



CONGRESO MEXICANO DE
LIMNOLOGÍA
UNAM · FES IZTACALA

**LA LIMNOLOGÍA MEXICANA
FRENTA A LOS RETOS
AMBIENTALES**



Facultad de Estudios Superiores
IZTACALA



Facultad de Estudios Superiores Iztacala,
Tlalnepantla de Baz, Estado de México
del 10 al 14 de noviembre de 2025



CONGRESO MEXICANO DE
LIMNOLOGÍA
UNAM · FES IZTACALA

VII CONGRESO MEXICANO DE LIMNOLOGÍA

LIBRO DE RESÚMENES Y PROGRAMA CIENTÍFICO

10 al 14 de noviembre de 2025
Centro Cultural Iztacala
Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM
Tlalnepantla, Estado de México
MÉXICO

<https://limno2025.iztacala.unam.mx/>

VII CONGRESO MEXICANO DE LIMNOLOGÍA LIBRO DE RESÚMENES Y PROGRAMA CIENTÍFICO

Los resúmenes fueron evaluados y aceptados por el Comité Científico basándose en la relevancia científica de los mismos. No se hicieron correcciones editoriales ni gramaticales. El contenido es responsabilidad exclusiva de sus autores.

Nota editorial:

En aquellos casos en que los autores no enviaron su traducción al idioma inglés o español, se utilizó ChatGPT (OpenAI, versión GPT-5, consultado en octubre de 2025) como apoyo para la elaboración de la traducción. El contenido resultante fue revisado y ajustado por el Comité Organizador antes de su publicación.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas
Rector

Dra. Patricia Dolores Dávila Aranda
Secretaria General

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga
Directora

Dra. Claudia Tzasna Hernández Delgado
Secretaria General FESI

Dr. Francisco José Torner Morales
Jefe División de Investigación y Posgrado

Esp. Noé Francisco Santana Domínguez
Secretario de Desarrollo y Relaciones Institucionales

C.P. Adriana Arreola Jesús
Jefa de la División de Extensión Universitaria

**ASOCIACIÓN MEXICANA DE LIMNOLOGÍA, A. C.
*Consejo Directivo 2025***

Dr. Jorge Ciros Pérez
Presidente

Dr. Justo Salvador Hernández Aviles
Vicepresidente

Dra. María del Rosario Sánchez Rodríguez
Secretaria

Dra. Lariza Ayala Ramírez
Tesorera

Q.F.B. Roger Manuel Medina González
Vocal

COMITÉ ORGANIZADOR

Dr. Jorge Ciros Pérez
(coordinador)
Dr. José Arturo Alcántara Rodríguez
Dr. Omar Alfredo Barrera Moreno
Dra. Nohemi Dimas Flores
Dr. Cristian Alberto Espinosa Rodríguez
Dr. Salvador Hernández Avilés
Dr. Alfonso Lugo Vázquez
Dra. Aideé Montiel Martínez
Mtra. Karen Angelina Mora Navarrete
Dra. Elizabeth Ortega Mayagoitia
Dr. Francisco José Torner Morales

COMITÉ CIENTÍFICO

(Orden alfabético)

Dr. Javier Carmona Jiménez *(Facultad de Ciencias, UNAM)*
Dr. Luis Fernando Del Moral Flores *(FES Iztacala, UNAM)*
Dr. Juan Carlos Durán Álvarez *(Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología; ICAT-UNAM)*
Dr. Manuel Elías Gutiérrez *(El Colegio de la Frontera Sur)*
M. en C. Gloria Garduño Solorzano *(FES Iztacala, UNAM)*
Dr. Luis Héctor Hernández Hernández *(FES Iztacala, UNAM)*
Dra. Ana Laura Ibáñez Aguirre *(UAM-Iztapalapa)*
Dra. Beatriz Irene Lira Hernández *(Facultad de Ciencias, UNAM)*
Dr. Miroslav Macek *(FES Iztacala, UNAM)*
Dr. Alejandro Manuel Maeda Martínez *(Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.)*
Dr. Felipe Fernando Martínez-Jerónimo *(Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN)*
Dr. Roberto E. Munguía Steyer *(FES Iztacala, UNAM)*
Dra. Aurora Margarita Pat Espadas *(Universidad de Sonora)*
Dr. Hugo Virgilio Perales Vela *(FES Iztacala, UNAM)*
Dr. Elías Piedra Ibarra *(FES Iztacala, UNAM)*
Dra. Patricia Ramírez Bastida *(FES Iztacala, UNAM)*
Dra. Nandini Sarma *(FES Iztacala, UNAM)*
Dr. S.S.S. Sarma *(FES Iztacala, UNAM)*
Dra. Martha Elena Valdez Moreno *(El Colegio de la Frontera Sur)*
Dra. Gabriela Vázquez Hurtado *(Instituto de Ecología, A. C.)*
Dra. Gloria Vilaclara Fatjó *(FES Iztacala, UNAM)*

Coordinadores:

Dr. Jorge Ciros Pérez *(FES Iztacala, UNAM)*
Dr. J. Salvador Hernández Avilés *(FES Zaragoza, UNAM)*
Dr. Alfonso Lugo Vázquez *(FES Iztacala, UNAM)*

CONTENIDO

PROGRAMA CIENTÍFICO

Programa resumido *i*
Program at a glance

Programa completo *ii-x*
Extended program

RESÚMENES – ABSTRACTS

Conferencias magistrales 1 – 16
Keynote Lectures

Comunicaciones orales y carteles 17 – 244
Oral and Poster presentations

Índice de autores 247 – 252
Author index

Programa científico							
Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes		
9:00-9:20	Registro: CCI	Sesión Oral 3: USI 10: Cervantes Martínez Adrián	Sesión Oral 6: USI 104: Macek Miroslav	Sesión Oral 7: USI 40: Barrera Moreno Omar A.	Sesión Oral 9: USI 22: Ramírez Meneses Jessica Andrea		
9:20-9:40		13: Avalos Cueva David	46: Barjau Aguilar Mariel	108: Casarrubias Sandoval Alicia	68: Montiel Martínez Aideé		
9:40-10:00		21: Barba López María del Refugio	1: Valdespino Castillo Patricia M.	28: De la Luz Vázquez Karla	65: Nandini Sarma		
10:00-10:20	Inauguración: CCI	90: Grajales Rabasa Emilio	95: Trejo Flores Luis David	43: Ramírez Rodríguez Alan	27: Espinosa Hernández Mario Joshué		
10:20-10:40		91: Ferrer Castro Xóchitl	101: Macek Miroslav	83: Castillo Morales Sara María	36: Barranco Vargas Valeria Naomi		
10:40-11:00		51: Espinosa Rodríguez Cristian Alberto	115: Chacón Torres Arturo	64: Sarma S.S.S.	113: Villegas Uraga Héctor Daniel		
11:00-11:20	Receso café	Receso café	Receso café	Receso café	Receso café		
11:20-12:20	Conferencia magistral 1: CCI Luis Zambrano	Conferencia magistral 2: Thomas Mehner	Conferencia magistral 3: Valeria Souza	Conferencia magistral 5: Alfonso Durán	Conferencia magistral 6: Víctor Luna		
12:20-12:40	Receso	Receso	Receso	Receso	Receso		
	Sesión Oral 1: USI	Sesión Oral 4: USI	Foro: Mujeres en la Ciencia del agua <i>Dialogan:</i> Dra. Ma. del Coro Arizmendi Dra. Valeria Souza Dra. Margarita Caballero Dra. Rosa Martha Moreno <i>Coordina:</i> Dra. Aideé Montiel CCI	Sesión Oral 8: USI	Sesión Oral 10: USI	Sesión Oral 11: USI	
12:40-13:00	30: Martínez Vargas Luis Ángel	31: Ruiz Campos Gorgonio		15: Cruz Cruz Ana Gabriela	42 Dist: Figueroa Sánchez Michael	88: Sánchez Hidalgo Mayorga	
13:00-13:20	33: Martínez Morales Karen Y.	38: Tapia Vilchez Fernando		107: Urbán Olivares Javier	26: Alvarado Flores Jesús	18: Valencia Vargas Meetztlí	
13:20-13:40	47: Montiel Martínez Aideé	50: Abrigo González Luis Esteban		103: Alcántara Rodríguez J. Arturo	4: Cruz Esquivel Angel de Jesús	58: Saavedra Martínez Iván M.	
13:40-14:00	7: Mariscal de Souza Gabriel	106: Ramírez Bastida Patricia		37: García Pérez José Luis	41: Pérez Legaspi Alejandro I.	73: Hernández Morales Ruben	
14:00-14:20	9: Bernal Brooks Fernando Walter	116: Chacón Torres Arturo		94: Reyna García María Guadalupe	100: Sobrino Figueroa Alma	86: Gómez Reyes Eugenio	
14:20-16:00	Receso Comida	Receso Comida	Receso Comida	Receso Comida	Receso Comida		
16:00-16:20	Sesión Oral 2: USI 3: Salcedo Hurtado Kellys Nallith	Sesión Oral 5: USI 89: Torres Peña Grecia Ariadna	Conferencia magistral 4: Margarita Caballero CCI	Carteles Sesión 4: CCI	Actividad cultural: CCI		
16:20-16:40	44: Ramirez Zierold Jorge Alberto	87: Vázquez Gabriela					
16:40-17:00	78: Chávez Moreno Mónica	5: Ibarra Morales Diana	Fotografía de los congresistas		Plenaria AMLAC CCI		
17:00-17:20	85: Olvera Cedillo Ellioth	23: Sigala Regalado Itzel					
17:20-17:40	99: Vázquez Tapia Laura Itzel	112: Amezcua Vargas Margarita M.					
17:40-18:00	Receso café	Receso café	Receso café	Receso café			
18:00-19:40	Carteles Sesión 1: CCI	Carteles Sesión 2: CCI	Carteles Sesión 3: CCI	Plenaria AMLAC	Clausura CCI		
20:00-22:00	Rompehielos: HRIP					Cena de clausura: HRIP	

LUGAR:

CCI: Centro Cultural Iztacala

USI: Unidad de Seminarios Iztacala

HRIP: Hotel Real Inn Perinorte

PROGRAMA CIENTÍFICO COMPLETO	
Hora	Domingo, 9 de noviembre de 2025
15:00-18:00	Registro <i>Vestíbulo del Hotel Sede (Hotel Real Inn Perinorte)</i>
Lunes, 10 de noviembre de 2025	
9:00-10:00	Registro <i>Vestíbulo del Centro Cultural Iztacala, FES Iztacala, UNAM</i>
10:00-11:00	Ceremonia de Inauguración del VII Congreso Mexicano de Limnología <i>Auditorio del Centro Cultural Iztacala, FES Iztacala</i> Dra. Ma. del Coro Arizmendi Arriaga (Directora FES Iztacala, UNAM) Dra. Claudia Tzasná Hernández Delgado (Secretaria General FESI) Dr. Francisco José Torner Morales (Jefe División de Investigación y Posgrado) Dr. Jorge Ciro Pérez (Presidente de la Asociación Mexicana de Limnología, A. C.) Dr. Justo Salvador Hernández Aviles (Comité Organizador del Congreso)
11:00-11:20	Receso café
11:20-12:20	<i>Conferencia magistral 1:</i> La limnología frente a la crisis ambiental: el caso de Xochimilco Dr. Luis Zambrano Instituto de Biología, UNAM, México <i>Lugar: Auditorio del Centro Cultural Iztacala, FES Iztacala</i>
12:20-12:40	Receso
Sesión Oral 1	
<i>Modera:</i> <i>Lugar: Unidad de Seminarios, FES Iztacala</i>	
12:40-13:00	Oral 30 Zooplankton e imágenes satelitales como indicadores del estado trófico en lagos y embalses del centro de México Martínez Vargas, Luis Ángel, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez, Laura Peralta-Soriano, Alfonso Lugo-Vázquez, Gustavo Arévalo-Galarza
13:00-13:20	Oral 33 Evaluación de la calidad ecológica mediante rasgos funcionales de macroalgas en sistemas acuáticos de la Ciudad de México Martínez Morales Karen Yanet, Arantza Ivonne Daw Guerrero, Víctor Hugo Salinas Camarillo, Justo Salvador Hernández Avilés
13:20-13:40	Oral 47 Calidad de agua en una laguna urbana: Percepción social vs. parámetros ambientales Montiel Martínez Aideé, Diego Ariel Riva, Tonantzin López Lozano, Lucero Montserrat Cautle García
13:40-14:00	Oral 7 Índices compuestos para la evaluación integral de humedales costeros: Una revisión sistemática Mariscal de Souza Gabriel, Ruiz Campos, Gorgonio
14:00-14:20	Oral 9 Limnología y Psicología Ambiental: convergencias y Divergencias Bernal Brooks Fernando Walter
14:20-14:40	Receso Comida
Sesión Oral 2	
<i>Modera:</i> <i>Lugar: Unidad de Seminarios, FES Iztacala</i>	
16:00-16:20	Oral 3 Caracterización limnológica del Embalse Topocoro: metabolismo acuático y niveles de trofía en tres años de monitoreo Salcedo Hurtado Kellys Nallith, Raúl Alberto Pérez Agamez, Catalina Rodríguez, Gustavo Antonio Peñuela
16:20-16:40	Oral 44 Oscilaciones abruptas del nivel del agua determinan la carga interna de nutrientes y la diversidad del fitoplancton en un embalse tropical eutrófico

	Ramírez Zierold Jorge Alberto, Martha Gaytán Herrera, Gloria Vilaclara Fatjó, Patricia Valdespino Castillo, Mariel Barjau Aguilar, Óscar Gerardo Nieto, Julio Lestayo González, Sergio Castillo Sandoval, Ana María Reyes Hernández, Rocío Alcántara Hernández, Martín Merino Ibarra
16:40-17:00	Oral 78 Impacto de las emisiones y ceniza del Popocatepetl en ríos y arroyos de la subcuenca Nexapa Chávez Moreno Mónica, Eloísa Adriana Guerra-Hernández
17:00-17:20	Oral 85 Dinámica espacio-temporal de la clorofila "a" y biodegradabilidad en el lago Atexcac, Puebla Olvera Cedillo Elliot, Justo Salvador Hernández Avilés
17:20-17:40	Oral 99 Calidad de ambientes ribereños a partir del índice QBR, y su relación con la calidad del agua e infiltración Vázquez Tapia Laura Itzel, Guerra Hernández E. A
17:40-18:00	Receso café
18:00-19:40	Carteles: Sesión 1 <i>Lugar: Galería del Centro Cultural Iztacala, FES Iztacala</i>
19	Consumo de espirulina (<i>Limnospira maxima</i>) por <i>Frontonia</i> sp. (Ciliophora: Oligohymenophorea) en el Lago Texcoco, México Durán Ramírez Carlos Alberto, Rosaura Mayén-Estrada
35	Diversidad de zooplancton en cenotes urbanos en Cancún, Quintana Roo Armas Lavalle Paula, Magdalena Monserrat García-Venegas, Jesús Alvarado-Flores
55	Enterobacterias del medio Lerma en Tarandacuao, Guanajuato, México Hernández Morales Rubén, Brandon Lair Tinoco Olivera, Gabriela Ana Zanor
57	Índice de calidad del agua en el vaso central del lago de Cuitzeo, Michoacán, México Lara Antonio Ramón, Katherine Paulina Méndez Cruz, Rubén Hernández Morales
59	Análisis limnológico de un embalse del estado de Guanajuato, México Vaca Juárez Luis Rodrigo, Néstor Rubén Arrañaga-Méndez, Rubén Hernández Morales, Gabriela Ana Zanor
61	Coexistencia y alternancia de grupos fitoplanctónicos en el embalse de valle de bravo relacionadas con condiciones de cambio ambiental Gaytán Herrera Martha Leticia, Gloria Vilaclara Fatjó, Jorge Ramírez Zierold, Sergio Castillo Sandoval, Alfonso Lugo Vazquez, Martín Merino Ibarra
62	Estructura y variación de la comunidad de macroinvertebrados litorales asociados a <i>Typha latifolia</i> en tres lagos urbanos con diferente estado trófico Pascual Rocha Estafani Selene, Alfonso Lugo Vázquez, Cristian Alberto Espinosa Rodríguez, Christian Eduardo Torres Sánchez, Laura Peralta Soriano
63	Efecto de la turbidez orgánica sobre la depredación de <i>Girardinichthys multiradiatus</i> (Actinopterygii: Goodeidae) Álvarez Cruz Pablo, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez, Gabriel Arroyo-Consulchi
71	Usos potenciales y enterobacterias de la Presa Solís, Guanajuato, México Andrade Gutiérrez Génesis, Rubén Hernández Morales, Fátima Bucio Pedraza, Gabriela Ana Zanor
74	Evaluación limnológica del lago de Pátzcuaro como una estrategia para determinar la distribución potencial del género <i>Ambystoma</i> Saucedo Pimentel Antonio Román, Silvia Karen Castelazo Cortez, Brandhon Guízar Zambrano, Rubén Hernández Morales
75	Flora diatomológica de la Presa Solís, Guanajuato, México Lara Antonio Ramón, Katherine Paulina Méndez Cruz, Rubén Hernández Morales, Isabel Israde Alcantara, Gabriela Ana Zanor
81	Fitoplancton como bioindicador del estado trófico de un lago cráter tropical Hernández Rosas Ivana Araceli, Gabriela Vázquez, Margarita Caballero
84	Dinámica limnológica de un lago volcánico polimíctico en los Tuxtles, Ver., México Hernández De la Cruz María Guadalupe, Gabriela Vázquez, Margarita Caballero
97	Innovación en biotecnología de tejidos: uso de piel de tilapia y Aloe vera (<i>Aloe barbadensis</i>) para el desarrollo de un modelo experimental en el tratamiento de quemaduras Moreno Segovia Montserrat, Daniel Gallegos Juan, Alejandro Federico Alva Martínez
20:00-22:00	Rompehielos <i>Hotel Sede (Hotel Real Inn Perinorte)</i>
Martes, 11 de noviembre de 2025	
Hora	Sesión Oral 3 <i>Moderador:</i> <i>Lugar: Unidad de Seminarios, FES Iztacala</i>

9:00-9:20	Oral 10 Problemáticas para la evaluación de corrientes subterráneas en suelos cársticos: el caso de la Península de Yucatán Cervantes Martínez Adrián, Martha A. Gutiérrez Aguirre, Sarahi Jaime, Ángela Márquez Reyes
9:20-9:40	Oral 13 Dinámica de flujos de calor y estratificación térmica en un lago cráter heliotérmico tropical: Isla Isabel, México Avalos Cueva David, Palacios-Hernández Emilio, Filonov Anatoliy, Carrillo Laura, Monzón Cesar Octavio
9:40-10:00	Oral 21 Respuesta térmica diurna del Lago de Chapala ante forzamientos atmosféricos: observaciones y modelación numérica Barba López María del Refugio, Federico Ángel Velázquez Muñoz, Eduardo Juárez Carrillo, David Ávalos Cueva, César Monzón
10:00-10:20	Oral 90 Variación espacial de un ensamblaje de gasterópodos bentónicos en el cenote de Chucumaltik, Comitán, Chiapas Grajales Rabasa Emilio, Emilio Ismael Romero Berny, José Juan Jiménez González
10:20-10:40	Oral 91 Estado ecológico de cuerpos de agua urbanos de la Ciudad de México mediante un análisis funcional de macroinvertebrados acuáticos Ferrer Castro Xóchitl, Daw Guerrero Arantza I., Hernández Avilés J. Salvador
10:40-11:00	Oral 51 Patrones estacionales de fitoplancton y zooplancton en lagos y embalses de México Espinosa Rodríguez Cristian Alberto, Valeria Naomi Barranco-Vargas, Karla De La Luz-Vázquez
11:00-11:20	Receso café
11:20-12:20	<i>Conferencia magistral 2:</i> Uncovering the philosophical background that may shape limnological and ecological research on ponds Dr. Thomas Mehner Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, Berlin, Alemania <i>Lugar: Auditorio del Centro Cultural Iztacala, FES Iztacala</i>
12:20-12:40	Receso
Hora	Sesión Oral 4 <i>Moderador:</i> <i>Lugar: Unidad de Seminarios, FES Iztacala</i>
12:40-13:00	Oral 31 Consideraciones taxonómicas, ecogeográficas, biogeográficas y de conservación de los peces continentales de la Península de Baja California, México Ruiz Campos Gorgonio, Adrián Felipe González-Acosta
13:00-13:20	Oral 38 Assessing the resilience of Chilean Andean rivers using fish assemblage data and the Resources, Refuges and Recruitment framework Tapia Vilchez Fernando, Evelyn Habit, Konrad Górski
13:20-13:40	Oral 50 Factores bióticos y abióticos que determinan los patrones de distribución de la fauna íctica dulceacuícola en la cuenca de Mataquito, Chile Abrigo González Luis Esteban, Héctor Pavés Hernández, Gustavo Díaz Garrido
13:40-14:00	Oral 106 Aves acuáticas en humedales del APRN Texcoco como indicadores de resiliencia ecológica Ramírez Bastida Patricia, Nohemi Dimas-Flores, Leopoldo Daniel Vázquez-Reyes, Francisco Alberto Rivera-Ortiz
14:00-14:20	Oral 116 Evaluación de la pesca en el Lago de Cuitzeo, Michoacán, México Zaragoza Ortiz María Guadalupe, Arturo Chacón Torres, Catalina Rosas Monge
14:20-14:40	Receso Comida
Hora	Sesión Oral 5 <i>Moderador:</i> <i>Lugar: Unidad de Seminarios, FES Iztacala</i>
16:00-16:20	Oral 89 Impacto del aumento de la temperatura ambiental en el crecimiento de tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> var. Stirling en un clima templado subhúmedo

	Torres Peña Grecia Ariadna, Justo Salvador Hernández Avilés
16:20-16:40	Oral 87 El cambio climático y su influencia en la dinámica de lagos de la región de Los Tuxtlas, México Vázquez Gabriela, Margarita Caballero, Juan José Von Thaden Ugalde, Debora Lithgow, Víctor Vásquez, Alma Caicero, Ivana Hernández
16:40-17:00	Oral 5 Historia reciente de eutrofización y cambio ambiental de un lago neotropical en el este de México Ibarra Morales Diana, Caballero, Margarita, Ruiz Fernández, Ana Carolina
17:00-17:20	Oral 23 Impacto del cambio climático global en un lago subtropical: el caso del Lago Atezca (Hidalgo, México) Margarita Caballero Miranda, Alejandra Ubaldo Guerra, Itzel Sigala Regalado, Gabriela Vázquez Hurtado
17:20-17:40	Oral 112 El registro paleoecológico de Nahualac, un sitio arqueológico de altura en el Iztaccíhuatl: dinámica y evolución del estanque. Amezcu Vargas Margarita de Montserrat, Diana Avendaño, Socorro Lozano-García, Lorenzo Vázquez-Selem, , Itzel Sigala-Regalado
17:40-18:00	Receso café
18:00-19:40	Carteles: Sesión 2 <i>Lugar: Galería del Centro Cultural Iztacala, FES Iztacala</i>
20	Presencia de <i>Peridinium willei</i> f. <i>lineatum</i> en un lago de cráter en Puebla, México Bustamante Gil Carolina, Beatriz Lira, Rosaluz Tavera Sierra
24	Impacto de <i>Egeria densa</i> sobre la toxicidad de fertilizantes en <i>Daphnia magna</i> y <i>Daphnia pulicaria</i> (Crustacea: Cladocera) Neri Cruz Xareny Lisset, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez
29	El papel de <i>Utricularia gibba</i> como depredador del zooplancton: preferencia alimentaria y eficiencia con énfasis en cladóceros Santillán Sofía, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez, Karla de la Luz-Vázquez, Iván Manuel Saavedra-Martínez
49	Inventario de la ictiofauna de la Laguna de Champayán, sur de Tamaulipas Ocaña Luna José Alberto, Cristian Razo Zepeda, Marina Sánchez Ramírez
52	Características de un lago artificial eutrofizado en Ciudad Juárez: información para la toma de decisiones Hernández Montellano Alejandra Daniela, Ríos Arana Judith Virginia
53	Caracterización microbiológica y usos potenciales del Río Tigre, Guanajuato, México Andrade Gutiérrez Génesis, Rubén Hernández Morales, Fátima Bucio Pedraza, Gabriela Ana Zano
67	Riqueza de ciliados (Ciliophora: Alveolata) de ecosistemas acuáticos de la Ciudad de México Mayén-Estrada Rosaura, Carlos Alberto Durán-Ramírez, Víctor Manuel Romero-Niembro, Jorge Humberto Medina-Durán, Fernando Olvera-Bautista
70	Nuevo registro de <i>Lacinularia flosculosa</i> (Gnesiotrocha: Flosculariidae) en México: comparación morfológica con <i>Sinantherina sociales</i> Espinosa Rodríguez Cristian Alberto, Ligia Rivera-De la Parra
76	Restauración Integral y Mejoramiento del Humedal Urbano Bajo el Puente Periférico en Xochimilco Alva Martínez Alejandro Federico, Laurent Herbieth, Darío Romano, Georgiana Rojas Rocha, Marco Antonio Rebolledo Millán
79	Variación morfológica de seis especies restringidas a ambientes lóticos del género <i>Priapella</i> (Regan, 1913) mediante morfometría geométrica García Mercado Eduardo, Del Moral-Flores Luis Fernando
92	Análisis bibliométrico y sistemático de estudios sobre ADN ambiental en sistemas acuáticos interiores Roldán Dávila Vinova Yolotzin, Cesar Alejandro Zamora Barrios, Francisco José Torner Morales, Ricardo Iván Cruz Cano, Rosa Martha Moreno Gutiérrez
93	Efecto de la radiación UV en la expresión genética de marcadores moleculares asociados a la reparación del daño en copépodos del grupo <i>Leptodiptomus sicilis</i> Farfan De Santiago Julieta, Piedra Ibarra Elías
105	Transformaciones en la morfometría del Lago de Pátzcuaro posiblemente vinculadas al desarrollo de hoyas de agua Ruiz Sevilla Gerardo, Gloria Lariza Ayala Ramírez, Martha Beatriz rendón López, Mara Lizeth Ruiz Ayala, Irlanda Jacqueline Rendón Guzmán, Alberto Gómez-Tagle Sánchez
Miércoles, 12 de noviembre de 2025	
Hora	Sesión Oral 6

	<i>Moderador:</i> <i>Lugar: Unidad de Seminarios, FES Iztacala</i>
9:00-9:20	Oral 104 Criptomonadas reemplazan diatomeas en el máximo profundo de clorofila en el lago Alchichica Macek Miroslav, Gloria Vilaclara-Fatjó, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez, Rocío Jezabel Alcántara-Hernández
9:20-9:40	Oral 46 Seasonal Shifts in microbial communities, trophic state and physicochemical environment in three anchialine cenotes of the Cancún-Tulum corridor Barjau Aguilar Mariel, Martín Merino-Ibarra, Eduardo Aguilar-Rangel, Rocío J. Alcántara-Hernández
9:40-10:00	Oral 1 Estrategias microbianas para enfrentar la ultra-oligotrofia en tapetes microbianos glaciales Valdespino Castillo Patricia M.
10:20-10:40	Oral 95 Contribución de las picocianobacterias en la formación de partículas exopoliméricas transparentes (TEP), en el lago oligo-mesotrófico Atexcac, Puebla Trejo Flores Luis David, Hernández Avilés Justo Salvador
10:00-10:20	Oral 101 ¿El circuito microbiano está controlado por nutrientes inorgánicos? Macek Miroslav, Rocío Jezabel Alcántara-Hernández, Javier Alcocer, Martín Merino Ibarra, Gloria Vilaclara
10:40-11:00	Oral 115 Propuesta de restauración ecológica del Lago de Cuitzeo, Michoacán, México Chacón Torres Arturo, Frida Sauno Contreras, Alma Itzel Jacobo Escamilla, Catalina Rosas Monge, Rafel Trueba Regalado
11:00-11:20	Receso café
11:20-12:20	<i>Conferencia magistral 3:</i> Cambio climático: desde Cuatro Ciénegas hasta Patagonia y de regreso, ¿que sabemos y que podemos hacer? Dra. Valeria Souza Instituto de Ecología, UNAM, México <i>Lugar: Auditorio del Centro Cultural Iztacala, FES Iztacala</i>
12:20-12:40	Receso
12:40-14:20	Foro: Mujeres en la Ciencia del Agua Dra. Ma. del Coro Arizmendi Arriaga (Directora FES Iztacala, UNAM) Dra. Valeria Souza (Instituto de Ecología, UNAM) Dra. Margarita Caballero (Instituto de Geofísica, UNAM) Dra. Rosa Martha Moreno Gutiérrez (FES Iztacala, UNAM) <i>Coordina:</i> Dra. Aideé Montiel Martínez (BUAP, Puebla) <i>Lugar: Auditorio del Centro Cultural Iztacala, FES Iztacala</i>
14:20-16:00	Receso Comida
16:00-17:00	<i>Conferencia magistral 4:</i> Impacto del cambio global en ecosistemas lacustres de México: una visión paleoecológica Dra. Margarita Caballero <i>Instituto de Geofísica, UNAM, México</i> <i>Lugar: Auditorio del Centro Cultural Iztacala, FES Iztacala</i>
17:00-17:40	Fotografía de los congresistas
17:40-18:00	Receso café
18:00-19:40	Carteles: Sesión 3 <i>Lugar: Galería del Centro Cultural Iztacala, FES Iztacala</i>
11	El fármaco diclofenaco en concentraciones ambientalmente relevantes afecta la reproducción del cladóceros <i>Ceriodaphnia laticaudata</i> Rodríguez Estrada Jesús, Fernando Martínez-Jerónimo
12	Evaluación de la toxicidad de un organoborado en estadios tempranos de <i>Danio rerio</i> Hernández Zamora Miriam Azucena, Fernando Martínez-Jerónimo, Marlet Martínez-Archundia, Soriano-Úrsua Marvin Antonio, Farfán-García Eunice, López-Ramos Juan Ernesto
16	Evaluación del desarrollo temprano de los híbridos entre <i>Chirostoma humboldtianum</i> y <i>Chirostoma riojai</i> (Atheriniformes: Atherinopsidae) por medio de fertilizaciones In vitro

	Flores Valle Alejandro, Jhoana Diaz-Larrea, María del Rocío Zarate-Hernández, Laura Georgina Núñez-García, Mónica Cristina Rodríguez-Palacios, Andrés Sánchez-Morales
17	Evaluación ecotoxicológica de la calidad del agua en la presa "Ex Hacienda Hundida San Miguel Regla" mediante bioensayos con rotíferos Bonfil Campos José Rodolfo, S. Nandini, S. S. S. Sarma
32	Diversidad de rotíferos monogonontos litorales en lagos cráter Sanguino Medina Mario Antonio, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez
39	Ingesta de plásticos en peces amazónicos: influencia de los gremios tróficos en Loreto, Perú Moya Guevara Debra, Britzke Ricardo, Ortega Hernán
45	Determinación del efecto tóxico del herbicida FAENA FUERTE con componente activo glifosato en el cladóceros <i>Daphnia magna</i> Sánchez Saldaña Liliana, Alexis Joseph Rodríguez Romero, Gissel Trujillo Domínguez
48	Variación temporal del estado trófico en el lago cráter de Tacámbaro, Michoacán, México Peña Carlón Adriana, Rubén Hernández Morales, Ingrid Azeneth Cruz Cendejas
54	Microplásticos en ambientes lóticos: presencia en hábitáculos de macroinvertebrados del orden Trichoptera Jiménez Contreras Jorge, Regina Aracely Romero Magallanes, Jorge Emiliano González Andrade, Eduardo Olmos-Rodríguez
77	Efecto de la salinidad en la supervivencia y desarrollo larvario de <i>Macrobrachium acanthurus</i> Álvarez Cruz Pablo, Frías Gómez Susana A., Castillo Domínguez Mauricio, Hernández Hernández L. Héctor
80	La exposición a loperamida produce efectos tóxicos a nivel bioquímico y poblacional en el cladóceros <i>Daphnia magna</i> Barron Rivera Bryan Aldair, Fernando Martínez-Jerónimo, Laura Martínez-Jerónimo, Marlet Martínez-Archundia, Miriam Hernández-Zamora
82	Respuesta de organismos de diferente nivel trófico a la exposición de dos fármacos antiparasitarios Aboites Espinosa Luis, Alberto Pérez Rojas, Sergio Álvarez Hernández, Alma Sobrino-Figueroa
98	Estudio de <i>Microcystis aeruginosa</i> (Cyanophyceae) en un lago urbano de Ciudad Universitaria, México Godínez Ortega José Luis, Laura Peralta Soriano, Rosalba Alonso Rodríguez, Sebastián Carreto Romero, Uriel Illescas Bello, Horacio Mena Gonzáles, Alfonso Lugo Vázquez
117	Limnología de cenotes: Una revisión desde las publicaciones académicas Loera Pérez Joel, Roger M. Medina González
Jueves, 13 de noviembre de 2025	
Hora	Sesión Oral 7 <i>Moderador:</i> <i>Lugar: Unidad de Seminarios, FES Iztacala</i>
9:00-9:20	Oral 40 Zooplankton en el "otro México". Primeros estudios taxonómicos en aguas epicontinentales de Baja California Barrera Moreno Omar Alfredo, Gorgonio Ruiz Campos, Nohemi Dimas Flores, Nancy F. Mercado Salas
9:20-9:40	Oral 108 Estrategias de historia vida de <i>Brachionus paranguensis</i> en ambientes salinos Casarrubias Sandoval Alicia, Nohemi Dimas-Flores, Jorge Ciro-Pérez, Patricia Ramírez-Bastida
9:40-10:00	Oral 28 Diversidad de rotíferos y cladóceros de lagos y embalses del centro de México De la Luz Vázquez Karla, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez, Laura Peralta-Soriano, Alfonso Lugo-Vázquez
10:00-10:20	Oral 43 Eficacia biológica diferencial en condiciones de laboratorio de los copépodos <i>Leptodiptomus</i> grupo <i>sicilis</i> del lago Atexcac con dietas alternativas Ramírez Rodríguez Alan, Jorge Ciro Pérez, Nohemi Dimas Flores
10:20-10:40	Oral 83 Tendencias en la investigación sobre el valor nutricional del zooplankton Castillo Morales Sara María, Nandini Sarma, S. S. S. Sarma
10:40-11:00	Oral 64 Análisis de 20 años de investigación sobre rotíferos Sarma S.S.S., S. Nandini
11:00-11:20	Receso café
11:20-12:20	<i>Conferencia magistral 5:</i> Tratamiento descentralizado de aguas residuales como una estrategia para contribuir al desarrollo sostenible en grandes ciudades Dr. Alfonso Durán Moreno Facultad de Química, UNAM <i>Lugar: Auditorio del Centro Cultural Iztacala, FES Iztacala</i>

12:20-12:40	Receso
Hora	Sesión Oral 8 <i>Modera:</i> <i>Lugar: Unidad de Seminarios, FES Iztacala</i>
12:40-13:00	Oral 15 Señales genómicas de adaptación en rotíferos de lagos ecológicamente contrastantes Cruz Cruz Ana Gabriela, José Arturo Alcántara Rodríguez, Nohemi Dimas Flores, Jorge Ciro Pérez
13:00-13:20	Oral 107 Análisis genómico de la evolución adaptativa de copépodos en ambientes ecológicamente contrastantes Urbán Olivares Javier, Ortega-Mayagoitia E., Alcántara-Rodríguez J. A., Dimas-Flores N., Rougón-Cardoso A., Cruz-Cruz, A.G., Ciro-Pérez J.
13:20-13:40	Oral 103 Hallazgo y caracterización de genes mitocondriales candidatos mediante IA en copépodos lacustres del grupo <i>Leptodiptomus sicilis</i> Alcántara Rodríguez Jose Arturo, Javier Urbán-Olivares, Elizabeth Ortega-Mayagoitia, Jorge Ciro-Pérez
13:40-14:00	Oral 37 Análisis metabólico de la biogeoquímica orgánica e inorgánica del azufre dentro del lago maar Atexcac, Puebla García Pérez José Luis, Rodrigo Hernández Velázquez, Justo Salvador Hernández Avilés
14:00-14:20	Oral 94 Fijación de carbono vía Calvin–Benson–Bassham en el lago Atexcac, Puebla: un acercamiento metagenómico Reyna García María Guadalupe, Rodrigo Hernández Velázquez, Justo Salvador Hernández Avilés
14:20-14:40	Receso Comida
16:00-16:20	Carteles: Sesión 4 <i>Lugar: Galería del Centro Cultural Iztacala, FES Iztacala</i>
17:40-18:00	Receso café
2	Reconstrucción paleoambiental de los últimos 2,000 años en la costa de Oaxaca Castro Rodríguez Miguel Ángel, Margarita Caballero, Alexander Correa Metrio, Arthur Joyce
6	Reconstrucción Paleoambiental de la laguna el Mogo, Los Tuxtlas: Un panorama de los últimos 60 años Mendoza Pérez Rafael, Margarita Caballero, Gabriela Vázquez
8	Dinámica socioecológica del lago La Colorada en Los Tuxtlas, Veracruz, México Caicero Contreras Alma Patricia, Gabriela Vázquez, Margarita Caballero, Citlalli Alhelí González Hernández, Hugo López-Rosas
14	Reconstrucción paleoambiental a partir de sedimentos lacustres en el lago Colorada, Los Tuxtlas, Veracruz Herrera Mercado Heli Sayuri
25	Perspectivas taxonómicas y evolutivas de una diatomea endémica del Lago Alchichica, México Avenida Villeda Diana Angélica, Margarita Caballero Miranda, Wolf-Henning Kusber, Socorro Lozano-García, Katherina Schimani, Oliver Skibbe, Jonas Zimmermann, Nélide Abarca
56	Limitación nutrimental en la época de secas en el lago de Zirahuén, Michoacán, México Saucedo Pimentel Antonio Román, Silvia Karen Castelazo Cortez, Rubén Hernández Morales
60	Aplicación de percepción remota en limnología aplicada (identificación de florecimientos de cianobacterias) como estrategia de gestión sostenible para el lago Tláhuac-Xico, CDMX y Edo. de México Alva Martínez Alejandro Federico, Felipe Omar Tapia Silva, Mónica Cristina Rodríguez Palacio, Manuel Antonio Guillén Puente, Cynthia Jaqueline Cruz Martínez, Luis Yitzak Ávila Díaz
66	Análisis morfológico y genético de <i>Chirostoma humboldtianum</i> y <i>Chirostoma riojai</i> (Atheriniformes: Atherinopsidae) Flores Valle Alejandro, Jhoana Diaz-Larrea, María del Rocío Zarate-Hernández, Laura Georgina Núñez-García; Mónica Cristina Rodríguez-Palacios; Andrés Sánchez-Morales
69	Estado trófico del lago cráter la joya de Yuriria, Guanajuato, México Peña Carlón Adriana, Rubén Hernández Morales, Ingrid Azeneth Cruz Cendejas
72	Impacto de la ganadería en el estado trófico de cenotes del Estado de Yucatán Jiménez Contreras Jorge, Regina Aracely Romero Magallanes, Sergio Castillo Sandoval, Julio Lestayo González, Martin Merino Ibarra, Paola Xanath Ruiz Mendoza, Brenda Rodríguez Cortés, Mariel Barjau Aguilar y Fernando Córdova Tapia
102	Comportamiento de la biomasa planctónica en un lago urbano después de un programa de restauración Peralta Soriano Laura, Catriona Andrea Zúñiga Ramos, Marco Antonio Escobar Oliva, María Guadalupe Oliva Martínez, María del Rosario Sánchez Rodríguez, Alfonso Lugo Vázquez
109	Alimentación y descripción histológica del sistema digestivo en etapas post eclosión de <i>Chirostoma humboldtianum</i> Loredo Ranjel Rosaura, Macedo-Garzón Beatriz, Aquino-Mora Linda Naomi, Cárdenas-Reygadas Rodolfo
110	Hidroquímica y estado trófico de la presa de Cointzio, Morelia, Michoacán México

