

Correlación entre la precipitación pluvial y la densidad y composición del zooplancton de ocho represas del estado de Aguascalientes, México

Miguel Angel Hernández-Rodríguez, Gustavo Emilio Santos-Medrano, Gustavo Quintero-Díaz, & Roberto Rico-Martínez¹

Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro Ciencias Básicas, Avenida Universidad 940, Aguascalientes, Ags., C.P. 20100, México. Fax (49) 14-72-06. E-mail: Rrico@correo.uaa.mx

¹ Autor a contactar para correspondencia.

Recibido 14-I-1999. Corregido 12-III-1999. Aceptado 12-IV-1999.

Abstract: Potential effects of rainfall on the density and composition of the zooplankton of eight reservoirs of Aguascalientes was studied. To study the effect of differences in rainfall, a zooplankton sample in each reservoir in August 16th and 17th, 1997 and March 27th, 1998 was taken. These two months correspond to the wettest and the driest of the year in Aguascalientes, respectively. Alkalinity, BOD, chlorides, chlorophyll, COD, conductivity, dissolved oxygen, orthofosfates, pH, phosphates, sulfates, temperature, and total dissolved solids, were also analysed for each reservoir to understand the effect of nutrient loading in zooplankton densities. In all cases, nutrient loads of orthophosphates were higher during the driest month. During the analysis of the zooplankton density data and composition, an interesting relationship between the composition of the zooplankton (larger than 53 μ) and the precipitation was found. A positive correlation between small zooplankton (Protozoa and Rotifera) and the wettest month, and a negative correlation between large zooplankton (Cladocera and Copepoda) and the driest month were also found. Also, orthophosphates were negatively correlated with total density of zooplankton during the wettest month. The meaning of these correlations in the context of their biological and statistical significance is discussed.

Key words: Cladocera, Copepoda, interannual variation, Mexico, Protozoa, rainfall, Rotifera

Existen varios estudios de la influencia que ejercen los factores climáticos sobre; a) la productividad primaria de los lagos, b) ciclos de nutrientes y c) la descomposición de materia orgánica (Goldman & Amezaga 1984, Goldman *et al.* 1989, Limón *et al.* 1989, Mulholland *et al.* 1997). Algunos de estos trabajos han enfatizado el efecto de estos factores en la variación estacional (Goldman *et al.* 1989). Así, en Castle Lake, E.U.A., el tiempo de deshielo y la carga hidráulica de nutrientes pueden afectar todos los niveles tróficos (Goldman *et al.* 1989). Estos autores encontraron que en Castle Lake la entrada de nutrientes debido a la precipitación está inversamente asociada con la productividad primaria. Lund (1950) y Talling (1971) establecieron la relación entre la precipitación en primavera y la fecha de apari-

ción y magnitud de las explosiones demográficas de las diatomeas en la primavera en ciertos lagos. Algunas fluctuaciones climáticas también explican parte de la variabilidad encontrada en algunos lagos. Un ejemplo es la relación entre la precipitación anual y la productividad primaria que Goldman y Amezaga (1984) encontraron en Castle Lake y en Lake Tahoe. Sin embargo, estos estudios han ignorado el efecto sobre la densidad y composición del zooplancton. Esta omisión es quizás debida a la compleja interacción que existe entre los factores meteorológicos y la dinámica de las interacciones tróficas, que son responsables simultáneamente de la variación estacional (Goldman *et al.* 1989).

Estos efectos de los factores climáticos sobre la variación estacional también han sido analizados en lagos tropicales. Así, en el Lago

de Chápala, México, Limón *et al.* (1989) demostraron que la causa principal de los procesos limnológicos de corto plazo en el lago son las diferencias entre la temporada seca y la temporada de lluvia. La mayor variación de corto plazo fue detectada en los siguientes parámetros; transparencia del disco Secchi, alcalinidad total, y ortofosfatos. Los valores más altos de fósforo total fueron encontrados durante la temporada de lluvias en cinco estaciones del Lago de Chápala (Limón *et al.* 1989). Recientemente, se ha publicado una revisión sobre los efectos de los cambios climáticos en la región sudeste de Estados Unidos y el Golfo de México (Mulholland *et al.* 1997). Ahí se hace referencia a la presencia de dos temporadas, una de lluvias en verano y una temporada seca en invierno, en donde los incrementos en precipitación no necesariamente resultan en incrementos en la entrada de nutrientes en los sistemas dulceacuícolas debido a la intensa evaporación que ocurre en estos sistemas.

