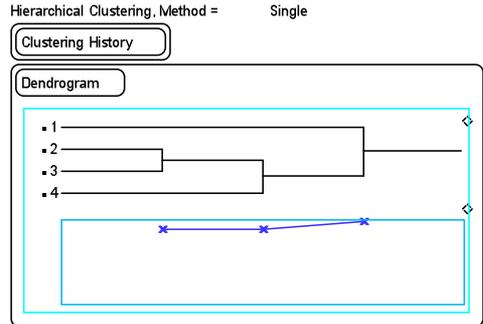


FIGURA 6. Análisis de cluster de la abundancia del fitoplancton

Chlorophyta. Dicha propuesta se cumple en parte en la Mintzita, debido a que tanto para la riqueza de taxa y la abundancia se encuentran distribuidas de la siguiente manera: Bacillariophyta> Cyanophyta>Chlorophyta, Dinophyta, Euglenophyta y Cryptophyta, lo anterior concuerda con lo reportado por (Ceballos et al 1994) para la laguna de Bellas Fuentes. La secuencia antepuesta arriba tanto de la riqueza de taxa como la abundancia son característicos de sistemas poco profundos y con un alto contenido de materia orgánica, así como con poca transpa-

TABLA 5. Las especies más abundantes del periodo de estudio

Especie	org/mL	Ab. Rel
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Lange Bertalot	5100	20.479
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	4786	18.060
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	2116	7.985
<i>Nitzschia palea</i> (Kuetzing) W. Smith	1977	7.460
<i>Oscillatoria tenuis</i> Agardh	1644	6.204
<i>Navicula cryptocephala</i> Kuetzing	1301	4.909
<i>Achnanthes minutissima</i> Kuetzing	1199	4.525
<i>Cymbella lanceolata</i> (Ehrenberg) Kuetzing	976	3.683
<i>Rhoicosphenia curvata</i> ((Kuetzing) Grunow	888	3.351
<i>Amphora ovalis</i> (Kuetzing) Kuetzing	879	3.317
<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W. Smith	796	3.004
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kuetzing) Kuetzing	547	2.064
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp) Brebbisson	426	1.608
<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg	395	1.491
<i>Gomphonema affine</i> Kuetzing	393	1.483

rencia (Round 1981). Tal situación prevalece en Bellas Fuentes (Ceballos *et al* 1994), con respecto a la Presa la Mintzita, Ledesma (2001) y Gómez (2003) mencionan que es un cuerpo de aguas con bajos niveles de profundidad con alto contenido de materia orgánica.

Margalef (1955 y 1984), indica que la estructura en relación a la abundancia de la comunidad de las algas puede ser modificada por el cambio de época, lo anterior se vio reflejado en la Mintzita donde la abundancia fue diferente tanto por épocas como en los grupos algales. Se detectó a las Bacillariophytas (diatomeas) como el grupo o taxa más abundante durante todo el año concordando con Ceballos *et al* (1999); variando el segundo grupo, ya que durante el invierno, primavera y otoño se encontró a las algas azul-verde, mientras que en verano fueron las *Chlorophyta*. La mayor riqueza y abundancia de diatomeas Pennales corresponden a un sistema donde los sustratos para la fijación son abundantes y variados (Round 1981 y Darley 1987, Ceballos *et al.* 1999), en este cuerpo de agua se observó que la mayoría de las especies presentes corresponden al orden pennales y dada la clara afinidad perifítico-bentónica de las pennales y planctónica de las centrales (Darley 1987), se puede afirmar que la mayoría de las especies observadas en este estudio tanto en riqueza como abundancia corresponden a las diatomeas que viven adheridas a un sustrato. Además considerado la exuberante vegetación acuática que existe en dicho sistema esto favorece que las diatomeas predominen, por lo tanto se puede decir que la mayoría de los componentes del fitoplancton son ticoplanctónicos, (Schwoerbel 1975, Ortega *et al.* 1984, Lind 1985 e González 1988).

Ulnaria ulna fue la especie con los valores más altos en abundancia, es un organismo que se localiza en un medio alcalofilo cuyo pH óptimo es de 8, lo cual concuerda con lo observado en la presa que es ligeramente básico, también es indicadora de eutroficación y beta mesosaprobica (Lowe 1974); Round (1990), en su descripción menciona que es una especie de vida libre o epifita, mientras que Germain (1981) comenta que es una forma con vida litoral que vive entre

las macrofitas inmersas; considerando que se trabajó en la zona litoral donde existe una gran variedad de microhábitat formados por la gran cantidad de vegetación acuática, aunado a esto es un cuerpo de agua somero.

La segunda especie en abundancia *Cocconeis placentula* var euglipta, prefiere los ambientes muy semejantes a *Ulnaria ulna*, pero además se localiza donde existen, altas concentraciones de oxígeno (Lowe, 1974, Germain 1981 y Round 1990), situación que se manifestó en los sitios de colecta 2 y 3, donde existen las altas concentraciones de oxígeno (TABLA 4) (Gómez 2003).