	Sergio Sánchez Ramírez; Gloria Lariza Ayala Ramírez; Martha Beatriz Rendón; Gerardo Ruíz Sevilla, José Manuel Fabian Regalado, Mara Lizeth Ruíz Ayala
111	El mitogenoma de los copépodos: un mosaico evolutivo en transformación Urbán Olivares Javier, Elizabeth Ortega-Mayagoitia, José Arturo Alcántara-Rodríguez, Nohemi Dimas-Flores, Ana G. Cruz-Cruz, Alejandra Rougón-Cardoso, Jorge Ciroso-Pérez
18:00-19:40	Plenaria AMLAC <i>Lugar: Unidad de Seminarios, FES Iztacala</i>
Viernes, 14 de noviembre de 2025	
Hora	Sesión Oral 9 <i>Modera:</i> <i>Lugar: Unidad de Seminarios, FES Iztacala</i>
9:00-9:20	Oral 22 Acuaponía para el cambio social: desarrollo de un sistema piloto como parte de las tecnologías ecológico-productivas de una asociación civil en Amozoc, Puebla Ramírez Meneses Jessica Andrea, Raquel Mahetzi Cruz Gutiérrez, Justo Salvador Hernandez Avilés
9:20-9:40	Oral 68 Humedal artificial escolar: Experiencia de un diseño colaborativo Luna Cid Jesús Alberto, Brayan Agustín Barojas Castañeda, Giselle Alejandra Fernández Carreto, Aideé Montiel Martínez
9:40-10:00	Oral 65 El cultivo y comportamiento alimenticio de la especie invasora <i>Cordylophora caspia</i> (Pallas, 1771) (Hydrozoa; Cnidaria) Nandini Sarma, S. S. S. Sarma
10:00-10:20	Oral 27 Diversidad taxonómica y funcional: Ensamblaje de rotíferos monogonontos ante la eutrofización Espinosa Hernández Mario Joshua, Cesar Alejandro Zamora Barrios, Francisco José Torner Morales, Ricardo Iván Cruz Cano
10:20-10:40	Oral 36 Análisis de la variación vertical y estacional del fitoplancton del embalse Taxhimay, Estado de México Barranco Vargas Valeria Naomi, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez, José Manuel González-Fernández, Gloria Garduño-Solórzano, Alfonso Lugo-Vázquez, Laura Peralta-Soriano
10:40-11:00	Oral 113 ¿Las microalgas pueden tener un mejor amigo? Redes de co-ocurrencia en el fitoplancton en tres lagos cráter Villegas Uraga Héctor Daniel, Elizabeth Ortega-Mayagoitia, Miguel Pavel Reyes-Rodríguez, Osvaldo Hernández-Martínez
11:00-11:20	Receso café
11:20-12:20	<i>Conferencia magistral 6:</i> Humedales artificiales para la mejora de calidad de agua en lagos urbanos: el papel de los microorganismos Dr. Víctor Manuel Luna Pabello Facultad de Química, UNAM, México <i>Lugar: Auditorio del Centro Cultural Iztacala, FES Iztacala</i>
12:20-12:40	Receso
Hora	Sesión Oral 10 <i>Modera:</i> <i>Lugar: Unidad de Seminarios, FES Iztacala</i>
12:40-13:00	Oral 73 Variación espacial y temporal del estado trófico en un embalse estratégico del Bajío mexicano Hernández Morales Rubén, Isabel Israde Alcantara, Brandon Lair Tinoco Olivera, Gabriela Ana Zanor
13:00-13:20	Oral 26 Composición elemental, bioacumulación y toxicidad aguda del cadmio en zooplancton: un enfoque comparativo Alvarado Flores Jesús
13:20-13:40	Oral 4 Riesgo ecotoxicológico por contaminación con plaguicidas en el arroyo Manantlán, Reserva Biosfera Sierra de Manantlán – Jalisco Cruz Esquivel Angel de Jesús, Martínez-Rivera Luis Manuel, Sandoval-Pinto Elena, Meza-Rodríguez Demetrio, Peregrina-Lucano Alejandro

13:40-14:00	Oral 41 Concentraciones de plomo y cadmio en el zooplancton del humedal costero de Alvarado, Veracruz, México (Sureste del Golfo de México) Benítez-Fernández Nayeli Carmen, Ignacio Alejandro Pérez-Legaspi, Isidoro Rubio-Franchini, Luis Alfredo Ortega Clemente
14:00-14:20	Oral 100 Evaluación de la presencia de compuestos con efectos tóxicos, neurotóxicos y genotóxicos en los sedimentos de la cuenca baja del río Papaloapan, Veracruz, México Sobrino Figueroa Alma, Alberto Pérez Rojas, Sergio Álvarez Hernández
Hora	Sesión Oral 11 <i>Modera:</i> <i>Lugar: Unidad de Seminarios, FES Iztacala</i>
12:40-13:00	Oral 88 Actividad alelopática de <i>Ceratophyllum demersum</i> sobre <i>Chlamydomonas</i> sp.: importancia de la formación de palmeloides. Sánchez Hidalgo Mayorga Fernando, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez, Haide Saldaña-Esquivel, Ligia Rivera-De la Parra, Hugo Virgilio-Perales Vela
13:00-13:20	Oral 18 Efectos indirectos entre los copépodos el nativo y el invasor: Estudio de caso con <i>Mesocyclops longisetus curvatus</i> y <i>Mesocyclops pehpeiensis</i> Valencia Vargas Meetzli Alejandra, Nandini Sarma, Singaraju Sri Subrahmanya Sarma, María Elena Castellanos Páez
13:20-13:40	Oral 58 Depredación del acocil invasor <i>Procambarus clarkii</i> (Girard, 1852) sobre larvas de la rana de árbol <i>Dryophytes plicatus</i> (Brocchi, 1877) en condiciones de laboratorio Saavedra Martínez Ivan Manuel, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez
13:40-14:00	Oral distancia 42 Interaction between zooplankton and macrophytes: Perspective of Scientific Research in Mexico Figueroa Sánchez Michael Anai, Marco Antonio Jiménez-Santos
14:00-14:20	Oral 86 Seiches y su relación con el ecocidio de peces en lagos Gómez Reyes Eugenio
14:20-14:40	Receso Comida
16:00-17:00	Actividad cultural <i>Lugar: Auditorio del Centro Cultural Iztacala, FES Iztacala</i>
17:00-17:20	Receso café
17:20-19:00	Plenaria AMLAC <i>Lugar: Auditorio del Centro Cultural Iztacala, FES Iztacala</i>
19:00-19:30	Clausura <i>Lugar: Auditorio del Centro Cultural Iztacala, FES Iztacala</i>
20:00-24:00	Cena de clausura <i>Hotel Sede (Hotel Real Inn Perinorte)</i>

CONFERENCIAS MAGISTRALES

PLENARY LECTURES

CONFERENCIA MAGISTRAL 1

La limnología frente a la crisis ambiental: El caso de Xochimilco

Luis Zambrano

Instituto de Biología, UNAM, Departamento de Zoología, Laboratorio de Restauración Ecológica.
E-mail: zambrano@ib.unam.mx

Resumen

Los cuerpos de agua continentales son los ecosistemas más vulnerables frente a la crisis ambiental. El cambio climático está generando modificaciones en las dinámicas hídricas de ríos y lagos que son usados como drenaje por las ciudades, las industrias y la agricultura; y el cambio en la biodiversidad está modificando la estructura trófica en la columna de agua. Sin embargo, el estudio de los sistemas lóticos y lénticos pueden generar rutas que enfrenten esta crisis ambiental. Su rápida respuesta a intervenciones humanas permite experimentar sobre las dinámicas complejas de las relaciones socio-ecosistémicas, teniendo resultados en corto tiempo y generar teoría sobre el manejo, conservación y restauración de ecosistemas. Un ejemplo, es el estudio del humedal urbano de Xochimilco en la Ciudad de México. Por más de mil años la interacción de este humedal con el ser humano fue mutualista entre los habitantes y el ecosistema al generar productividad agrícola a la vez que se mantuvo la biodiversidad, calidad del agua. Sin embargo, en el último siglo, esta relación se perdió, comenzando con la sobreextracción de agua de sus manantiales. Posteriormente, la contaminación urbana eutrofizó sus aguas y a mediados del siglo pasado, la introducción de especies exóticas como la carpa (*Cyprinus carpio*) y la tilapia (*Tilapia nilotica*) para la acuicultura generaron resuspensión de sedimentos, aumentando la turbidez, la erosión de las paredes y una reducción significativa de organismos bentónicos. Finalmente, la urbanización de la zona chinampera basada en construcciones y en turismo masivo, con actividades deportivas y de festejo, genera un aumento de luz y ruido en toda la zona del humedal. Las múltiples amenazas obligan a tener programas de restauración interconectados en todos los procesos limnológicos: sedimento, columna de agua y zonas riparias (en este caso las chinampas). A partir de esta lógica surge el programa de chinampa-refugio para restaurar los canales que conforman el humedal. Este programa requirió de comprender la dinámica limnética espacial de los canales del Xochimilco enfocándose en una especie bandera: el axolote (*Ambytomia mexicana*). Este programa restaura la comunidad de plantas acuáticas, y de animales del bentos, plancton y necton a partir de acciones focales con la mejora de la calidad del agua. A su vez, busca un beneficio económico directo para los dueños de las chinampas que están generando los refugios. Los resultados son alentadores, con acciones simples de restauración, se reestablece el hábitat para los organismos nativos del humedal en poco tiempo. Este modelo ha demostrado que Xochimilco es resiliente y capaz de regresar a un estado estable deseable a partir de la intervención de la calidad del agua como variable disparadora del proceso de restauración. El ejemplo de Xochimilco muestra que el conocimiento limnético es clave para la restauración y conservación de un humedal urbano que provee de múltiples servicios ecosistémicos a más de 20 millones de habitantes.

Palabras clave: Xochimilco, Axolote, Humedal urbano, Restauración ecológica, chinampa-refugio.

CONFERENCIA MAGISTRAL 1

Limnology in the Face of the Environmental Crisis: The Case of Xochimilco

Luis Zambrano

Abstract

Continental water bodies are among the most vulnerable ecosystems in the context of the current environmental crisis. Climate change is altering the hydrological dynamics of rivers and lakes; aquatic systems are used as drainage for cities, industries, and agriculture; and biodiversity changes are modifying the trophic structure of the water column. However, the study of lotic and lentic systems can provide pathways to confront this crisis. Their rapid response to human interventions allows experimentation on the complex dynamics of socio-ecological relationships, yielding results in a short time and generating theory for ecosystem management, conservation, and restoration. A clear example is the study of the urban wetland of Xochimilco in Mexico City. For more than a thousand years, the interaction between this wetland and humans was mutualistic, as agricultural productivity was achieved while maintaining biodiversity and water quality. However, over the past century, this relationship has deteriorated, beginning with the over-extraction of water from its springs. Later, urban pollution led to the eutrophication of its waters, and by the mid-20th century, the introduction of exotic species such as the common carp (*Cyprinus carpio*) and tilapia (*Tilapia nilotica*) for aquaculture caused sediment resuspension, increased turbidity, wall erosion, and a significant reduction of benthic organisms. Finally, urbanization of the chinampa zone (through construction and massive tourism, including recreational and festive activities) has intensified light and noise pollution throughout the wetland. These multiple threats demand restoration programs that interconnect all limnological components: sediments, water column, and riparian zones (in this case, the chinampas). From this perspective emerged the *chinampa-refuge* program, aimed at restoring the canals that make up the wetland. This program required an understanding of the spatial limnetic dynamics of Xochimilco's canals, focusing on a flagship species: the axolotl (*Ambystoma mexicanum*). The program restores aquatic plant, benthic, planktonic, and nektonic communities through targeted actions that improve water quality, while also providing direct economic benefits to the chinampa owners involved in creating the refuges. The results are encouraging: with simple restoration actions, habitat for native wetland organisms can be re-established in a short period. This model has demonstrated that Xochimilco is resilient and capable of returning to a desirable stable state through interventions centered on water quality as the key trigger of the restoration process. The Xochimilco case shows that limnological knowledge is essential for the restoration and conservation of an urban wetland that provides multiple ecosystem services to more than 20 million inhabitants.

Keywords: Xochimilco, Axolotl, Urban wetland, Ecological restoration, Chinampa-refuge.

CONFERENCIA MAGISTRAL 2

Uncovering the philosophical background that may shape limnological and ecological research on ponds

Thomas Mehner

Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, Dept. of Fish Ecology, Fisheries and Aquaculture, Berlin, Germany

Email. thomas.mehner@igb-berlin.de

Abstract

Limnologists are rarely trained in philosophical thinking, although doing research means doing philosophy, even if this happens unconsciously. Motivated by my own genuine interest in philosophical concepts, I will elucidate three examples for the correspondence between limnological research on ponds and philosophy. These examples cover ontology, epistemology, philosophy of sciences and moral philosophy. I will show that we often have very indifferent understanding of what things are (e.g., biodiversity of ponds), of how we can study phenomena (e.g., species interactions in ponds), and of how our own values affect how we study and evaluate scientific patterns or processes (e.g., outcome of conservation actions for ponds). I will also show that ponds are fascinating aquatic ecosystems with an underestimated importance for various ecosystem functions and Nature's Contribution to People (NCPs).

Keywords: small aquatic ecosystems, biodiversity, metacommunity assembly, stakeholder interactions

CONFERENCIA MAGISTRAL 2

Descubriendo el trasfondo filosófico que da forma a la investigación limnológica y ecológica en estanques

Thomas Mehner

Resumen

Los limnólogos rara vez reciben formación en pensamiento filosófico, aunque hacer investigación implica hacer filosofía, incluso cuando esto ocurre de manera inconsciente. Motivado por mi propio interés genuino en los conceptos filosóficos, expondré tres ejemplos que ilustran la correspondencia entre la investigación limnológica sobre estanques y la filosofía. Estos ejemplos abarcan la ontología, la epistemología, la filosofía de la ciencia y la filosofía moral. Mostraré que con frecuencia tenemos una comprensión muy indiferente o poco reflexiva sobre qué son las cosas (por ejemplo, la biodiversidad de los estanques), sobre cómo podemos estudiar los fenómenos (por ejemplo, las interacciones entre especies en los estanques), y sobre cómo nuestros propios valores influyen en la forma en que estudiamos y evaluamos los patrones o procesos científicos (por ejemplo, los resultados de las acciones de conservación en los estanques). Asimismo, demostraré que los estanques son ecosistemas acuáticos fascinantes, cuya importancia para diversas funciones ecosistémicas y para las Contribuciones de la Naturaleza a las Personas (NCPs) ha sido subestimada.

Palabras clave: ecosistemas acuáticos pequeños, biodiversidad, ensamblaje de metacomunidades, interacciones entre actores sociales

Note: This abstract was translated into Spanish with the assistance of ChatGPT (OpenAI, 2025).

CONFERENCIA MAGISTRAL 3

Cambio climático desde Cuatro Ciénegas hasta Patagonia y de regreso: ¿Qué sabemos y qué podemos hacer?

Valeria Souza Saldivar, Luis E. Eguiarte Fruns

Departamento de Ecología Evolutiva. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

E-mails: souza@unam.mx, fruns@unam.mx

Resumen

La Tierra depende de su “microbioma colectivo” para poder reciclar los elementos básicos de la vida, carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre (CHONPS). Ahora sabemos que esta tarea ecosistémica se organizó durante la historia del planeta como un “reloj”, engranaje tras engranaje, en cada capa de los tapetes microbianos y estromatolitos del mar ancestral, donde la evolución favoreció la cooperación en un mundo con pocos nutrientes. Este “reloj” ecosistémico quedó ensamblando desde hace más de 3.5 mil millones de años. Desafortunadamente, día de hoy, el “reloj de la vida” está roto tanto en la atmósfera como en el mar. El equilibrio inicial se rompió principalmente debido al exceso de Carbono inicialmente fósil que por su combustión ha generado gran cantidad de CO₂ atmosférico, así como la fijación industrial de Nitrógeno como fertilizante, utilizando para esto el Carbono fósil para romper al N₂. ara poder entender cómo se ensambló la vida, necesitamos de sistemas modelo que nos lleven al pasado profundo. Cuatro Ciénegas es un oasis en el estado de Coahuila que en la actualidad es uno de los sitios más diversos en bacterias, arqueas y virus del mundo. Estos microbios se encuentra sobre todo formando parte de los ciclos ancestrales en los tapetes microbianos y estromatolitos, ya que en este oasis se guardó la “señal marina” primigenia de la vida, por lo tanto del estado de los “engranajes” originales del reloj de la vida. Sin embargo, este oasis se encuentra en peligro de desaparecer por el continuo uso irresponsable del agua profunda por parte de la agricultura, aunque hemos trabajado mucho en la concientización y educación tanto local como estatal. Con el conocimiento derivado de entender al extraordinario oasis de Cuatro Ciénegas, elaboramos un proyecto apoyado por el gobierno de Chile para entender las consecuencias del desbalance biogeoquímico en uno de los sitios más vulnerables del planeta, la vida marina en la región de Magallanes, en el extremo sur de Chile. En esta región convergen las corrientes del Atlántico Sur, Pacífico Sur y la circumpolar Antártica. En este proyecto utilizamos al microbioma superficial de nueve especies marinas, cada una con una historia de vida particular, así como el agua, suelo y sedimento como bioindicadores de cambio climático. Los datos de cinco años de estudio indican que cada especie de hospedero en cada sitio del estrecho tienen diferentes microbiomas asociados y que los genes relacionados con el estrés se están sobre-expresando en muchas de las especies microbianas. En particular hemos encontrado elevados niveles de reparación del ADN de doble cadena por la exposición de radiación UVB. Esta radiación aumente en la primavera-verano austral porque el hoyo de ozono recientemente ha incrementado su área, no está cerrado. Aunado a lo anterior, está el estrés del cambio de temperatura del agua, mismo que ha hecho que, por ejemplo, las sardinias migren 1 grado de latitud más al sur, y con ellas sus depredadores. También los cangrejos gigantes (centollas) muestran estrés por el cambio de

salinidad, debido al derretimiento de los glaciares. ¿Qué podemos hacer ante algo tan grave? Por una parte hay que alertar a la comunidad global de que el hoyo de ozono no es algo resuelto, y que es una amenaza particularmente grave en las zonas australes. Por otro lado, por ejemplo hemos desarrollado un consorcio microbiano que “cierra” el ciclo del Nitrógeno en cuerpos de agua, tanto lagos, esteros, como en acuicultura. Esto es importante ya que las costas eutrofizadas por las actividades antropocéntricas (acuicultura y agricultura) generan zonas de mínimo oxígeno que ponen en peligro la vida acuática y liberan gases invernadero aún más potentes que el CO₂.

Palabras clave: Biodiversidad microbiana, cambio climático, Chile, ciclos biogeoquímicos, Coahuila, conservación, microbioma, soluciones ambientales.

CONFERENCIA MAGISTRAL 3

Climate change: from Cuatro Ciénegas to Patagonia and back, what do we know and what can we do?

Valeria Souza Saldivar, Luis E. Eguiarte Fruns

Abstract

The planet depends on its collective microbiome to recycle the basic elements of life: carbon, hydrogen, oxygen, nitrogen, phosphorus, and sulfur (CHONPS). We now know that this ecosystemic task was organized like a gear-to-gear “clock” in each layer of microbial mats and stromatolites of the ancient sea, where evolution favored cooperation in a nutrient-depleted world, assembling the complete clock over 3.5 billion years ago. Today, the clock of life is broken in both the atmosphere and the sea. The initial balance was disrupted primarily by excess fossil carbon and industrial nitrogen fixation, using that fossil carbon to break down N₂. To understand the assembly of life, we need model systems. Cuatro Ciénegas, Coahuila, is currently the most biodiverse site for bacteria, archaea, and viruses in the world. These microbes are mainly found within ancestral cycles in microbial mats and stromatolites, as this oasis preserved the primordial marine signal of life, reflecting the state of the “original gears of the clock of life.” However, this oasis is in danger of disappearing due to the irresponsible extraction of deep water for agriculture. We have worked extensively on local and state awareness and education programs. Building on the knowledge from this extraordinary oasis, we developed a project supported by the Chilean government to explore the consequences of biogeochemical imbalance in one of the planet’s most vulnerable regions: marine life in Magallanes, at the southern tip of Chile, where the South Atlantic, South Pacific, and circumpolar Antarctic currents converge. In this project, we used the surface microbiome of nine marine species, each with a distinct life history, as well as water, soil, and sediment, as bioindicators of climate change. Data from five years of research indicate that each host species at each site in the Strait has a particular biosignature and that genes associated with stress are overexpressed in many species. In particular, there is a significant increase in double-stranded DNA repair due to UVB exposure, which intensifies during the southern spring and summer as the ozone hole continues to expand. Added to this is the stress of changing water temperatures, which has caused sardines to migrate one degree of latitude farther south, followed by their predators. King crabs are also under stress from salinity changes due to glacial melting. What can we do? We must alert the global community that the ozone hole is not closed and remains a serious threat in southern regions. Furthermore, we developed a microbial consortium that restores the nitrogen cycle in aquatic systems (lakes, estuaries, and aquaculture) since eutrophicated coastlines generate oxygen-minimum zones that endanger aquatic life and release greenhouse gases more potent than CO₂.

Keywords: Climate change, microbiome, biogeochemical cycles, microbial biodiversity, environmental solutions.

Impacto del cambio global en ecosistemas lacustres de México: una visión paleoecológica

Margarita Caballero

Laboratorio de Paleolimnología, Instituto de Geofísica, UNAM
maga@igeofisica.unam.mx

Co-autores: Dra. B. Ortega, Dra. S. Lozano, Dra. E. Torres, Dra. G. Vázquez, Dr. M. Waters, Dr. J Alcocer, Dra. S. Sosa, Dra. D. Avendaño, Dra. C. Chávez, Dra. D. Ibarra, M en C M. Amezcua, etc.

Resumen

El análisis de sedimentos lacustres es una herramienta que permite estudiar a los lagos desde una perspectiva temporal que no es posible lograr de otra forma, extendiendo el periodo de observación por décadas y hasta milenios. Los sedimentos acumulados en el fondo de un lago concentran materiales de toda la cuenca de captación, ofreciendo una perspectiva integral de la evolución del lago y su entorno. En ellos se preservan indicadores paleoambientales, como elementos que indican erosión (titano), minerales que indican evaporación (carbonato de calcio) y restos de organismos que pueden indicar nivel trófico, salinidad, profundidad, cubierta vegetal o fuego. Se requiere de la obtención de secuencias sedimentarias inalteradas y la aplicación de un método de datación (^{210}Pb , ^{14}C los principales) para transformar la profundidad en una edad de depósito. En esta charla presentaré tres ejemplos: (i) el impacto humano durante el Holoceno medio en la cuenca de México (8 a 6 mil años), (ii) el impacto de una sequía intensa que afectó a toda Mesoamérica a final del Clásico (700 a 900 d.C.) y (iii) el impacto humano de los últimos 75 años en los lagos de Montebello, Chiapas. (i) El sur de la cuenca de México contiene evidencias de ocupación humana sedentaria muy antigua (~8,000 años). Registros paleoambientales de Chalco y Xochimilco han permitido identificar que estos asentamientos coinciden temporalmente con momentos en los que existían aguas salobres, elevada evaporación, y bajo nivel lacustre, lo que facilitó la ocupación de islotes y playas. Hace unos 6,000 años el clima regresó a condiciones más húmedas, el nivel lacustre se incrementó y se establecieron densas franjas de vegetación litoral. En este momento se identifican abundantes partículas carbonizadas que reflejan el impacto humano asociado a la quema de la vegetación litoral como estrategia para la explotación del ecosistema acuático. (ii) El lago Coatetelco, Morelos, se ubica en una zona de clima semiseco, sensible a las sequías. Su registro paleoambiental permite identificar 5 sequías durante los últimos 2000 años. La principal durante el período Clásico (100 a 900 d.C.), cuando las ciudades-estado del centro y sur de Mesoamérica llegaron a su apogeo cultural, pero fueron abandonadas hacia el año 900 d.C. Además del registro de Coatetelco, esta sequía ha sido documentada en otros tres lagos estudiados por nuestro grupo, desde el Pacífico hasta el Golfo de México, dando evidencia de un evento de impacto regional. (iii) Los Lagos de Montebello, Chiapas, son famosos por su belleza, colores y transparencia, pero desde 2003 empezaron a reportarse cambios hacia aguas turbias. Estudios limnológicos confirmaron que algunos lagos son ahora turbios y eutróficos, aunque otros permanecen aparentemente inalterados, transparentes y oligotróficos. Estudios paleoambientales permiten

identificar que los lagos hoy eutróficos eran antes oligotróficos, y que incrementos en la erosión (titanio) estuvieron asociados con el cambio hacia ambientes eutróficos desde los años 1950s en algunos lagos y durante 2003 a 2005 en otros. Lo interesante es que, hasta los lagos aparentemente inalterados, están afectados por eutrofización incipiente y cambios ecológicos asociados con el calentamiento global.

Palabras clave: Paleolimnología, Holoceno, Antropoceno, Paleoambientes.

Impact of global change on Mexican lake ecosystems: A paleoecological perspective

Margarita Caballero

Abstract

The analysis of lake sediments is a powerful tool that allows the study of lakes from a temporal perspective that otherwise would be impossible to achieve, extending the observation period over decades or even millennia. The sediments accumulated at the bottom of a lake concentrate materials from the entire catchment area, offering an integrative view of the lake's evolution and its surrounding environment. These sediments preserve paleoenvironmental indicators, such as elements reflecting erosion (titanium), minerals indicating evaporation (calcium carbonate), and remains of organisms that reveal trophic level, salinity, depth, vegetation cover, or fire history. To reconstruct such records, it is necessary to obtain undisturbed sedimentary sequences and apply dating methods (mainly ^{210}Pb and ^{14}C) to transform depth into depositional age. In this talk, I will present three examples: (i) human impact during the Middle Holocene in the Basin of Mexico (8,000–6,000 years ago); (ii) the effects of an intense drought that affected all of Mesoamerica at the end of the Classic period (700–900 CE); and (iii) the human impact of the last 75 years on the Montebello Lakes, Chiapas. (i) The southern Basin of Mexico contains evidence of very early sedentary human occupation (~8,000 years ago). Paleoenvironmental records from Chalco and Xochimilco reveal that these settlements coincided with brackish waters conditions, high evaporation, and low lake levels, which facilitated the occupation of islets and shorelines. About 6,000 years ago, the climate became wetter, lake levels rose, and dense littoral vegetation developed. At this time, abundant charcoal particles indicate human impact associated to the burning of littoral vegetation as a strategy to exploit aquatic resources. (ii) Lake Coatetelco, in Morelos, is located in a semi-arid region, highly sensitive to drought. Its paleoenvironmental record shows five drought events over the past 2,000 years, the most severe occurring during the Classic period (100–900 CE), when Mesoamerican city-states in the central and southern regions reached their cultural peak but were abandoned around 900 CE. In addition to Coatetelco, this drought has been documented in three other lakes studied by our group, from the Pacific to the Gulf of Mexico, providing evidence of a widespread regional event. (iii) The Montebello Lakes in Chiapas are renowned for their beauty, color, and clarity. Nevertheless, since 2003, changes toward turbid waters have been reported. Limnological studies confirmed that some lakes are now turbid and eutrophic, while others remain apparently unaltered, transparent, and oligotrophic. Paleoenvironmental studies indicate that the now-eutrophic lakes were formerly oligotrophic, and that increases in erosion (titanium) were associated with the shift to eutrophic conditions since the 1950s in some lakes, and between 2003 and 2005 in others. Interestingly, even the apparently unaltered lakes show incipient eutrophication and ecological changes associated with global warming.

Keywords: Paleolimnology, Holocene, Anthropocene, Paleoenvironment

CONFERENCIA MAGISTRAL 5

Tratamiento descentralizado de aguas residuales como una estrategia para contribuir al desarrollo sostenible en grandes ciudades

Alfonso Durán Moreno

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, Departamento de Ingeniería Química, Unidad de Proyectos y de Investigación en Ingeniería Ambiental

Email: duan@quimica.unam.mx

Resumen

La rápida expansión de las zonas urbanas plantea desafíos cada vez mayores para una gestión sostenible de las aguas residuales. Los sistemas descentralizados de tratamiento de aguas residuales se plantean como una estrategia flexible y eficaz para apoyar el desarrollo sostenible en grandes regiones metropolitanas. Al alejarse de los modelos centralizados tradicionales, estos enfoques ofrecen mayor adaptabilidad, fomentan la reutilización del agua y contribuyen a reducir la presión sobre el ambiente. En consonancia con los principios de la economía circular, los sistemas descentralizados también promueven la recuperación de recursos, mejoran la eficiencia energética y fortalecen la resiliencia urbana. Los reactores biológicos tubulares, han demostrado un rendimiento prometedor y una buena escalabilidad para su aplicación en entornos urbanos.

Palabras clave: Desarrollo Sostenible, Economía circular, Descentralización, Tratamiento de aguas residuales, Reactor Biológico Tubular.

Decentralized wastewater treatment as a strategy to contribute to Sustainable Development in large cities

Alfonso Durán Moreno

Abstract

The rapid expansion of urban areas presents growing challenges for sustainable wastewater management. Decentralized wastewater treatment systems offer a flexible and effective strategy to support sustainable development in large metropolitan regions. By moving away from conventional centralized models, these approaches provide greater adaptability, encourage water reuse, and help reduce environmental pressures. In line with the principles of the circular economy, decentralized systems also promote resource recovery, improve energy efficiency, and enhance urban resilience. Particular attention is given to the use of tubular biological reactors, which have shown promising performance and scalability for urban applications.

Keywords: Sustainable Development, Circular Economy, Decentralization, Wastewater Treatment, Tubular Biological Reactor.

CONFERENCIA MAGISTRAL 6

Humedales artificiales para la mejora de calidad de agua en lagos urbanos: El papel de los microorganismos

Víctor Manuel Luna Pabello

Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México

Email: lpvictor@unam.mx

Resumen

Los humedales artificiales (HA) son sistemas depuradores de aguas contaminadas basados en principios naturales. Sus principales elementos —agua, medio de soporte, plantas y microorganismos— desempeñan un papel fundamental en la eliminación de microorganismos de interés sanitario y en la transformación de compuestos orgánicos e inorgánicos. Su adecuada interacción permite que los HA depuren progresivamente el agua hasta alcanzar el nivel de limpieza requerido. En cuanto a los microorganismos, se encuentran bacterias, protozoos, microalgas, hongos y animales microscópicos, que cumplen cuatro funciones principales: (1) contaminantes, aportando color y olor al agua; (2) patógenos y parásitos de origen fecal; (3) indicadores de calidad saprobia, eutrofización, calidad sanitaria y eficiencia operativa de las plantas de tratamiento; y (4) depuradores de contaminantes carbonosos, nitrogenados y fosforados. Su interacción permite la formación de cadenas alimentarias microbianas cuya estructura refleja la calidad del agua. Las bacterias y hongos saprófitos biotransforman la materia orgánica disuelta y particulada; las microalgas asimilan nitrógeno y fósforo; los protozoos consumen microalgas, bacterias enteropatógenas y saprofitas; mientras que los animales microscópicos, como nemátodos detritívoros y rotíferos, se alimentan de bacterias, microalgas y flagelados. Este conjunto de interacciones, junto con el efecto depurador del medio de soporte y las plantas vasculares, permite que el humedal produzca agua tratada con una reducción significativa de bacterias enteropatógenas y de los contenidos de carbono, nitrógeno y fósforo. De esta forma, los HA contribuyen a la prevención y restauración de lagos urbanos contaminados y al cumplimiento de la calidad de agua requerida para su descarga. Un ejemplo exitoso se observa en los dos humedales artificiales del Lago del Bosque de San Juan de Aragón (LBSJA), un lago urbano de 12 hectáreas alimentado con el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales municipales tipo lodos activados, conocida como “Tlacos”. Las concentraciones de nitrógeno y fósforo presentes, junto con los aportes de los peces que lo habitan, mantienen al sistema en un estado eutrófico. El primer HA, de aproximadamente una hectárea, fue construido dentro del propio lago, tiene forma de abanico y consta de humedales de flujo subsuperficial y acuático. Fue diseñado para mejorar la calidad del agua, reducir la eutrofización y proporcionar hábitat a especies de aves migratorias. El segundo HA, con forma de caracol, combina de manera alternada humedales de flujo subsuperficial y acuáticos. Su propósito es obtener agua de alta calidad para el cultivo de hortalizas y peces destinados a la alimentación de los animales en cautiverio del bosque.

Artificial Wetlands for Improving Water Quality in Urban Lakes: The Role of Microorganisms

Víctor Manuel Luna Pabello

Abstract

Artificial wetlands (AWs) are wastewater treatment systems based on natural purification principles. Their main components include water, a supporting medium, plants, and microorganisms. Each of these elements plays a crucial role in removing microorganisms of sanitary concern and transforming the organic and inorganic compounds present in the water. The proper interaction among them allows AWs to gradually purify the water until the desired quality level is achieved. In the case of microorganisms, these include bacteria, protozoa, microalgae, fungi, and microscopic animals, which fulfill four main functions: (1) contaminants, contributing to the color and odor of water; (2) pathogens and parasites, originating from fecal waste; (3) indicators of saprobic, eutrophic, sanitary, and operational quality in treatment plants; and (4) purifiers, involved in the removal of carbon-, nitrogen-, and phosphorus-based contaminants. Their balanced interaction forms microbial food webs whose community structure reflects the prevailing water quality. Saprophytic bacteria and fungi biotransform dissolved and particulate organic matter; microalgae assimilate nitrogen and phosphorus; protozoa consume microalgae, enteropathogenic and saprophytic bacteria, and other contaminants; while microscopic animals—such as detritivorous nematodes and rotifers—feed on bacteria, microalgae, and flagellates. The combined microbial interactions, together with the depurative effects of the supporting medium and vascular plants, enable the artificial wetland to produce treated water with significantly reduced concentrations of enteropathogenic bacteria and lower levels of carbon, nitrogen, and phosphorus. In this way, AWs contribute to the prevention and restoration of polluted urban lakes and to meeting the water quality standards required for discharge into them. A practical example of their application can be found in the two artificial wetlands built in the San Juan de Aragón Urban Lake (LBSJA). This 12-hectare lake is supplied by the effluent from the municipal wastewater treatment plant “Tlacos,” which operates under an activated-sludge system. The concentrations of nitrogen and phosphorus it receives—along with those contributed by resident fish—maintain the lake in a eutrophic state. The first AW, covering approximately one hectare, was constructed within the lake itself. It has a fan-shaped design and includes both subsurface flow and surface aquatic wetlands. It was designed to improve water quality by reducing eutrophication levels and to create habitat for migratory bird species. The second AW, built in a spiral (“snail”) configuration, alternates subsurface flow and aquatic wetland sections. It was conceived to produce high-quality water suitable for cultivating vegetables and fish to feed the captive animals within the San Juan de Aragón forest.

Keywords: Artificial wetlands, Microbial food webs, Urban lakes, Water quality, San Juan de Aragón

**COMUNICACIONES
(ORALES Y CARTELES)**

*PRESENTATIONS
(ORAL AND POSTER)*

Estrategias microbianas para enfrentar la ultra-oligotrofia en tapetes microbianos glaciales

Patricia M. Valdespino Castillo^{1,*}

¹ Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México

* E-mail: valdespinopm@encit.unam.mx

Resumen

En el continente antártico, la vida enfrenta diversas condiciones limitantes, por ejemplo, baja temperatura, ciclos de congelación-descongelación, limitación por nutrientes y por luz, entre otros. En este ambiente poliextremo, los microorganismos representan el compartimiento con la más alta biodiversidad entre los ecosistemas antárticos. Así mismo, son responsables de las transformaciones biogeoquímicas y el cambio ecosistémico a partir de sus metabolismos extraordinarios, que aún son bastante desconocidos. En este trabajo, nuestro objetivo es estudiar la diversidad, la ecología y las estrategias microbianas en tapetes microbianos, que son comunidades microbianas limnéticas que se desarrollan en corrientes de deshielo glacial en ambientes poliextremos antárticos, incluyendo muestras durante la noche polar. Para ello se integraron la metagenómica dirigida y no dirigida, así como con imagen química de infrarrojo basada en luz de sincrotrón. Los resultados integrados de varios estudios apuntan a que la oligotrofia, particularmente relacionada con el N y con el Si, representa uno de los factores más relevantes relacionados con la diversidad taxonómica y metabólica. Los resultados muestran tanto a los grupos microbianos como a los marcadores metabólicos más relacionados con la ultra-oligotrofia, nombrados aquí N y Si-oligótrofos entre los que destacan proteobacterias y flavobacterias. Estos resultados contribuyen al conocimiento de las estrategias microbianas más fundamentales para enfrentar la extremofilia, al tiempo que contribuyen a entender el papel de ciertos grupos microbianos para transformar los ecosistemas.

Palabras clave: diversidad metabólica, ultra-oligotrofia, tapetes microbianos, glaciares.

Microbial strategies to address ultra-oligotrophy in glacier microbial mats

Patricia M. Valdespino Castillo^{1, *}

Abstract

On the Antarctic continent, life faces various limiting conditions, such as low temperatures, freeze-thaw cycles, nutrient and light limitations, among others. In this polyextreme environment, microorganisms represent the compartment with the highest biodiversity among Antarctic ecosystems. They are also responsible for biogeochemical transformations and ecosystem change through their extraordinary metabolisms, which are still largely unknown. Therefore, the objective of this work is to study the microbial diversity, ecology, and strategies in microbial mats, which are limnetic microbial communities that develop in ice-melting currents in Antarctic polyextreme environments, including samples collected during the polar night. For this, we integrated targeted and untargeted metagenomics, as well as synchrotron-based infrared chemical imaging. The integrated results of various studies suggest that oligotrophy, particularly in relation to N and Si, is one of the most significant factors influencing taxonomic and metabolic diversity. The results reveal both the microbial groups and metabolic markers most closely associated with ultra-oligotrophy, named here as N and Si-oligotrophs, where proteobacteria and flavobacteria stand out. These results contribute to our understanding of the most fundamental microbial strategies for facing extremophily, while also contributing to our understanding of the role of certain microbial groups in transforming ecosystems.

Keywords: metabolic diversity, ultra-oligotrophy, microbial mats, glaciers.

Reconstrucción paleoambiental de los últimos 2,000 años en la costa de Oaxaca

Miguel Ángel Castro Rodríguez^{1,2*}, Margarita Caballero ^{1*}, Alexander Correa Metrio³, Arthur Joyce⁴

¹ Laboratorio de Paleolimnología, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Coyocán, CP 04510, Ciudad de México, México.

² Facultad de Ciencias, UNAM, México.

³ Centro de Geociencias, UNAM, México.

⁴ Universidad de Colorado, Boulder CO, USA.

* E-mail: scipio320017933@ciencias.unam.mx, maga@igeofisica.unam.mx

Resumen

La cuenca del Río Verde, en la costa de Oaxaca, fue un importante centro poblacional prehispánico desde el periodo Formativo temprano (1800 - 900 a. C.), cuando se establecieron los primeros asentamientos. Mientras que estudios arqueológicos en esta zona han evidenciado cambios en el paisaje inducidos por actividades humanas, los registros paleolimnológicos ofrecen, por su continuidad deposicional y alta resolución, una herramienta única para inferir condiciones climáticas regionales a escalas temporales finas y analizar la interacción de las poblaciones con el ambiente. Así, se presentan los resultados del análisis de un núcleo sedimentario de 140 cm de profundidad proveniente de la "Laguna el Charquito" ubicada en Charco Nduayoo, Santiago Jamiltepec, Oaxaca, cerca del principal asentamiento de la zona, "Río Viejo". En esta secuencia, se midieron perfiles elementales con fluorescencia de rayos X en un analizador automatizado (FRX-Core Scanner) y se obtuvo un modelo de edad preliminar basado en tres dataciones por radiocarbono. Por otra parte, 30 muestras del sedimento están siendo analizadas para determinar su contenido de diatomeas. Encontramos que el registro del lago cubre los últimos 1800 años, desde 220 hasta 2003 d.C. La estratigrafía muestra un cambio ambiental abrupto entre el Clásico y el Posclásico. Asimismo, el titanio sugiere un alto aporte sedimentario, particularmente durante el Clásico. El calcio, por su parte, indica variabilidad en la profundidad del lago con algunos episodios de alta precipitación de carbonatos durante el Posclásico. Las diatomeas muestran que la influencia marina es persistente, con especies con afinidad a agua salada o salobre como *Pleurosigma normanii* y *Diploneis smithii*. Estos datos apoyan la interpretación que, en el Clásico, el aporte sedimentario de la cuenca superior incrementó y alteró la morfología del río, extendiendo la llanura aluvial del Río Verde. En cambio, el límite Clásico-Posclásico vio mayor variabilidad climática y episodios de aridez.