Los estudios de fauna plántonica en México han sido muy limitados debido a que la mayoría de los trabajos limnológicos se han restringido a la obtención de variables hidrológicas (Suárez-Morales *et al.* 1993). Sin embargo, el Estado de Aguascalientes es quizás el estado de México en donde se tiene un conocimiento más profundo de tres grupos importantes del zooplancton (Silva-Briano 1992, Rico-Martínez & Silva-Briano 1993, Ciro *et al.* 1996, Dodson & Silva-Briano 1996). El objetivo del presente trabajo es analizar el efecto potencial de la precipitación pluvial sobre la densidad y composición del zooplancton en ocho reservorios del Estado de Aguascalientes, México, mediante el análisis de la densidad zooplántonica total, y de la composición de los principales grupos representados en el zooplancton (Cladocera, Copepoda, Protozoa, y Rotífera). La hipótesis inicial predecía una mayor densidad de zooplancton en el mes más húmedo como resultado de la entrada de nutrientes por la precipitación alrededor de los reservorios estudiados. Esta hipótesis se basó en los resultados obtenidos por Flores y Martínez (1993) en tres presas del Estado de Aguasca-

lientes. Esta hipótesis fue desechada cuando se obtuvieron los resultados de los análisis de la concentración de ortofosfatos y clorofila (Cuadro 1). Este análisis se realizó mediante recolecciones de zooplancton en dos fechas que corresponden a los meses más húmedo y más seco. La muestra la localización de los ocho reservorios en el Estado de Aguascalientes. Los datos relativos a la localización de los sitios de recolección fueron tomados con un geoposicionador. Estos datos, así como las características generales de cada reservorio estudiado están disponibles previa solicitud al autor para correspondencia. Las recolecciones de plancton y parámetros físicos y químicos, se llevaron a cabo los días 16 y 17 de agosto de 1997 (el mes más húmedo) y el 27 de marzo de 1998 (el mes más seco). Estos meses fueron seleccionados porque han sido el más húmedo y el más seco del año en el Estado de Aguascalientes en promedio en por lo menos los últimos 20 años. Las recolecciones en estas dos fechas incluyeron tres réplicas de zooplancton (3 submuestras de 1 ml de un filtrado de 100 l), y dos réplicas de los parámetros físicos y químicos por cada presa tomadas de la superficie de la columna de agua a cinco metros una de la otra. Los parámetros físicos y químicos que se analizaron *in situ*, fueron: temperatura, sólidos totales disueltos y conductividad estandarizada a 25°C, pH, oxígeno disuelto; en el laboratorio se determinó: alcalinidad, clorofila, cloruros, D.B.O., D.Q.O., fósforo total, ortofosfatos, y sulfatos.

En el cuadro 1 se muestra claramente que en todos los reservorios estudiados la concentración de ortofosfatos es igual o mayor durante el mes más seco, lo que descarto la hipótesis inicial. La concentración de clorofila también es mayor en la mayoría de los reservorios durante el mes más seco, excepto para la Presa El Saucillo donde la diferencia es mínima (2.1 p.p.m.). Este efecto tal vez es debido a la evapo-transpiración (Mulholland *et al.* 1997). De acuerdo con Cole (1984) y dados sus concentraciones de ortofosfatos, los reservorios estudiados son en su mayoría oligotróficos; algunos muestran tendencia a la mesotrofia (Joco-

