ISBN: 978-607-00-2083-4

Composición zooplanctónica en grandes embalses de México.

Robles Jarero Elva Guadalupe y María del Carmen Esqueda González
Laboratorio de Ecosistemas Marinos y Acuicultura, Departamento de Ecología, CUCBA, Universidad de Guadalajara. Km. 15.5 carretera Guadalajara-Nogales, Las Agujas, Nextipac, Zapopan. C. P. 45110, Jalisco, México.
erobles@cucba.udg.mx; carmeg7@yahoo.com.mx

Introducción

En México los recursos hídricos están constituidos por ríos, arroyos, lagos y lagunas, llamados aguas epicontinentales o superficiales, así como almacenamientos subterráneos y grandes masas de agua oceánica (García-Calderón y de la Lanza-Espino, 2002). En nuestro país contamos con 320 cuencas hidrográficas que suman un volumen medio anual de agua de 410Km^3, casi 32.2% lo aportan sólo ocho ríos: Bravo, Pánuco, Coatzacoalcos, Papaloapan, Grijalva, Usumacinta, Lerma-Santiago y Balsas.
De acuerdo con el volumen conducido, se distinguen 37 cuencas principales, de las cuales 12 vierten al Golfo de México y el Mar Caribe (vertiente Oriental), 19 al Océano Pacífico y Mar de Cortés (vertiente Occidental), y seis son endorreicos (vertiente Interior) (Aguilar 2003).

En el ambiente pelágico de los sistemas acuáticos epicontinentales, el plancton está representado por todos los organismos que viven suspendidos en el agua e independientes del fondo (Levinton 1982; Lalli y Parsons 2002). El fitoplancton está constituido principalmente por algas unicelulares microscópicas, siendo la unidad básica de producción de la materia orgánica en los ambientes acuáticos y el inicio al flujo de energía. Por otro lado el zooplancton, está constituido por organismos heterótrofos que no pudiendo sintetizar su propio alimento, lo obtienen del medio exterior mayormente por ingestión del fitoplancton. Muchos de ellos representan los consumidores primarios o herbívoros de los ecosistemas acuáticos. Sin embargo, también dentro del zooplancton se encuentran consumidores secundarios o carnívoros como los crustáceos, quetognatos y larvas de peces (Lalli y Parsons 2002).

La heterogeneidad del zooplancton y la estructura de la comunidad en una escala a nivel espacial y temporal es un punto importante de la investigación ecológica acuática por muchas razones. El análisis de la variabilidad estacional en las abundancias del zooplancton, contribuyen con la productividad secundaria de una región y expresan la biomasa disponible en la red trófica que involucra a los recursos pesqueros y la dinámica de sus poblaciones (Olvera-Limas et al. 1992). De esta manera el zooplancton constituye una parte considerable de la alimentación de varios peces con importancia económico-pesquera.

El presente estudio bibliográfico se enfoca a la determinación de la composición de la comunidad zooplanctónica de seis presas importantes en México.

Objetivos

1- Determinar la composición zooplanctónica de las presas hidroeléctricas de la parte central de México.
2- Analizar las especies zooplanctónicas indicadoras de contaminación orgánica.

Materiales y Métodos

Para facilitar la búsqueda de información de la composición zooplanctónica de las seis presas, se recabo información teniendo como base las regiones Hidrológicas Administrativas y Cuencas Hidrológicas que incluían cuerpos acuáticos artificiales o naturales, ya que fueron escasos los trabajos enfocados en las presas de estudio. La revisión bibliográfica en las instituciones académicas y gubernamentales de los sitios cercanos a las presas, se obtuvo a partir de diferentes fuentes como, revistas científicas, anales, libros, tesis y otros documentos no publicados. En el cuadro 1, se muestra las características principales de los embalses estudiados.

Adicionalmente del 7 al 22 de abril de 2008, se realizaron muestreos *in situ* en las presas Zimapán, El Caracol, Cerro de Oro, Chicoasén y Aguamilpa, en dos estaciones ubicadas en el fondo y la cortina de cada presa, obteniendo muestras de agua en dos niveles: superficie y profundidad del disco de Secchi.

De acuerdo a la información recabada se realizó un listado con las especies de zooplancton más representativo de los embalses, además de obtenerse las especies indicadoras de contaminación orgánica.

Cuadro 1. Características principales de seis presas importantes de México. Número dentro de paréntesis indica la región hidrológica a la que pertenece la presa.

