

2.8. Biomasa del zooplancton de dos lagos kársticos tropicales con estado trófico contrastante

Vivar-Sánchez Diego¹; Fernández Rocío²; Oseguera-Pérez Luis²; Alcocer Javier^{2*}; Rivera-Herrera Erika M.³ y Zúñiga-Ramos Catriona²

¹ Licenciatura en Biología, FES Iztacala, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. de los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, C.P. 54090, Tlalnepantla, Estado de México.

² Grupo de Investigación en Limnología Tropical, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. de los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, C.P. 54090, Tlalnepantla, Estado de México.

³ Programa de Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México.

*Autor para correspondencia: biol.fernandez@gmail.com

Resumen

En el presente trabajo se analiza el aporte de biomasa del zooplancton en dos lagos kársticos tropicales con diferente estado trófico, el oligotrófico Ensueño y el eutrófico La Encantada, pertenecientes al distrito lacustre del Parque Nacional “Lagunas de Montebello”. Ambos lagos presentan características morfométricas similares. Los muestreos se llevaron a cabo en las dos épocas representativas de la estacionalidad tropical: secas/fría (mezcla) y lluvias/cálida (estratificación). En La Encantada se determinaron 9 taxones de rotíferos, 4 de copépodos y 2 de cladóceros, de los cuales solo 3 aportaron $> 28 \mu\text{g PS L}^{-1}$. En Ensueño se determinaron 2 taxones de rotíferos, 2 cladóceros y 1 copépodo, los cuales representan aproximadamente el 80% de la biomasa total en ambas temporadas. La biomasa del lago eutrófico varía de 97 a 390 $\mu\text{g PS L}^{-1}$ y la del lago oligotrófico de 25 a 48 $\mu\text{g PS L}^{-1}$.

Palabras clave: biomasa zooplancton; copépodos; lagos kársticos, “Lagunas de Montebello”, Chiapas.

Abstract

This paper analyzes the contribution of zooplankton biomass in two tropical karstic lakes with different trophic status, the oligotrophic Ensueño and the eutrophic La Encantada, belonging to the lacustrine district of the "Lagunas de Montebello" National Park. Both lakes present similar morphometric characteristics. Sampling was carried out in the two representative seasons of tropical seasonality: dry/cold (mixing) and rainy/warm (stratification). In La Encantada, 9 rotifers, 4 copepods, and 2 cladocerans taxa were determined, of which only 3 contributed $> 28 \mu\text{g DW L}^{-1}$. In Ensueño, 2 rotifer taxa, 2 cladocerans, and one copepod were determined, representing approximately 80% of the total biomass in both seasons. The biomass of the eutrophic lake varies from 97 to 390 $\mu\text{g DW L}^{-1}$, and that of the oligotrophic lake from 25 to 48 $\mu\text{g DW L}^{-1}$.

Keywords: zooplankton biomass, copepods, karst lakes.

Introducción

Los sistemas acuáticos epicontinentales constituyen un componente importante en el ciclo global del carbono -C- (Oseguera *et al.* 2015). El zooplancton juega un papel fundamental en la transferencia de C dentro de las redes tróficas y en el flujo vertical de la columna de agua (Lavaniegos, 2007). Este transfiere parte del C atmosférico fijado por el fitoplancton y lo transporta dentro de la zona eufótica y hacia estratos más profundos a través de una compleja red trófica. El zooplancton contribuye al flujo pasivo

principalmente con sus excretas fecales, pero también se liberan huevos, mudas y cadáveres, así como el detritus resultante de la degradación de estos productos (Lavaniegos, 2007).

Los lagos “La Encantada” y “Ensueño” pertenecen al distrito lacustre Parque Nacional “Lagunas de Montebello” (PNLM). Se eligieron ambos lagos por compartir características morfométricas tales como área, profundidad promedio y ubicación cercana a menos (1 km), pero presentan distinto estado trófico, eutrófico y oligotrófico, respectivamente (Alcocer *et al.*, 2018). En el presente estudio se analizó la composición del zooplancton en estos dos lagos con estado trófico contrastante en dos temporadas (cálida/lluviosa y fría/seca) con el fin de determinar cuál de los componentes del zooplancton aporta más biomasa y cómo cambia entre estaciones.