CUADRO 1

Resultados de los análisis físicos y químicos de los ocho reservorios estudiados

Reservorio	Abelardo		Calles		Codorniz		Jocoque		Malpaso		Media Luna		Niágara		Saucillo	
	Ago	Mar	Ago	Mar	Ago	Mar	Ago	Mar	Ago	Mar	Ago	Mar	Ago	Mar	Ago	Mar
Alcalinidad (mg/l)	105	120	35	51	85	162	45	45	129	135	86	120	395	496	88	201
Conductividad (ms/cm)	0.30	0.35	0.12	0.15	0.22	0.4	0.11	0.25	0.32	0.38	0.15	0.34	1.19	0.51	0.25	0.51
Clorofila ($\mu\text{g/l}$)	0.02	0.03	0.04	0.01	0.01	0.02	0.001	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.12	0.15	0.03	0.03
Cloruros (mg/l)	14.7	11.9	10.9	6.9	10.5	8.2	6.7	6.7	39.8	12.72	10.47	14.72	81.08	81.83	15.7	9.48
D.B.O.(mg/l)	6.1	7.5	9.14	11.7	12.5	18.5	7.61	6.102	15	21	6.1	8.45	37.5	58.5	7.6	22
O.D. (ppm)	9.20	8.04	5.8	7.44	7.6	8.24	8.3	7.4	9.2	3.461	7.4	6.62	0.6	0.27	0.12	6.21
D.Q.O.(mg/l)	178	214	123	170	192	202.5	122	127	160	169	127	150	260	215	152	154.5
Fósforo Total ($\mu\text{g/l}$)	1	3	30	35	25	35	35	40	25	40	40	0.5	480	520	45	40
Ortofosfatos ($\mu\text{g/l}$)	1	5	0.5	0.5	0.5	0.5	10	30	15	20	30	40	5	15	40	40
PH	8.5	8.3	7.9	8.1	7.8	7.7	7.03	7.7	8.8	7.5	7.7	7.4	7.13	8	7.3	8.2
Sulfatos (mg/l)	31.6	32.4	46.4	48.2	44.8	46.5	47.1	48.5	46.3	48.15	48.6	50.75	33.05	39.55	37.45	35.35
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	26	21.7	25.9	20.9	24	18.8	24.3	23	25.9	21.5	23	16.3	28.7	23.7	27.7	17.8

Abreviaturas: D.B.O = Demanda bioquímica de oxígeno, D.Q.O. = Demanda química de oxígeno, O.D. = Oxígeno disuelto

que y Media Luna) y sólo dos reservorios son considerados eutróficos: El Niágara y El Saucillo (Flores y Martínez 1993). El rango de pH de los reservorios estudiados es de 7.03 a 8.8, con lo que se les puede clasificar de moderadamente alcalinos hasta alcalinos. El intervalo de temperaturas reportado va de 16.3 a 28.7 $^{\circ}\text{C}$. La Media Luna el reservorio más frío y el Niágara el más caliente. La concentración de sulfatos está dentro de los niveles reportados para agua dulce (Cole 1984).

El análisis de la composición zooplanctónica mostró resultados interesantes. El cuadro 2 nos muestra un listado de las especies de zooplancton (Cladocera, Copepoda, Protozoa, y Rotifera), encontradas en las ocho presas estudiadas. Este cuadro muestra varios resultados interesantes. *Bosmina longirostris* es la especie de los cladóceros más ubicua al estar presente en siete de las ocho presas estudiadas (excepto en el Niágara). Dos especies de protozoarios (*Codonella cratera* y *Diffugia globosa*) están presentes en los ocho reservorios. Dos especies de rotíferos (*Keratella cochlearis* y *Polyarthra vulgaris*) están también presentes en los ocho reservorios estudiados. En contraste, tres especies de cladóceros, una de protozoario, y 13 de rotíferos fueron encontradas únicamente en un solo reservorio durante este trabajo. La Presa Abelardo Rodríguez pre-

sentó un mayor número (33) de especies diferentes (Cuadro 2). El Jocoque y Malpaso le siguen con 30 especies encontradas. En la Presa Calles, que es la más grande de las ocho estudiadas, sólo se encontraron 27 especies. En cuanto a especies en común encontradas en un mismo reservorio durante las dos fechas de muestreo, el Jocoque presentó 15 especies en común, en las presas Abelardo Rodríguez y el Saucillo se encontraron 11 especies en común en la misma presa y el reservorio que presentó un menor número de especies en común, fue Malpaso con cinco.