Presa	Entidad Federativa	Cuenca Hidrológica	Ríos Tributarios	N.A.M.E. (Mm^3)	N.A.M.O. (Mm^3)	Usos
Solidaridad (Aguamilpa)	Nayarit	Lerma-Chapala-Santiago (12)	Santiago, Verde, Huaynamota Juchipila, Bolaños, Sta. Rosa y Mololoa	6,950	5,541	G, I, R
Carlos Ramírez Ulloa (El Caracol)	Guerrero	Balsas (18)	Balsas y Río Cocula	1,587	1,414	G
Fernando Hiriart Balderrama (Zimapán)	Hidalgo, Querétero Artiaga	Panuco (26)	San Juan, Tula y Moctezuma	1,500	850	G
Miguel de la Madrid Hurtado (Cerro de Oro)	Oaxaca	Papaloapan (28)	Tonto, Santo Domingo y Usila	3,510		G, I, C
Manuel Moreno Torres (Chicoasén)	Chiapas	Grijalva-Usumacinta(30)	Grijalva, Usumacinta	1,376		G
Vicente Guerrero	Tamaulipas	San Fernando Soto la Marina (25)	Soto La Marina, Blanco y Río Purificación	3,900	2,381	I, R

G, generación de energía eléctrica. I, irrigación agrícola. C, control de avenidas. R, regular escurrimientos de su cuenca. N.A.M.E., nivel de agua máximo extraordinario. N.A.M.O., nivel de agua máximo ordinario.

Resultados y Discusión

Se registraron un total de 166 especies repartidas en tres grupos zooplanctónicos, estos fueron artrópodos, protozoos y rotíferos. En el embalse Zimapán se aprecia el mayor número de familias y de especies con 26 y 75 respectivamente, seguido de Aguamilpa con 21 familias y 66 especies y El Caracol con 18 familias y 50 especies, los otros tres embalses restantes registraron menos de diez familias con menos de 25 especies (Cuadro 2).

De acuerdo a los trabajos revisados 16 especies son indicadoras de contaminación orgánica, de las cuales 13 especies fueron encontradas en la presa Zimapán, siete en Aguamilpa, cinco en El Caracol y con menos de tres especies en las presas restantes. En el cuadro 3 se muestra el listado de las especies, su localización en el embalse y las especies indicadoras de contaminación orgánica.

En la presa Zimapán se registraron el mayor número de especies indicadoras de contaminación orgánica, esto se explica ya que, la presa funciona con aguas residuales para generar energía eléctrica. El río Tula que abastece una parte del agua del embalse, su corriente lleva las aguas negras del Distrito Federal y el área Metropolitana, por esta razón contiene una gran cantidad de materia orgánica, contaminantes de origen industrial y agroquímicos (López Hernández et al. 2007).

De acuerdo a la composición del zooplancton en la presa Aguamilpa es la típica de un ambiente eutrófico, como son las especies *Brachionus angulares*, *B. quadridentatus*, *Filinia longiseta*, *Trichocerca capuchina* y el cladócero *Bosmia longirostris*. En la cuenca aparecen siete especies señaladas como indicadoras de mala calidad de agua como el rotífero del género *Keratella* (García Cabrera 2006).

La revisión de la literatura menciona con problemas de eutrofización a las presas Aguamilpa, Zimapán y con tendencia hacia la eutrofización a Cerro de Oro y Chicoasén, de acuerdo a otras características como la concentración de nutrientes y presencia de especies de fitoplancton indicadoras de contaminación como *Scenedesmus* spp, *Oscillatoria* spp., y *Alaucoseira crenulata* por materia orgánica (polisapróbicas a betamesopolisapóbicas). La mayoría de los embalses están influenciados por la marcada estacionalidad climática entre la estación seca y la húmeda, la sobreposición de actividades tiene diferente peso en las condiciones ambientales y los cambios en la columna de agua (García-Calderón y de la Lanza-Espino 2002).

Cuadro 2. Número de especies por grupo zooplanctónico, en seis presas importantes de México. En paréntesis el porcentaje de especies.