Palabras clave: Cuenca del Río Verde, Paleolimnología, Variabilidad climática

Paleoenvironmental reconstruction of the last 2,000 years in coastal Oaxaca

Miguel Ángel Castro Rodríguez^{1,2*}, Margarita Caballero ^{1*}, Alexander Correa Metrio³, Arthur Joyce⁴

Abstract

The lower Río Verde Valley in coastal Oaxaca was an important prehispanic population center in the early Formative (BC 1800- 900), when the first agricultural settlements were established. Archaeological evidence suggests that anthropogenically-induced landscape change has played an important role in shaping the region's geomorphology as well as the local human populations' interaction with the environment. Due to their depositional continuity and resolution, paleolimnological records offer unique insights into past local climatic conditions and allow us to infer past human-environment interactions with high spatial and temporal resolution. Here we present the results of the analysis of a 140 cm long sedimentary core extracted from "Laguna el Charquito", a lake located in Charco Nduayoo, Santiago Jamiltepec, Oaxaca, near "Río Viejo", one of the most important settlements from Formative period Oaxaca. We measured the sedimentary sequence's elemental profiles with an automated X-ray fluorescence analyzer (FRX-Core Scanner) and obtained a preliminary age-depth model based on three radiocarbon dates. Likewise, 30 sediment samples are being analyzed to determine the diatom community composition across the lake's record. We've found that the lake record spans the last 1800 years, from AD 220 to 2003. The stratigraphy shows a sudden climatic change in the Classic-Postclassic boundary. On the other hand, the titanium profile suggests a strong sedimentary input during the Classic period, while the calcium/titanium profiles show increased variability in the lake's depth during the Postclassic. Diatom community assemblages indicate a strong and long-lasting marine influence, with dominance of several brackish water species such as *Pleurosigma normanii* and *Diploneis smithii*. Overall, these observations imply that, during the Classic period, increased sedimentary discharge from the upper basin modified the Río Verde's morphology and extended the river's floodplain. In contrast, the Classic-Postclassic boundary saw increased climatic variability and possibly extended drought episodes.

Keywords: Climatic variability, Paleolimnology, Río Verde Valley

Caracterización limnológica del embalse Topocoro: Metabolismo acuático y niveles de trofia en tres años de monitoreo

Kellys Nallith Salcedo Hurtado^{1*}, Raúl Alberto Pérez Agamez², Catalina Rodríguez³ Gustavo Antonio Peñuela³

¹ Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria, Facultad de Ingeniería, Grupo de Investigación en Tecnologías de Información y Medio Ambiente del Tecnológico de Antioquia (GITIMA), Calle 78B # 72ª 220, Medellín Colombia.

² Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Estadística, Grupo de Investigación Estadística, Carrera 65 Nro. 59A - 11 Medellín Colombia.

³ Universidad de Antioquia, Facultad de Ingeniería, Grupo de Investigación Diagnostico de la Contaminación (GDCON), Calle 67 # 53 - 108, Medellín Colombia

* E-mail: kellys.salcedo@tdea.edu.co

Resumen

La calidad del agua y los niveles de trofia constituyen indicadores clave para evaluar el estado ambiental de ecosistemas acuáticos, permitiendo analizar tanto las condiciones naturales como los impactos antropogénicos. Estos parámetros son fundamentales para comprender la influencia de factores físicos, químicos y biológicos en la dinámica biogeoquímica y la salud del sistema, así como para orientar estrategias de conservación que garanticen la sostenibilidad y funcionalidad del recurso hídrico. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua y el nivel de trofia en el embalse Topocoro durante sus primeros tres años de operación (2015-2017), con el propósito de caracterizar el metabolismo acuático del sistema. Se realizaron cuatro muestreos anuales, cubriendo tres periodos climáticos (lluvia, sequía y transición), donde se monitorearon parámetros in situ, fisicoquímicos y biológicos. La valoración del Índice de Calidad del Agua (ICA) y el nivel de trofia se calcularon con base en metodologías reconocidas internacionalmente. Los resultados mostraron que, según el índice NSF, el 87,9% de las muestras presentaron calidad buena y el 12,1% calidad media. El ISQA clasificó el 57,9% como buena, el 33,6% como media y el 8,6% como mala, mientras que el IDEAM reportó un 0,7% de calidad excelente, 27,1% buena, 68,6% media y 3,6% mala. En cuanto a la trofia, se identificaron condiciones que oscilan entre hipertróficas (56% a 100%) y mesotróficas (55,4%), evaluadas mediante fósforo total, clorofila a y nitrógeno total. Las variables con mayor influencia en el metabolismo acuático fueron, a nivel físico: sólidos suspendidos, precipitación, humedad, temperatura y calor específico; a nivel químico: pH, formas de nitrógeno, oxígeno disuelto y dióxido de carbono; y a nivel biológico: concentración de clorofila a, modulada por especies fitoplanctónicas como *Anabaena* sp., *Chlorella*, *Staurastrum*, *Aulacoseira*, *Netrium* sp., *Pinnularia*, *Nizschia* sp. y *Navicula* sp. Se concluye que el embalse Topocoro presenta un metabolismo acuático activo en sus primeros años, con capacidad para consumir y transformar el carbono asimilable proveniente de sus tributarios y de la biomasa inundada, lo que es fundamental para la gestión y conservación del recurso hídrico en la región.

Palabras clave: metabolismo acuático, calidad del agua, trofia, embalses.

Limnological Characterization of the Topocoro Reservoir: Aquatic Metabolism and Trophic Levels in Three Years of Monitoring

Kellys Nallith Salcedo Hurtado^{1*}, Raúl Alberto Pérez Agamez², Catalina Rodríguez³ Gustavo Antonio Peñuela³

Abstract

Water quality and trophic levels are key indicators for assessing the environmental status of aquatic ecosystems, allowing analysis of both natural conditions and anthropogenic impacts. These parameters are essential for understanding the influence of physical, chemical, and biological factors on the biogeochemical dynamics and health of the system, as well as for guiding conservation strategies that ensure the sustainability and functionality of water resources. The objective of this study was to evaluate water quality and trophic levels in the Topocoro Reservoir during its first three years of operation (2015–2017), with the aim of characterizing the aquatic metabolism of the system. Four annual sampling campaigns were carried out, covering three climatic periods (rainy, dry, and transition), where in situ, physicochemical, and biological parameters were monitored. OR Four annual samplings were conducted. The Water Quality Index (WQI) and trophic level were calculated based on internationally recognized methodologies. The results showed that, according to the NSF index, 87.9% of the samples were of good quality and 12.1% were of average quality. The ISQA classified 57.9% as good, 33.6% as average, and 8.6% as poor, while IDEAM reported 0.7% as excellent quality, 27.1% as good, 68.6% as average, and 3.6% as poor. In terms of trophic status, conditions ranging from hypertrophic (56% to 100%) to mesotrophic (55.4%) were identified, as assessed by total phosphorus, chlorophyll a, and total nitrogen. The variables with the greatest influence on aquatic metabolism were: physically: suspended solids, precipitation, humidity, temperature, and specific heat; chemically: pH, forms of nitrogen, dissolved oxygen, and carbon dioxide; and biologically: chlorophyll a concentration, modulated by phytoplanktonic species such as *Anabaena sp.*, *Chlorella*, *Staurastrum*, *Aulacoseira*, *Netrium sp.*, *Pinnularia*, *Nizschia sp.*, and *Navicula sp.* It is concluded that the Topocoro reservoir has an active aquatic metabolism in its early years, with the capacity to consume and transform assimilable carbon from its tributaries and flooded biomass, which is essential for the management and conservation of water resources in the region.

Keywords: aquatic metabolism, water quality, trophic, reservoirs

Riesgo ecotoxicológico por contaminación con plaguicidas en el arroyo Manantlán, Reserva Biosfera Sierra de Manantlán – Jalisco

**Cruz-Esquivel Ángel¹, Martínez-Rivera Luis Manuel¹, Sandoval-Pinto Elena², Meza-Rodríguez
Demetrio¹, Peregrina-Lucano Alejandro³**

¹ Departamento de Ecología y Recursos Naturales. Centro Universitario de la Costa Sur. Universidad de Guadalajara. Autlán de Navarro, Jalisco, México.

² Departamento de Salud Pública. Universidad de Guadalajara, Sierra Mojada 950, Guadalajara, Jalisco CP 44340, México

³ Departamento de Farmacología. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. Universidad de Guadalajara, México

* E-mail: angel.cruz7625@alumnos.udg.mx

Resumen

La Reserva Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM) es un área natural protegida que alberga una importante riqueza de especies endémicas en el occidente mexicano. A pesar de ser un área protegida no está exenta del uso de plaguicidas en los cultivos agrícolas dentro de la misma. El objetivo del estudio fue evaluar el riesgo ecotoxicológico por exposición a plaguicidas en el arroyo Manantlán dentro de la reserva. Durante el 2022 y 2023 se realizaron mensualmente mediciones de los parámetros fisicoquímicos para determinar el Índice de Calidad del Agua (CCME-ICA) para la vida acuática. Se recolectaron muestras de agua, sedimento y peces para determinar las concentraciones de plaguicidas mediante análisis de Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC). Por último, se evaluó el CCME-ICA y el riesgo ecotoxicológico teniendo en cuenta las concentraciones de plaguicidas. Los resultados mostraron que la calidad del agua para la vida acuática se mantuvo en óptimas condiciones especialmente en temporada seca, no obstante, cuando se incluyeron las concentraciones de malatión, metomyl y cihalotrina, la calidad del agua mostró condiciones inadecuadas para el desarrollo de la vida acuática. El riesgo ecotoxicológico mostró una potencial amenaza a las estructuras tróficas ($RQ > 1$) debido a las altas concentraciones de malatión y cyhalotrina. En las muestras de sedimento se detectaron carbofuran, diazinon, picloram y molinato. Por otra parte, se detectaron ametrina, atrazina y diazinon en peces nativos de interés comercial. Estos plaguicidas representan un factor de riesgo para la salud de los peces, del ecosistema y de las poblaciones humanas por exposición via consumo de peces. Nuestros resultados sugieren que se deben implementar programas de monitoreo continuo de plaguicidas en los ecosistemas acuáticos, además estrategias para la reducción del uso de plaguicidas a través de prácticas agroecológicas que garanticen cultivos orgánicos que no generen residuos tóxicos a los ecosistemas acuáticos.

Palabras clave: Contaminación, ecosistemas acuáticos, ecotoxicología, Manantlán, plaguicidas.

Ecotoxicological risk due to pesticide contamination in Manantlán stream, Sierra de Manantlán Biosphere Reserve - Jalisco

THEME: Aquatic ecotoxicology, bioindicators and pollution

Cruz-Esquivel Ángel¹, Martínez-Rivera Luis Manuel¹, Sandoval-Pinto Elena², Meza-Rodríguez Demetrio¹, Peregrina-Lucano Alejandro³

Abstract

The Sierra de Manantlan Biosphere Reserve (SMBR) is a protected natural area that harbors significant endemic species richness in western Mexico. Despite its protected status, it is not exempt from pesticide use in agricultural crops within its boundaries. The objective of this study was to assess the ecotoxicological risk from pesticide exposure in the Manantlan stream within the reserve. During 2022 and 2023, monthly measurements of physicochemical parameters were conducted to determine the Water Quality Index (CCME-WQI) for aquatic life. Water, sediment, and fish samples were collected to determine pesticide concentrations through High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) analysis. Finally, the CCME-WQI and ecotoxicological risk were evaluated considering pesticide concentrations. Results showed that water quality for aquatic life remained in optimal conditions, particularly during the dry season; however, when malathion, methomyl, and cyhalothrin concentrations were included, water quality exhibited inadequate conditions for aquatic life development. Regarding ecotoxicological risk, a potential threat to trophic structures ($RQ > 1$) was recorded due to high concentrations of malathion and cyhalothrin. Sediment sample analyses revealed the presence of pesticides such as carbofuran, diazinon, picloram, and molinate. Furthermore, the presence of ametryn, atrazine, and diazinon was detected in native fish of commercial interest. These pesticides represent a risk factor for fish health, ecosystem integrity, and human populations through exposure via fish consumption. Our results suggest that continuous pesticide monitoring programs should be implemented in aquatic ecosystems, along with strategies for reducing pesticide use through agroecological practices that ensure organic crops that do not generate toxic residues in aquatic ecosystems.

Keywords: Aquatic ecosystems, contamination, ecotoxicology, Manantlan, pesticides.

Historia reciente de eutrofización y cambio ambiental de un lago neotropical en el este de México

Ibarra Morales, Diana¹, Caballero, Margarita¹, Ruiz Fernández, Ana Carolina²

¹Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito de la investigación Científica s/n, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, C.P. 04150, Ciudad de México

²Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Calz. J. Montes Camarena s/n, 82040, Mazatlán, Sin.

E-mails: diana@igeofisica.unam.mx, maga@igeofisica.unam.mx, caro@ola.icmyl.unam.mx

Resumen

Los sedimentos constituyen registros de alta resolución de las fluctuaciones climáticas y de las perturbaciones antropogénicas sobre los ecosistemas acuáticos. El lago Majahual, en Los Tuxtlas (SE del Golfo de México), pertenece a un sistema de lagos de cráter freatomagmáticos en una región de 2,800 km² con más de 300 volcanes monogénicos activos desde el Pleistoceno hasta el Holoceno. El sustrato es predominantemente ígneo, compuesto principalmente por basaltos alcalinos y subalcalinos, así como por rocas andesíticas. Estas condiciones han dado lugar al desarrollo de un paisaje edáfico heterogéneo. Los Tuxtlas, una región boscosa con más de 1,300 especies, perdió cerca del 40% de su vegetación entre 1970 y 1980 por actividades agropecuarias, lo que causó la degradación y eutrofización de varios lagos, incluido Majahual. Este estudio tuvo como objetivo identificar las variaciones naturales y los impactos antropogénicos en el lago Majahual, a partir del análisis de un núcleo sedimentario corto (45 cm) extraído del lago. El núcleo sedimentario (fechado mediante el uso de ²¹⁰Pb) representa un periodo de 139 años (de 1884 a 2023). El estudio paleolimnológico se basó en el análisis de diatomeas y en indicadores geoquímicos de la secuencia sedimentaria. El registro geoquímico permitirá reconstruir una historia de intensa actividad agroindustrial en la región. Las concentraciones de plomo permitirán comprender la relación entre la quema de combustibles fósiles con plomo por parte de agroindustrias locales, ya que los niveles de plomo disminuyeron drásticamente hacia 1990, cuando se introdujo la gasolina sin plomo en México. La concentración de titanio permitirá identificar episodios de erosión en la cuenca. Las concentraciones de carbono orgánico y fósforo permitirán identificar las condiciones tróficas del lago. El análisis de los cambios en la estratigrafía de diatomeas proporcionará información adicional sobre el proceso de eutrofización del sistema lacustre.

Palabras clave: paleolimnología, cambio global, lagos subtropicales

Recent history of eutrophication and environmental change of a Neotropical Lake on eastern Mexico

Ibarra Morales, Diana¹, Caballero, Margarita¹, Ruiz Fernández, Ana Carolina²

Abstract

Sediments provide high-resolution records of climate fluctuations and anthropogenic disturbances over the aquatic ecosystems.

Lake Majahual, located in the ecologically diverse Los Tuxtlas region (SE Gulf of Mexico), is part of a system of phreatomagmatic crater lakes. The area, about 200 km south of the Trans-Mexican Volcanic Belt, spans 2,800 km² and contains over 300 monogenetic volcanoes with activity from the Pleistocene to the Holocene. The substrate is predominantly igneous, consisting primarily of alkaline and subalkaline basalts, and andesitic compositions. These conditions resulted in the development of a heterogeneous edaphic landscape. The Tuxtlas region, dominated by diverse woodlands, supports over 1,300 species, but between 1970s-1980s nearly 40% was deforested for agriculture and livestock. This deforestation leads to watershed degradation and eutrophication in several lakes, including Lake Majahual. This study aimed to identify natural variations and anthropogenic impacts on Lake Majahual, based on a short sediment core (45 cm) retrieved from the lake. The sediment core (dated using ²¹⁰Pb) represents a 139-year period (from 1884 to 2023). The paleolimnological study was based on the analysis of diatoms and geochemical indicators of the sedimentary sequence. The geochemical record will allow us to reconstruct a history of high agroindustrial activity in the region. We use Pb concentrations to understand the relationship between the burning of lead-laced fossil fuels by local agroindustries, since Pb levels decreased dramatically around 1990, when unleaded gasoline was introduced in Mexico. Also, we use Ti concentration as a runoff indicator to observe erosion moments in the basin. Furthermore, we used organic carbon (Corg) and phosphorus concentrations as indicators of trophic conditions. Analyzing changes in diatom stratigraphy will provide further insights into the eutrophication process of the lake.

Keywords: paleolimnology, global change, subtropical lakes

Reconstrucción paleoambiental de la laguna el Mogo, Los Tuxtlas: Un panorama de los últimos 60 años

Rafael Mendoza Pérez^{1,2}, Margarita Caballero¹, Gabriela Vázquez³

¹ Laboratorio de Paleolimnología, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México

² Facultad de Ciencias, UNAM

³ Instituto de Ecología, AC, Xalapa

E-mails: rafaelmendoza@ciencias.unam.mx

Resumen

El Mogo es un cuerpo lacustre somero, con 4 m de profundidad, ubicado en Los Tuxtlas, Veracruz (N 18°33'49" W 95°21'38", 124 msnm), dentro de una cuenca con niveles altos de deforestación. Es un lago eutrófico, presentando anoxia en las partes más profundas, su fitoplancton está dominado por clorofitas, cianobacterias y diatomeas. Un estudio realizado en 2003 lo identificó como el único lago de la zona cuyas aguas se encuentran dominadas por calcio, y con una flora de diatomeas conformada por *Navicula arvensis* y *Discostella psuedostelligera*, mientras que el resto de los lagos estuvieron dominados por magnesio o sodio, y la diatomea *Achnanthisidium minutissimum*. El presente trabajo tiene como objetivo estudiar la historia reciente del lago y evaluar si su condición trófica ha variado en los aproximadamente 60 años que abarca un registro sedimentario recuperado del centro del lago (80 cm). La edad de la secuencia se determinó por 210-Pb y 14-C, mientras que la composición química se determinó por fluorescencia de Rayos X y el contenido de carbón orgánico en sedimentos se determinó mediante un analizador elemental. La cronología de la secuencia inicia aproximadamente en 1968. El registro de titanio es relativamente constante a lo largo del tiempo, sugiriendo que no existieron cambios drásticos en los procesos de erosión alrededor del lago en este tiempo. El carbón orgánico muestra un perfil de valores bajos, aumentando a partir de 1990, lo que sugiere un aumento en la productividad del lago en esta fecha. Por otra parte 40 muestras están siendo analizadas para diatomeas, detectando una dominancia de *Discotella pseudostelligera* en los sedimentos más recientes.

Palabras clave: Paleolimnología, diatomeas, Lagos Volcánicos

Paleoenvironmental reconstruction of Laguna El Mogo, Los Tuxtlas: An overview of the last 60 years

Rafael Mendoza Pérez^{1,2}, Margarita Caballero¹, Gabriela Vázquez³

Abstract

El Mogo is a shallow lake, 4 meters deep, located in Los Tuxtlas, Veracruz (N 18°33'49" W 95°21'38", 124 m a.s.l.), within a watershed with high deforestation. It is a eutrophic lake, showing anoxia at depth, and its phytoplankton is dominated by chlorophytes, cyanobacteria, and diatoms. A study conducted in 2003 identified it as the only lake in the region with calcium-dominated waters and a diatom flora composed of *Navicula arvensis* and *Discostella pseudostelligera*, whereas the other lakes were dominated by magnesium or sodium and by the diatom *Achnanthisidium minutissimum*. The objective of the present study is to investigate the recent history of the lake and to assess whether its trophic status has changed over the approximately 60 years represented by an 80 cm sediment core retrieved from the center of the lake. The age of the sequence was determined using ²¹⁰Pb and ¹⁴C dating. The chemical composition was analyzed using X-ray fluorescence, and the organic carbon content in the sediments was measured using an elemental analyzer. The sediment sequence starts around 1968 and along the sequence the titanium levels remain relatively constant, suggesting that there have been no major changes in erosion processes around the lake during this period. Organic carbon shows initially low values, with an increase around 1990, indicating a rise in lake productivity by that time. In addition, 40 samples are currently being analyzed for diatoms, revealing a dominance of *Discostella pseudostelligera* in the most recent sediments.

Keywords: Paleolimnology, diatoms, Volcanic Lakes

Índices compuestos para la evaluación integral de humedales costeros: Una revisión sistemática

Mariscal de Souza, Gabriel¹, Ruiz Campos, Gorgonio¹

¹ Universidad Autónoma de Baja California (UABC).

Correo electrónico: gabriel.mariscal@uabc.edu.mx

Resumen

Los humedales costeros son ecosistemas sumamente productivos e importantes; sin embargo, se encuentran entre los más amenazados debido a una combinación de presiones antrópicas y climáticas. Los índices compuestos han surgido como una herramienta relevante para la evaluación integral de estos ecosistemas, permitiendo medir su estado actual y brindando información relevante para su manejo. Existe un número significativo de índices compuestos en la literatura, pero hay una variación considerable en su forma de construcción, lo que dificulta una unificación y estandarización de esfuerzos en esta tema. Analizar la evidencia relacionada con la construcción de índices compuestos provee conocimiento sobre patrones globales de los esfuerzos de investigación, permitiendo identificar áreas de oportunidad. Realizamos una revisión sistemática para resolver la pregunta: ¿Qué evidencia existe sobre el uso de índices compuestos para la evaluación de humedales costeros? La revisión se enfocó en explorar los marcos conceptuales utilizados, identificar los indicadores seleccionados, analizar las características metodológicas empleadas y examinar tendencias y vacíos presentes en la literatura. La revisión se realizó por medio de las bases de datos Web of Science Core Collection, Scopus y Scielo. Se realizó un cribado en tres pasos, por título, resumen y texto completo. Los artículos fueron evaluados siguiendo una serie de criterios de inclusión y exclusión. La extracción de información se realizó basándose en aspectos generales del estudio y características metodológicas. La búsqueda generó un total de 2361 artículos, los cuales fueron reducidos a 74 elegibles. Registramos un aumento en el número de publicaciones, la mayoría centrada en la región asiática. Caracterizamos 1300 indicadores, 40 marcos conceptuales y 8 marcos analíticos. Encontramos una gran diversidad de conceptos provenientes de varios acercamientos teóricos, lo cual denota la necesidad de estandarizar el lenguaje para mejorar la comunicación y transferencia de información. Identificamos una preferencia importante por indicadores biofísicos, lo que muestra la importancia de ampliar el uso de indicadores socioeconómicos y de gobernanza para generar evaluaciones más holísticas. Hayamos poca evidencia de participación social en el proceso metodológico, por lo que es recomendable aumentar la colaboración transdisciplinar. Unificar criterios teóricos y metodológicos permitirá mejorar la efectividad de las evaluaciones en estos sistemas.

Palabras clave: Evaluación Integral, Índice compuesto, Humedales costeros, Revisión sistemática.

Composite indices for the integrated assessment of coastal wetlands: A systematic review

Mariscal de Souza, Gabriel¹, Ruiz Campos, Gorgonio¹

Abstract

Coastal wetlands are highly productive and ecologically important ecosystems; however, they are among the most threatened due to a combination of anthropogenic and climatic pressures. Composite indices have emerged as a relevant tool for the integrated assessment of these ecosystems, allowing the measurement of their current condition and providing valuable information for their management. Although a significant number of composite indices have been developed, there is considerable variation in their construction methods, which hampers the unification and standardization of efforts in this field. Analyzing the evidence related to the development of composite indices provides insight into global research patterns and helps identify knowledge gaps and opportunities. We conducted a systematic review to address the question: What evidence exists regarding the use of composite indices for the assessment of coastal wetlands? The review focused on exploring the conceptual frameworks applied, identifying selected indicators, analyzing methodological characteristics, and examining trends and gaps in the literature. Searches were conducted in the Web of Science Core Collection, Scopus, and Scielo databases. A three-step screening process was performed based on title, abstract, and full text. Articles were evaluated according to a series of inclusion and exclusion criteria, and data extraction was carried out based on general study information and methodological features. The search yielded a total of 2,361 articles, which were narrowed down to 74 eligible studies. We recorded an increase in the number of publications, most of them focused on the Asian region. In total, we characterized 1,300 indicators, 40 conceptual frameworks, and 8 analytical frameworks. We found a wide diversity of concepts derived from various theoretical approaches, highlighting the need to standardize terminology to improve communication and information transfer. A strong preference for biophysical indicators was identified, revealing the importance of expanding the inclusion of socioeconomic and governance indicators to achieve more holistic assessments. We found little evidence of social participation in methodological processes, indicating the need to strengthen transdisciplinary collaboration. Harmonizing theoretical and methodological criteria will enhance the effectiveness of assessments in these systems.

Keywords: Integrated assessment, Composite index, Coastal wetlands, Systematic review.

Dinámica socio-ecológica del lago La Colorada en Los Tuxtlas, Veracruz, México

Alma Patricia Caicero Contreras^{1*}, Gabriela Vázquez², Margarita Caballero³, Citlalli Alhelí González Hernández⁴, Hugo López-Rosas⁵

¹Instituto de Ecología, A.C., Red de Ecología Funcional; Posgrado de El Colegio de Veracruz

²Instituto de Ecología, A.C., Red de Ecología Funcional

³Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, Laboratorio de Paleolimnología, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México

⁴ Instituto de Ecología, A.C., Red de Ambiente y Sustentabilidad

⁵El Colegio de Veracruz

*E-mail: almacaicero9@gmail.com

Resumen

Los lagos están sujetos a actividades humanas que provocan su eutrofización, alterando la composición de las comunidades biológicas como el fitoplancton. El objetivo de este estudio fue analizar el estado trófico y la composición fitoplanctónica del lago volcánico La Colorada, ubicado en Los Tuxtlas, Ver., durante el periodo de lluvias, nortes y secas de 2023-2024. En los alrededores del lago habitan dos comunidades, y se exploraron las percepciones de los habitantes sobre los cambios ambientales del lago a través del tiempo. Se realizaron mediciones de variables *in situ*, y se colectaron muestras de agua para análisis de nutrientes, clorofila *a* y fitoplancton. Los datos se analizaron con ANOVAs y análisis multivariado. Se realizaron entrevistas y un taller participativo con los habitantes para conocer sus percepciones del lago. Los resultados indicaron que La Colorada es un lago monomítico cálido. La columna de agua estuvo estratificada en lluvias y secas, y presentó anoxia a partir de los 8 m. En temporada de nortes, el lago se mezcló completamente, registrándose oxígeno en toda la columna de agua. En nortes se registraron las mayores concentraciones de fósforo total (0.40 μM) y nitratos (19.28 μM), a diferencia de lluvias y secas. La clorofila *a* fue más alta en secas (3.40 mg/m^3), clasificándose al lago como mesotrófico según el índice de Lamparelli. La composición de especies varió estacionalmente, predominando en lluvias *Raphidiopsis phillipinensis*, *Microcystis aeruginosa* y *Merismopedia tenuissima*. En secas y nortes *R. phillipinensis* y *M. tenuissima* fueron dominantes. Los habitantes han observado variaciones de la coloración del agua y acumulaciones blancas sobre la superficie del agua en secas, lo que ha coincidido con la presencia de cianobacterias que pueden formar estas acumulaciones. Asimismo, se destacó la disposición de los habitantes para participar en acciones de conservación como reforestación, manejo de residuos y educación ambiental.

Palabras clave: Eutrofización, Estado trófico, Calidad del agua, Servicios ecosistémicos, Medios de vida

Socio-ecological dynamics of lake La Colorada in Los Tuxtlas, Veracruz, México

Alma Patricia Caicero Contreras^{1*}, Gabriela Vázquez², Margarita Caballero³, Citlalli Alhelí González Hernández⁴, Hugo López-Rosas⁵

Abstract

Lakes are subject to human activities that cause eutrophication, altering the composition of biological communities such as phytoplankton. The objective of this study was to analyze the trophic status and phytoplankton composition of La Colorada volcanic lake, located in Los Tuxtlas, Veracruz, during the rainy, northerly, and dry seasons of 2023-2024. Two communities live around the lake, and we explored their perceptions of environmental changes in the lake over time. In situ measurements of variables were made, and water samples were collected for nutrients, chlorophyll *a*, and phytoplankton analysis. Data were analyzed using ANOVAs, multivariate analysis. Interviews and a participatory workshop were held with residents to understand their perceptions of the lake. The results indicated that La Colorada is a warm, monomictic lake. The water column was stratified into rainy and dry periods, and presented anoxia starting at a depth of 8 m. During the northern season, the lake was completely mixed, with oxygen recorded throughout the water column. The highest concentrations of total phosphorus (0.40 μM) and nitrate (19.28 μM) were recorded during the northerly season, compared to the rainy and dry seasons. Chlorophyll *a* was highest during the dry season (3.40 mg/m^3), classifying the lake as mesotrophic according to the Lamparelli index. Species composition varied seasonally, with *Raphidiopsis phillipinensis*, *Microcystis aeruginosa*, and *Merismopedia tenuissima* predominating during the rainy season. During the dry and “nortes” seasons, *R. phillipinensis* and *M. tenuissima* were dominant. Residents have observed variations in water color and white accumulations on the surface during the dry season, which has coincided with the presence of cyanobacteria that can form these accumulations. Likewise, residents are willing to participate in conservation activities, including reforestation, waste management, and environmental education.

Keywords: Eutrophication, Trophic status, Water quality, Ecosystem services, Livelihoods

Limnología y Psicología Ambiental: convergencias y divergencias

Fernando Walter Bernal Brooks

Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán

E-mail: fernando.bernal@umich.mx

Resumen

La convocatoria del VII Congreso de Limnología destaca las nuevas tendencias metodológicas que dejan atrás el viejo estilo descriptivo en el estudio de los ecosistemas acuáticos, lo cual hoy en día resulta aceptable para la realización de prácticas escolares universitarias en los cuerpos de agua, pero nada más. En aras de ganar objetividad sobre los hallazgos en dichos lugares, el investigador en limnología busca apartarse afanosamente de la subjetividad humana y, por lo mismo, de no contar con una demostración fehaciente a manera de una contraparte experimental, la interpretación de datos deriva en relatos a modo que se sustentan sobre la única premisa de la supremacía académica del conocimiento. Sin duda, por esta línea positivista basada en la relación sujeto-objeto y el principio de mantener la dicotomía expertos vs. no expertos, nuevos senderos cada vez más rigurosos aparecieron con el tiempo hacia la posible comprobación de hipótesis dentro de una línea filosófica cartesiana, fisicalista y reduccionista. Sin embargo, la crisis de relevancia social de los trabajos de investigación limnológica planeados a distancia, desde el escritorio y circunscritos a los límites de los ecosistemas acuáticos; derivó en la aparición de una línea biocultural —al menos en Pátzcuaro— una alternativa centrada más bien sobre el ser humano como el foco de las afectaciones ambientales bajo un paradigma comprensivo, interpretativo, complejo, holista y constructivista donde caben otras epistemologías propias de comunidades rurales, campesinas e indígenas, aquellos considerados habitualmente como no-expertos a pesar de los conocimientos ancestrales obtenidos por el contacto permanente con los recursos naturales. El presente trabajo muestra las coincidencias y diferencias entre la Limnología y la Psicología Ambiental, ambas enfocadas en el ambiente (en este caso acuático), bajo dos perspectivas distintas.

Palabras clave: lagos, epistemologías, interdisciplina, ruralidad, filosofía

Limnology and environmental psychology: Convergences and divergences

Fernando Walter Bernal Brooks

Abstract

The call for the VII Mexican Limnology Congress highlights new methodological trends that move beyond the old descriptive approach to studying aquatic ecosystems, an approach that today is acceptable only for university field practices, but little more. In pursuit of objectivity in their findings, limnological researchers often strive to detach themselves from human subjectivity. Consequently, in the absence of solid experimental evidence, data interpretation may devolve into tailored narratives grounded solely in the academic authority of knowledge. Following this positivist path, based on the subject–object relationship and the dichotomy between experts and non-experts, more rigorous approaches have gradually emerged, aiming to test hypotheses within a Cartesian, physicalist, and reductionist philosophical framework. However, the growing social irrelevance of limnological research conducted remotely, from the desk, and confined to the physical boundaries of aquatic ecosystems has led to the rise of a biocultural perspective—at least in Patzcuaro—centered instead on humans as the focal point of environmental impacts. This approach follows a comprehensive, interpretive, complex, holistic, and constructivist paradigm that embraces other epistemologies rooted in rural, peasant, and Indigenous communities—traditionally regarded as non-experts despite their ancestral knowledge derived from continuous interaction with natural resources. This work explores the points of convergence and divergence between Limnology and Environmental Psychology, both disciplines focused on the environment (in this case, aquatic), yet viewed through two distinct perspectives.

Keywords: lakes, epistemologies, interdisciplinarity, rurality, philosophy

Nota: Este resumen fue traducido al inglés con la asistencia de ChatGPT (OpenAI, 2025).

Problemática para la evaluación de corrientes subterráneas en suelos cársticos: el caso de la península de Yucatán

Adrián Cervantes-Martínez¹, Martha A. Gutiérrez-Aguirre¹, Sarahi Jaime¹, Ángela Márquez Reyes¹

Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo (UAEQROO), División de Ciencias Multidisciplinarias Cozumel. Avenida Andrés Quintana Roo. Col San Gervasio. C. P. 77600. Cozumel Quintana Roo, México.
E-mail: adcervantes@uqroo.edu.mx

Resumen

Geológicamente hablando la Península de Yucatán tuvo su origen en el Terciario y esta conformada por rocas sedimentarias, con predominio de rocas calcáreas por lo que el paisaje cárstico es característico. En México el desarrollo del carst ocupa el 20% del territorio nacional y península de Yucatán, es la zona cárstica más extensa de nuestro país. Ubicada en una región donde se llevan a cabo diversas actividades económicas como el turismo, ganaderas, porcícolas y agrícolas (entre otras) y todas ellas demandan agua. En dicha región gran parte del agua que se capta, se encuentra albergada en cuerpos de agua superficiales como los cenotes y subterráneos (como las cavernas) que se forman por la disolución de rocas calcáreas y son considerados como el rasgo característico de la región. Abastecen de agua a más de 6 millones de habitantes (no incluyendo a la población flotante que rebasa hasta 6 veces su población regional). A fecha se han inventariado más de 8, 000 cenotes, sin embargo menos del 5% de ellos han sido explorados. La conformación del tipo de roca de la península (calcáreo, poroso y altamente permeable) propicia que no haya flujos de agua superficiales de importancia, predominando los flujos de agua subterráneos, sin embargo, la información que se ha generado sobre dichos flujos subterráneos, es escasa y puede estar sujeta a generalizaciones, provocando conclusiones erróneas y mal fundamentadas, debido principalmente a que no se contemplan otras variables regionalmente, como el tipo de suelo (más de 27 tipos de suelo), edades geológicas (entre 60 a 2 millones de años), patrones de precipitación (400 a 1800 mm de precipitación anual), fallas tectónicas, variables altitudinales (0 a 235 msnm), fenómenos meteorológicos (en datos históricos más de 167 huracanes, 9 de ellos categoría 4-5) y mucho menos los aspectos biológicos, entre otros.

Palabras clave: Agua subterránea cenotes, flujo subterráneo, carst.

Challenges in the assessment of groundwater flows in karstic soils: The case of the Yucatán

Adrián Cervantes-Martínez¹, Martha A. Gutiérrez-Aguirre¹, Sarahi Jaime¹, Ángela Márquez Reyes¹

Abstract

Geologically the Yucatán Peninsula originated in the Tertiary period and is made up of sedimentary rocks, predominantly limestone, giving it a characteristic karst landscape. In Mexico, karst occupies 20% of the national territory, and the Yucatán Peninsula is the largest karst area in the country. Located in a region where diverse economic activities, such as tourism, livestock, pig farming, and agriculture (among others) are carried out, all of which require water. In this region, much of the water captured in surface water bodies such as cenotes (sinkholes) and underground bodies (such as caves), which are formed by the dissolution of limestone rocks and are considered the characteristic regions. They supply water to more than 6 million inhabitants (not including the floating population, which exceeds the regional population by up to 6 times). To date, more than 8,000 cenotes have been inventoried, but less than 5% of them have been explored. The conformation of the rock type of the peninsula (calcareous, porous and highly permeable) means that there are no significant surface water flows, with underground water flows predominating, however, the information that has been generated on these underground flows is scarce and may be subject to generalizations, causing erroneous results and conclusions, mainly because other variables are not considered regionally, such as soil type (more than 27 types of soil), geological ages (between 60 and 2 million years), precipitation patterns (400 to 1800 mm of annual precipitation), tectonic faults, altitudinal variables (0 to 235 meters above sea level), meteorological phenomena (in historical data more than 167 hurricanes, 9 of them category 4-5) and much less biological aspects, among others.

Keywords: groundwater, cenotes, underground flow, karst.

El fármaco diclofenaco en concentraciones ambientalmente relevantes afecta la reproducción del cladócero *Ceriodaphnia laticaudata*

Jesús Rodríguez-Estrada^{1,*}, Fernando Martínez-Jerónimo¹

¹ Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Laboratorio de Hidrobiología Experimental²

Prol. de Carpio y Plan de Ayala s/n, Col. Casco de Santo Tomás, Alcaldía Miguel Hidalgo, C. P. 11340. Ciudad de México.

*Email: jesrodriguez@gmail.com

Resumen

El diclofenaco (DCF) es uno de los fármacos más utilizados a nivel mundial, con un consumo global de 1443 toneladas. En ambientes acuáticos, el DCF ha sido encontrado en concentraciones de ng a $\mu\text{g L}^{-1}$. Sin embargo, los efectos tóxicos que puede producir en organismos acuáticos no blanco son poco conocidos. Por esta razón, en este estudio evaluamos cómo afecta el DCF en concentraciones ambientalmente relevantes la reproducción y sobrevivencia del cladócero *Ceriodaphnia laticaudata*. En recipientes con un volumen de prueba de 20 mL, organismos de *C. laticaudata* fueron expuestos a las concentraciones de DCF de 0, 1, 10, 100 y 200 $\mu\text{g L}^{-1}$ durante 18 días, alimentándolos con 400 000 células. mL^{-1} de la microalga *Raphidocelis subcapitata*. Los resultados de los parámetros demográficos fueron analizados aplicando Bootstrap y posteriormente un ANOVA de una vía, seguido de la prueba *post hoc* de Tukey. El número de camadas aumentó significativamente en 10 $\mu\text{g L}^{-1}$ con un valor de 4.46, mientras que en 100 y 200 $\mu\text{g L}^{-1}$ disminuyó de 3.07 a 2.56 camadas por hembra. La progenie por camada tuvo valores superiores a 2.8 individuos, de 1 a 100 $\mu\text{g L}^{-1}$ DCF. La longevidad aumentó en 1 y 10 $\mu\text{g L}^{-1}$, con valores de 15.04 y 16.99 días. Por otra parte, los resultados de tablas de vida (R_0 , GRR, r y E_x) mostraron una disminución significativa en los organismos expuestos a 100 y 200 $\mu\text{g L}^{-1}$. El DCF provocó la muerte en la progenie, con valores de 4.76 a 20.58%. También se observó que los organismos afectados por el DCF mostraban movimientos erráticos y aletargamiento. Estos resultados nos alertan de los daños que provoca el diclofenaco en organismos acuáticos zooplanctónicos, que son clave en la transferencia de energía a niveles tróficos superiores, y de las posibles afectaciones en la estructura y función de los ecosistemas acuáticos.

Palabras clave: Zooplancton, Ecotoxicología, Contaminación acuática, Contaminantes emergentes, Tablas de vida.

The drug Diclofenac at environmentally relevant concentrations affects the reproduction of the cladoceran *Ceriodaphnia laticaudata*

Jesús Rodríguez-Estrada^{1,*}, Fernando Martínez-Jerónimo¹

Abstract

Diclofenac (DCF) is one of the most widely used drugs in the world, with a global consumption of 1443 tons. In aquatic environments, DCF has been recorded in concentrations ranging from ng to $\mu\text{g L}^{-1}$. However, the toxic effects that the DCF can have on non-target aquatic organisms are little known. For this reason, this study assesses the effects of DCF on the reproduction and survival of the cladoceran *Ceriodaphnia laticaudata* exposed to environmentally relevant concentrations. In containers with a test volume of 20 mL and 400,000 cells. mL^{-1} of the microalgae *Raphidocelis subcapitata* as food, organisms of *C. laticaudata* were exposed to different concentrations of DCF (0, 1, 10, 100, and 200 $\mu\text{g L}^{-1}$) during 18 days. Recorded demographic parameters were analyzed using Bootstrap and a one-way ANOVA, followed by a *post hoc* Tukey test. The number of released clutches increased significantly at 10 $\mu\text{g L}^{-1}$, with a value of 4.46 clutches, while at 100 and 200 $\mu\text{g L}^{-1}$, it decreased by 3.07 and 2.56 clutches per female, respectively. The progeny per clutch showed values ranging from 1 to 2.8 at concentrations at DCF concentrations of 1 to 100 $\mu\text{g L}^{-1}$. The longevity was augmented by 1 and 10 $\mu\text{g L}^{-1}$, with values of 15.04 and 16.99 days. On the other hand, the results of life tables (Ro, GRR, r, and Ex) showed a significant decrease in the organisms exposed to DCF at concentrations of 100 and 200 $\mu\text{g L}^{-1}$. The DCF provoked the dead in offspring in values from 4.76 to 20.58%. Also, it was observed that the affected organisms by DCF showed erratic movements and lethargy. These results warn about the ecological impacts that diclofenac can produce in zooplankters, which are aquatic organisms key in the energy transference to higher trophic levels, and the possible effects on the structure and function of communities in the aquatic ecosystems.