Un análisis de varianza de medidas repetidas demostró que la influencia del tipo de reservorio, los grupos de zooplancton (densidad total), y las diversas interacciones son factores significativos que determinan la densidad y composición del zooplancton ($p < 0.01$ en todos los casos). Este resultado nos llevó a hacer un análisis más profundo de la relación existente entre la precipitación promedio mensual (con datos puntuales y de por lo menos 20 años) y la composición del zooplancton. El Cuadro 3 muestra los porcentajes del total de zooplancton de cada grupo taxonómico (Cladocera, Copepoda, Protozoa, y Rotifera) por cada reservorio en las dos fechas de recolección. Cuando se realizó un análisis de correlación entre la precipitación promedio mensual de cada presa

CUADRO 2

Lista taxonómica de especies y sus densidades en organismos por litro de los grupos de cladóceros, copépodos, protozoarios y rotíferos que fueron encontrados en los ocho reservorios estudiados

Presas	Abelardo		Calles		Codorniz		Jocoque		Malpaso		Media Luna		Niágara		Saucillo	
	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M
CLADOCERA																
<i>Bosmina longirostris</i>	12.1	3.1	1.6	60.3	.5	12.1	2.5	18.3	0.6	17.5		3.1			0.4	6.7
<i>Ceriodaphnia lacustris</i>		3		0.8												
<i>Ceriodaphnia</i> sp.						2.3		18.9				0.5	0.1		0.1	24.2
<i>Diaphanosoma birgii</i>				0.3												
<i>Daphnia laevis</i>									0.2							
<i>Daphnia similis</i>														63.1		
<i>Moina micrura</i>						0.3				2.9						
COPEPODA																
<i>Leptodiptomus siciloides</i> hembra											1.1					0.9
<i>L. siciloides</i> macho											3					2.0
<i>Acanthocyclops</i> sp. hembra											1					
<i>Acanthocyclops</i> sp. Macho		0.2				1.2		0.6			22.7		0.3	10		2.0
Copepoditos	0.4	7.5	1.1	44	1.1	45.4	2.3	23	1.9	144.9	2.6	6.7	0.7	30.2	7.8	43.3
PROTOZOA																
<i>Arcella vulgaris</i>	1		1.2			0.3	5.8	1			1.3		6.6	36	0.1	0.7
<i>Carchesium</i> sp.	1	17.1	4.1				2	22.6			4.5					
<i>Codonella cratera</i>	15.1	0.2	39.1	32.4	1	28.5	14.7	4.3	0.6	0.5	7.6	0.4	0.4		1.6	20.4
<i>Dileptus</i> sp.							0.9									
<i>Diffugia acuminata</i>	0.5			0.4		0.7	0.3			0.3	0.1					2.2
<i>Diffugia corona</i>	0.6		0.8			0.6	0.3	1.6		0.3	0.2	0.4	0.6	13.2		0.4
<i>Diffugia globosa</i>	12.2	2.1	7.7	1.9	36.5	50.1	0.3	1	42.2	4.2	1		1.6	18.3	4.6	11.5
<i>Vorticella</i> sp.						25.3						0.2				
ROTIFERA																
<i>Anuraeopsis fissa</i>	1.2												4.1			
<i>Ascomorpha ecaudis</i>			0.8													
<i>Asplanchna brightwelli</i>	0.2	0.7														
<i>Asplanchna herricki</i>								0.4	0.8			0.2				
<i>Asplanchna priodonta</i>			3	0.4	1.5	2.1			0.5				0.8	0.7		1.7
<i>Brachionus angularis</i>	0.5								1.2				86.5	1.7		
<i>B. bidentatus</i>	0.2													2.3		1.8
<i>B. calyciflorus</i>							0.3		0.2		0.1		1.5		0.5	
<i>B. caudatus</i>		1.1							1.6							
<i>B. falcatus</i>	0.2								0.8				0.8			
<i>B. havanaensis</i>	0.8								4.4			0.1			0.2	0.3
<i>B. quadridentatus</i>				0.3				0.4								
<i>B. urceolaris</i>													0.4			
<i>B. variabilis</i>														8.9		0.9
<i>Cephalodella</i> sp.							0.3				0.2				0.3	
<i>Colurella</i> sp.													0.4			
<i>Conochiloides</i> sp.							5.2				15.8					
<i>Conochillus natans</i>											4.6	0.8			0.2	22
<i>Conochillus unicornis</i>		0.2		0.3		7.2	5.5	47.4	0.4							
<i>Euchlanis dilatata</i>								1.4						0.4		
<i>Filinia</i> sp.	3.1					0.7			5.8		0.2	0.2	8.2		0.1	9.7
<i>Gastropus</i> sp.		0.5		1.3									2			
<i>Hexarthra mira</i>	0.2	1.3	2.1				7.1	0.4	0.7		1.4		1.4		1.7	
<i>Horælla thomassoni</i>															0.4	
<i>Kellicotia bostoniensis</i>						3.6										
<i>Keratella americana</i>				0.7		109			4.5						5.0	

Continúa en siguiente página...