Material y Métodos

Área de estudio

El Parque Nacional “Lagunas de Montebello” (PNLM) se caracteriza por encontrarse sobre un asentamiento de roca la caliza perteneciente al Cretácico localizado en estado de Chiapas, México (16°040' a los 16°100' N, 91°370' a los 91°470' W, a 1,500 m s. n. m.). Pertenecce a la subcuenca endorreica del Río Grande de Comitán-Lagos de Montebello. El clima es templado con lluvias, con una temperatura anual de 17.3°C, precipitación de 2,279 mm y evaporación 948 mm (Fernández *et al.*, 2022; Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas -CONANP- Estación Climática Meteorológica Automática No. N15DA7496).

En el Cuadro 1 se resumen sus características morfométricas. La Encantada es un lago eutrófico con una concentración promedio de clorofila *a* de 12.1 µg L⁻¹ y por el contrario Ensueño es un lago oligotrófico con un promedio de clorofila *a* de 0.5 µg L⁻¹ (Vera-Franco *et al.* 2015).

Cuadro 1. Características morfométricas de los lagos del Parque Nacional “Lagunas de Montebello”, Chiapas.

Lago		Z _{max} (m)	Z _{men} (m)	A (ha)	L _{max} (km)	Tipo
La Encantada	ENC	89	27.5	8.2	385	monomítico
Ensueño	ENS	35	21.6	2.7	220	monomítico

Metodología

Se realizaron dos campañas de muestreo, en septiembre del 2022 que corresponde a la temporada cálida/lluviosa y en marzo 2023 que corresponde a la temporada fría/seca. Los muestreos se realizaron en la zona pelágica central. Se registraron los perfiles verticales de temperatura (T) y concentración de oxígeno disuelto (OD) con la ayuda de una sonda multiparamétrica de calidad del agua marca Hydrolab (OTT Hydroment, Loveland, CO, EE. UU.).

De acuerdo con los perfiles de temperatura y oxígeno disuelto se eligieron 3 profundidades de la zona de mezcla en cada lago. En cada profundidad se obtuvo una muestra de agua de 5 L con la ayuda de una botella Uwitec. Los cinco litros de se filtraron *in-situ* usando una malla de 64 µm, los organismos retenidos se concentraron en viales de 50 ml y se fijaron con formaldehído al 4%. En el laboratorio se identificaron y cuantificaron los componentes del zooplancton (cladóceros, copépodos y rotíferos) utilizando una cámara de Sedwick-Rafter bajo un microscopio óptico. En el caso de la determinación, se utilizaron claves taxonómicas especializadas. Para la biomasa de los rotíferos primero se calculó el biovolumen basado en las fórmulas geométricas propuestas por Ruttner-Kolisko (1997). El peso húmedo fue estimado a partir del biovolumen de cada individuo (Bottrell *et al.*, 1976). El peso seco corresponde al 10% del peso húmedo (Pace y Orcutt, 1981). La biomasa de los microcrustáceos fue estimada por grupo (calanoides, cyclopoides, copepoditos, nauplios y cladóceros) poniendo los ejemplares a secar a 60°C durante 24 h y posteriormente se pesaron en un comparador de masas (precisión de 0.1 µg).

Resultados y discusión

De acuerdo con los perfiles de T y OD durante la temporada cálida/lluviosa ambos lagos se encontraron estratificados. La zona de mezcla para La Encantada estuvo en los primeros 5 m mientras que en Ensueño llegó hasta los 25 m. En la época de fría/seca Ensueño se encontró mezclado con T y OD homogéneo en toda la columna de agua. En el caso de La Encantada esta presentó una T homogénea en toda la columna de agua, pero el OD estuvo por debajo del límite de detección después de los 9 m.