Keywords: Zooplankton, Ecotoxicology, Aquatic pollutants, Emerging-concern contaminants, Life Tables.

Evaluación de la toxicidad de un organoborado en estadios tempranos de *Danio rerio*

Miriam Hernández-Zamora^{1*}, Fernando Martínez-Jerónimo¹, Marlet Martínez-Archundia², Soriano-Úrsua Marvin Antonio³, Farfán-García Eunice⁴, López-Ramos Juan Ernesto⁵

¹Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Laboratorio de Hidrobiología Experimental.

²Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Medicina. Laboratorio de Modelado Molecular, Bioinformática y Diseño de fármacos.

³Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Medicina. Laboratorio de Neurofisiología.

⁴Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Medicina. Laboratorio de Bioquímica Médica.

⁵Instituto Politécnico Nacional. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería. Campus Zacatecas.

*E-mail: mahernandez@ipn.mx

Resumen

Los organoborados han sido aprobados para el tratamiento de enfermedades por la FDA, por lo que su uso es relativamente reciente; un ejemplo es el ácido fenilborónico (AF) que se utiliza en medicina, como inhibidor de enzimas y en el desarrollo de nuevos fármacos. Recientemente, se ha sugerido que la aplicación de organoborados puede emplearse en enfermedades crónico-degenerativas como Alzheimer y Parkinson. Además, existen algunos estudios que han demostrado la toxicología de los organoborados en organismos no blanco como los peces. Por esta razón, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la toxicidad del AF en estadios tempranos de peces. Los embriones de peces fueron expuestos a concentraciones de 0.25, 0.5, 1, 2, 4 y 8 mg L⁻¹ de AF siguiendo el protocolo 236 de la OCDE. Los efectos letales y subletales se determinaron durante 7 días, los cuales fueron coagulación, ausencia de latidos cardíacos, falta de desprendimiento de la cola y formación de somites, edema y cola curvada. Los resultados muestran que la CL₅₀ para AF en embriones de *D. rerio* fue de 4.043 mg L⁻¹. La tasa de eclosión de embriones de pez cebra disminuyó un 4% en 8 mg L⁻¹. Durante las 48 y 144 hpf de exposición a este compuesto, se observaron efectos subletales como edema y cola curvada, en las diferentes concentraciones analizadas, y estos efectos aumentaron a medida que incrementaba la concentración del AF. Los resultados obtenidos indican que el AF podría ser un compuesto ambientalmente tóxico con el potencial de provocar efectos letales y subletales en las primeras etapas de vida de *D. rerio*, por lo que se debería realizar una evaluación de la toxicidad de los medicamentos que contienen este tipo de compuestos y así poder establecer límites mínimos permisibles de los fármacos antes de que sean vertidos en los ecosistemas acuáticos.

Palabras clave: ácido fenilborónico, contaminación del agua, embriones, efectos letales, efectos subletales, organoborados.

Evaluation of the toxicity of an organoborate in the early stages of *Danio rerio*

Miriam Hernández-Zamora^{1*}, Fernando Martínez-Jerónimo¹, Marlet Martínez-Archundia², Soriano-Úrsua Marvin Antonio³, Farfán-García Eunice⁴, López-Ramos Juan Ernesto⁵

Abstract

Organoborates have been approved by the FDA for the treatment of diseases, so their use is relatively recent. One example is phenylboronic acid (PA), which is used in Medicine as an enzyme inhibitor as well as in the development of new drugs. Recently, it has been suggested that organoborates can be used to treat chronic degenerative diseases such as Alzheimer's and Parkinson's. Furthermore, few studies have demonstrated the toxicity of organoborates in non-target organisms such as fish. Therefore, the objective of this study was to evaluate the toxicity of PA in the early stages of fish. Fish embryos were exposed to concentrations of 0.25, 0.5, 1, 2, 4, and 8 mg L⁻¹ of PA following OECD Protocol 236. Lethal and sublethal endpoints assessed during 7 days were coagulation, no tail detachment, no somite formation, and no heartbeat, edema, and curved tail. Results show that LC₅₀ for AF in *D. rerio* embryos was 4.043 mg L⁻¹. The hatching rate of zebrafish embryos decreased by 4% at 8 mg L⁻¹. During the 48 and 144-hpf exposure to this compound, sublethal effects such as edema and a curved tail were observed at the different concentrations tested, and these effects increased as the AF concentration increased. The results obtained indicate that AF could be an environmentally toxic compound with the potential to cause lethal and sublethal effects in the early life stages of *D. rerio*. Thus, a toxicity assessment of drugs containing this type of compound should be carried out to establish minimum permissible limits for drugs before they are discharged into aquatic ecosystems.

Keywords: phenylboronic acid, water pollution, embryos, lethal effects, sublethal effects, organoborates.

Dinámica de flujos de calor y estratificación térmica en un lago cráter heliotérmico tropical: Isla Isabel, México

David Avalos-Cueva^{1*}, Emilio Palacios-Hernández², Anatoly Filonov², Laura Carrillo³, César Octavio Monzón⁴

¹ Universidad de Guadalajara, Departamento de Ingeniería Civil y Topografía.

² Universidad de Guadalajara, Departamento de Física.

³ El Colegio de la Frontera Sur, Departamento de Observación y Estudios de la Tierra, la Atmósfera y el Océano.

⁴ Universidad de Guadalajara, Departamento de Ingeniería de Proyectos

* E-mail: david.avalos@academicos.udg.mx

Resumen

Este estudio revela los procesos térmicos únicos del lago cráter de Isla Isabel, ubicado en el Pacífico tropical oriental, uno de los pocos sistemas tropicales conocidos que combina meromixis y heliotermia. A través de mediciones continuas durante 11 meses y la aplicación de un modelo unidimensional de balance de energía, se logró caracterizar con alta resolución la evolución térmica del sistema. Los datos evidenciaron una estratificación térmica y química persistente, con temperaturas subsuperficiales de hasta 47 °C entre 2 y 5 m de profundidad durante el verano, mientras la superficie se mantuvo significativamente más fría. Este perfil térmico invertido, impulsado por una intensa radiación solar y una pycnoclina salina bien definida, clasifica al sistema como un lago meromíctico de tipo IV con un régimen heliotérmico pronunciado. Para estimar los flujos de energía en la interfaz aire-agua y simular la evolución térmica de la columna de agua, se utilizó un modelo de balance térmico forzado con datos in situ de alta frecuencia. El modelo reprodujo adecuadamente las tendencias observadas, aunque sobreestimó ligeramente la estabilidad térmica durante el otoño e invierno. El índice de estabilidad de Schmidt (SSI) alcanzó sus valores máximos en verano, lo que refleja una fuerte resistencia a la mezcla vertical. El análisis de correlación mostró que la salinidad es el principal determinante de la densidad en la capa superficial, mientras que el aumento del gradiente de presión en el fondo se asoció con la acumulación térmica estacional y el incremento del volumen de agua. Este trabajo representa una contribución novedosa al estudio de la física de los lagos tropicales meromícticos, al destacar el excepcional comportamiento heliotérmico del lago cráter de Isla Isabel, uno de los aproximadamente 30 casos documentados a nivel mundial.

Palabras clave: Meromíctico, lago heliotermal, Flujos de calor, mezcla vertical.

Heat flux dynamics and thermal stratification in a tropical heliothermal crater lake: Isla Isabel, Mexico

David Avalos-Cueva^{1*}, Emilio Palacios-Hernández², Anatoly Filonov², Laura Carrillo³, César Octavio Monzón⁴

Abstract

This study characterizes the unique thermal dynamics of the crater lake on Isla Isabel, located in the eastern tropical Pacific. It is one of the few documented tropical systems that exhibits both meromixis and heliothermy. Over an 11-month period, a multiparametric buoy recorded high-frequency hydrometeorological and limnological data, capturing the system's persistent thermal and chemical stratification. Subsurface temperatures reached up to 47 °C between 2 and 5 meters depth during summer, while surface temperatures remained significantly lower. This inverted thermal profile, maintained by intense solar radiation and a sharp saline pycnocline, classifies the lake as a type IV meromictic system with a marked heliothermal regime. To quantify energy fluxes at the air–water interface and reconstruct the seasonal thermal evolution of the water column, a one-dimensional forced heat balance model was applied. The model successfully reproduced the main observed trends, although it slightly overestimated thermal stability during autumn and winter. The Schmidt Stability Index (SSI) peaked during summer, indicating strong resistance to vertical mixing. Correlation analyses showed that salinity was the dominant factor controlling surface layer density, while increases in bottom pressure gradients were associated with thermal accumulation and seasonal water volume changes. This work provides new insights into the physical processes governing tropical meromictic lakes. It places particular emphasis on heliothermal behavior under extreme radiative forcing. The findings contribute to a better understanding of energy storage, stratification dynamics, and vertical stability in saline crater lakes and offer a valuable reference for similar systems in tropical and arid environments.

Keywords: Meromictic, heliothermal lake, heat fluxes, vertical mixing.

Reconstrucción paleo ambiental a partir de sedimentos lacustres en el lago Colorada, Los Tuxtlas, Veracruz

Herrera Mercado Heli Sayuri, Margarita Caballero

Laboratorio de Paleolimnología, Instituto de Geofísica, UNAM

E-mail: helisayuri@ciencias.unam.mx

Resumen

La región de Los Tuxtlas, en el sureste de Veracruz, es un lugar muy particular por su riqueza biológica, su historia cultural ligada a la civilización Olmeca y por tener una activa historia volcánica. Por estas características, se decidió estudiar el lago Colorada, un sitio volcánico que conserva en sus sedimentos rastros de eventos naturales y humanos. En este estudio se analizan los primeros 1.8 metros de una secuencia sedimentaria colectada en el lago, donde se identificaron capas de ceniza asociadas con las erupciones históricas del volcán San Martín Tuxtla en 1793 y 1664, así como una tercera capa posiblemente correspondiente al siglo IX d.C. Es con base en ello que nuestro objetivo es reconstruir las condiciones ambientales pasadas mediante el análisis de diatomeas, susceptibilidad magnética y fluorescencia de rayos X (FRX), técnicas que permiten inferir cambios en la productividad acuática y en la composición química del sedimento. Se realizaron submuestreos del núcleo, preparación y montaje de laminillas para identificación y conteo de diatomeas, así como análisis de susceptibilidad magnética y FRX. Mediante el uso de las técnicas anteriores es que nuestros resultados preliminares muestran que las variaciones en susceptibilidad magnética y contenido de elementos terrígenos como el Fe y el Ti, sugieren que hubo una etapa de baja erosión en la cuenca durante la etapa Colonial pero que a partir de 1800 los procesos de erosión se aceleraron. La abundancia relativa de especies indicadoras también sugiere cambios en las condiciones del lago, probablemente asociadas con disturbios volcánicos y/o actividades humanas. Estos datos permitirán construir un modelo de edad preliminar con base en dataciones de radiocarbono, el cual se integrará a los análisis ecológicos de diatomeas para interpretar el impacto ambiental en la región. Este enfoque multidisciplinario aporta evidencia valiosa para entender los efectos sinérgicos entre procesos naturales y antropogénicos.

Palabras clave: Los Tuxtlas; Veracruz; sedimentología; ceniza volcánica; Diatomeas.

Paleoenvironmental reconstruction from lake sediments at Lake Colorada, Los Tuxtlas, Veracruz

Herrera Mercado Heli Sayuri, Margarita Caballero

Abstract

The Los Tuxtlas region in southeastern Veracruz is notable for its exceptional biological diversity, cultural heritage linked to the Olmec civilization, and its active volcanic history. Owing to these characteristics, Lake Colorada, a volcanic lake, was selected for study as it preserves evidence of both natural events and human activities within its sediments. This research focuses on the first 1.8 meters of a sediment core collected from the lake, where ash layers were identified and correlated with the historical eruptions of the San Martín Tuxtla volcano in 1793 and 1664, as well as a third layer that may date back to the 9th century A.D. Our objective is to reconstruct past environmental conditions through the analysis of diatoms, magnetic susceptibility, and X-ray fluorescence (XRF), techniques that provide insights into aquatic productivity and sediment geochemistry. Subsampling of the core was performed for diatom slide preparation, species identification, and counting, alongside magnetic susceptibility and XRF analyses. Preliminary results indicate that variations in magnetic susceptibility and the concentrations of terrigenous elements such as Fe and Ti suggest a period of reduced erosion in the basin during the Colonial era, followed by accelerated erosion after 1800. Shifts in the relative abundance of indicator diatom species further suggest changes in lake conditions, likely driven by volcanic disturbances and/or human activity. These findings will contribute to the development of a preliminary age model, based on radiocarbon dating, which will be integrated with ecological analyses of diatoms to better interpret environmental impacts in the region. This multidisciplinary approach offers valuable evidence for understanding the interplay between natural processes and anthropogenic influences in Los Tuxtlas.

Keywords: Los Tuxtlas; Veracruz; sedimentology; volcanic ash; diatoms.

Señales genómicas de adaptación en rotíferos de lagos ecológicamente contrastantes

Ana Gabriela Cruz Cruz^{1, *}, José Arturo Alcántara Rodríguez², Jorge Ciros Pérez², Nohemi Dimas Flores²

¹ Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ecología, Posgrado en Ciencias Biológicas, Laboratorio de Genética Ecológica y Evolución.

² Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Proyecto de Investigación en Limnología Tropical UIICSE.

*Email: zgabcruz@gmail.com

Resumen

Comprender la influencia de la divergencia ecológica en ambientes con distribución fragmentada en la estructura poblacional es fundamental en el estudio de los procesos evolutivos en los organismos planctónicos lacustres. Los lagos cráter de la Cuenca Oriental, México, son profundos, permanentes y notablemente disímiles en sus condiciones ecológicas, a pesar de su cercanía geográfica (≤ 10 km) y su origen reciente ($\leq 11,200$ años; Holoceno temprano), han dado lugar a patrones de adaptación local, divergentes en las poblaciones de rotíferos *Brachionus* sp. 'México'. Ensamblamos un genoma *de novo* (~72 Mb) y realizamos una genotipificación basada en secuencias para identificar polimorfismos de un solo nucleótido (SNP), que sirvieron como marcadores moleculares en la identificación de posibles cambios funcionales entre poblaciones. Nuestro enfoque integral reveló una diferenciación completa entre poblaciones, ya que cada lago alberga una población genéticamente única, probablemente debido a su historia de colonización previa y a su limitada dispersión. El análisis filogenético identificó tres grupos monofiléticos, cada uno correspondiente a un lago específico. Identificamos SNPs atípicos, candidatos dentro de cinco categorías funcionales, lo que ofrece información sobre posibles rasgos adaptativos. Sin embargo, aún quedan por dilucidar los factores ambientales específicos que impulsan la selección. Nuestros resultados muestran cómo las condiciones ecológicas divergentes propician estructuras poblacionales y respuestas genómicas adaptativas a las condiciones locales en poblaciones naturales de rotíferos que habitan lagos profundos. Esto resalta el alto potencial evolutivo de las poblaciones con poco potencial de flujo genético, lo cual es relevante para comprender la dinámica de los cambios de rasgos en las poblaciones naturales de organismos zooplanctónicos lacustres tropicales.

Palabras clave: lagos profundos, divergencia ecológica, estructura poblacional, variación genómica, adaptación

Adaptive genomic signatures in rotifers from ecologically contrasting lakes

Ana Gabriela Cruz Cruz^{1,*}, José Arturo Alcántara Rodríguez², Jorge Ciro Pérez², Nohemi Dimas Flores²

Abstract

Understanding the influence of ecological divergence in fragmented environments on population structure is fundamental to studying evolutionary processes in lacustrine planktonic organisms. The crater lakes of the Oriental Basin, Mexico, are deep, permanent, and markedly dissimilar in their ecological conditions despite their close geographic proximity (≤ 10 km) and recent origin ($\leq 11,200$ years; Early Holocene). These systems have promoted patterns of local adaptation and divergence in populations of the rotifer *Brachionus* sp. "Mexico." We assembled a *de novo* genome (~ 72 Mb) and performed sequence-based genotyping to identify single-nucleotide polymorphisms (SNPs), which served as molecular markers to detect potential functional changes among populations. Our integrative approach revealed complete differentiation among populations, with each lake harboring a genetically unique population likely shaped by its colonization history and limited dispersal. Phylogenetic analyses identified three monophyletic groups, each corresponding to a specific lake. We detected outlier SNPs, candidates within five functional categories, providing insights into possible adaptive traits. However, the specific environmental factors driving selection remain to be elucidated. Our results show how divergent ecological conditions promote population structure and adaptive genomic responses to local environments in natural rotifer populations inhabiting deep lakes. This highlights the high evolutionary potential of populations with limited gene flow, which is crucial for understanding trait dynamics in natural populations of tropical lacustrine zooplankton.

Keywords: deep lakes, ecological divergence, population structure, genomic variation, adaptation

Evaluación del desarrollo temprano de los híbridos entre *Chirostoma humboldtianum* y *Chirostoma riojai* (Atheriniformes: Atherinopsidae) por medio de fertilizaciones In vitro

Alejandro Flores-Valle^{1,*}, Jhoana Diaz-Larrea¹, María del Rocío Zárate-Hernández², Laura Georgina Núñez-García¹; Mónica Cristina Rodríguez-Palacios¹; Andrés Sánchez-Morales²

¹ Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa Departamento de Hidrobiología

² Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa Departamento de Biología

*E-mail: peces.1000@gmail.com

Resumen

El objetivo de este trabajo es ahondar en el conocimiento sobre el estado de aislamiento reproductivo entre las especies del género *Chirostoma*, analizando la viabilidad de los híbridos resultantes de cruces recíprocos entre dos especies que presentan uno de los mayores grados de divergencia tanto morfológica como genética dentro del género. Se llevaron a cabo cruces intraespecíficos mediante fertilizaciones in vitro de *Chirostoma humboldtianum* (CI1) y *Chirostoma riojai* (CI2), así como los cruces inter-específicos para la obtención de híbridos en las combinaciones ♀ *C. humboldtianum* × ♂ *C. riojai* (Híbridos A) y ♀ *C. riojai* × ♂ *C. humboldtianum* (Híbridos B). Los hallazgos indicaron que la progenie de ambas cruces es viable, permitiendo describir las etapas de desarrollo temprano, la fase de juveniles y la maduración de los adultos. Se observó una disminución significativa en las tasas de fertilización y eclosión comparadas las cruces intraespecíficas; las medias de la tasa de fertilización de óvulos fue 0.724 de CI1 y 0.597 en CI2, mientras que en las cruces híbridas fue 0.372 en Híbridos A y 0.399 en Híbridos B; para la tasa de eclosión la Media fue 0.845 y 0.774 respectivamente en las cruces intraespecíficas, frente al 0.504 y 0.377 en las híbridas. Posterior a este periodo, las tasas de supervivencia hasta que da el inicio del Periodo de Juvenil se presentaron más semejantes en las cuatro cruces, en la CI1 fue 0.829, en la CI2 fue 0.860, Híbridos A 0.813 e Híbridos B 0.914; las tasas de supervivencia hasta el Periodo de adulto, la madurez sexual se presentó a los 280 DDE aproximadamente, fue 0.828 (CI1), 0.729 (CI2), 0.920 (Híbridos A) y 0.8622 (Híbridos B), mostrando que posterior a la fertilización y eclosión los organismos híbridos sobrevivientes mostraban una mayor supervivencia que las cruces de las intraespecíficas.

Palabras Clave: *Chirostoma*, Desarrollo temprano, Hibridación, Viabilidad

Evaluation of early development in hybrids between *Chirostoma humboldtianum* and *Chirostoma riojai* (Atheriniformes: Atherinopsidae) through *in vitro* fertilization

Alejandro Flores-Valle¹, Jhoana Diaz-Larrea¹, María del Rocío Zárate-Hernández², Laura Georgina Núñez-García¹; Mónica Cristina Rodríguez-Palacios¹; Andrés Sánchez-Morales²

Abstract

The aim of this study is to deepen the understanding of the reproductive isolation status among species of the genus *Chirostoma*, analyzing the viability of hybrids resulting from reciprocal crosses between two species that exhibit one of the highest degrees of divergence both morphologically and genetically within the genus. Intraspecific crosses were carried out through *in vitro* fertilizations of *Chirostoma humboldtianum* (CI1) and *Chirostoma riojai* (CI2), as well as interspecific crosses to obtain hybrids in the combinations ♀ *C. humboldtianum* × ♂ *C. riojai* (Hybrid A) and ♀ *C. riojai* × ♂ *C. humboldtianum* (Hybrid B). The findings indicated that the offspring of both crosses are viable, allowing the description of early developmental stages, juvenile phase, and adult maturation. A significant decrease was observed in fertilization and hatching rates compared to intraspecific crosses; the mean fertilization rate of eggs was 0.724 for CI1 and 0.597 for CI2, while in hybrid crosses it was 0.372 for Hybrids A and 0.399 for Hybrids B. For hatching rates, the means were 0.845 and 0.774 respectively in the intraspecific crosses, versus 0.504 and 0.377 in the hybrids. After this period, survival rates until the onset of the Juvenile Period were more similar across the four crosses: 0.829 for CI1, 0.860 for CI2, 0.813 for Hybrids A, and 0.914 for Hybrids B. Survival rates until the Adult Period, with sexual maturity occurring at approximately 280 days after fertilization (DAF), were 0.828 (CI1), 0.729 (CI2), 0.920 (Hybrids A), and 0.862 (Hybrids B), indicating that after fertilization and hatching, surviving hybrid organisms showed higher survival than intra-specific crosses.

Keywords: *Chirostoma*, Early development, Hybridization, Viability

Evaluación ecotoxicológica de la calidad del agua en la presa "Ex Hacienda Hundida San Miguel Regla" mediante bioensayos con rotíferos

José Rodolfo Bonfil-Campos^{1*}, S. Nandini², S. S. S. Sarma²

¹ Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Coyoacán, México. Postal Code 04510

² Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Laboratorio de Zoología Acuática

*E-mail: rodolfobonfil201@gmail.com

Resumen

Los florecimientos de cianobacterias representan una preocupación creciente en cuerpos de agua epicontinentales, especialmente en sistemas utilizados para el riego agrícola y la recreación humana, como es el caso de la presa "Ex Hacienda Hundida", ubicada en San Miguel Regla, Huasca de Ocampo, Hidalgo. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), las concentraciones máximas permisibles de microcistinas en el agua son de 1 µg/L para consumo humano y 20 µg/L para uso recreativo. Este estudio evalúa el riesgo ecotoxicológico de las cianotoxinas mediante bioensayos utilizando el rotífero *Brachionus calyciflorus*. Se recolectaron fitoplancton y zooplancton en dos sitios; se filtraron 210 L de agua para el fitoplancton, con el fin de obtener el extracto crudo, el cual fue procesado mediante cinco ciclos de sonicación y congelación. Para el análisis de zooplancton, se filtraron 50 L. La concentración de equivalentes de microcistinas en el medio se determinó mediante un kit ELISA®. El análisis microscópico reveló una comunidad fitoplanctónica dominada por *Woronichinia*, *Aphanizomenon*, *Planktothrix* y *Aphanoclate*, con baja diversidad zooplanctónica. Se realizaron pruebas de toxicidad aguda y crónica, determinándose una CL50 del 42.5 % del extracto, equivalente a 12.0 µg/L de microcistinas. Con base en ello, se utilizaron tres concentraciones subletales del extracto para bioensayos crónicos de tabla de vida. Los experimentos se llevaron a cabo en viales de 20 ml con cuatro réplicas por tratamiento, introduciendo 20 neonatos de menos de 6 horas de edad en cada uno, y monitoreando la supervivencia y reproducción hasta la muerte del último individuo de la cohorte original. Los extractos provocaron una reducción en la fecundidad y un declive progresivo en la supervivencia. Los resultados demuestran efectos tóxicos sobre parámetros clave del ciclo de vida de *B. calyciflorus*, concluyendo que los compuestos intracelulares presentes en el extracto exhiben bioactividad tóxica y superan los valores guía establecidos por la OMS, con implicaciones ecológicas para la estructura trófica del sistema.

Palabras clave: rotíferos, extractos crudos, cianotoxinas, bioensayos

Ecotoxicological assessment of water quality in “Ex Hacienda Hundida San Miguel Regla” dam using rotifer bioassays

José Rodolfo Bonfil-Campos^{1*}, S. Nandini², S. S. S. Sarma²

Abstract

Cyanobacterial blooms represent a growing concern in inland water bodies, especially in systems used for agricultural irrigation and human recreation, as is the case of the “Ex Hacienda Hundida” reservoir in San Miguel Regla, Huasca de Ocampo, Hidalgo. According to the World Health Organization (WHO), the maximum permissible concentrations of microcystins in water are 1 µg/L for human consumption and 20 µg/L for recreational use. This study assesses the ecotoxicological risk of cyanotoxins through bioassays using the rotifer *Brachionus calyciflorus*. Phytoplankton and zooplankton were collected at two sites; 210 L of water were filtered for phytoplankton to obtain the crude extract, processed through five cycles of sonication and freezing. For zooplankton analyses we filtered 50 L. The concentration of microcystin equivalents in the medium was determined using an ELISA[®] kit. Microscopic analysis revealed a phytoplankton community dominated by *Woronichinia*, *Aphanizomenon*, *Planktothrix*, and *Aphanoclate*, with low zooplankton diversity. Acute and chronic toxicity tests were conducted, determining an LC50 of 42.5 % of the extract, equivalent to 12.0 µg/L of microcystins. Based on this, we used three sublethal concentrations of the extract for life table chronic bioassays. Experiments were conducted in 20 ml vials with four replicates per treatment, introducing 20 neonates <6 h old into each, and monitoring survival and reproduction until the death of the last individual of the original cohort. The extracts resulted in reduced fecundity and progressive decline in survival. The results demonstrate toxic effects on key life cycle parameters of *B. calyciflorus*, concluding that intracellular compounds present in the extract exhibit toxic bioactivity and exceed WHO guideline values, with ecological implications for the trophic structure of the system.

Keywords: rotifers, crude extracts, cyanotoxins, bioassays

Efectos a través de infoquímicos entre los copépodos el nativo y el invasor: *Mesocyclops longisetus curvatus* y *Mesocyclops pehpeiensis*

Meetztlí Alejandra Valencia-Vargas¹, Nandini Sarma², Singaraju Sri Subrahmanya Sarma²,
María Elena Castellanos Páez³

¹Universidad Autónoma Metropolitana, Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud, Unidad Xochimilco - Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Del. Coyoacán, C.P. 04960, Ciudad de México, México.

²Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Iztacala, Edificio UMF, Laboratorio de Zoología Acuática - Av. de los Barrios, no 1, Los Reyes Tlalnepan, Edo. de México. CP. 54090. México.

³Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, Departamento El Hombre y su Ambiente, Laboratorio de Rotiferología y Biología Molecular del Plancton - Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Del. Coyoacán, C.P. 04960, Ciudad de México, México.

*E-mail: meetzvalencia@gmail.com

Resumen

La presencia de los infoquímicos de una especie provoca cambios morfológicos, demográficos o conductuales de otras especies. La capacidad de las especies invasoras de liberar estas señales químicas favorece su establecimiento y aumenta su dominio en la comunidad desplazando especies nativas. En el presente estudio se evaluó el efecto indirecto del copépodo invasor *Mesocyclops pehpeiensis* sobre las variables de tabla de vida de *Mesocyclops longisetus curvatus*, y viceversa. Los experimentos de tabla de vida se realizaron para los copépodos *M. pehpeiensis* y *M. longisetus curvatus* por separado, se establecieron dos controles y dos tratamientos: los controles fueron cada especie de *Mesocyclops* individualmente, y los tratamientos fueron cada especie de *Mesocyclops* en presencia de los infoquímicos (medio acondicionado) de la otra especie. Para los medios acondicionados (infoquímicos), se colocaron 0.1 ind. mL⁻¹ de hembras sin huevo de cada una de las especies de *Mesocyclops* por 24 h en medio EPA sin alimento. A pesar de que no se encontraron efectos significativos de los infoquímicos de *M. pehpeiensis* sobre la población de *M. longisetus curvatus*, o viceversa; en general *M. pehpeiensis* presentó valores reproductivos y de tasa de incremento poblacional significativamente más altos que *M. longisetus curvatus* (45 y 56%, respectivamente). En la naturaleza, la invasora *M. pehpeiensis* podría tener un impacto negativo, debido a sus infoquímicos, sobre la nativa, ampliando así rápidamente su presencia en México.

Palabras clave: tabla de vida, tasa de incremento poblacional, especies nativas, especies invasoras.

**Effects through infochemicals between native and invasive copepods:
Mesocyclops longisetus curvatus and *Mesocyclops pehpeiensis***

**Meetztlí Alejandra Valencia-Vargas¹, Nandini Sarma², Singaraju Sri Subrahmanya Sarma²,
María Elena Castellanos Páez³**

Abstract

The presence of infochemicals from one species causes morphological, demographic, or behavioral changes of other species. The ability of invasive species to release these chemical signals favors their establishment and increases their dominance in the community, displacing native species. In the present study, the indirect effect of the invasive copepod *Mesocyclops pehpeiensis* on the life table variables of *Mesocyclops longisetus curvatus*, and viceversa, was evaluated. Life table experiments were conducted for *M. pehpeiensis* and *M. longisetus* copepods separately, two controls and two treatments were established: controls were each *Mesocyclops* species individually, and treatments were each *Mesocyclops* species in the presence of the infochemicals (conditioned media) of the other species. For conditioned media (infochemicals), 0.1 ind. mL⁻¹ of non-ovigerous females of each *Mesocyclops* species were placed for 24 h on EPA medium without food. Although no significant effects of *M. pehpeiensis* infochemicals on the *M. longisetus curvatus* population or viceversa were found, in general *M. pehpeiensis* had significantly higher reproductive and population growth rates than *M. longisetus curvatus* (45 and 56% respectively). In nature, the invasive *M. pehpeiensis* could have a negative impact on the native species due to its infochemicals, thus extending its range in Mexico rapidly.

Keywords: life table, population increase rate, native species, invasive species.

Consumo de espirulina (*Limnospira maxima*) por *Frontonia* sp. (Ciliophora: Oligohymenophorea) en el Lago Texcoco, México

Carlos Alberto Durán Ramírez*, Rosaura Mayén-Estrada

Laboratorio de Protozoología, Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, CDMX. México.

*E-mail: carlosduran_88@ciencias.unam.mx

Resumen

En algunos de los humedales remanentes que forman parte del Lago Texcoco, la recolecta de espirulina (*Limnospira maxima*), así como su cultivo rústico, representan dos formas de aprovechamiento de este recurso por parte de los pobladores locales debido a su valor nutritivo como alimento para la producción de *Artemia*, aves de corral y como suplemento alimenticio para consumo humano. Uno de los principales retos que enfrentan las técnicas de cultivo de microalgas, tanto a nivel industrial como artesanal, es la presencia de organismos que colonizan los cultivos tanto en sistemas al aire libre como en interiores, ya que limitan la producción de grandes volúmenes de biomasa. Dentro del ámbito de la biotecnología de las algas, se les denomina contaminantes biológicos a las bacterias, hongos, otras algas competidoras y elementos del protozooplancton como los ciliados que consumen algas. El objetivo del presente trabajo fue documentar la presencia de ciliados en una de las zonas de recolecta y en un cultivo experimental de espirulina durante agosto de 2023 en la zona del Lago Texcoco. La recolección de las muestras se llevó a cabo en el humedal de la Ciénega de San Juan y en un cultivo rústico de *L. maxima* en el poblado de Santa Isabel Ixtapa, Municipio de Atenco, Estado de México. Se realizó la observación en vivo de ciliados empleando microscopía de contraste diferencial de interferencia. Se identificó a una especie del género *Frontonia* como el único ciliado algívoro que se alimenta de espirulina como componente de su dieta. Se concluye que los ciliados son un elemento biótico presente en los cultivos experimentales y en el humedal de la Ciénega de San Juan, en donde se establecen poblaciones de *Frontonia* sp. que se alimentan de los filamentos de *L. maxima*, pero hasta el momento no se cuenta con evidencias que sustenten si existe algún efecto de los ciliados sobre la productividad de la misma en el Lago Texcoco.

Palabras clave: alguivoría, ciliados, continental, protistas, protozooplancton.

Consumption of spirulina (*Limnospira maxima*) by *Frontonia* sp. (Ciliophora: Oligohymenophorea) in Texcoco Lake, Mexico

Carlos Alberto Durán Ramírez*, Rosaura Mayén-Estrada

Abstract

In some of the remaining wetlands that comprise Lake Texcoco, the harvesting of spirulina (*Limnospira maxima*) and its rural cultivation represent two ways in which local people exploit this resource due to its nutritive value as food for the production of brine shrimp, poultry, and as a food supplement for human consumption. One of the main challenges facing microalgae cultivation techniques, both industrial and artisanal, is the presence of organisms that colonize cultures in both outdoor and indoor systems, as they limit the production of large volumes of biomass. Within the field of algae biotechnology, biological contaminants include bacteria, fungi, other competing algae, and elements of protozooplankton such as ciliates that consume algae. The objective of this study was to document the presence of ciliates in one of the sampling areas and from an experimental spirulina culture during August 2023 in the Lake Texcoco area. Samples were collected in the Ciénega de San Juan wetland and from a rustic *L. maxima* culture located in the town of Santa Isabel Ixtapa, Municipality of Atenco, State of Mexico. Live observation of ciliates was carried out using differential interference contrast microscopy. A species of genus *Frontonia* was identified as the only algivorous ciliate that feeds on spirulina as a component of its diet. It is concluded that ciliates are a biotic element present in experimental cultures and in the Ciénega de San Juan wetland, where *Frontonia* sp. populations that feed on *L. maxima* filaments are established. However, to date, there is no evidence to support whether ciliates have any effect on *L. maxima* productivity in Lake Texcoco.

Keywords: algivorous, ciliates, continental, protists, protozooplankton.

Presencia de *Peridinium willei* f. *lineatum* en un lago de cráter en Puebla, México

Carolina Bustamante-Gil^{1,3*}, Beatriz Lira^{2,3} y Rosaluz Tavera Sierra^{2,3}

¹ Programa de becas posdoctorales, Universidad Nacional Autónoma de México.

² Departamento de Ecología y Recursos Naturales. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

³ Laboratorio de Algas Continentales. Ecología y Taxonomía. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

*E-mail: cbg@ciencias.unam.mx

Resumen

Peridinium willei presenta una considerable variabilidad morfológica, con tres formas descritas cuya ocurrencia se ha asociado al estado trófico del sistema. La f. *lineatum* asociada a eutroficación, la f. *willei* a mesotrofia y la f. *sphaericum* a oligotrofia. Sin embargo, pese a ser el dinoflagelado de agua dulce más común y ampliamente distribuido a nivel mundial, la literatura—tanto en México como en gran parte del ámbito global—no documenta dicha variabilidad ni proporciona imágenes que permitan inferirla y son escasos los registros que describen esta variabilidad y su relación con el estado trófico. Este estudio pretende documentar estos aspectos en el lago Quechulac, para lo que se analizaron muestras de la colección ficológica del Laboratorio de Algas Continentales (FCME, UNAM) correspondientes a los periodos de enero y agosto de 2023, mayo de 2024 y marzo de 2025, bajo un microscopio óptico compuesto, con contraste de fases, en el que se realizaron las observaciones de la morfología y conteos para determinar la densidad en cada una de las épocas y diferentes profundidades. De cada muestreo se midieron entre 2 y 30 individuos, dependiendo de la densidad. Las poblaciones de *Peridinium willei* presentaron la tabulación típica de la especie, la morfología de la célula correspondió a la forma *lineatum*: con un fuerte hundimiento en la parte ventral de la epiteca, la placa 1' deltoide, dándole un aspecto de abanico. El tamaño celular varió entre: LT = 47.5–67.9 μm y el Td = 36.4–64.5 μm . La densidad máxima fue 880 ind/ml a los 5 m en 2025. Aunque la forma *lineatum* se ha asociado a sistemas eutróficos, llama la atención su presencia en el lago Quechulac el cual es considerado en la literatura oligotrófico. Discutimos la consideración sobre el intervalo de afinidad de este morfotipo a la variación de la condición trófica.

Palabras clave: Dinofita, diversidad, morfología, ficología, condición trófica.

Occurrence of *Peridinium willei* f. *lineatum* in a Crater Lake in Puebla, Mexico

Carolina Bustamante-Gil^{1,3*}, Beatriz Lira^{2,3} y Rosaluz Tavera Sierra^{2,3}

Abstract

Peridinium willei exhibits considerable morphological variability, with three described forms whose occurrence was associated with the trophic state of the system: f. *lineatum* with eutrophication, f. *willei* with mesotrophy, and f. *sphaericum* with oligotrophy. However, despite being the most common and widely distributed freshwater dinoflagellate worldwide, the literature—both in Mexico and in the broader global context—does not document this variability or provide images that allow its inference, and only a few records describe this variability and its relationship with trophic state. This study aims to document these aspects in Lake Quechulac. To this end, we analyzed samples from the phycological collection of the Freshwater Algae Laboratory (FCME, UNAM), corresponding to January and August 2023, May 2024, and March 2025, using a phase-contrast compound optical microscope to perform morphological observations and counts, thus determining the density across seasons and depths. Between 2 and 30 individuals were measured per sampling, depending on the density of the *P. willei* populations exhibited the typical tabulation of the species, and the cell morphology corresponded to the *lineatum* form, with a marked depression in the ventral part of the epitheca and a 1' deltoid plate, giving the cell a fan-like appearance. Cell size ranged from LT = 47.5–67.9 µm and Td = 36.4–64.5 µm. The maximum density reached 880 individuals per milliliter at a depth of 5 meters in 2025. Although the *lineatum* form was associated with eutrophic systems, its presence in Lake Quechulac, which is considered oligotrophic in the literature, is notable. We discuss the range of affinities of this morphotype in relation to variation in trophic conditions.

Keywords: Dinoflagellate, diversity, morphology, phycology, trophic condition

Respuesta térmica diurna del Lago de Chapala ante forzamientos atmosféricos: observaciones y modelación numérica

María del Refugio Barba López^{1,*}, **Federico Ángel Velázquez Muñoz**¹, **Eduardo Juárez Carrillo**²,
David Ávalos Cueva³, **César Monzón**⁴

¹ Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Departamento de Física.

² Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Ciencias Ambientales.

³ Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Departamento de Ingeniería Civil y Topografía.

⁴ Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Departamento de Ingeniería de Proyectos.

* E-mail: mdelrefugio.barba@academicos.udg.mx

Resumen

El Lago de Chapala, por su importancia económica y social, requiere una comprensión detallada y un monitoreo constante de su dinámica térmica, ya que está sujeto a variaciones imprevistas. La mayoría de los estudios previos se han basado en objetivos particulares, con mediciones puntuales y periodos de tiempo específicos. Por ello, se planteó la necesidad de realizar mediciones continuas y con mayor resolución temporal, para evaluar cómo responde el lago ante los forzamientos atmosféricos diarios y los procesos ocasionales que modifican significativamente sus condiciones, como sequías extremas o el aumento de la temperatura global. Se instalaron siete sensores de temperatura distribuidos cada 0.5 m, desde la superficie hasta los 3.5 m de profundidad. Este equipo se montó en una boya flotante durante julio de 2024 y, adicionalmente, se implementó una simulación numérica tridimensional con el modelo Delft3D-Flow en modo no hidrostático, utilizando datos meteorológicos locales como forzamientos del modelo. Se observó una clara estratificación térmica diurna, seguida de un proceso intenso de mezcla nocturna, con un descenso progresivo del pico térmico diario. El modelo reprodujo adecuadamente esta dinámica y permitió identificar un evento de convergencia superficial provocado por movimientos inducidos por el viento. Dicho evento transporta el agua cálida de la superficie hacia el interior del lago, generando un calentamiento en las capas profundas. El Lago de Chapala muestra una alta sensibilidad a los forzamientos atmosféricos de variabilidad diurna. La combinación de observaciones recientes de alta resolución temporal con modelación numérica resulta esencial para comprender su comportamiento térmico y anticipar posibles impactos del cambio climático global. Este enfoque permite identificar procesos físicos que no pueden observarse directamente en las mediciones y proporciona herramientas para una gestión ambiental respaldada por evidencia científica.

Palabras clave: Lago de Chapala, estructura térmica, mediciones continuas, modelación numérica.

Diurnal thermal response of Lake Chapala to atmospheric forcing: observations and numerical modeling

María del Refugio Barba López^{1,*}, Federico Ángel Velázquez Muñoz¹, Eduardo Juárez Carrillo², David Ávalos Cueva³, César Monzón⁴.