Con respecto al análisis de cluster, el sitio uno es independiente de los demás, porque presenta *Cocconeis placentula* var euglipta como la especie más abundante y co-abundante correspondió a *Oscillatoria tenuis* con acompañantes del tipo de *Navicula spp.* y *Nitzschia spp.*; es un sitio donde hay mayor cantidad de vegetación y sus aguas son profundas. Mientras que los sitios dos y tres forman el segundo grupo con las especies más abundantes *Ulnaria ulna* y las especies co-abundantes correspondieron a *Cocconeis placentula* var euglipta, y *Oscillatoria tenuis*, son sitios someros que se ubican cerca de la entrada de los manantiales y además es donde existe la mayor actividad antropogénica. Por último el sitio 4 se encuentra separado del resto debido a que es la salida de la presa retomando que la especie abundante vuelve a ser *Ulnaria ulna* y la co-abundante otro tipo de diatomeas del grupo de las navículas y algas verde azules, en esta estación se vuelve a observar los niveles de agua bajos y escasa vegetación acuática.

Los organismos y el medio ambiente juegan un papel muy importante en la interpretación de las condiciones del cuerpo de agua (Ortega 1994), el uso de bioindicadores o de Índices Biológicos permite interpretar las condiciones

TABLA 6. Resultados del Índices de Nygaard (1949) (Round 1981)

INDICE	VALOR	SIGNIFICADO
IC	8	EUTROFICO
ID	0.13	EUTROFICO
IC	16	EUTROFICO

del sistema, con base a los resultados se puede decir que el cuerpo de agua se encuentra en proceso de eutroficación, concordando con la propuesta de Gómez (2003).

CONCLUSIONES

Se determinaron un total de 72 especies, de las cuales las diatomeas, son el grupo que presenta los valores más altos de riqueza de taxa y abundancia, las especies más abundante correspondieron a *Ulnaria ulna* y *Cocconeis placentula* var *euglipta*. Esto refleja un cuerpo de agua somero con transparencia media. La dominancia de las diatomeas pennaes indica la preferencia de los organismos por colonizar sustratos, manifestando que el fitoplancton esta conformado principalmente por organismos ticoplanctónicos. De acuerdo a los índices se puede considerar al cuerpo de agua en proceso eutrófico.

REFERENCIAS

Bourrelly, P. 1981. Les Algués d'eau douce. Initiation a la Systematique. Tome II. Les Algués June et Brunes. Chrysophycées, Pheophycées, Xanthophycées et Diatomées. Societé Nouvelle des. Ed. Boubeé y Cie. París.436 pp.

Ceballos, C., J.G.A., D.A. Ayala o., R.I. Fuentes C., N.K. Guerrero G., R. Maldonado V., J.G.A. Ibarra, S., G. Andrade R y A. Salgado Q. 1994. Análisis limnológico y Calidad del agua de la Laguna de Bellas Fuentes, Mpio. De Coeneo, Michoacán. Revista Paralelo Financiero No 55, Sección Ecotonia: 22-28.

Ceballos, C., J.G.A. L. Anguiano M., F. Camacho P. y L. Palacios L. 1999. La Calidad del agua de la Presa La Mintzita. Vinculación y Desarrollo. UMSNH. 45-50.

Cholnoky, B.J. 1968. Die Ökologie der Diatomeen in Binnegewässen. J. Cramer, Stuttgart.

Darley, M., W. 1987. Biología de las algas, enfoque fisiológico. Noriega Editores. Editorial Limusa. 236 pág.

García, E. 1988. Modificaciones AL Sistema de clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM, México.2 43

Germain, H. 1981. Flore des diatomées. Diatomophyceae. Societe Nouvelle des Éditions Boubée, Paris, 443 pp.

Gómez, M., J. 2003. Evaluación de la Calidad del agua con base en los Parámetros Físico-químicos, Productividad Primaria y Análisis Bacteriológico de la Presa la Mintzita, Municipio de Morelia, Michoacán, México. Tesis Licenciatura. Facultad de Biología. UMSNH 70 pp.

González, de I. A. 1988. El Plancton de las aguas continentales. Secretaría General de la Organización de los estados Americanos. Washington, D.C. 129 pp.

INEGI. 1985a. Carta topográfica, clave E14-1, escala 1: 250,000, SPP, México

INEGI. 1985b. Carta fisiográfica, escala 1: 500,000, SPP, México

INEGI. 1985c. Carta geológica, escala 1: 500,000, SPP, México

INEGI. 1985d. Carta hidrológica, escala 1: 500,000, SPP, México

INEGI. 1985e. Carta edafológica, escala 1: 500,000, SPP, México

Kolbe, R.W. 1927. Zür Ökologie, Morphologie und Systematik der Brackwasser-Diatomeen. Pflanzenforschung, Heft 7, Verlag von Gustav Fischer, Jena, 143 pp. 3 Tfln.