CUADRO 2... (continuación)

Presas	Abelardo		Calles		Codorniz		Jocoque		Malpaso		Media Luna		Niágara		Saucillo	
	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M
<i>K. cochlearis</i>	3	1.7		2.6	58.6	17.8	0.7	0.7	36.4	4.7	0.7		1.6		6	2.2
<i>K. mexicana</i>				0.2				0.4						1.7		5.6
<i>K. quadrata</i>									0.5							
<i>K. tropica</i>	0.8								0.2							
<i>Lecane hamata</i>													1.2			
<i>L. luna</i>		0.2						1.5								0.3
<i>L. lunaris</i>	0.4							1.5								0.6
<i>L. pyriformis</i>	0.3			1.3			2.5	2.2					0.2			
<i>Lepadella patella</i>				0.5									0.8			0.6
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	0.5			3.8	1.2		5.7	3				0.3				2.9
<i>P. vulgaris</i>	0.6	14.6	31	11.1	2.8	23	5.7	3	0.3		0.3	0.2	0.4	1.5	2.9	0.3
<i>Pompholyx sulcata</i>			2.4	0.6		0.9			0.7			0.1				
<i>Synchaeta oblonga</i>	0.8	1.0	6.3	12.3	1.2		12.7	1	5.4		0.5	0.3				
<i>Testudinella patina</i>													0.8			
<i>Thricocerca capucina</i>	2	1	3.3	23			4.5	5.1			0.2			2.6		
<i>T. pusilla</i>	0.3						1.1							2.6	0.1	
<i>T. rousseleti</i>	1.7															
<i>T. similis</i>		2.4	1.6			4.2	0.3		3.8							0.3
<i>Trichotria tetractis</i>													0.6			

y el porcentaje que representa cada grupo taxonómico del zooplancton (de más de 53 m) en la fecha respectiva fue encontrado un patrón interesante. En dos reservorios (Presa Abelardo Rodríguez y Presa El Saucillo) los grupos dominantes todo el año corresponden a zooplancton de talla pequeña (protozoarios y rotíferos). El análisis de composición de estos grupos muestra que el 95% de las especies encontradas de estos dos grupos está en el ámbito de 50-300 micrometros (Eddy & Hodson 1982, Thorp & Covich 1991). En los seis reservorios restantes el zooplancton de talla pequeña (protozoarios y rotíferos) dominó durante agosto pero en marzo el resultado es totalmente diferente, con el dominio de zooplancton de talla grande (cladóceros y copépodos). En contras-

te, 95% de los cladóceros y copépodos encontrados están en el intervalo de 300-3000 (Thorp & Covich 1991). Un análisis de la talla de los copepoditos encontrados en cada reservorio (tomando 20 copepoditos al azar), fue realizado, dado que este grupo es el más indefinido en cuanto a su tamaño e identificación taxonómica. La talla promedio de los copepoditos de cada reservorio obtenida fluctúa entre 699.1 y 1611.0 μ de longitud máxima, y entre 209.5 y 394.5 μ de amplitud máxima. Estos valores los sitúan en el intervalo reportado en la literatura (Thorp & Covich 1991). Dicha relación entre la precipitación y la densidad del zooplancton de talla pequeña o grande, es avallada por los coeficientes de correlación entre la precipitación y los porcentajes de cada grupo

CUADRO 3

Porcentajes que representan los cuatro principales grupos taxonómicos estudiados de la densidad total del zooplancton de las ocho presas estudiadas