	Presas					
Grupo Zooplanctónico	Aguamilpa	El Caracol	Cerro de Oro	Zimapán	Chicoasén	Vicente Guerrero
Artrópodos	34 (52)	23 (46)	13 (57)	28 (37)	5 (56)	3 (22)
Protozoos	10 (15)	2 (4)	0	15 (20)	1 (11)	2 (14)
Rotíferos	22 (33)	25 (50)	10 (43)	32 (43)	3 (33)	9 (64)
Total / Especies	66	50	23	75	9	14

Cuadro 3. Listado de la composición de especies en seis presas importantes de México. A, Aguamilpa; CO, Cerro de Oro; Ch, Chicoasén; EC, El Caracol; VG, Vicente Guerrero; Z, Zimapán. *, Especies indicadoras de contaminación orgánica.

Phyllum **Arthropoda**	Especies	Presa
Familia Bosminidae		
	Bosmina coregoni	Z
	B. sp	Z, A, EC, CO
	B. longirostris	VG, A, EC
	Bosminopsis sp	CO
	Temora sp	A
	Eurycerus sp	A
	Nyctophanes sp	A
Familia Daphnidae		
	Ceriodaphnia reticulata *	Z
	C. laticaudata	Z
	C. quadrangula	A
	C. lacustris	A
	C. sp	Z
	Daphnia ambigua	Z, A
	D. longispina *	Z,
	D. magna	Z
	D. pulex *	Z, A
	D. laevis	Z, A, EC
	D. schodleri	Z
	D. galeata	Z, A
	D. parvula	Z, A
	D. catawba	Z
	D. prolata	A
	D. pulicaria	A
	D. sp	VG, A, EC
	Iliocryptus sipinifer	EC
	*Simocephalus vetulus**	Z
	Scapholeberis kingi	A
	Alona intermedia	A
	A. costata	A
	A. sp	EC
Familia Moinidae		
	Moina micrura *	Z, A, EC
	M. macrocopa	Z
	M. sp	A, EC
Familia Sididae		
	Diaphanosoma sp	Z, CO
	D. birgei	A, EC
	D. brachyurum	CO
Familia Diaptomidae		
	Diaptomus sp *	A, Z
	D. clavipoides	Z
	D. alburquerquensis	A, EC, CO
	Mastigodiaptomus montezumae	Z, A
	M. maya	Ch
	M. reidae	Ch
	M. albuerquerquensis	A
	Arctodiaptomus dorsalis	Ch, EC, CO
	Prionodiaptomus colombiensis	Ch
	Leptodiaptomus novamexicanus	Z, A, CO
	L. dodsoni	A
	L. cuauhtemoci	A, EC
	Canthocamptus sp	EC
	Eurytomora hirundoides	EC
Familia Cyclopidae		
	Cyclops sp	Z, VG, A, EC
	C. bicuspidatus	EC
	Macrocyclops sp	EC
	M. cf. Albidus	CO
	Acanthocyclops vernalis	Z, A
	A. exilis	A
	Tropocyclops prasinus	Z
	T. sp	EC
	Eucyclops sp	Z, CO
	Tropocyclops sp	Z, CO
	T. prasinus	A
	Thermocyclops crassus	Ch
	T. inversus	EC
	Mesocyclops edax	A, CO
	M. leuckarti	CO
	M. sp	A
Familia Oithonidae		
	Oithona sp	Z, EC
	O. alvarezi	CO
Familia Noctuoidea		
	Nitokra lacustris	EC
Familia Cletodidae		
	Cletocamptus albuquerquensis	EC
Phyllum **Protozoa**		
Familia Epistylidae		
	Epistylis sp *	Z
	E. planctonica *	Z
	Ophryoglena sp 1	A
Familia Vorticellidae		
	Vorticella sp *	Z, A
	V. convallaria *	Z,
	Charchesium sp	Z
	Campanella sp 1	A
Familia Opercularíidae		
	Opercularia sp	A
Familia Bursariidae		

	Bursaria sp	A
	Ichthyopthirius sp	A
Familia Didiniidae		
	Didinium nasatum	Z
	D. sp	A
Familia Parameciidae		
	Paramecium sp	A
Familia Ochromonadidae		
	Monas sp	Z
Familia Boponidae		
	Bodo saltans	Z
Familia Halteriidae		
	Halteria grandinella	Z
Familia Codonellidae		
	Codonella cratera	
	C. sp	VG
	Tintinnopsis sp	VG
Familia Podophryidae		
	Podophrya fixa	Z
Familia Amoebidae		
	Nuclearia sp	Z
Familia Mayorellidae		
	Mayorella sp	Z
Familia Arcellidae		
	Arcella vulgaris	Z
Familia Centropyxidae		
	Centropyxis sp	Z
	C. acueleata	A
Familia Actinophryidae		
	Actinophtys sol	Z
	Actinophtys sp	Ch
Phyllum **Rotifera**		
Familia Conochilidae		
	Conochilus sp *	Z, A
	C. unicornis	Z, EC, CO
	C. dossuarius	CO
Familia Testudinellidae		
	Filinia longiseta *	Z
	F. sp	VG, A, EC
	F. terminalis	A, EC
	Testudinella sp	A, VG
	T. patina	EC
	Tetramastix opoliensis	A
Familia Hexarthridae		
	Hexarthra sp	EC
Familia Asplanchnidae		
	Asplanchna priodonta	Z, A
	A. brightwelli	Z
	A. sp	Z, VG, CO