Abstract

Lake Chapala, due to its economic and social importance, requires detailed understanding and constant monitoring of its thermal dynamics, as it is subject to unforeseen variations. Most previous studies have been based on specific objectives, with point measurements and specific time periods. For this reason, the need arose to carry out continuous measurements with higher temporal resolution, in order to assess how the lake responds to daily atmospheric forcing and occasional processes that significantly modify its conditions, such as extreme droughts or the rise in global temperature. Seven temperature sensors were installed at 0.5 m intervals, from the surface to 3.5 m depth. This equipment was mounted on a floating buoy in July 2024, and, in addition, a three-dimensional numerical simulation was implemented using the Delft3D-Flow model in non-hydrostatic mode, with local meteorological data as model forcing. A clear diurnal thermal stratification was observed, followed by an intense nocturnal mixing process, with a progressive decrease in the daily thermal peak. The model adequately reproduced this dynamic and made it possible to identify a surface convergence event caused by wind-induced movements. This event transports warm surface water toward the interior of the lake, generating warming in the deeper layers. Lake Chapala shows high sensitivity to atmospheric forcing with diurnal variability. The combination of recent high-temporal-resolution observations with numerical modeling is essential to understand its thermal behavior and anticipate possible impacts of global climate change. This approach makes it possible to identify physical processes that cannot be directly observed in the measurements and provides tools for environmental management supported by scientific evidence.

Keywords: Lake Chapala, thermal structure, continuous measurements, numerical modeling

Acuaponía para el cambio social: desarrollo de un sistema piloto como parte de las tecnologías ecológico-productivas de una asociación civil en Amozoc, Puebla

Jessica Andrea Ramírez Meneses^{1*}, Raquel Mahetzi Cruz Gutiérrez¹, Justo Salvador Hernández Avilés¹

¹ Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Laboratorio de Limnoecología.

*E-mail: andrea.ram.meneses@gmail.com

Resumen

La demanda mundial de alimentos ha generado problemas como la inseguridad alimentaria, sobreexplotación del suelo y contaminación de los recursos hídricos. Ante este panorama, han surgido tecnologías sostenibles y de bajo impacto ambiental que buscan optimizar la producción sin comprometer los ecosistemas. Una de estas alternativas es la acuaponía, que combina la acuicultura y la hidroponía, donde el agua residual del cultivo de peces se utiliza como fuente de nutrientes para las plantas. Este estudio, implementó un sistema acuapónico piloto para fortalecer la autosuficiencia alimentaria en una asociación que atiende a población en situación de vulnerabilidad, vinculando la producción de alimentos con prácticas ambientalmente responsables y la inclusión comunitaria desde un enfoque integral. Se utilizó un sistema acoplado, que integró un estanque rectangular de cultivo semi-intensivo sin recambio de agua de *Oreochromis niloticus* sp. y una unidad hidropónica NFT con plantas de *Lactuca sativa* variedad sangría y orejona. Los análisis fisicoquímicos mostraron una mejora en la calidad del agua: el pH en el estanque disminuyó de 9.65 a 6.95 a la salida del NFT, TDS se mantuvo en 120 mg/L, nitrito por debajo de 1 mg/L, amonio 0.3 mg/L y nitrato 0.7 mg/L, mientras que el fósforo total en hidroponía alcanzó 59 mg/L. El peso promedio de lechuga sangría fue 91.29 g y de lechuga orejona 79.83 g, con una tasa absoluta de crecimiento (AGR) de 0.09 y 0.07 g/día respectivamente. El cultivo de peces mostró una LT promedio de 20.87 ± 1.76 cm y peso promedio de 205.82 ± 53.96 g, rendimiento de 8957.9 kg/ha/año, con AGR de 0.795 g/pez/día, factor de conversión alimenticia (FCR) de 2.05, índice de eficiencia alimentaria (FER) de 48.64 % y factor de condición (K) de 2.26. En conclusión, la acuaponía permitió mantener condiciones estables en el agua y aprovechar nutrientes, generando un doble beneficio: peces y hortalizas de tipo orgánico a bajo costo.

Palabras clave: acuicultura, hidroponía, ecotecnología, reciclaje de nutrientes, sustentabilidad.

Aquaponics for Social Change: Development of a Pilot System as Part of the Eco-Productive Technologies of a Civil Association in Amozoc, Puebla

Jessica Andrea Ramírez Meneses^{1*}, Raquel Mahetzi Cruz Gutiérrez¹, Justo Salvador Hernández Avilés¹

Abstract

The global demand for food has generated problems such as food insecurity, soil overexploitation, and contamination of water resources. In response to this scenario, sustainable and low-impact technologies have emerged, aiming to optimize production without compromising ecosystems. One such alternative is aquaponics, which combines aquaculture and hydroponics, where wastewater from fish culture is used as a nutrient source for plants. This study implemented a pilot aquaponic system to strengthen food self-sufficiency within an association that serves vulnerable populations, linking food production with environmentally responsible practices and community inclusion through a comprehensive approach. A coupled system was used, integrating a semi-intensive rectangular pond for *Oreochromis niloticus* sp. cultivation, operated without water exchange, and a hydroponic NFT unit with *Lactuca sativa* (sangria and romaine varieties). Physicochemical analyses showed an improvement in water quality: pond pH decreased from 9.65 to 6.95 at the NFT outlet; TDS remained stable at 120 mg/L; nitrite levels stayed below 1 mg/L; ammonium was 0.3 mg/L; nitrate 0.7 mg/L; and total phosphorus in hydroponics reached 59 mg/L. The average fresh weight of sangria lettuce was 91.29 g and romaine lettuce 79.83 g, with absolute growth rates (AGR) of 0.09 and 0.07 g/day, respectively. Fish culture achieved an average total length of 20.87 ± 1.76 cm and an average weight of 205.82 ± 53.96 g, with a yield of 8,957.9 kg/ha/year, AGR of 0.795 g/fish/day, feed conversion ratio (FCR) of 2.05, feed efficiency ratio (FER) of 48.64%, and a condition factor (K) of 2.26. In conclusion, aquaponics enabled stable water conditions and efficient nutrient utilization, generating a dual benefit: the production of low-cost organic fish and vegetables.

Keywords: aquaculture, hydroponics, ecotechnology, nutrient recycling, sustainability.

Impacto del cambio climático global en un lago subtropical: el caso del Lago Atezca (Hidalgo, México).

Margarita Caballero Miranda ¹, Alejandra Ubaldo Guerra ², Itzel Sigala Regalado^{2,3 *}, Gabriela Vázquez Hurtado ⁴

¹ Universidad Nacional Autónoma de México, Laboratorio de Paleolimnología, Instituto de Geofísica

² Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias.

³ Universidad Nacional Rosario Castellanos, División Ejecutiva de Investigación y Posgrado.

⁴ Instituto de Ecología, A.C., Carretera antigua a Coatepec 351, El Haya, Xalapa 91073, Veracruz, México.

*E-mail: itzel@ciencias.unam.mx

Resumen

Los lagos son ecosistemas sensibles a los cambios ambientales, ya sean de temperatura, precipitación, o incluso de cambios en el uso del suelo. Por ejemplo, el cambio climático actual puede afectar de forma particular a los procesos de mezcla y estratificación de la columna de agua de los lagos, ya que básicamente dependen del intercambio térmico con la atmósfera. Por otra parte, factores como la deforestación, erosión y descargas de aguas residuales aumentan su productividad y estado trófico. Todos estos procesos quedan registrados en los sedimentos, lo que permite su estudio a largo plazo. Entre los paleobioindicadores utilizados para llevar a cabo estas reconstrucciones se encuentran las diatomeas y las amebas testadas. El objetivo del presente estudio es documentar la historia reciente del Lago Atezca, ubicado en la zona montañosa de la Sierra Madre Oriental del estado de Hidalgo. Para ello se obtuvo un núcleo sedimentario de 80 cm usando un nucleador de gravedad, cuya base fue datada por radiocarbono en 1955. Los sedimentos fueron muestreados y analizados para obtener datos de susceptibilidad magnética, geoquímica y diversidad de diatomeas y amebas testadas. Además, se cuenta con datos limnológicos y ficológicos históricos (muestreos realizados entre 1980 y 1990) y recientes (2011 y 2025). Los datos de susceptibilidad y geoquímica permiten identificar eventos donde hubo mayor acumulación de sedimentos, sobre todo entre 1965 y 1975. Las diatomeas y las amebas testadas permitieron reconstruir cambios en el estado trófico del lago, los que coinciden con tendencias identificadas en los datos históricos, identificando una etapa de condiciones hipertróficas entre 1984 y 1996. Los datos de temperatura de largo plazo (1980s a 2025) permiten identificar el calentamiento del hipolimnion. El estudio de estos cambios es relevante tanto para comprender las posibles implicaciones del cambio global, como para mejorar la toma de decisiones para su conservación.

Palabras clave: paleolimnología, diatomeas, amebas testadas

Impact of global climate change on a subtropical lake: the case of Lake Atezca (Hidalgo, Mexico).

Margarita Caballero Miranda¹, Alejandra Ubaldo Guerra², Itzel Sigala Regalado^{2,3}, Gabriela Vázquez Hurtado⁴

Abstract

Lakes are ecosystems that are sensitive to environmental changes, whether in temperature, precipitation, or even changes in land use. For example, current climate change can particularly affect the mixing and stratification processes of the water column in lakes, as these processes basically depend on heat exchange with the atmosphere. On the other hand, factors such as deforestation, erosion, and wastewater discharges increase their productivity and trophic status. All these processes are recorded in sediments, allowing for long-term study. Among the paleobiological indicators used to carry out these reconstructions are diatoms and testate amoebae. The aim of this study is to document the recent history of Lake Atezca, located in the mountainous region of the Sierra Madre Oriental in the state of Hidalgo. To this goal, an 80 cm sediment core was obtained using a gravity corer, the base of which was radiocarbon dated to 1955. The sediments were sampled and analyzed to obtain data on magnetic susceptibility, geochemistry, and the diversity of diatoms and testate amoebae. In addition, historical (samples taken between 1980 and 1990) and recent (2011 and 2025) limnological and phycological data are available. Susceptibility and geochemical data allow us to identify events where there was greater sediment accumulation, especially between 1965 and 1975. The diatoms and testate amoebae allowed us to reconstruct changes in the lake's trophic status, which coincide with trends identified in the historical data, identifying a period of hypertrophic conditions between 1984 and 1996. Long-term temperature data (1980s to 2025) allow us to identify the warming of the hypolimnion. The study of these changes is relevant both for understanding the possible implications of global change and for improving decision-making for its conservation.

Keywords: paleolimnology, diatoms, testate amoebae

Impacto de *Egeria densa* sobre la toxicidad de fertilizantes en *Daphnia magna* y *Daphnia pulicaria* (Crustacea: Cladocera)

Xareny Lisset Neri-Cruz*, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez

Grupo de Investigación en Limnología Tropical (GILT), UIICSE, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. De los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, CP 54090.

*E-mail: xneri2209@gmail.com

Resumen

El uso intensivo de fertilizantes en la agricultura ha generado efectos negativos sobre los ecosistemas acuáticos, provocando eutrofización y afectando a organismos sensibles como los cladóceros. Este estudio tuvo como objetivo evaluar si la planta acuática *Egeria densa* puede reducir la toxicidad de dos fertilizantes comerciales (Biofósforo y Bayfolan) en dos especies de *Daphnia*: la exótica *D. magna* y la nativa *D. pulicaria*, así como comparar la sensibilidad entre ambas. Se realizaron bioensayos de toxicidad aguda (LC₅₀) a 24 y 48 horas con seis concentraciones de cada fertilizante, en presencia y ausencia de la planta. Además, se evaluó el efecto sobre la frecuencia cardíaca de las dafnias expuestas a la concentración letal media. Los resultados mostraron que la presencia de *E. densa* aumentó los valores de LC₅₀ en ambas especies, indicando una menor toxicidad. En *D. magna* expuesta a Biofósforo, el valor de LC₅₀ aumentó de 2.31 % a 2.63 % a las 24 h y de 1.52 % a 1.71 % a las 48 h, mientras que en *D. pulicaria* varió de 0.78 % a 1.37 % y de 0.42 % a 0.97 % en los mismos tiempos. Para Bayfolan, *D. magna* pasó de 0.18 % a 0.37 % (24 h) y de 0.16 % a 0.26 % (48 h), y *D. pulicaria* de 0.20 % a 0.35 % y de 0.14 % a 0.26 %. El análisis estadístico (ANOVA de dos vías, $p < 0.001$) mostró diferencias significativas entre tratamientos con y sin planta, reflejando una reducción del estrés fisiológico y menor frecuencia cardíaca en presencia de la macrófita. En cuanto a sensibilidad, *D. pulicaria* fue más susceptible al Biofósforo, mientras que para Bayfolan las variaciones dependieron del tiempo y la presencia de *E. densa*. Se recomienda incluir los valores estadísticos detallados para reforzar la consistencia de los resultados. Aunque *E. densa* mostró un efecto positivo, su uso debe evaluarse con precaución por su carácter invasor, considerando el potencial de macrófitas nativas como alternativas fitorremediadoras.

Palabras clave: Eutrofización, Macrófita, Ecotoxicología, Frecuencia cardíaca, Bioensayos

Impact of *Egeria densa* on fertilizer toxicity in *Daphnia magna* and *Daphnia pulicaria* (Crustacea: Cladocera)

Xareny Lisset Neri-Cruz*, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez

The intensive use of fertilizers in agriculture has caused negative effects on aquatic ecosystems, leading to eutrophication and affecting sensitive organisms such as cladocerans. This study aimed to evaluate if the aquatic plant *Egeria densa* can reduce the toxicity of two commercial fertilizers (Biofósforo and Bayfolan) on two species of *Daphnia*: the exotic *D. magna* and the native *D. pulicaria*, and to compare the sensitivity between them. Acute toxicity bioassays (LC₅₀) were carried out at 24 and 48 hours with six concentrations of each fertilizer, with and without the plant. In addition, the heart rate of *Daphnia* exposed to the lethal concentration 50 was measured. The results showed that the presence of *E. densa* increased the LC₅₀ values in both species, indicating lower toxicity. For *D. magna* exposed to Biofósforo, the LC₅₀ value increased from 2.31% to 2.63% at 24 h and from 1.52% to 1.71% at 48 h, while in *D. pulicaria* it changed from 0.78% to 1.37% and from 0.42% to 0.97% in the same periods. For Bayfolan, *D. magna* went from 0.18% to 0.37% (24 h) and from 0.16% to 0.26% (48 h), and *D. pulicaria* from 0.20% to 0.35% and from 0.14% to 0.26%. The statistical analysis (two-way ANOVA, $p < 0.001$) showed significant differences between treatments with and without the plant, showing lower stress and heart rate when *E. densa* was present. In terms of sensitivity, *D. pulicaria* was more sensitive to Biofósforo, while for Bayfolan, results varied depending on time and plant presence. It is recommended to include complete statistical values to make the summary more consistent. Although *E. densa* showed a positive effect, its use should be considered carefully because it is an invasive species. Using native macrophytes could be a better alternative to reduce fertilizer toxicity without affecting the ecological balance of aquatic systems.

Keywords: Eutrophication, Macrophyte, Ecotoxicology, Heart rate, Bioassays

Perspectivas taxonómicas y evolutivas de una diatomea endémica del Lago Alchichica, México

Diana Avendaño Villeda^{1*}, Margarita Caballero², Wolf-Henning Kusber³, Socorro Lozano-García¹, Katherina Schimani³, Oliver Skibbe³, Jonas Zimmermann³, Nélide Abarca³

¹ Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México.

² Laboratorio de Paleolimnología, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México.

³ Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin, Freie Universität Berlin, Königin-Luise-Straße 6-8, 14195 Berlin, Germany.

*E-mail: da.avendano.v@ciencias.unam.mx

RESUMEN

El Lago Alchichica, un lago de cráter en México, constituye un recurso valioso para el estudio de microalgas endémicas fósiles y recientes, así como de procesos evolutivos. En este estudio, examinamos *Cyclotella alchichicana*, una especie de diatomea endémica del Lago Alchichica. Integramos observaciones morfológicas detalladas con análisis filogenéticos moleculares utilizando los marcadores rbcL, 18S y 28S para actualizar la información sobre su ultraestructura y esclarecer su posición filogenética dentro de las Thalassiosirales. Con base en los datos moleculares, se estimaron tiempos de divergencia para evaluar si el origen de esta especie antecede o es posterior a la formación del lago. *Cyclotella alchichicana* se presenta como un caso de estudio para comprender la divergencia evolutiva de taxones endémicos a partir de especies cosmopolitas de amplia distribución. Nuestros resultados contribuyen a una comprensión más amplia de los patrones de especiación en ambientes salinos continentales y destacan la importancia de combinar múltiples líneas de evidencia para la resolución taxonómica en diatomeas céntricas.

Palabras clave: *Cyclotella*, Bacillariophyceae, árbol filogenético, divergencia temporal, especiación

Taxonomic and evolutionary perspectives of an endemic diatom from Lake Alchichica, Mexico

Diana Avendaño Villeda^{1*}, Margarita Caballero², Wolf-Henning Kusber³, Socorro Lozano-García¹, Katherina Schimani³, Oliver Skibbe³, Jonas Zimmermann³, Nélida Abarca³

Abstract

Lake Alchichica, a crater lake in Mexico, represents a valuable resource for studying both fossil and recent endemic microalgae, as well as evolutionary processes. In this study, we examined *Cyclotella alchichicana*, a diatom species endemic to Lake Alchichica. We integrated detailed morphological observations with molecular phylogenetic analyses using the *rbcL*, *18S*, and *28S* markers to update information on its ultrastructure and clarify its phylogenetic position within the Thalassiosirales. Based on molecular data, divergence times were estimated to evaluate whether the origin of this species predates or postdates the formation of the lake. *Cyclotella alchichicana* serves as a case study for understanding the evolutionary divergence of endemic taxa derived from widely distributed cosmopolitan species. Our results contribute to a broader understanding of speciation patterns in continental saline environments and highlight the importance of combining multiple lines of evidence for taxonomic resolution in centric diatoms.

Keywords: *Cyclotella*, Bacillariophyceae, phylogenetic tree, temporal divergence, speciation

Composición elemental, bioacumulación y toxicidad aguda del cadmio en zooplancton: un enfoque comparativo

Jesús Alvarado-Flores

Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C., Unidad de Ciencias del Agua, Calle 8, No. 39, Mz 29, SM 64 CP 77524. Cancún, Quintana Roo, México.

E-mail: jesus.alvarado@cicy.mx

Resumen

El zooplancton es un excelente bioindicador de calidad del agua. Sus características biológicas, ecológicas y evolutivas, así como su distribución ambiental, lo hacen un excelente centinela de la contaminación de elementos potencialmente tóxicos. Por ejemplo, el cadmio, un metal tóxico y peligroso para la diversidad acuática y la salud humana, se ha reportado en la península de Yucatán en agua, sedimento y biota desde 1991 hasta 2025. El 20% de los reportes en agua exceden los límites máximos permitidos de la legislación ambiental mexicana. En consecuencia, el presente trabajo estudió la relación que existe en su composición elemental estructural, la bioacumulación de cadmio y la toxicidad aguda del cadmio en cuatro grupos de zooplancton: cladóceros, rotíferos, copépodos y ostrácodos. Se estudió la composición elemental de 158 individuos de cladóceros, 85 rotíferos, 22 copépodos y 21 ostrácodos por difracción de rayos X usando el microscopio electrónico de barrido. Los elementos estructurales analizados fueron Ca y C. Los individuos son de laboratorio y campo. Se midió cadmio con ICP-OES (Perkin Elmer Optima 8000) en 3 cladóceros, 37 rotíferos, 24 copépodos y 9 ostrácodos, colectados en ecosistemas acuáticos de Quintana Roo. Se recopilaron en total 47 valores de toxicidad aguda CL_{50} para cadmio de la literatura científica: 16 en cladóceros, 13 en rotíferos, 10 en copépodos y 8 en ostrácodos. La composición elemental C/Ca es diferente estadísticamente entre grupos. Los ostrácodos tienen mayor Ca que los otros grupos, y los rotíferos tienen mayor C que los otros grupos, haciéndolos más tolerantes al cadmio. Mientras que los cladóceros y copépodos tienen similitud en la relación C/Ca, haciéndolos más sensibles al cadmio con respecto a los otros grupos de zooplancton. Cuanto mayor C y Ca hay en su composición elemental, bioacumulan más Cd. La relación C/Ca influye en la bioacumulación y sensibilidad al cadmio en zooplancton.

Palabras clave: contaminación del agua, metales, sistema cárstico, ecotoxicología.

Elemental composition, bioaccumulation, and acute toxicity of cadmium in zooplankton: a comparative approach

Jesús Alvarado-Flores

Abstract

Zooplankton are excellent bioindicators of water quality. Their biological, ecological, and evolutionary characteristics and environmental distribution make them excellent sentinels for contamination by potentially toxic elements. For example, cadmium, a toxic metal hazardous to aquatic diversity and human health, has been reported in the Yucatan Peninsula in water, sediment, and biota from 1991 to 2025. Twenty percent of the reported concentrations in water exceed the maximum allowable limits established by Mexican environmental legislation. Consequently, this work studied the relationship between their structural elemental composition, cadmium bioaccumulation, and acute cadmium toxicity in four groups of zooplankton: cladocerans, rotifers, copepods, and ostracods. The elemental composition of 158 cladocerans, 85 rotifers, 22 copepods, and 21 ostracods was studied by X-ray diffraction using a scanning electron microscope. The structural elements analyzed were Ca and C. The individuals were from laboratory and field sources. Cadmium was measured with ICP-OES (Perkin Elmer Optima 8000) in 3 cladocerans, 37 rotifers, 24 copepods, and 9 ostracods collected from aquatic ecosystems in Quintana Roo. A total of 47 acute toxicity LC_{50} values for cadmium were compiled from the scientific literature: 16 in cladocerans, 13 in rotifers, 10 in copepods, and 8 in ostracods. The C/Ca elemental composition differed statistically between groups. Ostracods had higher Ca than other groups, and rotifers had higher C than other groups. Resulting in them being more tolerant to cadmium. Cladocerans and copepods share a similar C/Ca ratio, conferring more sensitive to cadmium than other zooplankton groups. The higher the C and Ca content in their elemental composition, the more Cd they bioaccumulate. The C/Ca ratio influences bioaccumulation and cadmium sensitivity in zooplankton.

Keywords: water pollution, metals, karst system, ecotoxicology.

Diversidad taxonómica y funcional: Ensamblaje de rotíferos monogonontos ante la eutrofización

Mario Joshue Espinosa Hernández*, Cesar Alejandro Zamora Barrios, Francisco José Torner Morales, Ricardo Iván Cruz Cano

Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, Laboratorio de procesos de remoción de contaminantes del agua, Unidad de Investigación Interdisciplinaria en Ciencias de la Salud y la Educación (UIICSE)

*E-mail: mario.eh132123@gmail.com

Resumen

Los sistemas epicontinentales someros destacan por albergar una alta diversidad de organismos del zooplancton; sin embargo, estos sistemas son susceptibles a la eutrofización de origen antropogénico. El presente estudio tiene por objetivo analizar la respuesta del ensamblaje de rotíferos a la variación ambiental en la Laguna de Zupitlán, Hidalgo, bajo un enfoque taxonómico y funcional. Durante seis meses, se recolectaron muestras superficiales planctónicas con la intención de identificar y cuantificar la densidad de especies de rotíferos monogonontos. Se seleccionaron seis sitios de la zona litoral, representando distintos microhábitats. Simultáneamente, se caracterizó el embalse mediante los parámetros ambientales de oxígeno disuelto, temperatura, pH, transparencia, conductividad, profundidad, sólidos disueltos, alcalinidad, clorofila, fosfatos y nitratos. Mediante una prueba de Olmstead-Tukey, se clasificaron las especies de acuerdo con su densidad y frecuencia. La diversidad taxonómica y funcional se evaluó con el índice de diversidad de *Shannon-Weiner* y mediante los rasgos funcionales se construyó un espacio funcional multidimensional con base en la distancia de Gower para la aplicación de los índices funcionales FRic, FEve, FDiv, FDis, Fspe, RaoQ y CWM. Las variables ambientales obtenidas fueron indicativas de un sistema dinámico, asociado a la variación en profundidad; predominantemente alcalino con alta heterogeneidad de las concentraciones de clorofila-a ($111.20 \pm 76.53 \mu\text{g L}^{-1}$), oxígeno disuelto ($5.82 \pm 3.45 \text{ mg L}^{-1}$) y nutrientes ($\text{NO}_3^- = 3.74 \pm 1.87 \text{ mg L}^{-1}$ y $\text{PO}_4^- = 1.20 \pm 0.46 \text{ mg L}^{-1}$). Se registraron 44 especies en 20 géneros, 13 familias y dos órdenes de rotíferos. La diversidad taxonómica varió de 1.32 a 3.40 a bits y funcionalmente, los resultados mostraron un decremento de la diversidad hacia los meses de secas frías y dominancia funcional relacionada al estado trófico. Los resultados indican que la variación ambiental y el estado trófico de la laguna de Zupitlán influyen sobre la dominancia de unas pocas especies tolerantes, reflejando redundancia funcional en el sistema.

Palabras clave: Ecología acuática, rasgos funcionales, nicho, bioindicadores.

Taxonomic and functional diversity: Assembly of monogonont rotifers in the face of eutrophication

Mario Joshue Espinosa Hernández*, Cesar Alejandro Zamora Barrios, Francisco José Torner Morales, Ricardo Iván Cruz Cano

Abstract

A high diversity of zooplanktonic organisms characterizes shallow epicontinental systems; however, these systems are highly susceptible to anthropogenic eutrophication. This study aims to analyze the response of rotifers to environmental variation in Lake Zupitlán, from both a taxonomic and functional perspective. Over a period of six months, surface plankton samples were collected to identify and quantify the density of monogonont rotifer species. Six littoral sites representing different microhabitats were selected. Simultaneously, the reservoir was characterized by using environmental parameters such as dissolved oxygen, temperature, pH, transparency, conductivity, depth, total dissolved solids, alkalinity, chlorophyll, phosphates, and nitrates. The Olmstead-Tukey test was used to classify species based on their density and frequency. We assessed taxonomic and functional diversity using the Shannon-Wiener diversity index, while also constructing a multidimensional functional space based on Gower's distance to calculate various functional indices, including FRic, FEve, FDiv, FDis, FSpe, RaoQ, and CWM. The environmental variables indicated a dynamic system associated with depth variation, predominantly alkaline, with high heterogeneity in chlorophyll-a concentrations ($111.20 \pm 76.53 \mu\text{g L}^{-1}$), dissolved oxygen ($5.82 \pm 3.45 \text{ mg L}^{-1}$), and nutrients ($\text{NO}_3^- = 3.74 \pm 1.87 \text{ mg L}^{-1}$ and $\text{PO}_4^- = 1.20 \pm 0.46 \text{ mg L}^{-1}$). A total of 44 species belonging to 20 genera, 13 families, and two orders of rotifers were recorded. Taxonomic diversity ranged from 1.32 to 3.40 bits, while functionally, the results indicated a decline in diversity during the cold, dry season, along with a functional dominance linked to trophic status. These findings suggest that environmental variability and the trophic status of Lake Zupitlán play a significant role in the dominance of a few tolerant species, leading to functional redundancy within the ecosystem.

Keywords: Aquatic ecology, functional traits, niche, bioindicators.

Diversidad de rotíferos y cladóceros de lagos y embalses del centro de México

Karla De La Luz-Vázquez*, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez, Laura Peralta-Soriano, Alfonso Lugo-Vázquez

Grupo de Investigación en Limnología Tropical (GILT), UIICSE, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. De los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, CP 54090.

E-mail: karladllv@gmail.com

Resumen

El zooplancton desempeña un papel fundamental en la regulación de las redes tróficas de lagos y embalses, ya que consume fitoplancton y constituye la base alimenticia de los peces. A pesar de su importancia, existe poca información enfocada en su diversidad desde una perspectiva regional que considere ecosistemas con distinto nivel trófico. Por ello, el objetivo de este trabajo fue relacionar diferentes variables ambientales con la diversidad de zooplancton en lagos y embalses de la región central de México. Se muestrearon 10 cuerpos de agua de distinto nivel trófico en el centro del país, registrando variables ambientales y recolectando, por triplicado, muestras de zooplancton en la zona pelágica durante las temporadas de secas y lluvias de 2023. En laboratorio, las muestras fueron determinadas taxonómicamente y cuantificadas. Se calculó la diversidad alfa y beta, y se relacionaron las variables ambientales con la diversidad mediante un análisis de correspondencia canónica (ACC). En ambas temporadas se identificaron un total de 94 especies, de las cuales 77 correspondieron a rotíferos y 17 a cladóceros. La riqueza específica y la abundancia fueron mayores durante la temporada de lluvias con una dominancia de rotíferos en ambas variables. Las especies dominantes fueron *Keratella cochlearis*, *Polyarthra* sp., *Filinia longiseta*, *Bosmina* sp. y *Daphnia* sp. El escalamiento multidimensional no métrico agrupó los sitios según temporadas; en secas se distinguió claramente un subgrupo conformado por los sitios más eutrofizados (La Estanzuela, Chimaliapan, Valle de Bravo y Taxhimay), mientras que en lluvias no se observó una tendencia definida. El ACC mostró que el oxígeno disuelto, la conductividad y la clorofila a fueron las variables que mejor explicaron los cambios en la estructura de la comunidad. Ampliar estudios regionales de zooplancton permitirá comprender mejor su estacionalidad y papel ecológico.

Palabras clave: Zooplancton, Estacionalidad, Variables limnológicas, Análisis de correspondencia canónica, Estado trófico.

Diversity of rotifers and cladocera of lakes and reservoirs in central Mexico

Karla De La Luz-Vázquez*, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez, Laura Peralta-Soriano, Alfonso Lugo-Vázquez

Abstract

Zooplankton plays a fundamental role in the regulation of the trophic networks of lakes and reservoirs, since it consumes phytoplankton and is the food base of fish. Despite its importance, there is little information focused on its diversity from a regional perspective that considers ecosystems with different trophic levels. Therefore, the objective of this work was to relate different environmental variables with the diversity of zooplankton in lakes and reservoirs of the central region of Mexico. 10 bodies of water of different trophic levels were sampled in the center of the country, recording environmental variables and collecting, in triplicate, zooplankton samples in the pelagic zone during the dry and rainy seasons of 2023. In the laboratory, the samples were determined taxonomically and quantified. Alpha and beta diversity were calculated, and environmental variables were related to diversity using a canonical correspondence analysis (CCA). In both seasons, a total of 94 species were identified, of which 77 corresponded to rotifers and 17 to cladoceres. Specific wealth and abundance were greater during the rainy season with a dominance of rotifers in both variables. The dominant species were *Keratella cochlearis*, *Polyarthra* sp., *Filinia longiseta*, *Bosmina* sp. and *Daphnia* sp. The non-metric multidimensional scaling grouped the sites according to seasons; in droughts, a subgroup made up of the most eutrophic sites (La Estanzuela, Chimaliapan, Valle de Bravo and Taxhimay) was clearly distinguished, while in rains a definite trend was not observed. The ACC showed that dissolved oxygen, conductivity and chlorophyll a were the variables that best explained the changes in the structure of the community. Expanding regional studies of zooplankton will allow a better understanding of its seasonality and ecological role.

Keywords: Zooplankton, Seasonality, Limnological variables, Analysis of canonical correspondence, Trophic state.

El papel de *Utricularia gibba* como depredador del zooplancton: preferencia alimentaria y eficiencia con énfasis en cladóceros

Sofía Santillán-Alejandre*, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez, Karla de la Luz-Vázquez, Iván Manuel Saavedra-Martínez

Grupo de Investigación en Limnología Tropical (GILT), UIICSE, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. De los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, CP 54090.

*E-mail: santillansofia096@gmail.com

Resumen

Utricularia gibba L. (Lentibulariaceae) es una planta carnívora acuática que ha desarrollado trampas especializadas en forma de utrículos o vejigas con las que capturan y digieren pequeños organismos acuáticos. Varios estudios han demostrado que *Utricularia* spp., presenta selectividad en la captura de sus presas, lo que beneficia ciertos grupos de zooplancton sobre otros generando cambios en la estructura de la comunidad. Este estudio analizó su comportamiento alimentario en campo y en laboratorio con cladóceros, enfocándose en la selectividad de presas, tiempo de saturación de trampas y respuesta funcional. Se recolectaron muestras de zooplancton y ejemplares de *U. gibba* en el humedal RAMSAR Ciénegas de Lerma y se analizó el contenido de los utrículos, identificando una importante preferencia por cladóceros como *Ceriodaphnia*, *Macrothrix* y *Daphnia*, así como copépodos ciclopoideos, rotíferos bdelloides y de los géneros *Cephalodella*, *Keratella*, *Trichocerca* y *Proales*. La saturación de los utrículos se alcanzó entre las 12 y 24 h, con una eficiencia superior al 70%. Además, se observó la presencia de hongos del grupo Chytridiomycota en los utrículos, lo que sugiere una posible simbiosis que podría facilitar la digestión de sus presas. Estos hallazgos confirman que *U. gibba* no solo posee una alta eficiencia mecánica, sino también una selectividad alimentaria influida por la morfología y movilidad de las presas. Su papel como regulador trófico en estos ecosistemas podría tener implicaciones relevantes en la estructura del zooplancton y la dinámica de nutrientes en cuerpos de agua poco profundos con vegetación acuática.

Palabras clave: Cladóceros, simbiosis, respuesta funcional, depredación, utrículos.

The role of *Utricularia gibba* as a zooplankton predator: feeding preference and efficiency with emphasis on cladocerans

Sofía Santillán-Alejandre*, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez, Karla de la Luz-Vázquez, Iván Manuel Saavedra-Martínez

Abstract

Utricularia gibba L. (Lentibulariaceae) is an aquatic carnivorous plant that has developed specialized traps in the form of utricles or bladders, which capture and digest small aquatic organisms. Several studies have shown that *Utricularia* spp. exhibit prey selectivity, favoring certain zooplankton groups over others and thereby altering community structure. This study analyzed its feeding behavior both in the field and in the laboratory with cladocerans, focusing on prey selectivity, trap saturation time, and functional response. Zooplankton samples and *U. gibba* specimens were collected from the RAMSAR wetland Ciénegas de Lerma, and utricles contents were analyzed. A significant preference was found for cladocerans such as *Ceriodaphnia*, *Macrothrix*, and *Daphnia*, as well as for cyclopoid copepods, bdelloid rotifers, and rotifers from the genera *Cephalodella*, *Keratella*, *Trichocerca*, and *Proales*. Trap saturation was reached within 12–24 h, with an efficiency greater than 70%. Additionally, the presence of fungi from the Chytridiomycota group was observed in the utricles, suggesting a possible symbiosis that could facilitate prey digestion. These findings confirm that *U. gibba* not only possesses high mechanical efficiency but also exhibits feeding selectivity influenced by prey morphology and mobility. Its function as a trophic regulator in these ecosystems may have significant implications for zooplankton community structure and nutrient dynamics in shallow aquatic systems with macrophyte vegetation.

Keywords: Cladocerans, symbiosis, functional response, predation, utricles

Zooplancton e imágenes satelitales como indicadores del estado trófico en lagos y embalses del centro de México

Luis Ángel Martínez-Vargas^{1*} Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez² Laura Peralta-Soriano²
Alfonso Lugo-Vázquez² Gustavo Arévalo-Galarza¹

¹ Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo. Texcoco, CP 56230. Estado de México, México.

² Grupo de Investigación en Limnología Tropical (GILT), UIICSE. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. De los Barrios 1, Col. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla de Baz CP 54090. Estado de México, México.

*E-mail: luismtzv3@hotmail.com

Resumen

La acelerada eutrofización de cuerpos de agua en el centro de México compromete tanto la biodiversidad acuática como la seguridad hídrica de las poblaciones humanas. En este estudio se evaluaron 10 lagos y embalses durante la temporada seca de 2022, mediante la combinación de análisis fisicoquímicos, comunidad zooplanctónica e interpretación de imágenes satelitales. Se midieron variables limnológicas y se calculó el índice de estado trófico (TSI) propuesto por Carlson. Las muestras de zooplancton se recolectaron a través de arrastres verticales, y se analizaron métricas como la riqueza taxonómica, abundancia, dominancia y biomasa, así como índices de estado trófico para zooplancton. Adicionalmente, se aplicó un análisis de correspondencia canónica para explorar la relación entre las especies y las condiciones ambientales. Mediante imágenes satelitales multitemporales se identificaron cambios en el uso del suelo en las cuencas adyacentes a los cuerpos de agua, lo que permitió vincular el impacto humano con el estado trófico observado. Se registraron 83 especies de zooplancton, destacando rotíferos como *Keratella*, *Trichocerca* y *Polyarthra*, y cladóceros como *Daphnia* y *Bosmina*. Los sistemas más eutrofizados fueron Xochimilco, La Estanzuela y Chapa de Mota, mientras que El Cedral, Zempoala y El Llano presentaron condiciones menos alteradas. El análisis de biomasa ofreció una perspectiva complementaria al enfoque tradicional, mientras que la teledetección facilitó la evaluación espacial del deterioro ambiental. La integración de estos métodos permite una caracterización más precisa del estado trófico y refuerza el uso del zooplancton como bioindicador clave para programas de monitoreo y gestión sostenible de lagos y embalses en la región.

Palabras clave: Bioindicadores, Teledetección, Biomasa, Eutrofización, Índices de estado trófico.

Zooplankton and satellite imagery as indicators of trophic status in lakes and reservoirs of Central Mexico

Luis Ángel Martínez-Vargas^{1*} Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez² Laura Peralta-Soriano²
Alfonso Lugo-Vázquez² Gustavo Arévalo-Galarza¹

Abstract

The rapid eutrophication of freshwater bodies in central Mexico threatens aquatic biodiversity and the water availability for human use. This study assessed the trophic status of 10 lakes and reservoirs during the 2022 dry season using a combined approach that included physicochemical analysis, zooplankton community structure, and satellite image interpretation. Limnological variables and Carlson's Trophic State Index (TSI) were measured. Zooplankton samples were obtained through vertical net hauls and analyzed for taxonomic richness, abundance, dominance, and biomass, as well as zooplankton-based trophic state indices. Canonical correspondence analysis was applied to explore species-environment relationships. Multitemporal satellite imagery was employed to detect land-use changes in the surrounding watersheds, enabling the assessment of anthropogenic impacts on water quality. A total of 83 zooplankton species were recorded, with dominant taxa including *Keratella*, *Trichocerca*, *Polyarthra*, *Daphnia*, and *Bosmina*. The most eutrophic systems were Xochimilco, La Estanzuela, and Chapa de Mota, whereas El Cedral, Zempoala, and El Llano exhibited less eutrophic conditions. Biomass analysis provided an additional perspective, complementing the traditional community-based indicators. Meanwhile, remote sensing techniques offered spatial insights into environmental degradation processes. This integrative methodology enabled a more comprehensive assessment of trophic status and underscored the value of zooplankton as a key bioindicator for the ecological monitoring and sustainable management of lakes and reservoirs in central Mexico.

Keywords: Bioindicators, Remote sensing, Biomass, Eutrophication, Trophic state indices.

Consideraciones taxonómicas, ecogeográficas, biogeográficas y de conservación de los peces continentales de la Península de Baja California, México

Gorgonio Ruiz-Campos^{1,*}, Adrián Felipe González-Acosta²

¹ UABC, Facultad de Ciencias, Colección Ictiológica, Ensenada, Baja California

² IPN-CICIMAR, Departamento de Pesquerías y Biología Marina, La Paz, Baja California Sur.

*E-mail: gruiz@uabc.edu.mx

Resumen

Los cuerpos de agua continentales en las regiones áridas y semiáridas de la península de Baja California (PBC) son el hogar de al menos 109 especies de peces. A diferencia de otras regiones del norte de México con mayor complejidad de cuencas hidrológicas, la PBC por su peculiar historia tectónica, geológica y climática está representada por pocas corrientes epicontinentales que vierten hacia el océano Pacífico y golfo de California. La ictiofauna continental de la PBC se compone de 109 especies, 84 géneros y 44 familias, de las cuales 61 especies (56%) corresponden a Baja California y 58 especies (54%) a Baja California Sur, con solo 10 especies (9%) compartidas. Las familias más numerosas en especies son Oxudercidae (Gobiiformes), Moronidae (Perciformes) y Dorosomatidae (Clupeiformes). El 68% son especies nativas, 4% endémicas y 28% exóticas. Sobresale el predominio de especies de derivación marino-eurihalino (62%), seguidas por aquellas del componente dulceacuícola primario (20%) y secundario (9%), diádromas (6%) y vicarias (3%), que son reflejo del origen diverso de la ictiofauna de este macizo peninsular. Cinco taxones nativos han sido extirpados en la PBC (*Entosphenus tridentatus*, *Xyrauchen texanus*, *Ptychocheilus lucius*, *Gila elegans* y *Pseudophallus starksii*). Hay dos casos de exóticos (*Gila orcutti* y *Siphateles bicolor*) resultado de eventos de introducción fallidos. Tres especies nativas están en peligro de extinción (*Fundulus lima*, *Gasterosteus aculeatus* y *Cyprinodon macularius*), una posiblemente extinta (*Gobiesox junipoeroserrai*), y una en protección especial (*Oncorhynchus nelsoni*).