Reservorio	Abelardo		Calles		Codorniz		Jocoque		Malpaso		Media Luna		Niágara		Saucillo	
	Ago	Mar	Ago	Mar	Ago	Mar	Ago	Mar	Ago	Mar	Ago	Mar	Ago	Mar	Ago	Mar
Cladocera	21.05	11.57	0.86	33.84	0.15	3.13	3.82	15.61	0.20	9.48	8.31	27.25	8.22	35.24	1.36	30.10
Copepoda	0.66	17.24	1.47	25.22	1.08	12.54	3.77	38.50	1.72	85.99	8.20	39.23	0.64	28.71	24.46	20.24
Protozoa	61.0	10.32	39.31	15.75	38.85	41.72	30.93	10.12	36.61	1.88	46.36	4.23	6.85	31.43	19.45	17.35
Rotifera	17.29	60.87	58.36	25.19	59.92	42.61	61.48	35.77	59.47	2.65	37.12	12.15	84.29	4.62	54.83	27.61

CUADRO 4

Coefficiente de correlación bivariada entre los porcentajes de densidad de los grupos de zooplancton y:
 a) la precipitación pluvial promedio de los últimos 20 años (correlación 1),
 b) la precipitación pluvial promedio en los respectivos meses de muestreo (correlación 2),
 y c) entre la transformación arcoseno de los porcentajes de densidad de los grupos de zooplancton
 y la precipitación pluvial promedio en los respectivos meses de muestreo (correlación 3).
 Todas las correlaciones fueron significativas con un valor de $p < 0.05$

GRUPO	Correlación 1	Correlación 2	Correlación 3
Cladocera	- 0.57	- 0.56	- 0.56
Copepoda	- 0.67	- 0.59	- 0.56
Protozoa	0.62	0.54	0.54
Rotifera	0.53	0.42	0.51

(Cuadro 4). En dicho cuadro se observa la correlación positiva entre protozoarios y rotíferos, y la correlación negativa entre cladóceros y copépodos con la precipitación promedio mensual. El significado de esta relación debe ser estudiado con más profundidad dado que en el presente trabajo sólo se presentan datos puntales para dos fechas de un ciclo anual. Usualmente este tipo de relaciones son obtenidas de datos recabados en siete ciclos o más (Goldman *et al.* 1989). Sin embargo, no deja de ser significativo el mencionar que otros autores (Flores & Martínez 1993), encontraron patrones similares en los mismos reservorios que fueron estudiados. Esta correlación no implica causalidad tanto en términos estadísticos como biológicos (Sokal & Rohlf 1969). Dado que una correlación únicamente mide el grado de asociación entre cualquier par de variables, estas pueden variar en la misma dirección (o en dirección contraria) en forma proporcional debido a que: a) una es la causa de la otra, o b) provienen de una causa común (Sokal & Rohlf 1969). Por tanto, sería arriesgado afirmar que las diferencias en precipitación son las causas de las diferencias en los porcentajes de la composición del zooplancton en las presas estudiadas; pero resulta interesante pensar que dadas las correlaciones presentadas (cuadro 4), la precipitación es una de las causas probables de estas diferencias de porcentaje.

Finalmente, se encontró una correlación negativa entre la densidad total de zooplancton y la concentración de ortofosfatos durante el mes de agosto (el mes más húmedo). Este valor de correlación es alto ($r = -0.7987$). Goldman *et al.*

(1989) encontraron una relación similar entre la entrada de nutrientes debida a precipitación y la productividad primaria. Es difícil explicar esta correlación. En el caso de una correlación positiva esta podría haber sido explicada en términos de un mayor uso de ortofosfatos por el fitoplancton y el posterior incremento del zooplancton en respuesta a mayores densidades de las algas. Sin embargo, una correlación negativa, como la que encontramos, sólo puede ser explicada con un análisis más completo.

RESUMEN

Se estudiaron los efectos potenciales de la precipitación pluvial en la densidad y composición del zooplancton en ocho reservorios del estado de Aguascalientes. Para estudiar los efectos de la precipitación, se tomó una muestra de zooplancton para cada reservorio en agosto de 1997, y marzo de 1998. Estos dos meses corresponden al más húmedo y al más seco en Aguascalientes respectivamente. También se analizó: alcalinidad, clorofila, cloruros, conductividad, D.B.O, D.Q.O, fosfatos, ortofosfatos, oxígeno disuelto, pH, sólidos disueltos, sulfatos y temperatura, en cada reservorio, para entender los efectos del flujo de nutrientes en las densidades del zooplancton. En todos los casos la concentración de ortofosfatos fue más alta durante el mes más seco. Durante el análisis de los datos de composición y densidad del zooplancton, se encontró una relación interesante entre la composición del zooplancton (mayor de 53μ) y la precipitación fueron encontradas una correlación positiva entre el