Se determinaron 15 taxones en La Encantada (eutrófico) de los cuales fueron 9 rotíferos, 4 copépodos y 2 cladóceros. El aporte de biomasa de los rotíferos fue $< 2 \mu\text{g PS L}^{-1}$, el de copépodos y sus estadios varió por debajo del límite de detección a $324 \mu\text{g PS L}^{-1}$, siendo los copepoditos calanoideos los que aportaron el 65% de la biomasa en el periodo de estratificación y el calanoide *Mastigodiatomus nesus* el 85% durante la circulación (cuadro 2). En el lago oligotrófico Ensueño se determinaron 5 taxones que corresponden a 2 rotíferos, 1 copépodo calanoide y 2 cladóceros. El aporte de biomasa de los rotíferos fue $< 0.3 \mu\text{g PS L}^{-1}$, el del copépodo calanoide y sus estadios varió de 5 a $38 \mu\text{g PS L}^{-1}$ y el de los cladóceros de 0.6 a $3.48 \mu\text{g PS L}^{-1}$ (Cuadro 3)

Cuadro 2.- Biomasa de cada grupo del zooplancton en los periodos de mezcla (septiembre 2022) y de estratificación (marzo 2023) en el lago La Encantada. (DLD: debajo del límite de detección).

La Encantada		
Zooplankton taxa	Biomasa ($\mu\text{g PS L}^{-1}$)	
Rotífera	Estratificación	Circulación
<i>Asplanchna</i> sp.	1.74	DLD
<i>Brachionus calyciflorus</i>	0.05	DLD
<i>B. havanensis</i>	0.03	0.36
<i>B. angularis</i>	0.00	DLD
<i>Keratella americana</i>	0.16	DLD
<i>K. coclearis</i>	0.00	0.00
<i>K. tropica</i>	0.02	DLD
<i>Filinia longiseta</i>	DLD	0.22
<i>Polarthra vulgaris</i>	DLD	0.17
Copépoda		
<i>Mastigodiatomus nesus</i>	DLD	324.12
<i>Leptodiatomus cuauhtemoci</i>	5.76	3.84
<i>Mycrocyclops ceibaensis</i>	1.60	DLD
<i>Termocyclops/Mesocyclops</i>	7.80	18.20
copepodito calanoide	28.5	41.04
copepodito ciclopoide	0.40	DLD
Cladóceras		
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	44.10	2.10
<i>C. lacustris</i>	6.90	0.90
Total	97.07	390.95

Fernández *et al.* (2022) reporta datos similares, aunque la biomasa determinada contempla más de una especie de copépodos calanoideos. En el caso de otros lagos eutróficos tropicales, el aporte mayor de biomasa es por parte de los cladóceros pequeños tales como *Ceriodaphnia* y/o de copépodos ciclopoideos (p.ej., Sendacz *et al.* 2006; Papa y Zafaralla, 2011).

Cuadro 3.- Biomasa del zooplancton del lago Ensueño en los periodos de mezcla (septiembre 2022) y estratificación (marzo 2023).

Ensueño		
Zooplankton taxa	Biomasa ($\mu\text{g PS L}^{-1}$)	
Rotífera	Estratificación	Circulación
<i>Keratela americana</i>	0.29	0.003
<i>Pthygura</i> sp.	0.10	0.02
Copépoda		
<i>Mastigodiatomus nesus</i>	5.55	9.99
Copepodito calanoide	38.38	15.96
Cladócera		
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	0.60	DLD
<i>Diaphanosoma birgei</i>	3.48	DLD
Total	48.40	25.97

(DLD: debajo del límite de detección).

El comportamiento que se observó durante ambos periodos concuerda con lo reportado por Fernández *et al.* (2022), puesto que la composición en ambos lagos predomina el grupo de los copépodos seguido por los cladóceros. “La Encantada”, al ser un lago eutrófico, tiene una composición variable en contraposición con “Ensueño”, que mostró composición similar en ambos periodos.