Palabras clave: Peces continentales, distribución, afinidad biogeográfica, endemismos, estatus de conservación.

Taxonomic, ecogeographic, biogeographic, and conservation considerations on the continental fishes of the Baja California Peninsula, Mexico

Gorgonio Ruiz-Campos^{1,*}, Adrián Felipe González-Acosta²

Abstract

Inland water bodies in the arid and semi-arid regions of the Baja California Peninsula (BCP) are home to at least 109 fish species. Unlike other regions of northern Mexico, which possess greater hydrological complexity, the BCP—due to its peculiar tectonic, geological, and climatic history—harbors only a few inland drainages flowing into the Pacific Ocean and the Gulf of California. The continental ichthyofauna of the BCP comprises 109 species, 84 genera, and 44 families, of which 61 species (56%) occur in Baja California and 58 species (54%) in Baja California Sur, with only 10 species (9%) shared between both states. The most species-rich families are Oxudercidae (Gobiiformes), Moronidae (Perciformes), and Dorosomatidae (Clupeiformes). Sixty-eight percent of the species are native, 4% endemic, and 28% exotic. Marine–euryhaline derivation species are predominant (62%), followed by primary freshwater (20%), secondary freshwater (9%), diadromous (6%), and vicarious (3%) species, reflecting the diverse origins of the ichthyofauna of this peninsular massif. Five native taxa have been extirpated from the BCP (*Entosphenus tridentatus*, *Xyrauchen texanus*, *Ptychocheilus lucius*, *Gila elegans*, and *Pseudophallus starksi*). Two exotic species (*Gila orcutti* and *Siphateles bicolor*) represent failed introduction events. Three native species are currently endangered (*Fundulus lima*, *Gasterosteus aculeatus*, and *Cyprinodon macularius*), one is possibly extinct (*Gobiesox junipoeroserrai*), and one is under special protection (*Oncorhynchus nelsoni*).

Keywords: Continental fishes, distribution, biogeographic affinity, endemism, conservation status.

Diversidad de rotíferos monogonontos litorales en lagos cráter

Mario Antonio Sanguino-Medina*, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez

Grupo de Investigación en Limnología Tropical (GILT), UIICSE, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. De los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, CP 54090.

*E-mail: marioantoniobeatle.rocker1@gmail.com

Resumen

De aproximadamente 1500 especies de rotíferos monogonontos registradas a nivel mundial, en México se han reportado 402 especies, sin embargo la mayoría de estudios se han realizado en la zona centro del país en lagos y embalses someros, y no existe a la fecha un trabajo que compare la diversidad de rotíferos entre lagos cráter sobre el Eje Neovolcánico Transmexicano. El presente estudio fue realizado en 6 lagos cráter: Alchichica, Quechulac, Atexcac, La Preciosa (Puebla), El Sol (Estado de México) y Santa María del Oro (Nayarit). Los muestreos fueron realizados en temporada fría-seca en la zona litoral con red de cuchara de 40 µm de apertura de malla y fijados en formaldehído al 4%. Se analizó la riqueza específica, frecuencia, abundancia relativa, índice Shannon-Wiener, prueba de asociación de Olmstead-Tukey y disimilitud de Jaccard, y a partir de este, un ANOSIM y SIMPER. Se registraron un total de 35 especies de rotíferos pertenecientes a 10 familias en los 6 lagos cráter, lo que representa cerca del 10% de las especies reportadas en el país. Los géneros más diversos fueron *Lecane*, *Trichocerca*, *Brachionus*, *Lepadella* y *Cephalodella*. El lago El Sol presentó la mayor riqueza con 20 especies, así como el valor más alto de diversidad (2.06 bits.ind⁻¹), mientras que Sta. Ma. del Oro y Atexcac registraron la menor riqueza con 4 y 3 especies, respectivamente, y la menor diversidad (0.29 bits.ind⁻¹ y 0.21 bits.ind⁻¹). Las especies que más contribuyeron a la disimilitud entre lagos fueron: *Hexarthra jenkiniae* (35.3%), *Filinia terminalis* (18.05%), *Brachionus* "Mexico" (9.6%), *Lecane luna* (6.2%) y *L. closterocerca* (6.1%). La diversidad de rotíferos registrada es baja comparada con lo observado en otros lagos y embalses de México; factores como el estado trófico, salinidad, ausencia de vegetación acuática y estacionalidad podrían estar jugando un papel clave en la baja diversidad observada.

Palabras clave: Rotifera, Diversidad alfa y beta, Eje Neovolcánico Transmexicano, Zooplancton.

Diversity of littoral monogonont rotifers in crater lakes

Mario Antonio Sanguino-Medina*, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez

Abstract

Mexico accounts for 402 of the approximately 1500 monogonont rotifer species described worldwide. However, most studies have focused on the central part of the country, particularly on shallow lakes and reservoirs, and to date, no study has compared rotifer diversity among crater lakes of the Trans-Mexican Volcanic Belt. The present study was conducted in six crater lakes: Alchichica, Quechulac, Atexcac, La Preciosa (Puebla), El Sol (State of Mexico), and Santa María del Oro (Nayarit). Samples were collected during the cold-dry season in the littoral zone using a 40- μm mesh scoop net and fixed in 4% formaldehyde. Specific richness, frequency, relative abundance, Shannon–Wiener index, Olmstead–Tukey association test, and Jaccard dissimilarity were analyzed; based on the latter, ANOSIM and SIMPER analyses were performed. A total of 35 rotifer species belonging to 10 families were recorded across the six crater lakes, representing about 10% of the species reported for Mexico. The most species-rich genera were *Lecane*, *Trichocerca*, *Brachionus*, *Lepadella*, and *Cephalodella*. Lake El Sol exhibited the greatest richness with 20 species and the highest diversity value (2.06 bits ind⁻¹), while Santa María del Oro and Atexcac showed the lowest richness (4 and 3 species, respectively) and the lowest diversity (0.29 bits ind⁻¹ and 0.21 bits ind⁻¹). The species contributing most to dissimilarity among lakes were *Hexarthra jenkiniae* (35.3%), *Filinia terminalis* (18.05%), *Brachionus* “Mexico” (9.6%), *Lecane luna* (6.2%), and *L. closterocerca* (6.1%). Overall, rotifer diversity was low compared to that reported for other Mexican lakes and reservoirs; factors such as trophic status, salinity, absence of aquatic vegetation, and seasonality may play a key role in the reduced diversity observed.

Keywords: Rotifera, Diversity alpha and beta, Trans-Mexican Volcanic Belt, Zooplankton.

Evaluación de la calidad ecológica mediante rasgos funcionales de macroalgas en sistemas acuáticos de la Ciudad de México

Karen Yanet Martínez Morales*, Arantza Ivonne Daw Guerrero, Víctor Hugo Salinas Camarillo, Justo Salvador Hernández Avilés

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. Carrera de Biología, UMIEZ Laboratorio de Limnoecología

*E-mail: martinezmorakaren02@gmail.com

Resumen

La calidad ecológica de sistemas acuáticos (río Magdalena, Canales de Xochimilco y Canal Nacional) se evaluaron mediante rasgos funcionales de macroalgas, como indicadores del rol funcional y su respuesta a gradientes ambientales. Se realizaron dos muestreos (período de lluvias y secas frías) en 12 sitios, analizando parámetros físicos, químicos, biológicos e hidromorfológicos. Las diferencias estacionales se evaluaron mediante la prueba U de Mann-Whitney. La clasificación de los grupos funcionales (GF) se basó en caracteres morfológicos, fisiológicos, reproductivos y de historia de vida, que fueron evaluados en un análisis de similitud de Gower, y su asociación con variables ambientales se evaluó mediante un análisis de redundancia. Se caracterizaron siete grupos funcionales; el sistema lótico presentó mayor diversidad con seis grupos, mientras que los sistemas lénticos se registraron tres. En el sistema lótico se distinguieron tres grupos, conformados por géneros respectivos, el primero GF 2 (*Placoma*), GF 3 (*Spirogyra*, *Cladophora*, *Ulothrix*, *Stigeoclonium*, *Oedogonium*, *Rhizoclonium* y *Microspora*), GF 4 (*Klebsormidium*) y GF 7 (*Nostoc*), mostrando preferencia por el tipo de sustrato y porcentaje de oxígeno disuelto, que indica una mejor calidad ecológica. En contraste, el GF 6 (*Phormidium*) se relacionó con variables químicas asociadas al incremento de nutrientes, reflejando calidad ecológica degradada. Finalmente, el GF 1 (*Prasiola mexicana*) se asoció de manera negativa con el pH y la velocidad de corriente, considerándose tolerante debido a su presencia a lo largo del sistema. En los ambientes lénticos, los GF se relacionaron con una calidad ecológica deteriorada. El GF 3, mostró la mayor representatividad, relacionándose con la fracción iónica y con una mayor productividad. El GF 6 se vinculó con altas concentraciones de nutrientes, mientras que el GF 5 (*Stigeoclonium*) se asoció con la materia orgánica. Los grupos funcionales son una herramienta eficaz para monitorear e identificar características ecológicas de los sistemas acuáticos urbanos.

Palabras clave: Macroalgas, rasgos funcionales, sistemas acuáticos urbanos, grupos funcionales.

Ecological Quality Assessment through Functional Traits of Macroalgae in Aquatic Systems of Mexico City

Karen Yanet Martínez Morales*, Arantza Ivonne Daw Guerrero, Víctor Hugo Salinas Camarillo, Justo Salvador Hernández Avilés

Abstract

The ecological quality of aquatic systems (Magdalena River, Xochimilco canals, and Canal Nacional) was evaluated through functional traits of macroalgae, used as indicators of functional roles and their responses to environmental gradients. Two sampling campaigns (rainy season and cold dry season) were carried out at 12 sites, analyzing physical, chemical, biological, and hydromorphological parameters. Seasonal differences were assessed using the Mann-Whitney U test. The classification of functional groups (FG) was based on morphological, physiological, reproductive, and life-history traits, which were analyzed through Gower similarity, while their association with environmental variables was evaluated using redundancy analysis. Seven functional groups were characterized; the lotic system exhibited greater diversity with six groups, whereas the lentic systems recorded only three. In the lotic system, three groups were distinguished, comprising specific genera: FG 2 (*Placoma*), FG 3 (*Spirogyra*, *Cladophora*, *Ulothrix*, *Stigeoclonium*, *Oedogonium*, *Rhizoclonium*, and *Microspora*), FG 4 (*Klebsormidium*), and FG 7 (*Nostoc*), showing preference for substrate type and dissolved oxygen percentage, indicating better ecological quality. In contrast, FG 6 (*Phormidium*) was related to chemical variables associated with nutrient enrichment, reflecting degraded ecological quality. Finally, FG 1 (*Prasiola mexicana*) was negatively associated with pH and current velocity and considered tolerant due to its presence throughout the system. In lentic environments, FGs were associated with deteriorated ecological quality. FG 3 showed the greatest representativeness, being related to ionic fraction and higher productivity. FG 6 was linked to high nutrient concentrations, while FG 5 (*Stigeoclonium*) was associated with organic matter. Functional groups represent an effective tool for monitoring and identifying ecological characteristics of urban aquatic systems.

Keywords: Macroalgae, Functional traits, Urban aquatic systems, Functional groups.

Estado ecológico de cuerpos de agua urbanos de la Ciudad de México mediante un análisis funcional de macroinvertebrados acuáticos

Xochitl Ferrer Castro*, Arantza Ivonne Daw Guerrero, Justo Salvador Hernández Avilés

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. Carrera de Biología, UMIEZ Laboratorio de Limnoecología.

*E-mail: equissoyxochitl@gmail.com

Resumen

Los ecosistemas acuáticos urbanos de la Ciudad de México han sido históricamente transformados, lo que repercute en su salud y en las funciones ecológicas que sostienen. En esta investigación se evaluó el estado ecológico del Río Magdalena, los Canales de Xochimilco y el Canal Nacional mediante un enfoque funcional basado en macroinvertebrados acuáticos (MA). Se seleccionaron sitios de relevancia ecológica y social, donde se midieron parámetros fisicoquímicos del agua, variables hidromorfológicas y se colectaron MA, los cuales fueron clasificados en grupos funcionales (GF) a partir de un conjunto de rasgos morfológicos, conductuales, fisiológicos e historias de vida mediante un análisis de similitud de Gower, y se relacionaron con las variables ambientales mediante un análisis de ordenación multivariada. Se caracterizaron 12 GF; aunque se registraron funciones exclusivas o compartidas entre los sistemas, las diferencias en la abundancia de ciertos grupos reflejaron contrastes funcionales. En los ambientes lóticos predominaron las siguientes familias Baetidae, Heptageniidae, Nemouridae y Lepidostomatidae, correspondientes a diferentes grupos taxonómicos para el GF, y en el GF 6 se tiene a Glossosomatidae, Polycentropodidae y Simuliidae, asociados con microhábitats con flujos de agua, alta oxigenación y disponibilidad de materia orgánica particulada, integrados por filtradores, raspadores y trituradores, cumpliendo un papel clave en el procesamiento de materia orgánica y el control del perifiton. En los sistemas lénticos destacaron los GF2 (Coenagrionidae), GF6 (Chironomidae) y GF8 (Hyaellidae), vinculados a sedimentos finos, vegetación acuática densa y mayor concentración de nutrientes, condiciones que favorecen a depredadores y detritívoros. En conclusión, aunque los sistemas mantienen funciones compartidas, presentan grupos funcionales exclusivos que dependen de la calidad del hábitat y del grado de perturbación. El análisis funcional resulta esencial, ya que los rasgos biológicos que albergan estos organismos son irremplazables para sostener procesos clave como el reciclaje de materia, la dinámica de nutrientes y la resiliencia ecológica.

Palabras clave: ecosistemas acuáticos urbanos, ensambles de macroinvertebrados, grupos funcionales

Ecological status of urban water bodies in Mexico City through a functional analysis of aquatic macroinvertebrates

Xochitl Ferrer Castro*, Arantza Ivonne Daw Guerrero, Justo Salvador Hernández Avilés

Abstract

Urban aquatic ecosystems in Mexico City have historically undergone transformations, impacting their health and the ecological functions they support. This research assessed the ecological status of the Magdalena River, the Xochimilco Canal Systems, and the Nacional Canal using a functional approach based on aquatic macroinvertebrates (AM). Ecologically and socially significant sites were selected, where physical-chemical water parameters, hydromorphological variables, and AM were measured. The AM were classified into functional groups (FG) based on a set of morphological, behavioral, physiological, and life history traits through Gower's similarity analysis and related to environmental variables via multivariate ordination analyses. Twelve FGs were characterized; while exclusive or shared functions were recorded among the systems, differences in the abundance of certain groups reflected functional contrasts. In lotic systems, families corresponding to different taxonomic groups predominated in FG4 (Baetidae, Heptageniidae, Nemouridae, and Lepidostomatidae) and FG6 (Glossosomatidae, Polycentropodidae, and Simuliidae), associated with microhabitats with water flows, high oxygenation, and particulate organic matter availability, consisting of filterers, scrapers, and shredders, playing a key role in organic matter processing and periphyton control. In lentic systems, FG2 (Coenagrionidae), FG6 (Chironomidae), and FG8 (Hyaletellidae) were prominent, linked to fine sediments, dense aquatic vegetation, and higher nutrient concentrations, conditions favoring predators and detritivores. In conclusion, although the systems maintain shared functions, they exhibit exclusive functional groups dependent on habitat quality and disturbance levels. Functional analysis is essential, as the biological traits these organisms harbor are irreplaceable for sustaining key processes such as nutrient cycling, organic matter dynamics, and ecological resilience.

Keywords: urban aquatic ecosystems, macroinvertebrates assemblages, functional groups

Diversidad de zooplancton en cenotes urbanos en Cancún, Quintana Roo

Paula Armas-Lavalle*, Magdalena Monserrat García-Venegas y Jesús Alvarado-Flores

Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C., Unidad de Ciencias del Agua, Calle 8, No. 39, Mz 29, SM 64 CP 77524. Cancún, Quintana Roo, México.

*E-mail: parmas94@gmail.com

Resumen

La Península de Yucatán es un sistema kárstico dulceacuícola vulnerable a la contaminación. En Cancún, Quintana Roo, se han registrado 64 cenotes urbanos afectados por descargas residuales, acumulación de basura y contaminación química. Estas perturbaciones alteran la calidad del agua y la diversidad del zooplancton. El objetivo de este estudio fue comparar la diversidad taxonómica del zooplancton en cenotes urbanos de Cancún en muestras colectadas en 2021 (11 cenotes) y 2025 (10 cenotes). Las colectas se realizaron mediante arrastres superficiales con red Wisconsin de 45 µm, junto con mediciones in situ de pH, temperatura, conductividad y sólidos totales disueltos. Las muestras fueron preservadas en formaldehído al 5 % e identificadas utilizando claves taxonómicas estándar. Se identificaron dos géneros de cladóceros, 10 de rotíferos, tres de ostrácodos y dos familias con dos posibles géneros de copépodos. Los copépodos *Cyclopoida* y *Halocyclops* estuvieron presentes en ambos años, con 100% de registros en 2025 frente a 63 % en 2021. Los ostrácodos *Heterocypris*, *Diaphanocypris* y *Cypridopsis* se encontraron en 50 % de los cenotes en 2025 y 55 % en 2021. Los cladóceros fueron escasos, registrándose *Ceriodaphnia cornuta* y *Diaphanosoma* sp., presentes en 40 % de los cenotes en 2025 frente a 9% en 2021. Los rotíferos fueron el grupo más diverso. En 2025 se registraron *Lecane*, *Philodina*, *Macrotrachela*, *Cephalodella*, *Collurella*, *Euchlanis*, *Mytilina*, *Lepadella*, *Brachionus* y *Testudinella*. En 2021 estuvieron presentes *Polyarthra*, *Platyias* y *Filinia*, ausentes en 2025. En general, los rotíferos se registraron en 72 % de las muestras en 2021 y en 80 % en 2025. Los rotíferos y copépodos fueron los grupos más frecuentes en cenotes urbanos, seguidos de ostrácodos y cladóceros. Este es el primer estudio sobre diversidad de zooplancton en cenotes urbanos de Cancún, y constituye una herramienta relevante para la conservación y el monitoreo de la calidad del agua.

Palabras clave: Invertebrados, acuífero, Península de Yucatán, monitoreo ambiental, taxonomía.

Zooplankton diversity in urban cenotes of Cancun, Quintana Roo

Paula Armas-Lavalle*, Magdalena Monserrat García-Venegas y Jesús Alvarado-Flores

Abstract

The Yucatán Peninsula is a freshwater karstic system highly vulnerable to pollution. In Cancún, Quintana Roo, 64 urban cenotes have been reported as impacted by wastewater discharges, solid waste accumulation, and chemical contamination. These disturbances alter water quality and zooplankton diversity. This study aimed to compare zooplankton taxonomic diversity in urban cenotes of Cancún from samples collected in 2021 (11 cenotes) and 2025 (10 cenotes). Samples were obtained through surface tows using a 45 µm Wisconsin net, along with in situ measurements of pH, temperature, conductivity, and total dissolved solids. Samples were preserved in 5 % formaldehyde and identified using pictorial and dichotomous taxonomic keys. We identified two genera of cladocerans, 10 genera of rotifers, three genera of ostracods, and two families with two possible genera of copepods. Copepods Cyclopoida and *Halocyclops* were present in both years, occurring in 100 % of cenotes in 2025 vs. 63 % in 2021. Ostracods *Heterocypris*, *Diaphanocypris*, and *Cypridopsis* were found in 50% of cenotes in 2025 and 55% in 2021. Cladocerans were scarce, with records of *Ceriodaphnia cornuta* and *Diaphanosoma sp.*, present in 40% of cenotes in 2025 compared to 9 % in 2021. Rotifers were the most diverse group. In 2025, *Lecane*, *Philodina*, *Macrotrachela*, *Cephalodella*, *Collurella*, *Euchlanis*, *Mytilina*, *Lepadella*, *Brachionus*, and *Testudinella* were recorded. In 2021, *Polyarthra*, *Platyas*, and *Filinia* were present but absent in 2025. Overall, rotifers were recorded in 72% of samples in 2021 and 80 % in 2025. Rotifers and copepods were the most frequent groups in urban cenotes, followed by ostracods and cladocerans. This is the first study on zooplankton diversity in urban cenotes of Cancún, and it represents a valuable tool for conservation and water quality monitoring.

Keywords: Invertebrates, aquifer, Yucatan Peninsula, environmental monitoring, taxonomy.

Análisis de la variación vertical y estacional del fitoplancton del embalse Taxhimay, Estado de México

Valeria Naomi Barranco-Vargas^{1,2}*, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez^{1,2}, José Manuel González-Fernández¹, Gloria Garduño-Solórzano¹, Alfonso Lugo-Vázquez² y Laura Peralta-Soriano²

¹ Laboratorio de Investigación Científica III. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Avenida de los Barrios No. 1, Col. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, 54090, Estado de México, México.

² Grupo de Investigación de Limnología Tropical (GILT), UIICSE. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Avenida de los Barrios No. 1, Col. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, 54090, Estado de México, México.

*E-mail: barranco.vargas.valeria@gmail.com

Resumen

En los ecosistemas acuáticos el fitoplancton es fundamental por constituir la base de las redes tróficas, por lo que su estudio espacial y temporal es clave. El embalse Taxhimay, pese a brindar servicios notables a la población aledaña, ha sido poco estudiado en cuanto a su comunidad de microalgas. Este trabajo analizó la variación vertical y estacional del fitoplancton en relación con las condiciones físicas y química del agua. Las muestras se recolectaron con una botella tipo Van Dorn en una estación limnética (superficie, 3, 6, 9 y 12 m) de diciembre 2023 a marzo 2024 y, posteriormente, cada dos meses hasta noviembre de 2024, preservándose con lugol-ácido. El análisis se realizó mediante el método Utermöhl. Se aplicó un análisis de conglomerados (AC) con el índice de Bray-Curtis, evaluando la significancia con ANOSIM y las especies que más contribuyeron a las diferencias observadas con un SIMPER. Para relacionar la comunidad con variables ambientales se efectuó un análisis de correspondencia canónica (ACC). Se identificaron 73 especies, de las cuales 42 se determinaron a nivel de género. Chlorophyta, Heterokontophyta y Cyanobacteria fueron los grupos más representativos. El AC formó cuatro grupos con correlación confenética del 83% y diferencias significativas ($p < 0.05$). El análisis SIMPER señaló como especies más relevantes en la disimilitud a *Aphanizomenon* sp., *Woronichinia naegeliana* y *Asterionella formosa*. El ACC mostró que las diatomeas se asociaron con nutrientes, las clorofitas con la temperatura y las cianobacterias al pH. El embalse presenta aguas de baja mineralización, pH de neutro a básico y buena oxigenación durante la mezcla, aunque con episodios de hipoxia en periodos de estratificación. La presencia de los géneros *Microcystis*, *Woronichinia* y un florecimiento de *Aphanizomenon* sp. en la temporada fría sugiere la posibilidad de la acumulación de cianotoxinas en el agua de la presa.

Palabras clave: Cianobacterias, Diversidad, Estructura de la comunidad, FAN, Microalgas.

Analysis of the vertical and seasonal variation of phytoplankton in Taxhimay reservoir, State of Mexico

Valeria Naomi Barranco-Vargas^{1,2}*, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez^{1,2}, José Manuel González-Fernández¹, Gloria Garduño-Solórzano¹, Alfonso Lugo-Vázquez² y Laura Peralta-Soriano²

Abstract

In aquatic ecosystems, phytoplankton is fundamental as the base of trophic webs, making the study of its spatial and temporal dynamics essential. Although the Taxhimay Reservoir provides vital services to surrounding populations, its microalgal community has been scarcely studied. This study analyzed the vertical and seasonal variations of phytoplankton in relation to limnological variables. Samples were collected with a sampling bottle at a limnetic station (surface, 3, 6, 9, and 12 m) from December 2023 to March 2024 and subsequently every two months until November 2024. They were preserved with acid Lugol's solution. Phytoplankton was analyzed using the Utermöhl method. Cluster analysis (CA) with the Bray–Curtis index was applied, and ANOSIM tested the significance. The species that contributed most to the observed differences were identified with a SIMPER test. To explore relationships with limnological variables, a Canonical Correspondence Analysis (CCA) was performed. A total of 73 species were identified, 42 of them only to the genus level, with Chlorophyta, Heterokontophyta, and Cyanobacteria as the most representative groups. CA revealed four groups with an 83% cophenetic correlation and significant differences ($p < 0.05$). SIMPER highlighted *Aphanizomenon* sp., *Woronichinia naegeliana*, and *Asterionella formosa* as the main contributors to dissimilarity. CCA showed that diatoms were associated with nutrients, chlorophytes with temperature, and cyanobacteria with pH. According to limnological characteristics, the reservoir presents low mineralization, neutral to basic pH, and good oxygenation during mixing, but experiences hypoxic episodes during stratification. The presence of *Microcystis*, *Woronichinia*, and a bloom of *Aphanizomenon* sp. during the cold season suggests the danger of cyanotoxin presence in the reservoir.

Keywords: Cyanobacteria, Diversity, Community structure, Nocive Algal Blooms, Microalgae.

Análisis metabólico de la biogeoquímica orgánica e inorgánica del azufre dentro del lago maar Atexcac, Puebla

José Luis García Pérez*, Rodrigo Hernández Velázquez, Justo Salvador Hernández Avilés

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. Carrera de Biología, UMIEZ, Laboratorio de Limnoecología

*E-mail: garcia.perez161196@gmail.com

Resumen

Los lagos tipo maar son sistemas de origen freatomagmático caracterizados por una concentración importante de compuestos del azufre, estos favorecen la presencia de microorganismos que participan en diferentes metabolismos bacterianos entre los que destacan quimioorganótrofos, fotoautótrofos anoxigénicos y quimioorganótrofos anaerobios en un ambiente estratificado. Sin embargo, este ciclo biogeoquímico ha sido estudiado de manera insipiente en estos cuerpos de agua. En particular, el ciclo del azufre en su fracción orgánica e inorgánica conecta procesos locales de metabolismo microbiano con efectos que pueden trascender al intercambio lago-atmósfera debido a sus productos climáticamente activos. En esta investigación se evaluaron estos grupos por metagenómica, extrayendo ADN de muestras de agua y sedimentos del lago que se secuenciaron en la Universidad de Berkeley, California. Los resultados obtenidos se analizaron mediante las anotaciones funcionales derivadas del ensamblaje metagenómico; necesario para la búsqueda enzimática relacionada con estos procesos. El análisis funcional de las muestras tomadas mostró genes relacionados con la degradación de DMSP orgánico para transformarlo en dimetilsulfuro (DMS), importante gas de efecto anti-invernadero, el cual se asoció con la familia *Rhodobacteraceae*. Asimismo, la demetilización del DMSP es asimilado por una variedad de grupos bacterianos como fuente de azufre reducido. Para la parte inorgánica se encontraron genes vinculados con gradientes oxidativos y reductores, aquellos relacionados con el metabolismo de bacterias asociadas con la oxidación de sulfuros reducidos y con la sulfato reducción. Ambas fundamentales para la recirculación inorgánica del azufre en este lago.

Palabras clave: Maar, metagenómica, azufre, DMSP, metabolismo.

Metabolic analysis of organic and inorganic sulfur biogeochemistry within lake maar Atexcac, Puebla

José Luis García Pérez*, Rodrigo Hernández Velázquez, Justo Salvador Hernández Avilés

Abstract

Maar lakes are phreatomagmatic-origin systems characterized by a significant concentration of sulfur compounds. These compounds promote the presence of microorganisms involved in diverse bacterial metabolisms, particularly chemoorganotrophs, anoxygenic photoautotrophs, and anaerobic chemoorganotrophs in a stratified environment. However, this biogeochemical cycle has been scarcely studied in these aquatic systems. Specifically, the sulfur cycle, both in its organic and inorganic fractions, links local microbial metabolic processes with effects that may extend to lake–atmosphere exchange due to their climatically active products. In this research, these groups were evaluated through metagenomics, extracting DNA from water and sediment samples of the lake, which were sequenced at the University of California, Berkeley. The results were analyzed using functional annotations derived from the metagenomic assembly, necessary for enzymatic searches associated with these processes. The functional analysis of the samples revealed genes related to the degradation of organic DMSP into dimethylsulfide (DMS), an important anti-greenhouse effect gas, associated with the family *Rhodobacteraceae*. Likewise, DMSP demethylation was found to be assimilated by a variety of bacterial groups as a source of reduced sulfur. Regarding the inorganic fraction, genes were identified in relation to oxidative and reductive gradients, including those linked to the metabolism of bacteria associated with oxidation of reduced sulfur compounds and sulfate reduction, both fundamental for the inorganic sulfur recirculation in this lake.

Keywords: Maar, metagenomics, sulfur, DMSP, metabolism.

Assessing the resilience of Chilean Andean rivers using fish assemblage data and the Resources, Refuges and Recruitment framework

Fernando Tapia^{1,2*}, Evelyn Habit^{3,4}, Konrad Górski^{2,5}

¹ Programa de Doctorado en Ciencias mención Biodiversidad y Biorecursos, Universidad Católica de la Santísima Concepción. Chile

² Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Santísima Concepción. Chile

³ Departamento de Sistemas Acuáticos, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción. Chile

⁴ Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, Universidad de Concepción. Chile

⁵ Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile. Chile

*E-mail: ftapia@doctorado.ucsc.cl

Abstract

This study uses a multidimensional framework centred on three pillars — resources, refuges, and recruitment (3R) — and empirical fish assemblage data to evaluate river ecosystem resilience across Functional Process Zones (FPZs; defined as distinct hydrogeomorphological segments of a river network) and disturbance gradients in Chilean Andean rivers. Fish presence/absence and abundance data were analysed from 154 sites in the Biobío and Imperial river basins in central-southern Chile using a suite of taxonomic metrics aligned with the 3R framework: Hill diversity and taxonomic distinctness (Δ^+) were used as indicators of resources; local contribution to beta diversity (LCBD) and within-FPZ dispersion captured aspects of refuges; while nestedness (NODF) and species occupancy profiles (core/satellite) served as proxies for recruitment dynamics. Disturbance gradients were quantified using continuous indices derived from a principal component analysis (PCA) of ten predictors related to longitudinal connectivity, sub-daily hydrological regime, and land use. Results indicated important associations of assemblage composition with FPZ type across disturbance gradients. More altered FPZs and high-elevation sites demonstrated greater compositional uniqueness by higher LCBD values, while within-FPZ heterogeneity (β -dispersion) was related to FPZ type. Observed patterns of nestedness and a notable distance–decay relationship suggested hierarchical and spatially structured recruitment processes within assessed river networks. Our results indicate that river ecosystem resilience in Chilean Andean basins is strongly mediated by the interaction between disturbance intensity and FPZ type, with refuges (LCBD, β -dispersion) and recruitment processes (nestedness, distance–decay) emerging as the primary mechanisms maintaining assemblage diversity across disturbance gradients.

Evaluación de la resiliencia de los ríos andinos chilenos utilizando datos de ensamblajes de peces y el marco de Recursos, Refugios y Reclutamiento

Fernando Tapia^{1,2*}, Evelyn Habit^{3,4}, Konrad Górski^{2,5}

Resumen

Este estudio utiliza un marco multidimensional centrado en tres pilares —recursos, refugios y reclutamiento (3R)— junto con datos empíricos de ensamblajes de peces para evaluar la resiliencia de los ecosistemas fluviales a lo largo de Zonas de Procesos Funcionales (FPZ, por sus siglas en inglés; definidas como segmentos hidrogeomorfológicos distintos dentro de una red fluvial) y gradientes de perturbación en ríos andinos de Chile. Se analizaron datos de presencia/ausencia y abundancia de peces en 154 sitios de las cuencas de los ríos Biobío e Imperial, en el centro-sur de Chile, utilizando un conjunto de métricas taxonómicas alineadas con el marco 3R: la diversidad de Hill y la distintividad taxonómica (Δ^+) se emplearon como indicadores de recursos; la contribución local a la diversidad beta (LCBD) y la dispersión dentro de las FPZ capturaron aspectos relacionados con los refugios; mientras que la anidación (NODF) y los perfiles de ocupación de especies (núcleo/satelitales) se utilizaron como proxies de las dinámicas de reclutamiento. Los gradientes de perturbación se cuantificaron mediante índices continuos derivados de un análisis de componentes principales (ACP) basado en diez predictores relacionados con la conectividad longitudinal, el régimen hidrológico subdiario y el uso del suelo. Los resultados mostraron asociaciones importantes entre la composición de los ensamblajes y el tipo de FPZ a lo largo de los gradientes de perturbación. Las FPZ más alteradas y los sitios de mayor altitud presentaron una mayor unicidad composicional reflejada en valores más altos de LCBD, mientras que la heterogeneidad dentro de las FPZ (β -dispersión) se relacionó con el tipo de FPZ. Los patrones observados de anidación y la notable relación de decaimiento con la distancia sugieren procesos de reclutamiento jerárquicos y espacialmente estructurados dentro de las redes fluviales evaluadas. Nuestros resultados indican que la resiliencia de los ecosistemas fluviales en las cuencas andinas chilenas está fuertemente mediada por la interacción entre la intensidad de la perturbación y el tipo de FPZ, siendo los refugios (LCBD, β -dispersión) y los procesos de reclutamiento (anidación, decaimiento con la distancia) los principales mecanismos que mantienen la diversidad de ensamblajes a lo largo de los gradientes de perturbación.

Note: This abstract was translated into Spanish with the assistance of ChatGPT (OpenAI, 2025).

Ingesta de plásticos en peces amazónicos: influencia de los gremios tróficos en Loreto, Perú

Debra Moya Guevara*, Ricardo Britzke, Hernán Ortega

Departamento de Ictiología – Museo de Historia Natural (UNMSM). Perú

*E-mail: debramg@gmail.com

Resumen

La contaminación por plásticos en ambientes dulceacuícolas amazónicos es un problema emergente con potenciales impactos en la ecología trófica y la seguridad alimentaria regional. El presente estudio evaluó la ingesta de residuos plásticos en peces de importancia comercial del departamento de Loreto, considerando la influencia de los gremios tróficos. Se analizaron 218 tractos digestivos de nueve especies representativas de diferentes grupos alimenticios (piscívoros, omnívoros, frugívoros y detritívoros), recolectadas en los ríos Amazonas, Nanay, Pacaya y Ucayali, así como en desembarques de Iquitos y Yurimaguas durante 2019 y 2020. El 47% de los individuos que presentaron contenido estomacal mostraron partículas plásticas, clasificadas principalmente como fibras y fragmentos, con predominio de microplásticos (<5 mm). La frecuencia y abundancia relativa de plásticos variaron entre especies y gremios, registrándose mayor ingesta en omnívoros y piscívoros, en comparación con frugívoros y detritívoros. Estos resultados indican que la dieta y el gremio trófico influyen significativamente en la probabilidad de exposición a plásticos. Este trabajo aporta evidencia en ecosistemas amazónicos continentales, resaltando la necesidad de incorporar la dimensión trófica en la evaluación de la contaminación plástica. Asimismo, subraya la urgencia de diseñar estrategias de gestión ambiental que mitiguen los riesgos ecológicos y socioeconómicos asociados a la exposición de peces comerciales y a las comunidades humanas que dependen de la pesca como fuente de sustento y alimento.

Palabras clave: Contaminación por plásticos, Peces amazónicos. Gremios tróficos, Loreto – Perú, Ecosistemas dulceacuícolas

Plastic ingestion in Amazonian fish: influence of trophic guilds in Loreto, Peru

Debra Moya Guevara*, Ricardo Britzke, Hernán Ortega

Abstract

Plastic pollution in Amazonian freshwater environments is an emerging issue with potential impacts on trophic ecology and regional food security. This study evaluated plastic debris ingestion in commercially important fish species from the department of Loreto, considering the influence of trophic guilds. A total of 218 digestive tracts from nine representative species of different feeding groups (piscivores, omnivores, frugivores, and detritivores) were analyzed. Samples were collected from the Amazonas, Nanay, Pacaya, and Ucayali rivers, as well as from fish landings in Iquitos and Yurimaguas during 2019 and 2020. Forty-seven percent of individuals with stomach contents contained plastic particles, mainly classified as fibers and fragments, with a predominance of microplastics (<5 mm). The frequency and relative abundance of plastics varied among species and guilds, with higher ingestion recorded in omnivores and piscivores compared to frugivores and detritivores. These results indicate that diet and trophic guild significantly influence the likelihood of plastic exposure. This study provides evidence from continental Amazonian ecosystems, highlighting the need to incorporate the trophic dimension in plastic pollution assessments. It also underscores the urgency of developing environmental management strategies to mitigate the ecological and socioeconomic risks associated with plastic exposure in commercial fish and in human communities that depend on fishing as a source of livelihood and food.

Keywords: Plastic pollution, Amazonian fish, trophic guilds, Loreto – Peru, freshwater ecosystems

Zooplancton en el “otro México”. Primeros estudios taxonómicos en aguas epicontinentales de Baja California

Omar A. Barrera Moreno^{1,2*}, Gorgonio Ruiz Campos¹, Nohemi Dimas Flores², Nancy F. Mercado Salas³

¹ Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias, Colecciones de Vertebrados.

² UNAM, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Grupo de Investigación en Limnología Tropical.

³ Leibniz Institute for the Analysis of Biodiversity Change, Museum of Nature Hamburg, Zoology, Alemania.

*E-mail: omar.barrera@ciencias.unam.mx

Resumen

La península de Baja California, con una superficie y longitud de 145,000 km² y 1,250 km, respectivamente, fue por mucho tiempo considerada una isla. En la actualidad, debido a sus diferencias sustanciales respecto a gran parte del país en cuanto a clima, orografía, historia geológica y cultural, se le ha denominado “el otro México”. La región está dominada por desiertos, sierras y costas, contando con cuerpos de agua superficiales como ríos, bocanas, esteros, oasis, lagos permanentes y charcos temporales que albergan una gran cantidad de taxones bien estudiados, en especial aves acuáticas y peces. Sin embargo, el ensamblado del zooplancton (*i. e.*, copépodos, cladóceros y rotíferos, principalmente) ha sido pasado por alto, a pesar de su importancia en las redes tróficas. En este trabajo se presentan los primeros registros sistemáticos de la riqueza taxonómica y distribución geográfica del zooplancton epicontinental de la península. Por el momento se han recolectado muestras zooplancton de 16 cuerpos de agua y se han analizado parámetros limnológicos básicos (*i. e.* conductividad, TDS, salinidad, temperatura, pH y O₂ disuelto). Se han identificado 12 especies de copépodos (10 géneros), 8 especies de branquiópodos (7 géneros) y 15 especies de rotíferos (9 géneros). Estos resultados revelan un ensamblado fascinante y aún desconocido para la región. Aún falta incorporar datos moleculares (p. ej., COI) para corroborar la identificación de los taxones y determinar sus relaciones filogenéticas, así como realizar un estudio morfológico más detallado de algunas entidades biológicas que posiblemente correspondan a especies todavía no descritas y endémicas. Los resultados obtenidos serán la base para análisis posteriores de tipo ecológico, genético y biogeográfico, que permitan proponer acciones de conservación para los cuerpos de agua estudiados y los organismos que los habitan.

Palabras clave: copépodos, cladóceros, rotíferos, taxonomía, Baja California.

Zooplankton in the “other México”. First taxonomic studies in inland waters of Baja California

Omar A. Barrera Moreno^{1,2*}, Gorgonio Ruiz Campos¹, Nohemi Dimas Flores², Nancy F. Mercado Salas³

Abstract

The Baja California Peninsula, with an area of 145,000 km² and a length of 1,250 km, was long considered an island. Today, due to its substantial differences from much of the country in terms of climate, topography, and geological and cultural history, it has been referred to as “the other Mexico.” The region is characterized by deserts, mountain ranges, and coastlines, and it contains surface water bodies, including rivers, estuaries, lagoons, oases, permanent lakes, and temporary ponds, which host a diverse array of well-studied taxa, particularly waterfowl and fish. However, the zooplankton assemblage (*i.e.*, mainly copepods, cladocerans, and rotifers) has been overlooked, despite its importance in trophic networks. In this work, we present the first systematic records of the taxonomic richness and geographic distribution of the inland zooplankton of the peninsula. To date, zooplankton samples have been collected from 16 water bodies, and basic limnological parameters have been analyzed (*i.e.*, conductivity, TDS, salinity, temperature, pH, and dissolved O₂). We have identified 12 species of copepods (10 genera), 8 species of branchiopods (7 genera), and 15 species of rotifers (9 genera). These results reveal a fascinating and previously unknown assemblage for the region. It is still necessary to incorporate molecular data (e.g., COI) to confirm taxon identification and determine phylogenetic relationships, as well as to carry out a more detailed morphological study of some biological entities that may correspond to yet undescribed and endemic species. The results obtained will serve as the foundation for future ecological, genetic, and biogeographic analyses, allowing us to propose conservation measures for the studied water bodies and the organisms that inhabit them.