zooplancton pequeño (Protozoa y Rotifera) y el mes más húmedo y una correlación negativa entre el zooplancton mayor (Cladocera y Copepoda) y el mes más seco. También los ortofosfatos tuvieron una correlación negativa con la densidad total del zooplancton durante el mes más seco. Se discute el significado de estas correlaciones en el contexto de su importancia biológica y estadística.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer la ayuda de Ignacio A. Pérez-Legaspi, César y Miguel Velázquez-Rojas, Jorge Martínez de Lara, y Martha E. Pérez-Reyes. Este trabajo fue apoyado en parte por la beca CONACyT 3030P-B9607 a R. R.

REFERENCIAS

- Cole, G. A. 1984. Textbook of Limnology. John Wiley & Sons, Nueva York, E.U.A. 400 p.
- Ciros, P. J., M. Silva-Briano, & M. Elías-Guérrez. 1996. A new species of *Macrothrix* (Anomopoda: Macrothricidae) from Central Mexico. *Hydrobiologia* 319: 159-166.
- Dodson, S. I., & M. Silva-Briano. 1996. Crustacean zooplankton species richness and associations in reservoirs and ponds of Aguascalientes State, Mexico. *Hydrobiologia* 325: 163-172.
- Eddy, S., & A.C. Hodson. 1982. Taxonomic keys to the common animals of the North central states. Burgess Publishing Co. Minneapolis, Minnesota. E.U.A. 205 p.
- Flores, T. F. J., & J. Martínez M. 1993. Comparative limnology of three reservoirs on the Mexican Altiplano (a transition zone), Aguascalientes, Mexico. *Trop. Freshwat. Biol.* 3: 319-329.
- Goldman, C. R., & E. de Amezaga. 1984. Primary productivity, nutrients, and transparency during the early onset of eutrophication in ultra-oligotrophic Lake Tahoe, California-Nevada. *Limnol. Oceanogr.* 33: 1321-1333.
- Goldman, C. R., A. Jassby, & T. Powell. 1989. Interannual fluctuations in primary production: Meteorological forcing at two subalpine lakes. *Limnol. Oceanogr.* 34: 310-323.
- Limón, J. G. M., O. T. Lind, D. S. Vodopich, R. Doyle, & B. G. Trotter. 1989. Long- and short-term variation in the physical and chemical limnology of a large, shallow, turbid tropical lake (Lake Chapala, Mexico). *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 83: 57-81.
- Lund, J. W. G. 1950. Studies on *Asterionella formosa* (Hass.) 2. Nutrient depletion and the spring maximum. Pt. 1, Observations on Windermere, Esthwaite Water and Blelham Tam. Pt. 2, Discussion. *J. Ecol.* 38: 1-35.
- Mulholland, P. J., G. R. Best, C. C. Coutant, G. M. Hornberger, J. L. Meyer, P. J. Robinson, J. R. Stenberg, R. E. Turner, F. Vera-Herrera & R. G. Wetzel. 1997. Effects of climate change on freshwater ecosystems of the south-eastern United States and the Gulf Coast of Mexico. *Hydrol. Proc.* 11: 949-970.
- Rico-Martínez, R. & M. Silva-Briano. 1993. Contribution to the knowledge of the Rotifera of Mexico. *Hydrobiologia* 255/256: 467-474.
- Silva-Briano, M. 1992. Preliminary study of the zooplankton of Mexico. End of course report of the International training course Lake Zooplankton: A tool in Lake Management. State University of Ghent. Ghent, Belgium. 12 p.
- Sokal, R. R. & F. J. Rohlf. 1969. *Biometría*. W. H. Freeman and Co. Madrid: 832 p.
- Suárez-Morales E., A. Vázquez-Mazy & E. Solís M. 1993. On the zooplankton community of a Mexican eutrophic reservoir, a seasonal survey. *Hidrobiológica* 3: 71-80.
- Talling, J. F. 1971. The underwater light climate as a controlling factor in the production ecology of freshwater phytoplankton. *Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.* 19: 214-243.
- Thorp, J. H. & A. P. Covich. 1991. Ecology and classification of North American freshwater invertebrates. Academic Press, San Diego, California, E.U.A. 911 p.