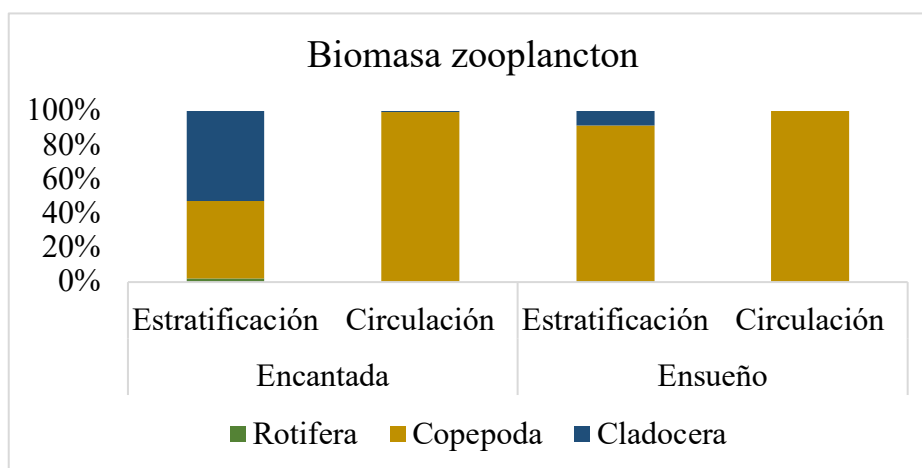


Figura 1. Contribución porcentual de biomasa de los copépodos, cladóceros y rotíferos en los lagos La Encantada y Ensueño en temporada de estratificación y circulación.

Conclusiones

Los copépodos es el grupo de zooplancton que más biomasa aporta en los lagos estudiados, en especial el calanoide *Mastigodiatomus nesus*. Los rotíferos aportan menos del 1% en ambos lagos y los cladóceros el 50% en la temporada de estratificación en La Encantada.

Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por PAPIIT a través de los proyectos “AELT - Efectos del cambio global y climático sobre la limnología y biodiversidad acuática” (AV200122), Área Experimental de Lagos Tropicales (AV200319), “Cuerpos acuáticos epicontinentales: Papel de la dinámica del carbono y emisiones de gases de efecto invernadero en México” (PINCC 2020-2021) y “Cuerpos acuáticos epicontinentales: Papel de la dinámica del carbono y emisiones de gases de efecto invernadero en México. Segunda parte: Eutroficación y emisiones de GEI” (PINCC 2023).

Literatura citada

- Alcocer, J., M. Merino-Ibarra, L. A. Oseguera and O. Escolero. 2018. Anthropogenic impacts on tropical karst lakes: “Lagunas de Montebello,” Chiapas. *Ecohydrology*, 11(8), e2029. DOI:10.1002/eco.2029
- Fernández, R., J. Alcocer, y L. A. Oseguera. 2022. Microcrustacean (Cladocera and Copepoda) assemblages of a tropical karst lake district. *Diversity*, 14(7), 564. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/d14070564>
- Fernández, R., L. A. Oseguera and J. Alcocer. 2020. Zooplankton biodiversity in tropical karst lakes of southeast Mexico, Chiapas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 91. DOI: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2020.91.3184>
- Franco-Vera, M.N., P.P. Hernández-Victoria, J. Alcocer, V. Ardiles-Gloria y A. Oseguera Luis. 2015. Concentración y distribución vertical de la clorofila-a fitoplanctónica en los lagos de Montebello, Chiapas. In: Alcocer, J., M. Merino-Ibarra, E. Escobar-Briones. (Editores). 2015. *Tendencias de investigación en Limnología tropical: Perspectivas universitarias en Latinoamérica*. Asociación Mexicana de Limnología, UNAM y CONACyT.
- Lavaniegos, B. E. 2007. El papel del zooplancton en la transferencia del carbono en el Océano. *Hernández de la Torre, B. & G. Glaxiola (Eds)*, 129-139.
- Núñez Domínguez, J. O. 2007 Programa de conservación y manejo Parque Nacional “Lagunas de Montebello” México/fots., José Odón Núñez Domínguez (no. 333.72097275 p764c.). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (México)\México Secretaría De Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Oseguera, L. A., J. Alcocer y E. Y. Villarreal Quintero. 2015. Metabolismo lacustre de un lago tropical profundo: ¿Fuente o sumidero de carbono? *Hidrobiológica*, 25(3), 391-399.
- Papa, R. D. S., y M. T. Zafaralla. 2011. The composition, diversity and community dynamics of limnetic zooplankton in a tropical caldera lake (Lake Taal, Philippines). *Raffles Bulletin of Zoology*, 59(1).
- Sendacz, S., S. Caleffi, and J. Santos-Soares. 2006. Zooplankton biomass of reservoirs in different trophic conditions in the State of São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 66, 337-350. DOI: 10.1590/s1519-69842006000200016