	A. siebolde	EC
	Asplanchnopus sp	Z
Familia Brachionidae		
	Brachionus bidentata	Z
	B. angularis	CO
	B. calyciflorus	Z, A
	B. havanaensis	Z, EC, CO
	B. quadridentata	Z, A
	B. Rubens	Z
	B. caudatus	Z
	B. inermis	A
	B. sp	A, EC, CO
	B. sp 2	CO
	B. falcatus *	EC
	Keratella cochlearis *	Z, VG, A, EC, CO
	K. americana	CO
	K. valga	Z
	K. sp *	Ch, A, EC, CO
	K. sp 2	A
	K. quadrata	VG, A, EC
	K. tropica	A
	Platyas patulus	Z
	P. quadricornis	EC
	Lepadella rhomboides	Z
	L. patella	Z
	L. ovalis	EC
	Mytilina ventralis	Z
	Kellicottia longispina	Z, EC
	K. bostoniensis	EC
	Anuraeopsis coelata	Z
	A. fissa	Z
	Rotifer sp	EC
	Trichotria tetractis	EC
	Macrochaetus sp	EC
Familia Lecaninae		
	Lecane luna	Z, EC
	L. bulla	Z
	L. curvicornis	Z
	L. sp	VG
	L. lunaris	EC
	Monostyla closterocerca	Z
Familia Synchaetidae		
	*Polyarthra vulgaris**	Z, EC
	P. dolichoptera	Z
	P. hexartra	Ch, A
	P. platypiera	VG
	P. sp	A
	P. trigla	A
	Gastropus sp	A
	Synchaeta pectinata	EC

Familia Epiphanidae		
	Epiphanes clavulata	Z
	E. macrourus	Z
	E. senta	Z
Familia Trichocercidae		
	Trichorcerca flagelliata	Z, Ch
	T. sp	VG, A
	T. similis	EC

Familia Gastropodidae		
	Ascomorpha sp	A, EC
	Chromogaster sp	VG
Familia Notommatidae		
	Cephalodella sp	A

En varios embalses se han realizado estudios de la alimentación de peces, específicamente tilapia en la presa Vicente Guerrero, donde el fitoplancton y el zooplancton pueden tener un papel importante en las etapas tempranas de desarrollo de los peces de agua dulce. El conocimiento de la estructura y dinámica del plancton en los procesos de economía de los lagos, embalses y mares es significativo para el estudio de los recursos pesqueros, como reflejo de la potencialidad de alimento natural en el medio (Lara-Lara et al. 1993).

El zooplancton constituye un eslabón clave en la trama trófica de los sistemas acuáticos. Particularmente en los ríos represados, la información sobre el zooplancton constituye una herramienta importante en el análisis del funcionamiento de estos ecosistemas y en el establecimiento de pautas de manejos y usos. El establecimiento y la expansión de las poblaciones humanas están supeditadas al abastecimiento de agua dulce, lo cual implica que un alto porcentaje de las aguas interiores del mundo están sometidas al efecto más o menos intenso de las actividades antropogénicas (Infante 1988).

Conclusiones

Se registró la mayor diversidad de especies zooplanctónicas en las presas de Zimapán con 75 y Aguamilpa con 66, siendo Chicosén la de menor diversidad con 9 especies.

Los grupos zooplanctónicos dominantes fueron los artrópodos y los rotíferos, que presentaron altos porcentajes de presencia en los embalses estudiados.

Los grupos zooplanctónicos que presentaron mayor número de especies indicadoras de contaminación orgánica fueron los artrópodos y rotíferos con 6 especies cada grupo.

Los embalses Zimapán y Aguamilpa presentaron el mayor registro de especies indicadoras de contaminación orgánica por su condición de eutrofización.