Keywords: copepods, cladocerans, rotifers, taxonomy, Baja California

Concentraciones de plomo y cadmio en el zooplancton del humedal costero de Alvarado, Veracruz, México (Sureste del Golfo de México)

Nayeli Carmen Benítez-Fernández¹, Ignacio Alejandro Pérez-Legaspi^{1*}, Isidoro Rubio-Franchini², Luis Alfredo Ortega Clemente¹

¹ Instituto Tecnológico de Boca del Río, Tecnológico Nacional de México, Boca del Río, Veracruz. México.

² Laboratorio Estatal del Estado de Aguascalientes. Instituto de Servicios de Salud del Estado de Aguascalientes. Aguascalientes, Ags. México.

*E-mail: doclegaspi@gmail.com

Resumen

El Sistema Lagunar de Alvarado (SLA) es un humedal costero importante del Golfo de México, por su tamaño, biodiversidad y pesquerías. Nuestro objetivo comprendió el análisis de la concentración de cadmio y plomo en agua, sedimentos y zooplancton para estimar los factores de bioconcentración (FBC) en la comunidad zooplanctónica. Se obtuvieron muestras de agua, sedimentos y zooplancton en todo el SLA durante un ciclo anual. Las muestras fueron analizadas por espectrofotometría de absorción atómica para obtener sus concentraciones de cadmio y plomo. Posteriormente, se estimaron los factores de bioconcentración para la comunidad zooplanctónica. Los resultados obtenidos muestran concentraciones máximas de cadmio y plomo en agua (14.3 y 315 µg/mL) durante la temporada de sequía; mientras que en sedimentos se registran (0.34 y 13.4 µg/mg) en temporadas de sequía y vientos del norte, respectivamente. La mayor concentración de cadmio (µg/g) en el zooplancton comprende: foraminíferos (290.4), rotíferos (287.0), larvas de ostión (119.7) y ostrácodos (113.2). La mayor concentración de plomo (µg/g) en zooplancton comprende: rotíferos (1,955.3), larvas de ostión (907.7), larvas de poliqueto (520.9) y ostrácodos (489.1). Los valores máximos de FBC de cadmio corresponden a rotíferos (145,833.3) y cladóceros. (14,142.8). Mientras que los FBC máximos para plomo corresponden a rotíferos (765,109.9) y cladóceros (10,298.4). En conclusión, la descarga de ríos e hidrodinámica del SLA influyen en la concentración y distribución de metales en agua, sedimentos y zooplancton. La concentración de plomo es mayor que la de cadmio en el SLA. La concentración de metales por taxón puede depender de: a) hábitat, b) nivel trófico, c) abundancia y distribución, d) biodisponibilidad, e) propiedades fisicoquímicas de metales, y f) estacionalidad. La concentración de cadmio y plomo en larvas de peces, ostiones y crustáceos indica el potencial de estos contaminantes para acumularse en especies acuáticas de niveles tróficos superiores, aumentando el riesgo a la salud humana.

Lead and cadmium concentrations in the zooplankton from the coastal wetland of Alvarado, Veracruz, Mexico (Southwest of the Gulf of Mexico).

Nayeli Carmen Benítez-Fernández¹, Ignacio Alejandro Pérez-Legaspi^{1*}, Isidoro Rubio-Franchini², Luis Alfredo Ortega Clemente¹

Abstract

The Alvarado Lagoon System (SLA) is an important coastal wetland of the Gulf of Mexico, due to its size, biodiversity, and fisheries. Our objective included the analysis of cadmium and lead concentrations in water, sediments, and zooplankton to estimate the bioconcentration factors (BCFs) in the zooplankton community. Water, sediment, and zooplankton samples were obtained throughout the SLA during an annual cycle. The samples were analyzed by atomic absorption spectrophotometry to obtain their concentrations of cadmium and lead. Subsequently, the bioconcentration factors were estimated for the zooplankton community. The results obtained show maximum concentrations of cadmium and lead in water (14.3 and 315 µg/mL) during the dry season; while in sediments, concentrations of (0.34 and 13.4 µg/mg) are recorded during dry seasons and northerly winds, respectively. The highest concentration of cadmium (µg/g) in zooplankton includes: foraminifera (290.4), rotifers (287.0), oyster larvae (119.7), and ostracods (113.2). The highest concentration of lead (µg/g) in zooplankton includes: rotifers (1,955.3), oyster larvae (907.7), polychaete larvae (520.9), and ostracods (489.1). The maximum values of FBC for cadmium correspond to rotifers (145,833.3) and cladocerans (14,142.8). Meanwhile, the maximum FBC values for lead correspond to rotifers (765,109.9) and cladocerans (10,298.4). In conclusion, the discharge of rivers and the hydrodynamics of the SLA influence the concentration and distribution of metals in water, sediments, and zooplankton. The concentration of lead is greater than that of cadmium in the SLA. The concentration of metals by taxon may depend on: a) habitat, b) trophic level, c) abundance and distribution, d) bioavailability, e) physicochemical properties of metals, and f) seasonality. The concentration of cadmium and lead in fish larvae, oysters, and crustaceans suggests that these contaminants potentially are accumulated in aquatic species at higher trophic levels, thereby increasing the risk to human health.

Interacciones entre zooplancton y macrófitas en México: un análisis bibliométrico

Marco Antonio Jiménez-Santos^{1, *}, **Michael Anai Figueroa-Sánchez**²

¹ Institute of Soil Biology and Biogeochemistry, Biology Centre CAS, Limnoterrestrial Ecology Lab, České Budějovice, Czech Republic.

² University of South Bohemia, Faculty of Science, České Budějovice, Czech Republic

* E-mail: mafis.19061989@gmail.com

Resumen

Los sistemas epicontinentales de México albergan una gran diversidad biológica en la que los zooplancton y las macrófitas desempeñan un papel central en la estructura y el funcionamiento de las redes tróficas. Ambos grupos median procesos ecológicos clave como el ciclado de nutrientes, la provisión de hábitats y la regulación de la calidad del agua. Sin embargo, en México la interacción entre estos organismos ha sido poco estudiada a pesar de su relevancia para la conservación y el manejo de los ecosistemas acuáticos. Con el objetivo de identificar patrones de investigación, vacíos de conocimiento y tendencias en este campo, realizamos un análisis bibliométrico de la literatura mexicana indexada en Web of Science entre 1997 y 2023, empleando el paquete Bibliometrix en R. La búsqueda incluyó los términos macrophyte OR aquatic plant refinados por “zooplankton” y el país “Mexico”. Se recopilaron 30 documentos en un periodo de 26 años, con un promedio de 10 citas por artículo y sin crecimiento anual en la producción. Las instituciones con mayor participación fueron la UNAM y el IPN, y las principales revistas de publicación fueron Hydrobiologia, Allelopathy Journal y Ecohydrology & Hydrobiology. Los temas más frecuentes incluyeron diversidad de comunidades, interacciones tróficas, bioindicadores, eutrofización, especies invasoras y efectos alelopáticos. Estudios recientes han mostrado cómo la presencia o remoción de macrófitas afecta significativamente la composición funcional del zooplancton, destacando la necesidad de investigar sus implicaciones en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Nuestros resultados evidencian una producción científica limitada frente a la riqueza de ecosistemas acuáticos del país. Se concluye que existe una amplia oportunidad para fortalecer la investigación sobre interacciones entre zooplancton y macrófitas, incorporando enfoques como sensores remotos, análisis ómicos y estudios de cambio climático. Asimismo, se recomienda fomentar colaboraciones nacionales e internacionales que contribuyan a la restauración y conservación de hábitats acuáticos en México.

Palabras clave: Zooplancton, Bibliometría, Biodiversidad.

Interactions between zooplankton and macrophytes in Mexico: a bibliometric analysis

Marco Antonio Jiménez-Santos^{1,*}, Michael Anai Figueroa-Sánchez²

Abstract

Epicontinental aquatic systems in Mexico host remarkable biological diversity, where zooplankton and macrophytes play a pivotal role in structuring food webs and maintaining ecosystem functioning. These groups mediate key processes such as nutrient cycling, habitat provision, and water quality regulation. Despite their ecological relevance, research on zooplankton–macrophyte interactions in Mexico remains limited. To identify knowledge gaps, research patterns, and trends, we conducted a bibliometric analysis of Mexican literature indexed in the Web of Science between 1997 and 2023, using the Bibliometrix package in R. Searches were performed with the terms macrophyte OR aquatic plant refined by “zooplankton” and “Mexico.” A total of 30 documents were retrieved over 26 years, with an average of 10 citations per article and no annual growth in output. Leading contributions came from the National Autonomous University of Mexico (UNAM) and the National Polytechnic Institute (IPN). Major publishing platforms included *Hydrobiologia*, *Allelopathy Journal*, and *Ecohydrology & Hydrobiology*. Research topics most frequently addressed were community diversity, trophic interactions, bioindicators, eutrophication, invasive species, and allelopathic effects. Recent studies highlighted that macrophyte presence or removal strongly influences zooplankton taxonomic and functional composition, underscoring the importance of these interactions for biodiversity and ecosystem services. Our findings reveal a slow but steady development of this research area in Mexico compared with the ecological richness of its aquatic systems. We conclude that there is significant potential to strengthen studies on zooplankton–macrophyte interactions by incorporating innovative approaches such as remote sensing, omics, and climate change assessments. Finally, fostering national and international collaborations will be crucial for advancing ecological understanding and promoting the conservation and restoration of aquatic habitats in Mexico.

Keywords: Zooplankton, Bibliometric analysis, Biodiversity.

Eficacia biológica diferencial en condiciones de laboratorio de los copépodos *Leptodiptomus* grupo *sicilis* del lago Atexcac con dietas alternativas

Alan Ramírez Rodríguez^{1,*}, Jorge Ciro Pérez², Nohemi Dimas Flores²

¹ Carrera de Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Tlalnepantla de Baz, Edo. de México, México.

² Laboratorio de Biología Evolutiva del Plancton, Grupo de Limnología Tropical – UIICSE, División de Investigación y Posgrado, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM

* E-mail: alanrmzrdz@comunidad.unam.mx

Resumen

Leptodiptomus grupo *sicilis* es un conjunto de especies de copépodos calanoides que han divergido recientemente y habitan en los lagos de la Cuenca Oriental, México. Se ha descrito que los copépodos del lago Atexcac están adaptados localmente a una salinidad de 6.5 g/L y se caracterizan por presentar una pigmentación rojiza intensa. Dada la importancia de estos copépodos como modelo ecogenómico y, con el objetivo de caracterizar sus requerimientos alimenticios y el impacto que tienen en su eficacia biológica en condiciones de laboratorio, se evaluó el efecto de dos microalgas las cuales fueron *Tetraselmis suecica* y *Chlorella vulgaris* en tres tratamientos: cada microalga por separado y una combinación de las dos en proporción 1:1, todas en concentración de 20 µg/mL. Se evaluó la supervivencia en la etapa temprana analizando individuos eclosionados de huevos de resistencia desde el estadio N1 hasta juvenil C3. La segunda etapa implicó analizar individuos C3 hasta su adultez y se analizó el éxito reproductivo. Los experimentos se realizaron en salinidad de 6.5 g/L, 16 ± 1 °C de temperatura, en oscuridad total y en una plataforma orbital a 50 rpm. Se calcularon las tasas de supervivencia, éxito de ecdisis, cópula y fecundidad. El desarrollo de los copépodos con *T. suecica* y con dieta combinada fue similar en ciertos estadios, incrementando los parámetros de eficacia reproductiva y crecimiento, lo que sugiere que las características del alga flagelada en términos de tamaño, movilidad y calidad tengan probable disponibilidad de ácidos grasos esenciales. En contraste, la dieta con *C. vulgaris* mostró menor desempeño en desarrollo, supervivencia y eficacia reproductiva. Estos resultados muestran que el tipo de dieta juega un papel crucial en la eficiencia de los organismos, promoviendo diferencias en supervivencia desarrollo y éxito reproductivo, se discute el potencial biotecnológico de esta especie.

Palabras clave: Copépodos lacustres, Dietas con microalgas, Eficacia biológica diferencial, Alternativas biotecnológicas.

Differential biological efficacy under laboratory conditions of the copepods *Leptodiaptomus* group *sicilis* from Lake Atexcac with alternative diets

Alan Ramírez Rodríguez^{1,*}, Jorge Ciro Pérez², Nohemi Dimas Flores²

Abstract

Leptodiaptomus grupo *sicilis* is a group of species of calanoid copepods that have recently diverged and inhabit the lakes of the Eastern Basin, Mexico. It has been described that the copepods of Lake Atexcac are locally adapted to a salinity of 6.5 g/L and are characterized by intense reddish pigmentation. Given the importance of these copepods as an ecogenomic model and, in order to characterize their dietary requirements and the impact they have on their biological efficacy under laboratory conditions, the effect of two microalgae commonly used in the laboratory was evaluated. The microalgae were *Tetraselmis suecica* and *Chlorella vulgaris* in three treatments: each microalgae separately and a combination of the two in a 1:1 ratio, all at a concentration of 20 µg/mL. Survival in the early stage was evaluated by analyzing individuals hatched from resistance eggs from stage N1 to juvenile C3. The second stage consisted of analyzing C3 individuals until adulthood. Finally, reproductive success was analyzed. The experiments were performed at salinity of 6.5 g/L, 16 ± 1 °C temperature, in total darkness and on an orbital platform at 50 rpm. Survival, ecdysis success, copulation, and fecundity rates were calculated. The development of copepods with *T. suecica* and with a combined diet was similar at certain stages, increasing the parameters of reproductive efficiency and growth, which suggests that the characteristics of flagellate algae in terms of size, mobility and quality are likely to have availability of essential fatty acids. In contrast, the diet with *C. vulgaris* showed lower performance in development, survival and reproductive efficiency. These results show that the type of diet plays a crucial role in the efficiency of organisms, promoting differences in survival, development and reproductive success, the biotechnological potential of this species is discussed.

Keywords: Lake copepods, Diets with microalgae, Differential biological efficacy, Biotechnological alternatives.

Oscilaciones abruptas del nivel del agua determinan la carga interna de nutrientes y la diversidad del fitoplancton en un embalse tropical eutrófico

Jorge Ramírez Zierold^{1, 6, *, **}, Martha Gaytán Herrera²; Gloria Vilaclara Fatjó², Patricia Valdespino Castillo³, Mariel Barjau Aguilar^{4}, Óscar Gerardo Nieto^{1**}, Julio Lestayo González¹, Sergio Castillo Sandoval¹, Ana María Reyes Hernández⁵, Rocío Alcántara Hernández⁴, Martín Merino Ibarra^{1,6}**

¹ Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Unidad Académica de Ecología y Biodiversidad Marina, UNAM, Ciudad de México, CDMX, México. *Investigador posdoctoral SECIHTI.

² Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Grupo de investigación en Limnología Tropical, UNAM, Tlalnepantla, Estado de México, México.

³ Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM, Ciudad Universitaria, CDMX, México.

⁴ Instituto de Geología, Departamento de Ciencias Ambientales y del Suelo, Laboratorio de genómica y biotecnología, UNAM, CDMX, México.

⁵ Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM, Ciudad Universitaria, CDMX, México.

⁶ Patronato ProValle de Bravo A.C.

** E-mail: jramirezzirold@yahoo.com.mx

Resumen

Las variaciones del nivel del agua y los vientos diurnos provocan cambios en los embalses, como ocurre con la estabilidad de la estratificación ($S; Jm^{-2}$), los nutrientes y la composición/abundancia de los productores primarios. En el embalse monomítico cálido y eutrófico de Valle de Bravo (VB) ($TP = 113 \pm 78$, $TN = 1895 \pm 846$, $Chla = 24.8 \pm 31; \mu g l^{-1}$), estudiamos la variabilidad limnológica relacionada con estos aspectos entre 2020 y 2024. En 2020 ($38.1 \pm 18.0 Jm^{-2}$) se observó una transición de dominancia de diatomeas a cianobacterias al incrementarse la carga externa de nutrientes. En 2021 y 2022 ($14.2 \pm 7.6 Jm^{-2}$ y $18.4 \pm 6.0 Jm^{-2}$, respectivamente), se observaron aumentos en las diatomeas planctónicas; estas condiciones se asociaron con niveles intermedios de agua en el embalse, resultado del equilibrio de los nutrientes entre las aportaciones de los afluentes, de los sedimentos y la extracción de agua. Sin embargo, en 2022 al aumentar el nivel, también se observó un incremento de cianobacterias con especies nocivas de coccoideas. En 2023, un período de sequía severa y debido a la extracción de agua para el abastecimiento de la población, inició un descenso del nivel y en la estabilidad del agua ($9.9 \pm 6.4 Jm^{-2}$), con floraciones de cianobacterias fijadoras de nitrógeno, lo que apunta -como factor principal- a la carga interna de fósforo procedente de los sedimentos por descenso acelerado del nivel. En 2024 ($5.0 \pm 3.2 Jm^{-2}$), un mínimo de nivel marcó la predominancia de cianobacterias a lo largo del año. El mantenimiento constante de un volumen de agua intermedio ($\sim 60\%$) en el embalse tiende a prevenir las floraciones nocivas de cianobacterias y favorece una mejor composición del fitoplancton (por ejemplo, diatomeas, algas verdes), lo que se traduce en una mejora de la calidad del agua.

Palabras clave: embalse eutrófico; fluctuaciones del nivel del agua; estabilidad; nutrientes; productores primarios.

Abrupt fluctuations in water level determine the internal nutrient load and phytoplankton diversity in a eutrophic tropical reservoir

Jorge Ramírez Zierold^{1, 6, *, **}, Martha Gaytán Herrera²; Gloria Vilaclara Fatjó², Patricia Valdespino Castillo³, Mariel Barjau Aguilar^{4}, Óscar Gerardo Nieto^{1**}, Julio Lestayo González¹, Sergio Castillo Sandoval¹, Ana María Reyes Hernández⁵, Rocío Alcántara Hernández⁴, Martín Merino Ibarra^{1,6}**

Abstract

Changes in water level and diurnal winds cause changes in reservoirs, such as in stratification stability (S ; Jm^{-2}), nutrients and primary producers. In the warm, eutrophic, monomictic Mexican reservoir of Valle de Bravo (VB) ($TP = 113 \pm 78$, $TN = 1895 \pm 846$, $Chla = 24.8 \pm 31$; $\mu g l^{-1}$), we studied the limnological variability related to these aspects between 2020 and 2024. In 2020 ($38.1 \pm 18.0 Jm^{-2}$), a transition from diatom dominance to cyanobacteria was observed as the external nutrient load increased. In 2021 and 2022 ($14.2 \pm 7.6 Jm^{-2}$ y $18.4 \pm 6.0 Jm^{-2}$, respectively), an increase in planktonic diatoms was observed; these conditions were associated with intermediate water levels in the reservoir resulting from the balance between tributary inflows, sediment inputs and water extraction. However, in 2022 and as the level rose, there also was an increase in cyanobacteria, mainly including harmful coccoid species. In 2023, a period of severe drought and water extraction for the population's supply initiated a decline in water level and stability ($9.9 \pm 6.4 Jm^{-2}$), with blooms of nitrogen-fixing cyanobacteria, pointing to the internal phosphorus load from sediments due to the accelerated decline in water level as the main factor. In 2024 ($5.0 \pm 3.2 Jm^{-2}$), a minimum level marked the predominance cyanobacteria throughout the year. Maintaining a constant intermediate water volume ($\sim 60\%$) in the reservoir tends to prevent harmful cyanobacterial blooms and promotes a better phytoplankton composition (e.g., diatoms, green algae), which translates into an improved water quality.

Keywords: eutrophic reservoir; water level fluctuations; stability; nutrients; primary producers.

Determinación del efecto tóxico del herbicida FAENA FUERTE con componente activo glifosato en el cladóceros *Daphnia magna*

Liliana Sánchez Saldaña^{1,*}, Alexis Joseph Rodríguez Romero², Gissel Trujillo Domínguez³

¹ Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Maestría en Ciencias y Tecnología del Agua

² Instituto Mexicano de tecnología del agua, Subcoordinación de Ecohidrología y Rehabilitación.

³ Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Subcoordinación de Calidad y Ecología del agua, Laboratorio de Toxicología Acuática.

* E-mail: saldanasliliana@gmail.com

Resumen

El uso de herbicidas para aumentar la productividad agrícola ha incrementado considerablemente a nivel mundial. Esto ha generado problemas ambientales debido al uso excesivo que ha provocado que los residuos químicos permanezcan en el ambiente. Los herbicidas con componente activo glifosato son los más vendidos a nivel mundial, debido a la eficiencia en el control de maleza. Sin embargo, se ha reportado que causa efectos citotóxicos y efectos en el desarrollo de los organismos acuáticos; por lo anterior en este trabajo se evaluó la toxicidad aguda y crónica del herbicida FAENA FUERTE utilizando al cladóceros *Daphnia magna*. Se realizó la prueba de toxicidad aguda con *Daphnia magna* siguiendo la NMX-AA-087-SCFI-2010, se determinó la LOEC y NOEC a partir del estadístico PROBIT; para las pruebas crónicas se expusieron los neonatos de la tercera generación a tres concentraciones, determinadas a partir de la NOEC y LOEC obtenidas en las pruebas agudas, por 21 días para observar efectos en el desarrollo. En los resultados de la prueba aguda se observó una correlación positiva entre el efecto tóxico de FAENA FUERTE y las concentraciones, siendo la concentración más tóxica de 10.89 mg/L, los valores de NOEC de 2.904 mg/L y LOEC de 3.993 mg/L. Partiendo de los valores de NOEC y LOEC se realizó la prueba crónica; las concentraciones utilizadas fueron de 2.541 mg/L, 2.904 mg/L y 3.993 mg/L. Se observaron efectos en la espina caudal de las daphnias expuestas a la concentración LOEC, bajo esa misma concentración se observó que el medio Bolt (alimento de alga *Selenastrum*) se adhería al exoesqueleto, antenas, rostro y patas limitando el nado y alimentación del cladóceros. El herbicida FAENA FUERTE mostró ser tóxico bajo la concentración más alta (3.993 mg/L), un incremento en la mortandad del organismo por adherencias del alga al exoesqueleto del cladóceros.

Palabras clave: Glifosato, Faena Fuerte, análisis toxicológicos, *Daphnia magna*

Determination of the toxic effect of the herbicide FAENA FUERTE with active component glyphosate on the cladoceran *Daphnia magna*

Liliana Sánchez Saldaña^{1,*}, Alexis Joseph Rodríguez Romero², Gissel Trujillo Domínguez³

Abstract

The use of herbicides to increase agricultural productivity has risen considerably worldwide, generating environmental problems due to excessive use that leaves chemical residues in the environment. Herbicides containing glyphosate as the active ingredient are the most widely sold globally because of their efficiency in weed control. However, they have been reported to cause cytotoxic effects and developmental alterations in aquatic organisms. Therefore, in this study, we evaluated the acute and chronic toxicity of the herbicide FAENA FUERTE using the cladoceran *Daphnia magna*. The acute toxicity test was conducted with *Daphnia magna* following the NMX-AA-087-SCFI-2010 standard. The LOEC and NOEC values were determined using PROBIT statistics. For chronic tests, neonates from the third generation were exposed to three concentrations derived from the NOEC and LOEC values obtained in the acute tests for 21 days to observe developmental effects. Results from the acute test showed a positive correlation between the toxic effect of FAENA FUERTE and concentration, with the highest toxicity observed at 10.89 mg/L. The NOEC and LOEC values were 2.904 mg/L and 3.993 mg/L, respectively. Based on these values, chronic tests were conducted using concentrations of 2.541 mg/L, 2.904 mg/L, and 3.993 mg/L. Morphological effects were observed in the caudal spine of *Daphnia* exposed to the LOEC concentration. Under this same concentration, the Bolt medium (containing the alga *Selenastrum* as food) adhered to the exoskeleton, antennae, rostrum, and legs, limiting the swimming and feeding capacity of the cladoceran. The herbicide FAENA FUERTE proved to be toxic at the highest concentration (3.993 mg/L), causing increased mortality due to algal adhesion to the exoskeleton of the organism.

Keywords: Glyphosate, FAENA FUERTE, toxicological analysis, *Daphnia magna*

Nota: Este resumen fue traducido al inglés con la asistencia de ChatGPT (OpenAI, 2025).

Cambios estacionales en comunidades microbianas, estado trófico y ambiente fisicoquímico en tres cenotes anquihalinos del corredor turístico Cancún–Tulum

Mariel Barjau-Aguilar¹ *, Martín Merino-Ibarra², Eduardo Aguilar-Rangel¹, Rocío J. Alcántara-Hernández¹

¹ Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Av. Universidad 3000, Coyoacán, 04510, Mexico City, Mexico

² Unidad Académica de Biodiversidad Acuática, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Universidad 3000, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México

* E-mail: abmarie1322@gmail.com

Resumen

Los acuíferos kársticos abastecen de agua potable a un cuarto de la población mundial. En la Península de Yucatán, estos sistemas son especialmente vulnerables debido a su alta permeabilidad, intrusión salina y aumento de las presiones antropogénicas. Los cenotes anquihalinos son accesos naturales al acuífero subterráneo, permitiendo el estudio de su dinámica microbiana y biogeoquímica. Este estudio analiza las variaciones espacio-temporales en las condiciones limnológicas y las comunidades microbianas en tres cenotes *anquihalinos* profundos (38–85 m), muestreados entre octubre 2023 y noviembre 2024 durante las temporadas secas, de lluvias y de *Nortes*. Todos presentaron estratificación salina caracterizada por el mixolimnion –de agua con baja conductividad, bien oxigenado, con altos valores de ORP, nitratos y SRP–; y el monimolimnion con alta conductividad, condiciones anóxicas, ORP bajo y acumulación de amonio. El estado trófico y la composición de la comunidad microbiana variaron por cenote y estación. El sistema ultraoligotrófico estuvo dominado por heterótrofos aeróbicos y oxidantes de azufre (p.ej. *Burkholderiaceae*, *Thiobacillaceae*). El cenote oligotrófico-mesotrófico mostró dominancia autótrofa (*Coleofasciculaceae*, *Cyanobiaceae*), mientras que el mesotrófico presentó un gradiente vertical desde *Cyanobiaceae* (0–10 m) hasta heterótrofos (*Nanopelagicaceae*, 10–40 m). Los *Nortes* mejoraron la calidad del agua, mientras que la estación seca-cálida la deterioró. En el monimolimnion, *Desulfobacterota*, *Campylobacterota*, *Bacteroidota* y *Chloroflexi* fueron comunes en los tres sitios, sugiriendo redundancia funcional. Estos resultados resaltan la relación entre las características limnológicas, el estado trófico y la estructura de las comunidades microbianas, funcionando como línea base para la conservación de acuíferos kársticos costeros vulnerables.

Palabras clave: Acuífero kárstico, cenotes, comunidades microbianas, calidad del agua

Seasonal Shifts in microbial communities, trophic state, and physicochemical environment in three anchialine *cenotes* of the Cancún-Tulum corridor

Mariel Barjau-Aguilar¹ *, Martín Merino-Ibarra², Eduardo Aguilar-Rangel¹, Rocío J. Alcántara-Hernández¹

Abstract

Karst aquifers supply drinking water to nearly one-quarter of the global population. In the northeastern Yucatán Peninsula, these systems are particularly vulnerable due to high permeability, saltwater intrusion, and increasing anthropogenic pressures. Anchialine *cenotes*—flooded sinkholes connected to the coastal aquifer—serve as natural access points to the underground aquifer. However, knowledge gaps remain regarding their biogeochemical functioning and microbial ecology. This study examines spatial-temporal variations in limnological conditions and prokaryotic communities in three deep (38–85 m) anchialine *cenotes* along the Cancún–Tulum tourist corridor, sampled from October 2023 to November 2024 across dry, rainy, and *Nortes* seasons. All *cenotes* displayed salinity-driven stratification, with a freshwater mixolimnion exhibiting higher dissolved oxygen, ORP, nitrate, and soluble reactive phosphorus, and a saltwater monimolimnion marked by elevated conductivity, anoxia, low ORP, and ammonium accumulation. Trophic state and microbial composition varied by *cenote* and season. The ultra-oligotrophic system was dominated by aerobic heterotrophs and sulfur oxidizers (e.g., Burkholderiaceae, Thiobacillaceae). The oligotrophic-mesotrophic site showed autotrophic dominance (Coleofasciculaceae, Cyanobiaceae), while the mesotrophic *cenote* displayed vertical shifts from Cyanobiaceae (0–10 m) to heterotrophs (Nanopelagicaceae, 10–40 m), and sulfur/nitrogen-respiring taxa at the halocline (e.g., Nitrosopumilaceae). Winter storms improved water quality, while the dry-warm season saw degradation. In the monimolimnion, Desulfobacterota, Campylobacterota, Bacteroidota, and Chloroflexi were prevalent across all sites, suggesting functional redundancy in sulfur-based anaerobic metabolism and anoxygenic phototrophy. These results underscore the role of hydrological seasonality and trophic gradients in shaping microbial communities and provide a foundation for conserving vulnerable coastal karst aquifers.

Keywords: Karst aquifer, *cenotes*, prokaryotic communities, water quality

Calidad de agua en una laguna urbana: percepción social vs parámetros ambientales

Aideé Montiel Martínez¹ *, Diego Ariel Riva², Tonantzin López Lozano², Lucero Montserrat Cautle García³

¹ Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Electrónica, Ingeniería en Ciudades Inteligentes y Sostenibles.

² Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Coordinación de Gestión Ambiental.

³ Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Biológicas.

* E-mail: aidee.montiel@correo.buap.mx

Resumen

Los lagos urbanos brindan una amplia variedad de servicios ecológicos y sociales. La ciudad de Puebla cuenta con seis cuerpos de agua lóticos perennes, uno de ellos es, la Laguna Poniente del campus Ciudad Universitaria I de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. La solicitud de una gestión adecuada de la laguna, por considerarla un lugar que propicia un ambiente insalubre, se incluyó en el pliego petitorio del paro estudiantil que se suscitó en febrero de 2025. La percepción ciudadana sobre la calidad del agua de un lago o laguna no siempre refleja su estado ecológico real, sin embargo, puede influir en los planes de manejo que se implementen. Así que, el objetivo del presente trabajo fue: Analizar la relación entre la calidad del agua medida con parámetros ambientales y la percepción de los usuarios. Para ello, 1) Se analizaron los resultados de las mesas de trabajo, 2) Se realizaron muestreos de parámetros físicoquímicos, 3) Se aplicó un cuestionario para identificar percepciones públicas, indicadores de calidad y preferencias de uso. Los resultados muestran que 1) Durante las Mesas de trabajo se concluye que el estado en el que es percibido el cuerpo de agua es no aceptable, 2) Todos los parámetros físicoquímicos evaluados, entre ellos, OD, DQO, metales y coliformes fecales están dentro de los límites de la NOM-003-ECOL-1997, 3) Los resultados preliminares muestran que las valoraciones de los usuarios se basan principalmente en aspectos estéticos (p.ej., color, olor). Asimismo, la frecuencia de visita al lago y la formación profesional también se relacionan con la percepción que puede tenerse del cuerpo de agua. Como limnólogos, parte de nuestra labor consiste en conciliar percepciones sociales con criterios técnicos, de manera que el manejo de los cuerpos de agua responda a un objetivo en común compartido por todas las partes interesadas.

Palabras clave: Estética ambiental, Servicios ecosistémicos, Cuerpos de agua urbanos

Water quality in an urban shallow lake: social perception vs. environmental parameters

Aideé Montiel Martínez^{1 *}, Diego Ariel Riva², Tonantzin López Lozano², Lucero Montserrat Cuautle García³

Abstract

Urban lakes provide a wide range of ecological and social services. The city of Puebla has six perennial lotic water bodies, one of which is the Poniente shallow lake, located within the Ciudad Universitaria I campus of the Benemerita Universidad Autonoma de Puebla. The demand for proper management of the shallow lake—considered by some as a site fostering unsanitary conditions—was included in the list of demands resulting from the student strike that took place in February 2025. Citizens' perceptions of the water quality of a lake or lagoon do not always reflect its actual ecological status; however, they can influence the management plans that are implemented. Accordingly, the aim of this study was to analyze the relationship between water quality, assessed through environmental parameters, and users' perceptions. To this end: (1) the outcomes of stakeholder working sessions were analyzed; (2) water samples were collected to assess physicochemical parameters; and (3) a questionnaire was applied to identify public perceptions, quality indicators, and usage preferences. The results show that: (1) during the working sessions, it was concluded that the perceived state of the water body is unacceptable; (2) all physicochemical parameters evaluated—including DO, COD, metals, and fecal coliforms—were within the limits established by NOM-003-ECOL-1997; and (3) preliminary results indicate that users' evaluations were based primarily on aesthetic aspects (e.g., color, odor). Furthermore, both the frequency of visits to the shallow lake and the respondents' professional background were related to their perceptions of the water body. As limnologists, part of our work consists of reconciling social perceptions with technical criteria, so that water body management responds to a common objective shared by all stakeholders.

Keywords: Environmental aesthetics, Ecosystem services, Urban water bodies

Variación temporal del estado trófico en el lago cráter de Tacámbaro, Michoacán, México

Adriana Peña Carlón*, Rubén Hernández Morales, Ingrid Azeneth Cruz Cendejas

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología, Laboratorio de Investigación en Biología Acuática "J. Javier Alvarado Díaz"

*E-mail: 2109217h@umich.mx

Resumen

El presente estudio se realizó en el lago cráter "La Alberca" en Tacámbaro de Codallos, Michoacán, con el fin de determinar el estado trófico de dicho cuerpo lago a través de la determinación de parámetros fisicoquímicos y la clorofila "a". Para la evaluación se realizaron cuatro muestreos mensuales entre marzo y junio de 2025 en tres sitios representativos del lago: manantial (S1), zona turística (S2) y compuerta (S3). En campo determinaron 12 variables, entre los que destacan: temperatura del aire y agua, transparencia, profundidad y oxígeno disuelto; en laboratorio se analizaron 17 variables, como: salinidad, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, pH, clorofilas, alcalinidad, dureza, nitrógeno y fósforo de acuerdo a APHA-AWWA-WPCF, (1997). En la determinación del estado trófico se aplicó el Índice de Carlson (1977), utilizando como indicadores la transparencia, clorofila a y fósforo total. El procesamiento de datos, análisis estadísticos y gráficos se realizaron en Microsoft Excel y JMP versión v 8.0. Los resultados indican que el lago cráter alberga una columna de agua cálida, ligeramente alcalina y de baja salinidad. La transparencia alcanzó un promedio de 0.82 m en una columna del agua de 26 m. El oxígeno disuelto presentó valores aceptables (7.71 mg/L) lo que sugiere que el lago tiene buena oxigenación en el epilimnio. El valor del índice de estado trófico demostró que la Alberca se encuentra en estado eutrófico, con una limitación del cociente de Redfield marcada por la concentración de fósforo total.

Palabras clave: Lago cráter, eutrofización, clorofila a, índice de estado trófico

Temporal variation of trophic state in the Tacambaro crater lake, Michoacan, Mexico

Adriana Peña Carlón*, Rubén Hernández Morales, Ingrid Azeneth Cruz Cendejas

Abstract

This study was conducted in the Crater Lake "La Alberca" in Tacambaro de Codallos, Michoacán, to determine the trophic state of said lake by measuring physicochemical parameters and chlorophyll "a". For the assessment, four monthly samples were taken between March and June 2025 at three representative sites of the lake: spring (S1), tourist area (S2), and floodgate (S3). In the field, 12 variables were determined, including: air and water temperature, transparency, depth, and dissolved oxygen; in the laboratory, 17 variables were analyzed, such as: salinity, electrical conductivity, total dissolved solids, pH, chlorophylls, alkalinity, hardness, nitrogen, and phosphorus according to APHA-AWWA-WPCF, (1997). In determining the trophic state, the Carlson Index (1977) was applied, using transparency, chlorophyll a, and total phosphorus as indicators. Data processing, statistical analysis, and graphics were performed in Microsoft Excel and JMP version v 8.0. The results indicate a warm water column, slightly alkaline with low salinity. The average of transparency was 0.82 m in a 26 m water column. Dissolved oxygen levels were acceptable (7.71 mg/L), suggesting that the lake has good oxygenation in the epilimnion. The trophic status index showed that the lake is in a eutrophic state, with the Redfield quotient limited by the total phosphorus concentration.

Keywords: Crater lake, eutrophication, chlorophyll a, trophic status index.

Inventario de la ictiofauna de la Laguna de Champayán, sur de Tamaulipas

José Alberto Ocaña Luna*, Cristian Razo Zepeda, Marina Sánchez Ramírez

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Laboratorio de Ecología.

* E-mail: ja_ocanaluna@hotmail.com

Resumen

La laguna de Champayán es un cuerpo de agua dulce ubicado en el estado de Tamaulipas, es alimentado por el río Tamesí con un área aproximada de 213 km², 38.4 km de longitud, 5.6 km de ancho y con una profundidad promedio de 1.5 m; puede llegar a desecarse parcialmente durante la época de estiaje y presentar azolvamiento por la creciente de los ríos, estos eventos han provocan un desequilibrio en el sistema lagunar, aunado a la introducción de diversas especies exóticas para fomentar la actividad pesquera, así como pesca deportivo-recreativa. Por tal motivo, el objetivo es analizar la ictiofauna, nativa e introducida, en la laguna. Se realizaron cinco colectas de peces durante 2023 y 2024, con un chinchorro de 100 m de longitud y malla de 7.62 cm y con redes de cuchara de 2.0 mm de abertura de malla, además de registros fotográficos en el lugar; los ejemplares se fijaron con formalina al 10 % neutralizada con borato de sodio. Fueron registradas 11 familias, 13 géneros y 16 especies de peces, de las cuales la familia Cichlidae presentó cuatro. Del total de especies: el 75 % fueron nativas y el 25 % exóticas, por otro lado, las especies de hábitat dulceacuícola correspondieron al 62.5 %, mientras que las eurihalinas al 37.5 %. Es importante destacar la presencia del pez diablo *Pterygoplichthys* spp., especie invasora originaria de Sudamérica.

Palabras clave: comunidad de peces, humedal, especies exóticas-invasoras, limpia vidrios

Ichthyofaunal inventory of Champayán Lagoon, Southern Tamaulipas

José Alberto Ocaña Luna*, Cristian Razo Zepeda, Marina Sánchez Ramírez

Abstract

The Champayán Lagoon is a freshwater body located in the state of Tamaulipas. It receives inflow from the Tamesí River and has an approximate area of 213 km², a length of 38.4 km, a width of 5.6 km, and an average depth of 1.5 m. The lagoon can partially dry up during the dry season and experience siltation due to river floods., these events have caused imbalances in the lagoon system, compounded by the introduction of various exotic species to promote fishing activities as well as sport and recreational fishing. For this reason, the objective of this study was to analyze the ichthyofauna, both native and introduced, in the lagoon. Five fish samplings were carried out during 2023 and 2024 using a 100 m seine with a 7.62 cm mesh, scoop nets with a 2.0 mm mesh opening, and on-site photographic records. Specimens were fixed in 10% formalin neutralized with sodium borate. A total of 11 families, 13 genera, and 16 fish species were recorded, of which the family Cichlidae accounted for four. Of the total species, 75% were native and 25% exotic. Freshwater species represented 62.5%, while euryhaline species accounted for 37.5%. It is important to highlight the presence of the sailfin catfish, *Pterygoplichthys* spp., an invasive species native to South America.

Keywords: fish community, wetland, exotic–invasive species, armored catfish

Factores bióticos y abióticos que determinan los patrones de distribución de la fauna íctica dulceacuícola en la cuenca de Mataquito, Chile.

Luis Abrigo González*, Héctor Pavés Hernández, Gustavo Díaz Garrido

Programa de Doctorado en Conservación y Gestión de la Biodiversidad, Facultad de Ciencias, Universidad Santo Tomás, Chile.