Estado Actual del Conocimiento del Ciclo del Carbono y sus Interacciones en México. Síntesis a 2023

PROGRAMA MEXICANO DEL CARBONO

J. Martín Hernández Ayón
Martín A. Bolaños González,
C. Orión Norzagaray López
Luz de Lourdes A. Coronado Álvarez
Patricia Ibarra Alonso
Editores

2023

Año 5

Número 5



PM
Programa Mexicano del Carbono
RED TEMÁTICA DEL CONACYT




Instituto de
Investigaciones
Oceanológicas

Stanford | México Clean
Economy 2050

 THE OCEAN
FOUNDATION



Forma correcta de citar:

Hernández Ayón J. M.; Bolaños González M. A.; Norzagaray López C. O.; Coronado Álvarez L. e Ibarra Alonso P. (Editores). 2023. Estado Actual del Conocimiento del Ciclo del Carbono y sus Interacciones en México: Síntesis a 2023. Serie Síntesis Nacionales. Programa Mexicano del Carbono en colaboración con la Universidad Autónoma de Baja California (UABC). Texcoco, Estado de México, México. ISSN 2954-4882. 326 p.

Programa Mexicano del Carbono A.C.
Calle Chiconautla No. 8 Interior A
Colonia Lomas de Cristo, Texcoco, Estado de México, México

www.pmcarbono.org

Esta obra fue elaborada por el Programa Mexicano del Carbono (PMC).

Se prohíbe la reproducción parcial o total de esta obra, por cualquier medio.

Diseño Gráfico: Oscar J. Velázquez R.

ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO DEL CICLO DEL CARBONO Y SUS INTERACCIONES EN MEXICO. Año 5, No. 5, enero - diciembre de 2023. Es una publicación anual editada por el Programa Mexicano del Carbono, A.C., calle Chiconautla No. 8 Interior A, Colonia Lomas de Cristo, C.P. 56225 Texcoco, Estado de México, México. Tel. +52 (595) 951•2182, www.pmcarbono.org Editor responsable: José Martín Hernández Ayón. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2022-121910292200-102, ISSN 2954-4882. Ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número: José Martín Hernández Ayón, Calle Chiconautla No. 8 Interior A, Colonia Lomas de Cristo, C.P. 56225 Texcoco, Estado de México, México, fecha de última modificación, diciembre de 2023.

Estado Actual del Conocimiento del Ciclo del Carbono y sus Interacciones en México: Síntesis a 2023

J. Martín Hernández Ayón, Martín A. Bolaños González,
C. Orión Norzagaray López, Luz de Lourdes A. Coronado Álvarez
y Patricia Ibarra Alonso

EDITORES

Programa Mexicano del Carbono (PMC)
Universidad Autónoma de Baja California (UABC)

Ensenada, Baja California, México

Diciembre 2023