La especie indicadora de materia orgánica más frecuente fue *Keratella conchlearis,* rotífero que se localizó en cinco embalses excepto en la presa Chicoasén.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo a la Comisión Federal de Electricidad para la realización del proyecto “Caracterización Socio-Ambiental y Análisis Retrospectivo de seis obras Hidraúlicas”.

Bibliografía

Aguilar, V. 2003. Aguas Continentales y Biodiversidad Biológica en México: Un Recuento Actual. Biodiversitas (48). 8pp.

Alcocer J., A. Lugo y M. G. Oliva. 2002. Los lagos Cráter del valle de Santiago, Guanajuato En: Lagos y Presas de México. G. de la Lanza Espino y J. L. García Calderón (Compiladores). AGT (editor), S. A. 680p.

Arroyo Bustos, G., A. López López and D. Voltolina. 2007. The Planktonic Crutaceans of three reservoirs of the upper Rio Lerma sub-Basin, Mexico. Note, J. of freshwater Ecology, 22 (1):159-161.

Chacon Torres, A., C. Rosas Monge y J. Alvarado Díaz. 2007. El lago de Cuitzeo. 304-338pp. En: Aguas Interiores de México. Conceptos y Casos. G. de la Lanza Espino y S. Hernández Pulido(Compiladores). AGT Editor, S. A. 695p.

Chang Wong, L. A. 1989. Variación de la comunidad planctónica de la presa Requena, Hidalgo. Tesis de Lic. Biología. Fac. de Ciencias, UNAM. 112p.

CONAGUA, 2007. Estadísticas del Agua en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (editor). México. 259p.

Díaz Pardo, E., G., Vázquez y C. Guerra Magaña. 2002. Lago Atezca. pp109-125. En: Lagos y Presas de México. G. de la Lanza Espino y J. L. García Calderón (Compiladores). AGT (editor), S. A. 680p.

Favari L., E. López, L. Martínez Tabche, and E. Díaz Pardot. 2002. Effect of Insecticides on Plankton and Fish of Ignacio Ramirez Reservoir (Mexico): A Biochemical and Biomagnification Study. Ecolotoxicology and Environmental Safety 51: 177-186

García Cabrera, J. 2006. Evaluación de la calidad del agua y el plancton del Río Santiago y sus posibles efectos sobre el embalse hidroeléctrico de Aguamilpa, Nayarit. Tesis de Doctorado. Fac. de Ciencias UNAM. 146p.

García Calderón, **J. L. y G. De la Lanza**. 2002. Las aguas epicontinentales de México. En: Lagos y Presas de México. De la Lanza Espino, G. y J. L., García Calderón (eds). AGT editor S. A. 680 p.

García de León, F. J., J. M. Herrera Castillo y A. Banda Valdes. 2002. La Presa Vicente Guerrero, Tamaulipas. 451-545pp. En: Lagos y Presas de México. De la Lanza Espino, G. y J. L., García Calderón (eds). AGT editor S. A. 680 p.

Gómez Márquez, J. L., B. Peña Mendoza, I. H. Salgado Ugarte, O., Flores Maldonado y J. L. Guzmán Santiago. 2007a. Presa Emiliano Zapata, Morelos. 447-464pp. En: Aguas Interiores de México. Conceptos y Casos. G. de la Lanza Espino y S. Hernández Pulido (Compiladores). AGT Editor, S. A. 695p.

Gómez Márquez, J. L., B. Peña Mendoza, J. L. Arredondo Figueroa, I. H. Salgado Ugarte y E. A. Guerra Hernández. 2007b. Lago Coatetelco, Morelos. 171-183pp. En: Aguas Interiores de México. Conceptos y Casos. G. de la Lanza Espino y S. Hernández Pulido (Compiladores). AGT Editor, S. A. 695p.

Ibáñez Aguirre, A. L., J. L., García Calderón, A. Pérez Rojas, S. Álvarez Hernández C. Álvarez Silva y E. Nuñez Portugal. 2002. El lago de Metztitlán, Hidalgo. 253-268pp. En: Lagos y Presas de México. G. de la Lanza Espino y J. L. García Calderón(Compiladores). AGT (editor), S. A. 680p.

Infante, A. G. 1988. El plancton de las aguas continentales. OEA. Monogr. 33, Ser. Biología. Washington.130 p.