Kramer, K. y H. Lange-Bertalot. 1986. Sübwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae 1. Gustav. Fischer Verlag : Stuttgart. New York. 876 pp.

Kramer, K. H. Lange-Bertalot. 1988. Sübwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae 2. Gustav. Fischer Verlag Stuttgart Jena. 596 pp.

Kramer, K. H. Lange-Bertalot. 1990. Sübwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae 3. Gustav. Fischer Verlag. Stuttgart Jena. 576 pp.

Kramer, K. H. Lange-Bertalot. 1991. Sübwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae 4. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. New York. 437 pp.

- Ledesma, F., A. 2001. Calidad de Agua en la Presa la Mintzita estado de Michoacán. Tesis Licenciatura. Facultad de Biología. UMSNH. 81 pp.
- Lind, O. 1985. Handbook of common methods in Limnology. Second edition. Kendall/Hunt Publishing company. 194 pág.
- Lowe, R.L. 1974. Environmental Requirement and Pollution Tolerance of Freshwater Diatom. EPA. Report 670/4-74-005, Environmental Monitoring Series.
- Margalef, R. 1955. Los Organismos Indicadores En La Limnología. Ministerio de agricultura, Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid, 300 pp
- Margalef, R. 1983. Limnología. Ediciones Omega. Barcelona. 1010 pp.
- Nygaard, G. 1949. Hydrobiological Studies on some Danish Ponds and Lakes. Part II. Quotient Hypothesis and some New or Little Known Phytoplankton Organisms. Printed in Denmark. 293 pp.
- Ortega, M. M., J.L. Godínez, G. Garduño S. y M. G. Oliva M. 1994. Ficología de México. Algas Continentales. AGT. Editor S.A. 221. pág.
- Patrick, R. y W.C. Reimer. 1966. The Diatoms of the United States. Volume I. Monograf. of the Academy of Natural Sci. of Philadelphia 686 pp.
- Patrick, R. y W.C. Reimer. 1977. The Diatoms of the United States. Volume II. Monograf. of the Academy of Natural Sci. of Philadelphia. 213. pp
- Patrick, R. 1977. Ecology of Freshwater Diatom and Diatom Communities. In D. Werner (ed.) Biology of Diatoms: Blackwell Scientific Publications, Oxford. 284-332 pp.
- Prescott, G. W. 1973. Algae of the Western Great lakes Area With an Illustrated Key to the Genera of Desmids and Freshwater Diatoms. 5° ed. Edit. W.M. Brown Company Publishers. Dubuque, Iowa. 977 pp.
- Reynolds, C. S. 1997. Vegetation Process in the pelagic: A model Ecosystem. The dry in Ecology 9. O Kinna, Editor Institute Germany 1-203.
- Round, F. E. 1981. The ecology of algae. Ed. Cambridge, University Press, Great Britain. 653 pp
- Round, F. E., R. M. Crawford & D.G. Mann. 1991. The diatoms. Biology and morphology of the genera. Cambridge University Press. Cambridge, 213 pp.
- Schwoerbel, J. 1975. Métodos de Hidrobiología (Biología de agua dulce). HB Blume Ediciones. Madrid, 43-85.
- Serna-Hernández, J.A. y E. López-López. 1996. Una aproximación al fenómeno de sucesión del Fitoplancton del Embalse Ignacio Alende, Guanajuato, por Método Multivariado. Zoología Informa 32: 3-17.
- Smith, M. G. 1920. Phytoplankton of the inland Lakes of Wisconsin. Published by the State; Madison, Wis. 227 pp.
- Smith, M. G. 1924. Phytoplankton of the inland lakes of Wisconsin Part II. Wisconsin Geological Natural History Survey. Bulletin 57 General series No. 1048. 716 pp.
- Vila, I., M. Contreras and J. Pizarro. 1997. Eutrophication and phytoplankton selective response in a temperature reservoir. Verh. Internat Verein. Limnol. 26: 797-802.
- Wetzel, R. G. y Likens G. E. 1979. Limnological Analises. Ed. Saunders Company. USA. 357 pp.
- Wetzel, R. G. 1981. Limnología. Ed. Omega. Barcelona. 679 pp.
- Whitford, A. L. and J. G. Schumacher. 1973. A Manual of Fresh – Water algae; Published by Sparks Press Raleigh, N.C. 324 pp.
- Yacubson, S. 1969. Algas de ambientes acuáticos continentales, nuevas para Venezuela (Cyanophyta, Chlorophyta) (3). Universidad de Zulia. Facultad de Humanidades y Educación. Centro de Investigaciones Biológicas. Maracaibo, Venezuela.
- Yacubson, S. 1974. Catálogo e Iconografía de las Chlorophyta de Venezuela. Universidad de Zulia. Facultad de Humanidades y Educación. Centro de Investigaciones Biológicas. Maracaibo, Venezuela.

FOTOS



SITIO 1



SITIO 2



SITIO 3



SITIO 4