Lalli, C. M and T. R. Parsons. 2002. Biological Oceanography. An introduction. 2nd Ed. Butterworth Heinemann, Oxford.

Lara Lara J. R., J.Millán Núñez, J. L. Lara Osorio y C. Bazán Guzmán. 1993. Productividad y Biomasa del Fitoplancton por Clases de Tamaño, en la Parte central del Golfo de California Durante Primavera. Ciencias Marinas,; 19(2): 137-154.

Levinton J. S. 1982. Marine Biology. Prentice Hall Internacional. Estados Unidos.

Lind O. T. y L. Dávalos-Lind. 1991. Association of turbidity and organic carbon with bacterial abundant and cell size in a large, turbid, tropical Lake. Limnology and oceanography, 36: 1200-1208.

Lugo, A., M. G., Oliva y M. R. Sánchez. 2007. Presa de Guadalupe. 465-480pp. En: Aguas Interiores de México. Conceptos y Casos. G. de la Lanza Espino y S. Hernández Pulido (Compiladores). AGT Editor, S. A. 695p.

Olvera Limas R. M., M. A. Padilla García y G. Ortuño Manzanarez. 1992. Manual de Métodos para las investigaciones ictioplanctónicas del Instituto Nacional de la Pesca. México. Secretaria de Pesca. 66 Ortega MM. 1984. Catálogo de las algas continentales. AGT, México.

Orbe, M. A., M. D. Hernández, G. J. Acevedo y A. M. Guzmán. 2002. Presa Aguamilpa, Nayarit, México. En de la Lanza E.G. y García, C.J.L. (Comp) Lagos y Presas de México. AGT Edit. México. p. 402 – 420.

Quiroz Castelán, H., F. I. Molina Astudillo, J. García Rodríguez y M. Díaz Vargas. 2007 Los lagos Zempoala y Tonatiahua del parque Natural Lagunas Zempoala, Morelos. 143-167pp. En: Aguas Interiores de México. Conceptos y Casos. G. de la Lanza Espino y S. Hernández Pulido (Compiladores). AGT Editor, S. A. 695p.

Ramírez R. E., M. D. Martínez y C. Eslava. 2004. "Cianobacterias, microorganismos del fitoplancton y su relación con la salud humana". En: Rosas I, Cravioto A. y Ezcurra E. (Comp.) Microbiología ambiental. Instituto Nacional de Ecología. Univer. Nal. Auton. México. p. 83-105.

Rodríguez Maldonado, J. J. R. y W. Ritter Ortiz. 2007. Presa Atlangatepec. 517-529pp En: Aguas Interiores de México. Conceptos y Casos. G. de la Lanza Espino y S. Hernández Pulido (Compiladores). AGT Editor, S. A. 695p

Ruiz Velazco Arce, J. M. J., L., López, E., Peña Messina, C., Benitez Valle, J. C., Bautista Covarrubias y E., González Vega. 2007. Potencial Productivo de una Laguna artificial en el desarrollo del cultivo de tilapia. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria, ISSN 1695-7504, VIII (3):1-12.

Suárez Morales, E. y M. E. Gutiérrez. 2003. Estado actual del conocimiento de los Copépodos de aguas continentales de México. Cap. 8: 157-170. En: Barreiro Güemes M. T., M. E., Meave del Castillo, M. Signoret Poillon y M. G. Figueroa Torres (Eds.) Planctología Mexicana. Sociedad Mexicana de Planctología, A. C. 300p.

Suárez, E., A. Vázquez y E. Solís. 1991. Variaciones espacio-temporales de distribución y abundancia de rotíferos planctónicos en la presa J. A. Alzate, México, durante un ciclo anual. AICMyL.

Tavera Sierra, R. L. 1996. Phytoplankton of the tropical Lake Catemaco. PhD Thesis. Faculty of Biological Sciencies, University of South Bohemia. Czech Republic. 63p. . + 15 figs. y 14 tabs.

Torres-Orozco Bermeo, R. E. y A. Pérez Rojas. 2002. El lago de Catemaco. 213-251pp. En: Lagos y Presas de México. G. de la Lanza Espino y J. L. García Calderon (Compiladores). AGT (editor), S. A. 680p

Vázquez Martínez, A. 1991. El plancton dulceacuícola como indicador biológico de algunos metales pesados en el Lago Nabor Carrillo, Estado de México. Tesis de Lic. Biología. Fac. de Ciencias UNAM. 113p.