* E-mail: l.abrigog@alumnos.santotomas.cl

Resumen

Los ecosistemas de agua dulce albergan una biodiversidad rica, endémica y sensible. Sin embargo, el crecimiento explosivo de la población humana ha ejercido una presión creciente sobre estos ecosistemas que hoy se encuentran entre los más amenazados del mundo. En la zona mediterránea de Chile, la ictiofauna nativa ha disminuido drásticamente en las últimas décadas, y actualmente un 82.6% de las especies están amenazadas según el Ministerio de Medio Ambiente. Paradójicamente, existen vacíos de conocimiento acerca de la distribución de esta fauna y de los factores que influyen en ella. Tomando la cuenca de Mataquito como área de estudio, los objetivos de esta investigación fueron determinar la contribución relativa de los factores ambientales en la distribución de ictiofauna (nativa y exótica) en la zona mediterránea de Chile y evaluar la eficacia de la conservación de las áreas protegidas respecto de la ictiofauna dulceacuícola. Nosotros modelamos la distribución potencial de 6 especies ícticas nativas y 4 exóticas registradas en la cuenca de Mataquito utilizando la aproximación de máxima entropía (MaxEnt). Los resultados resaltan la importancia de las variables hidrogeomorfológicas en la distribución de peces nativos, mientras que las actividades humanas parecen influir significativamente la distribución y abundancia de peces exóticos. Además, se estableció que la ictiofauna nativa presenta una baja cobertura dentro de las áreas protegidas presentes en la cuenca. Concluimos que estos hallazgos tienen implicaciones importantes para la conservación de la ictiofauna nativa, para la gestión eficiente de la biodiversidad y para el manejo sustentable de la cuenca de Mataquito.

Palabras clave: ictiofauna, distribución, amenazas, conservación, biodiversidad.

Biotic and abiotic factors determining the distribution patterns of freshwater fish fauna in the Mataquito basin, Chile

Luis Abrigo González*, Héctor Pavés Hernández, Gustavo Díaz Garrido

Abstract

Freshwater ecosystems harbor rich, endemic, and sensitive biodiversity. However, explosive human population growth has placed increasing pressure on these ecosystems, which are now among the most threatened in the world. In the Mediterranean zone of Chile, native fish fauna has declined dramatically in recent decades, and currently, according to the Ministry of the Environment, 82.6% of species are threatened. Paradoxically, there are knowledge gaps regarding the distribution of this fauna and the factors that influence it. Taking the Mataquito Basin as a study area, the objectives of this research were to determine the relative contribution of environmental factors to the distribution of fish fauna (native and exotic) in the Mediterranean zone of Chile and to evaluate the conservation effectiveness of protected areas with respect to freshwater fish fauna. We modeled the potential distribution of six native and four exotic fish species recorded in the Mataquito Basin using the maximum entropy (MaxEnt) approach. The results highlight the importance of hydrogeomorphological variables in the distribution of native fish, while human activities appear to significantly influence the distribution and abundance of exotic fish. Furthermore, it was established that native ichthyofauna has a low coverage within the protected areas present in the watershed. We conclude that these findings have important implications for the conservation of native ichthyofauna, for the efficient management of biodiversity, and for the sustainable management of the Mataquito watershed.

Keywords: ichthyofauna, distribution, threats, conservation, biodiversity.

Patrones estacionales de fitoplancton y zooplancton en lagos y embalses de México

Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez*, Valeria Naomi Barranco-Vargas¹, Karla De La Luz-Vázquez

Grupo de Investigación en Limnología Tropical (GILT), UIICSE, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. De los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, CP 54090.

* E-mail: biocristian08@gmail.com

Resumen

La variabilidad estacional del plancton es clave para comprender el funcionamiento y los cambios ecológicos en los ecosistemas acuáticos. Para este estudio, se recopilaron artículos de Google Académico y Web of Science sobre fitoplancton y zooplancton de lagos y embalses de México, con énfasis en los trabajos publicados en las últimas tres décadas con el objetivo de visualizar y comparar distintos patrones. Los resultados muestran un incremento en estudios ecológicos a partir de 2008 y que hay más información en lagos que en embalses, siendo el Eje Neovolcánico Transmexicano la zona donde se encuentra el mayor número de estudios, particularmente en el Estado de México, Michoacán, Ciudad de México, Morelos y Puebla. Asimismo, se observó una mayor proporción de estudios de fitoplancton en lagos y, en contraste, una mayor cantidad de estudios de zooplancton en embalses, siendo el lago de Alchichica y el embalse de Valle de Bravo los sistemas con el mayor número de estudios. La abundancia, riqueza y biomasa varían de acuerdo con la concentración de nutrientes, el estado trófico y las características particulares de cada cuerpo de agua. También se identificó que la máxima abundancia tanto de fitoplancton como de zooplancton ocurre durante la temporada de lluvias, mientras que los valores mínimos corresponden a la temporada de secas. Las cianobacterias destacan como los principales organismos responsables de los florecimientos algales en lagos y embalses de México, siendo más frecuentes en la temporada cálido-lluviosa. Por su parte, el zooplancton está dominado por especies de talla pequeña entre las que destacan *Keratella*, *Polyarthra*, brachionidos, *Bosmina* y copépodos ciclopoideos. El estudio del plancton en México ha progresado de manera notable, pero aún es necesario ampliar la investigación para mejorar el manejo de florecimientos algales nocivos, anticipar los efectos del cambio climático y fortalecer la conservación de los ecosistemas acuáticos.

Palabras clave: Dinámicas estacionales, Plancton, Biodiversidad, Biomasa, Florecimientos algales.

Seasonal patterns of phytoplankton and zooplankton in Mexican lakes and reservoirs

Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez *, Valeria Naomi Barranco-Vargas¹, Karla De La Luz-Vázquez

Abstract

Seasonal variability in plankton is key to understanding the functioning and ecological changes of aquatic ecosystems. In this study, articles on phytoplankton and zooplankton in lakes and reservoirs in Mexico were selected from Google Scholar and Web of Science, with an emphasis on publications from the last three decades, to visualize and compare different patterns. The results show an increase in ecological studies since 2005 and indicate that more information is available on lakes than on reservoirs, with the Trans-Mexican Volcanic Belt being the region with the highest number of studies, particularly in the states of Mexico, Michoacán, Mexico City, Morelos, and Puebla. Likewise, more phytoplankton studies were conducted in lakes, whereas more zooplankton studies were carried out in reservoirs, with Lake Alchichica and the Valle de Bravo Reservoir being the most studied systems. Abundance, richness, and biomass vary according to nutrient concentration, trophic status, and the specific characteristics of each body of water. The maximum abundance of both phytoplankton and zooplankton occurs during the rainy season, whereas the minimum values are observed in the dry season. Cyanobacteria stand out as the main organisms responsible for algal blooms in lakes and reservoirs in Mexico, occurring more frequently during the warm-rainy season, while zooplankton is dominated by small-sized species, including *Keratella*, *Polyarthra*, brachionids, *Bosmina*, and cyclopoid copepods. Although research on plankton in Mexico is progressing, further studies are needed to improve the management of harmful algal blooms, anticipate the effects of climate change, and strengthen the conservation of aquatic ecosystems.

Keywords: Seasonal dynamics, Plankton, Biodiversity, Biomass, Algal blooms.

Características preliminares de un lago artificial eutrofizado en Ciudad Juárez: información para la toma de decisiones

Alejandra Daniela Hernández Montellano, Judith Virginia Ríos Arana*

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Departamento de Ciencias Químico-Biológicas

* E-mail: jrios@uacj.mx

Resumen

El parque central de Ciudad Juárez es un espacio (45 hectáreas) de convivencia, recreación y relajación para la comunidad juarense. El parque tiene un lago artificial que es un remanso de descanso para aves migratorias y locales. Dado el desconocimiento sobre las características de calidad de agua y la preocupación que el color verde del lago genera en los transeúntes, actualmente se realiza un estudio para determinar ciertas características fisicoquímicas del agua: pH, conductividad, oxígeno disuelto (DO), materia orgánica (MO), temperatura, dureza, y alcalinidad. Por tal motivo, se recolectaron muestras simples de agua (1.5L) y de zooplancton por triplicado (red de plancton de 64 µm; 10 L concentrados en 100ml) de diciembre del 2024 a junio del 2025 en ocho sitios del lago. Los copépodos y rotíferos se cuantificaron con una cámara de Sedgwick-Rafter y solamente se identificaron los géneros o especies de rotíferos. Los resultados preliminares indican variaciones en la temperatura (9°C a 30°C), el pH (7.28 a 10.61), OD (4.86 a 20.7mg/L) y MO (16.36 a 35.2 mg/L) entre los sitios de muestreo y a través del tiempo. En las muestras de zooplancton se detectaron principalmente copépodos y rotíferos, aunque se han encontrado ostrácodos, cladóceros, ciliados y *Chironomus* en algunos de los sitios. Los géneros de rotíferos, *Brachionus* y *Keretella*, han sido detectados principalmente en tres sitios. Los datos se analizarán estadísticamente por medio de un ANOVA para determinar similitudes o diferencias entre los sitios y temporadas de muestreo, así como la homogeneidad o heterogeneidad del sistema. Este estudio preliminar proveerá información al gobierno del Estado de Chihuahua sobre algunas características limnológicas esenciales para mejorar o mantener la calidad y salud del lago artificial, y consecuentemente del Parque Central de Ciudad Juárez

Palabras clave: Características limnológicas, Rotíferos, Biodiversidad, Ecosistema Acuático Urbano

Preliminary characteristics of a eutrophic lake in Juarez city: Information for decision making

Alejandra Daniela Hernández Montellano, Judith Virginia Ríos Arana*

Abstract

Juarez city's Central Park (45 ha) is a community place for amusement, recreation, and solace. There is an artificial lake in the park, where local and migratory birds live or rest during their migration. Since water quality characteristics are unknown, and the green color of its water is a concern for users, a basic survey to determine certain physicochemical water characteristics is ongoing. Grab water (1.5 L), and concentrated zooplankton (64 µm plankton net; 10 L in 100 mL) were collected by triplicate in eight sites along the lake through December 2024 up to June 2025. Water samples were analyzed for pH, conductivity, dissolved oxygen (DO), organic matter (OM), temperature, hardness, and alkalinity. Copepods and rotifers were counted in a Sedgwick-Rafter chamber; only rotifer's genus or species were identified. Preliminary results indicate variations in temperature (9°C a 30°C), pH (7.28 a 10.61), DO (4.86 a 20.7mg/L), and OM (16.36 a 35.2 mg/L) between sampled sites and through time. Copepods and rotifers have been mainly observed in zooplankton samples, however, ostracods, cladocerans, ciliates, and *Chironomus* have been found in some sites. Rotifers from *Brachionus* and *Keretella* genus have been found mainly in three sites. Data will be analyzed using an ANOVA to determine similarities or differences between sampling sites and season, as well as the homogeneity or heterogeneity of the system. The survey will provide information about some basic limnological characteristics to the Chihuahua's state government. This information is essential to improve or maintain the quality and health of the artificial lake, and Juarez City Central Park.

Keywords: Limnological characteristics, Rotifers, Biodiversity, Urban aquatic ecosystem

Caracterización microbiológica y usos potenciales del Río Tigre, Guanajuato, México

Génesis Andrade Gutiérrez*, Rubén Hernández Morales, Fátima Bucio Pedraza y Gabriela Ana Zanor

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología, Laboratorio de Investigación en Biología Acuática "J. Javier Alvarado Díaz"

* E-mail: 2110467a@umich.mx

Resumen

El río Tigre, recorre zonas agrícolas y urbanas del Bajío mexicano, por lo que está potencialmente expuesto a descargas de aguas residuales domésticas, pecuarias y agroindustriales. El presente estudio se realizó con el objetivo de evaluar la calidad microbiológica del agua del Río Tigre, ubicado en el municipio de Jerécuaro, Guanajuato. Para ello se recolectaron muestras de agua en tres sitios, los cuales se ubicaron en un punto posterior a la descarga de agua residual de una planta de tratamiento en Jerécuaro, así como en dos puntos de muestreo antes de la localidad de la Purísima, utilizando una botella de Van Dorn y bolsas Nasco estériles, garantizando condiciones adecuadas de esterilidad y conservación, de acuerdo a la NOM-230-SSA1-2002. Se registraron en campo 12 variables fisicoquímicas y ambientales, en tanto que, en el laboratorio se determinaron 20 variables fisicoquímicas y microbiológicas, de acuerdo a los criterios de APHA AWWA WPCF. Los resultados evidenciaron la presencia de coliformes totales y fecales, principalmente *Escherichia coli*, en uno de los puntos muestreados, lo que indica una contaminación significativa por materia fecal, atribuible a descargas de aguas negras municipales sin tratamiento previo y residuos agropecuarios. De acuerdo con las normas NOM-127-SSA1-2021 y los CE-CCA-001/89, el agua del río puede ser utilizada para actividades recreativas de contacto primario, riego agrícola y uso pecuario, siempre que se garantice su control y monitoreo.

Palabras clave: Enterobacteriaceae, bacterias termoestables, usos potenciales, distrito de riego 011.

Microbiological characterization and potential uses of the Tigre River, Guanajuato, Mexico

Génesis Andrade Gutiérrez*, Rubén Hernández Morales, Fátima Bucio Pedraza and Gabriela Ana Zanor

Abstract

The Tigre River flows through agricultural and urban areas of the Mexican Bajío region, and is therefore potentially exposed to domestic, livestock, and agro industrial wastewater discharges. This study was conducted to evaluate the microbiological quality of the water in the Tigre River, located in the municipality of Jerecuaro, Guanajuato. Water samples were collected in three sites, which were located at a point after the discharge of wastewater from a treatment plant in Jerecuaro, as well as at two sampling points before the town of La Purísima, using a Van Dorn bottle and sterile Nasco bags, ensuring adequate sterility and conservation conditions, in accordance with NOM-230-SSA1-2002. Twelve physicochemical and environmental variables were recorded in the field, while 20 physicochemical and microbiological variables were determined in the laboratory, according to APHA AWWA WPCF criteria. The results showed the presence of total and fecal coliforms, primarily *Escherichia coli*, at one of the sampled sites, indicating significant contamination by fecal matter, attributable to untreated municipal sewage discharges and agricultural waste. In accordance with NOM-127-SSA1-2021 and CE-CCA-001/89, river water can be used for primary contact recreational activities, agricultural irrigation, and livestock use, provided that its control and monitoring are guaranteed.

Keywords: Enterobacteriaceae, thermostable bacteria, potential uses, irrigation district 011.

Microplásticos en ambientes lóticos: presencia en habitáculos de macroinvertebrados del orden Trichoptera

Jorge Jiménez Contreras*, Regina Aracely Romero Magallanes, Jorge Emiliano González Andrade, Eduardo Olmos-Rodríguez

Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, Laboratorio de Producción Acuícola, Acuario.

* E-mail: jorge.jimenez@unam.mx

Resumen

Los microplásticos tienen una distribución ubicua, por lo que se han encontrado en todo tipo de ambientes, incluidos los cuerpos de agua lóticos alrededor del mundo. Su presencia representa una problemática de contaminación que puede afectar a la biota de los ambientes lóticos, por lo que requiere ser monitoreada. Un grupo de organismos poco estudiados en relación con la presencia de microplásticos son los macroinvertebrados, particularmente las larvas de tricópteros, que son indicadores de la calidad del agua. Debido a lo anterior, nos planteamos estudiar la presencia de microplásticos en dos puntos con influencia antropogénica del río San Jerónimo, Edo. de Méx. y su incorporación en habitáculos de tricópteros. Para ello recolectamos muestras de agua, sedimento y larvas de tricópteros en dos zonas del río mediante transectos de 10 m. Se realizó la extracción de microplásticos de cada muestra y de los tricópteros individualmente y se calculó su abundancia en cada compartimiento. Las formas predominantes de microplásticos en agua y sedimento fueron los fragmentos y en tricópteros fueron los filamentos. En el agua, se registraron en promedio 0.8 ± 0.16 y 1.5 ± 0.6 p L⁻¹ de microplásticos en los sitios 1 y 2 respectivamente. En los sedimentos se observaron en promedio 3.3 ± 2.5 y 4.6 ± 2.8 p kg⁻¹ de microplásticos en los sitios 1 y 2, respectivamente. Mientras que en los tricópteros se registraron entre 0 y 1 p ind⁻¹ de microplásticos en ambos sitios. Nuestros resultados confirman la presencia de microplásticos en diferentes compartimientos de los cuerpos de agua lóticos: agua, sedimento y tricópteros. Se requiere profundizar los trabajos sobre las variaciones estacionales y posibles efectos de estos estresores, en la abundancia y distribución de los macroinvertebrados.

Palabras clave: Contaminantes emergentes, Tricópteros, Bioindicadores

Microplastics in lotic environments: presence in casings of caddisfly (Trichoptera) larvae

Jorge Jiménez Contreras*, Regina Aracely Romero Magallanes, Jorge Emiliano González Andrade, Eduardo Olmos-Rodríguez

Abstract

Microplastics have a ubiquitous distribution and have been found in all types of environments, including lotic water bodies around the world. Their presence represents a pollution problem that can affect the biota of running water and therefore requires continuous monitoring. One group of organisms that has been studied little in relation to microplastic occurrence is macroinvertebrates, particularly caddisfly (Trichoptera) larvae, which are well-known indicators of water quality. For this reason, we aimed to study the presence of microplastics at two anthropogenically influenced sites along the San Jerónimo River, State of Mexico, and their incorporation into caddisfly cases. Water, sediment, and caddisfly larvae samples were collected along 10 m transects at each site. Microplastics were extracted from each sample and from individual larvae, and their abundance was quantified in each compartment. The predominant forms of microplastics in water and sediment were fragments, whereas filaments were most common in caddisflies. In water, mean concentrations were 0.8 ± 0.16 and 1.5 ± 0.6 particles L^{-1} at sites 1 and 2, respectively. In sediments, mean concentrations were 3.3 ± 2.5 and 4.6 ± 2.8 particles kg^{-1} at sites 1 and 2, respectively. In caddisfly larvae, between 0 and 1 particle individual $^{-1}$ was recorded at both sites. Our results confirm the presence of microplastics across different compartments of lotic ecosystems: water, sediment, and caddisfly larvae. Further research is needed to assess seasonal variations and the potential effects of these stressors on the abundance and distribution of macroinvertebrates.

Keywords: emerging contaminants, macroinvertebrates, bioindicators

Enterobacterias del medio Lerma en Tarandacua, Guanajuato, México

Rubén Hernández Morales, Brandon Lair Tinoco Olivera*, Gabriela Ana Zanon

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología, Laboratorio de Investigación en Biología Acuática "J. Javier Alvarado Díaz"

*E-mail: 2110521c@umich.mx

Resumen

El río Lerma se encuentra entre los cuerpos de agua dulce más contaminados de México, con una carga significativa de contaminantes físicos, químicos y biológicos, entre los que destacan microorganismos patógenos asociados principalmente a la descarga de aguas residuales no tratadas. En este estudio se llevó a cabo la caracterización de la comunidad bacteriana patógena en el medio Lerma, dentro del estado de Guanajuato, a través de técnicas de aislamiento, pruebas bioquímicas y ensayos de susceptibilidad a antibióticos. El objetivo fue identificar y evaluar la resistencia antimicrobiana de bacterias patógenas presentes en dos sitios específicos del río. La recolección de muestras se realizó conforme a la NOM-230-SSA1-2002, utilizando bolsas nasco estériles a diferentes profundidades. Posteriormente, en laboratorio, se efectuaron los análisis bacteriológicos necesarios para la identificación de coliformes totales y fecales, así como para determinar el perfil de resistencia antibiótica. Los datos fueron procesados mediante Microsoft Excel y JMP v8.0. Los resultados indicaron concentraciones elevadas de coliformes totales en todos los sitios evaluados, y de coliformes fecales en cinco de seis puntos. Se identificaron géneros como *Escherichia*, *Salmonella* y *Klebsiella*, con ocho cepas resistentes, algunas de ellas presentando colonias intrazona, lo cual sugiere la presencia de subpoblaciones con resistencia adaptativa. Esta investigación evidencia una problemática de salud ambiental crítica, al revelar no solo la contaminación microbiológica del río, sino también la propagación de bacterias con resistencia múltiple, lo que representa un riesgo potencial para las comunidades humanas y la biota acuática.

Palabras clave: Bacterias patógenas, coliformes fecales, resistencia a antibióticos, río Lerma · resistencia bacteriana.

Enterobacteria from the Middle Lerma River In Tarandacuaao, Mexico

Rubén Hernández Morales, Brandon Lair Tinoco Olivera*, Gabriela Ana Zanor

Abstract

The Lerma River is among the most polluted freshwater bodies in Mexico, with a significant load of physical, chemical, and biological contaminants, including pathogenic microorganisms primarily associated with the discharge of untreated wastewater. In this study, the pathogenic bacterial community in the Lerma environment, within the state of Guanajuato, was characterized through isolation techniques, biochemical tests, and antibiotic susceptibility assays. The objective was to identify and evaluate the antimicrobial resistance of pathogenic bacteria present at two specific sites in the river. Sample collection was carried out in accordance with NOM-230-SSA1-2002, using sterile nasco bags at different depths. Subsequently, the necessary bacteriological analyses were performed in the laboratory to identify total and fecal coliforms, as well as to determine the antibiotic resistance profile. The data were processed using Microsoft Excel and JMP v8.0. The results indicated elevated concentrations of total coliforms at all the sites evaluated, and fecal coliforms at five of the six sites. Genera such as *Escherichia*, *Salmonella*, and *Klebsiella* were identified, with eight resistant strains, some of which presented intra-zone colonies, suggesting the presence of subpopulations with adaptive resistance. This research highlights a critical environmental health issue, revealing not only the microbiological contamination of the river but also the spread of multi-resistant bacteria, which poses a potential risk to human communities and aquatic life.

Keywords: Pathogenic bacteria, fecal coliforms, antibiotic resistance, Lerma River, bacterial resistance.

Limitación nutrimental en la época de secas en el lago de Zirahuén, Michoacán, México

Antonio Román Saucedo Pimentel*, Silvia Karen Castelazo Cortez, Rubén Hernández Morales

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología, Laboratorio de Investigación en Biología Acuática "J. Javier Alvarado Díaz" 2352602e@umich.mx

*E-mail: 2110521c@umich.mx

Resumen

El lago de Zirahuén es un ecosistema acuático tropical profundo, catalogado como uno de los lagos mejor conservados del estado de Michoacán. Dicho ecosistema presenta cambios temporales en la limitación nutrimental. Por lo cual, la presente investigación indaga esta variable en el periodo de secas. Para ello, se recolectaron muestras de agua en cinco sitios en el periodo de estiaje (mayo de 2024), en los cuales se determinaron 10 variables en campo y 19 variables fisicoquímicas en laboratorio para caracterizar al ecosistema lacustre. La limitación nutrimental se evaluó con base en el cociente de Redfield y por medio de bioensayos utilizando como organismo de prueba a *Monoraphidium capricornutum* (Printz) Nygaard (*Selenastrum capricornutum* Printz), de acuerdo con el protocolo propuesto por la USEPA (1978). Las muestras para bioensayos resultaron de una submuestra integrada de cada uno de los sitios. Los resultados indican de acuerdo a la carga nutrimental y a la concentración de clorofila planctónica una categoría de mesotrófico con tendencia a la eutrofía. En tanto que, la relación del cociente entre el nitrógeno y el fósforo sugiere una limitación por nitrógeno. Los bioensayos con *S. capricornutum*, indican que el lago de Zirahuén ha incrementado su potencial de crecimiento algal (AGP), con limitación por nitrógeno (N) en el periodo de estiaje, las cuales presentan valores mayores a los reportados en mayo de 2010.

Palabras clave: Bioensayo, lago tropical, nitrógeno.

Nutritional limitation during the dry season in Lake Zirahuén, Michoacán, Mexico

Antonio Román Saucedo Pimentel*, Silvia Karen Castelazo Cortez, Rubén Hernández Morales

Abstract

Lake Zirahuén is a deep tropical aquatic ecosystem, classified as one of the best-preserved lakes in the state of Michoacán. This ecosystem indicates temporal changes in nutrient limitation. Therefore, this study investigates this variable during the dry season. Water samples were collected at five sites during the dry season (May 2024), where 10 variables were determined in the field and 19 physicochemical variables were determined in the laboratory to characterize the lake ecosystem. Nutrient limitation was assessed based on the Redfield quotient and through bioassays using *Monoraphidium capricornutum* (Printz) Nygaard (*Selenastrum capricornutum* Printz) as the test organism, according to the protocol proposed by the USEPA (1978). The bioassay samples were obtained from an integrated subsample from each of the sites. Based on nutrient load and planktonic chlorophyll concentration, the results indicate a mesotrophic category with a tendency toward eutrophy. The nitrogen-phosphorus ratio suggests nitrogen limitation. Bioassays with *S. capricornutum* indicate that Lake Zirahuén has increased its algal growth potential (AGP), with nitrogen (N) limitation during the dry season, which shows higher values than those reported in May 2010.

Keywords: Bioassay, tropical lake, nitrogen.

Índice de calidad del agua en el Vaso Central del Lago de Cuitzeo, Michoacán, México

Ramón Lara Antonio*, Katherine Paulina Méndez Cruz, Rubén Hernández Morales

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología, Laboratorio de Investigación en Biología Acuática "J. Javier Alvarado Díaz"

* E mail: 1907762h@umich.mx

Resumen

La presente investigación evaluó la variación espacial de la calidad del agua en el vaso central del Lago de Cuitzeo, el cual se ha visto deteriorado por descargas domésticas, industriales y agrícolas sin tratamiento previo. Se analizaron variables fisicoquímicas y ambientales en tres sitios del lago (San Agustín del Pulque, Cuitzeo y La Palma), mediante muestreos realizados de marzo a junio de 2025. Las muestras recolectadas se almacenaron en recipientes de 3 litros y se registraron parámetros como temperatura, pH, alcalinidad, sólidos disueltos totales (TDS), nitritos y coliformes, siguiendo la NOM-014-SSA1-1993. En laboratorio, se determinaron los parámetros establecidos por las normas mexicanas y se calculó el Índice de Calidad del Agua (ICA). Los resultados indican que el sitio 1 presentó un ICA de 52.194, sin presencia de coliformes, y niveles moderados de nitritos y TDS. El sitio 2 registró un ICA de 64.575, con mayor concentración de nitratos y TDS. El sitio 3 (San Agustín) alcanzó un ICA de 57.150, con niveles de nitritos por encima del límite permitido y TDS elevados. Todos los sitios se clasificaron como "poco contaminados". Los resultados permiten establecer áreas prioritarias para acciones de manejo ambiental y fortalecen la base científica para la toma de decisiones.

Palabras clave: parámetros fisicoquímicos, lago somero, índice ICA, contaminación difusa, calidad ambiental.

Water quality index in the central section of Lake Cuitzeo, Michoacan, Mexico

Ramón Lara Antonio*, Katherine Paulina Méndez Cruz, Rubén Hernández Morales

Abstract

This research evaluated the spatial variation of water quality in the central section of Lake Cuitzeo, which has been deteriorated by untreated domestic, industrial, and agricultural discharges. Physicochemical and environmental variables were analyzed at three sites on the lake (San Agustin del Pulque, Cuitzeo, and La Palma) through sampling conducted from March to June 2025. The collected samples were stored in 3-liter containers, and parameters such as temperature, pH, alkalinity, total dissolved solids (TDS), nitrites, and coliforms were recorded, following NOM-014-SSA1-1993. In the laboratory, the parameters established by Mexican standards were determined, and the Water Quality Index (WQI) was calculated. The results indicate that site 1 had a WQI of 52.194, with no coliforms, and moderate levels of nitrites and TDS. Site 2 recorded a WQI of 64.575, with higher concentrations of nitrates and TDS. Site 3 (San Agustin) reached an WQI of 57,150, with nitrite levels above the permissible limit and elevated TDS. All sites were classified as "lightly contaminated." The results allow for the establishment of priority areas for environmental management actions and strengthen the scientific basis for decision-making.

Keywords: physicochemical parameters, shallow lake, WQI index, diffuse pollution, environmental quality.

Depredación del acocil invasor *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) sobre larvas de la rana de árbol *Dryophytes plicatus* (Brocchi, 1877) en condiciones de laboratorio

Iván Manuel Saavedra-Martínez*, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez

Grupo de Investigación en Limnología Tropical, UIICSE, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. De los Barrios 1, Col. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México. CP 54090. México.

*E-mail: ivsaa99@gmail.com

Resumen

La introducción de *Procambarus clarkii* en los ambientes acuáticos mexicanos constituye una grave amenaza para los estadios larvarios de ranas nativas. Se realizaron 2 experimentos de laboratorio para analizar la depredación de *P. clarkii* sobre 2 estadios larvales de *D. plicatus*. El primer experimento consistió en unidades experimentales con 15 larvas (10 ± 2 mm, estadio 1) y un ejemplar macho de *P. clarkii* (120 mm de longitud total), a su vez, contó con dos tratamientos, con presencia y ausencia de planta acuática que brinda refugio a las larvas. En el segundo experimento se utilizaron larvas de talla 30 ± 4 mm (estadio 2), con los mismos tratamientos que el experimento anterior. Todos los experimentos duraron 24 h, cada uno contó con 4 repeticiones y un control sin la presencia de acocil. Encontramos que el 66% y 36% de las larvas utilizadas en los experimentos 1 y 2 sin macrófita, fueron depredados respectivamente, mientras que en el tratamiento con macrófitas el 18% y 46% fueron depredadas. Esto sugiere que la presencia de refugio durante el estadio 1 juega un rol fundamental en la sobrevivencia de las larvas. Por otro lado, durante el estadio 2, a pesar de contar con macrófita, la talla puede afectar negativamente en la sobrevivencia, ya que el consumo de larvas aumentó y el 34% de las larvas que sobrevivieron presentaban algún tipo de herida provocada por *P. clarkii*. Nuestros resultados indican que *P. clarkii* puede depredar ambos estadios larvarios de *D. plicatus*, la sobrevivencia durante el estadio 1 aumenta considerablemente con la presencia de la planta acuática.

Palabras clave: Especie invasora, Decápoda, Cambaridae, Macrófita.

Predation by the invasive crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) on larvae of the ridged tree frog *Dryophytes plicatus* (Brocchi, 1877) under laboratory conditions

Iván Manuel Saavedra-Martínez*, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez

Abstract

The introduction of *Procambarus clarkii* into Mexican aquatic environments constitutes a serious threat to the larval stages of native frogs. We conducted two laboratory experiments to analyze predation by *P. clarkii* on two larval stages of *D. plicatus*. The first experiment consisted of a unit with 15 tadpoles (10 ± 2 mm, stage 1) and one male *P. clarkii* specimen (120 mm total length). It included two treatments, with and without aquatic plants that provided shelter for the tadpoles. The second experiment used tadpoles of 30 ± 4 mm (stage 2), with the same treatments as the previous experiment. All experiments lasted 24 h, each had four replicates and a control without the presence of crayfish. We found that 66% and 36% of the larvae used in experiments 1 and 2 without macrophytes were consumed, respectively, while in the treatment with macrophytes, 18% and 46% were predated. This suggests that the presence of shelter during stage 1 plays a critical role in tadpole survival. However, during stage 2, despite the presence of a macrophytes, size may negatively affect survival, as tadpole consumption increased, and 34% of surviving tadpoles had some type of wound caused by *P. clarkii*. Our results indicate that *P. clarkii* can prey on both larval stages of *D. plicatus*; survival during stage 1 increases considerably with the presence of the aquatic plant.

Keywords: Invasive species, Decapoda, Cambaridae, Macrophyte.

Análisis limnológico de un embalse del Estado De Guanajuato, México

Luis Rodrigo Vaca Juárez^{1*}, Néstor Rubén Arrañaga-Méndez, Rubén Hernández Morales², Gabriela Ana Zanor²

¹ Universidad de Guanajuato, División de Ciencias de la Vida, Guanajuato

² Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología, Laboratorio de Investigación en Biología Acuática "J. Javier Alvarado Díaz"

* E mail: lr.vacajuarez@ugto.mx

Resumen

Los recursos hídricos presentan una amplia gama de usos y gracias al gasto promedio anual, desempeñan un papel importante para el suministro de agua, logrando abastecer a diversos sectores como: la industria, los centros urbanos de población, la agricultura, la ganadería y la acuicultura, además de mantener a la vida acuática, aportar servicios ecosistémicos y permitir el desarrollo de actividades recreativas de contacto primario. Por ello, la presente investigación establece los usos potenciales de la presa "Ignacio Allende", con base en los criterios ecológicos de la calidad del agua (CE-CCA-001/89). Para lo cual, se recolectaron muestras en el periodo de máxima sequía en el centro de México, en 2023, en seis puntos de muestreo correspondientes al vaso sur del embalse, en donde se obtuvieron muestras a diferentes profundidades para determinar 37 parámetros fisicoquímicos, de los cuales 13 se registraron *in situ* y 24 fueron obtenidos en el laboratorio. Con base en los resultados obtenidos y en referencia a lo establecido en los criterios ecológicos de la calidad del agua, se determinó que algunas variables fisicoquímicas se acercan a los máximos permisibles, como la alcalinidad, pH, cloruros, sulfatos, sólidos disueltos totales y bacterias coliformes. Se establece que el agua de la presa de Ignacio Allende es apta en la mayoría de los sitios para el riego agrícola y el uso pecuario. Sin embargo, no es apta sin tratamiento previo para el abastecimiento de agua potable, la protección de la vida acuática y el desarrollo de actividades acuícolas.

Palabras Clave: criterios ecológicos, riego agrícola, presa.

Limnological analysis of a reservoir in the State Of Guanajuato, Mexico

Luis Rodrigo Vaca Juárez^{1*}, Néstor Rubén Arrañaga-Méndez, Rubén Hernández Morales², Gabriela Ana Zanor²

Abstract

Water resources have a wide range of uses and, thanks to their average annual flow, play an important role in water supply, serving various sectors such as industry, urban population centers, agriculture, livestock, and aquaculture. They also support aquatic life, provide ecosystem services, and allow for the development of primary contact recreational activities. Therefore, this research establishes the potential uses of the "Ignacio Allende" dam, based on ecological water quality criteria (CE-CCA-001/89). For this purpose, samples were collected during the period of maximum drought in central Mexico, in 2023, at six sampling points corresponding to the southern basin of the reservoir. Samples were obtained at different depths to determine 37 physicochemical parameters, of which 13 were recorded in situ and 24 were obtained in the laboratory. Based on the results obtained and in reference to the established ecological water quality criteria, it was determined that some physicochemical variables are close to the maximum permissible values, such as alkalinity, pH, chlorides, sulfates, total dissolved solids, and coliform bacteria. It is established that the water from the Ignacio Allende dam is suitable in most locations for agricultural irrigation and livestock use. However, it is not suitable for drinking water supply, the protection of aquatic life, or the development of aquaculture activities without prior treatment.

Keywords: ecological criteria, agricultural irrigation, dam.

Aplicación de percepción remota en limnología aplicada (identificación de florecimientos de cianobacterias) como estrategia de gestión sostenible para el lago Tláhuac-Xico, CDMX y Edo. de México

Alejandro Federico Alva Martínez*, Felipe Omar Tapia Silva, Mónica Cristina Rodríguez Palacio, Manuel Antonio Guillén Puente, Cynthia Jaqueline Cruz Martínez, Luis Yitzak Ávila Díaz

Universidad Autónoma Metropolitana, Depto. de Hidrobiología, Laboratorio de Geología y Limnología

*E-mail: aalvauam@gmail.com

Resumen

El presente proyecto aborda el problema de los florecimientos de cianobacterias en el lago Tláhuac Xico, este cuerpo de agua urbano enfrenta un deterioro ambiental debido a factores como la eutrofización y la contaminación. Esta investigación evaluó la aplicación de la percepción remota para facilitar la detección oportuna y precisa de florecimientos de cianobacterias, con el objetivo de plantear la posible gestión sostenible del recurso hídrico en la región. Se planteó la pregunta de investigación sobre la efectividad de esta tecnología de uso libre (EOS Landviewer) para identificar tempranamente dichos eventos y apoyar medidas de control. El método principal contempla un monitoreo continuo mediante imágenes satelitales del programa Sentinel-2 de la Agencia Espacial Europea, conocido por su alta resolución espacial y espectral. Estas imágenes se han seleccionado empleando bandas espectrales sensibles a pigmentos como la clorofila, asociada a las cianobacterias. Se realizaron cultivos y conteo de cianobacterias para validar y correlacionar los datos satelitales. Los resultados incluyeron la identificación de especies formadoras de florecimientos, la elaboración de mapas temáticos de riesgo y la implementación de un sistema de alerta temprana basado en datos remotos y de campo. Esto contribuye a una toma de decisiones informada para la mitigación de impactos ambientales y a una reducción significativa de costos para la planeación de monitoreo tradicional. La percepción remota, integrada con monitoreo tradicional y análisis espacial, tiene un potencial relevante para la gestión sostenible del agua en el lago Tláhuac Xico, promoviendo la conservación de los recursos hídricos y la salud pública, así como fomentando la participación comunitaria mediante talleres educativos

Palabras clave: Monitoreo satelital, cianobacterias, calidad del agua, alerta temprana, educación ambiental

Application of remote sensing in applied limnology (identification of cyanobacterial blooms) as a sustainable management strategy for lake Tlahuac-Xico, Mexico City and State of Mexico

Alejandro Federico Alva Martínez*, Felipe Omar Tapia Silva, Mónica Cristina Rodríguez Palacio, Manuel Antonio Guillén Puente, Cynthia Jaqueline Cruz Martínez, Luis Yitzak Ávila Díaz

Abstract

The current project addresses the problem of cyanobacterial blooms in Lake Tláhuac Xico. This urban water body is facing environmental deterioration due to factors such as eutrophication and contamination. This research evaluated the application of remote sensing to facilitate the timely and precise detection of cyanobacterial blooms, with the objective of proposing the possible sustainable management of the water resource in the region. The research question posed was about the effectiveness of this free-to-use technology (EOS Landviewer) for early identification of these events and supporting control measures. The main method involves continuous monitoring using Sentinel-2 satellite images from the European Space Agency, known for their high spatial and spectral resolution. These images were selected by utilizing spectral bands sensitive to pigments such as chlorophyll, which is associated with cyanobacteria. Cultures and counting of cyanobacteria were performed to validate and correlate the satellite data. The results included the identification of bloom-forming species, the creation of thematic risk maps, and the implementation of an early warning system based on remote and field data. This contributes to informed decision-making for the mitigation of environmental impacts and a significant reduction in costs for traditional monitoring planning. Remote sensing, integrated with traditional monitoring and spatial analysis, holds relevant potential for the sustainable water management of Lake Tláhuac Xico, promoting the conservation of water resources and public health, as well as encouraging community participation through educational workshops.

Keywords: Satellite monitoring, cyanobacteria, water quality, early warning, environmental education

Coexistencia y alternancia de grupos fitoplanctónicos en el embalse de Valle de Bravo relacionadas con condiciones de cambio ambiental

Martha Leticia Gaytán Herrera¹, Gloria Vilaclara Fatjó¹, Jorge Ramírez Zierold^{2,3}, Sergio Castillo Sandoval³, Alfonso Lugo Vazquez¹, Martín Merino Ibarra³

¹ Universidad Nacional Autónoma de México, FES Iztacala. División de Investigación y Posgrado, Grupo de Investigación en Limnología Tropical.

² Investigador posdoctoral SECIHTI.

³ Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Unidad Académica de Ecología y Biodiversidad Acuática, Laboratorio de Biogeoquímica Acuática.

*E-mail: vilaclara.gloria@iztacala.unam.mx

Resumen

El embalse Valle de Bravo (VB) muestra fluctuaciones importantes de volumen de agua, así como una acelerada eutrofización con presencia constante de poblaciones de cianoprocariontes como problema crónico de salud pública, las cuales coexisten o alternan con otros grupos fitoplanctónicos según sean las condiciones imperantes. Se muestreó mensualmente el centro del embalse durante 2017-2023. Se determinó temperatura (T) y oxígeno (OD y % de saturación -%SO-) de superficie a fondo (multisonda YSI). Se recolectaron muestras de agua a diferentes profundidades desde superficie, 1, 2, 4, 8 m (zona iluminada-inicio de termoclina en estratificación) para nutrientes ($\mu\text{moles L}^{-1}$, amonio, nitritos+nitratos, fósforo-PRS-, Si) y fitoplancton (biovolumen BVF, $\text{mm}^3 \text{L}^{-1}$). En mezcla (promedios, nov.-feb.) se registraron los menores BVF (6.9), a pesar de una mayor concentración de nutrientes, atribuible a un funcionamiento heterótrofo (70%SO en 0m, altas concentraciones de amonio en toda la columna de agua, valores?). En estratificación (promedios, marz.-oct.), observamos el máximo BVF (31.2). Un análisis ANOSIM y un SIMPER indicaron diferencias significativas entre años. 2017-2018 (85% de llenado) con alternancia entre diatomeas (29%, principalmente *Fragilaria crotonensis*) y cianoprocariontes, Coccales: *Microcystis aeruginosa*, *M. wesenbergii* y *Woronichinia naegeliana*, 31% y Nostocales: *Dolichospermum planctonicum*, 30%. Durante, 2019-2020: diatomeas (17%) y cianoprocariontes (44% coccales+22% nostocales). 2021-2022 vuelven a separarse estadísticamente: diatomeas (*F. crotonensis*, *Cyclotella ocellata*; 38%) y cianoprocariontes (60%; 16% nostocales+34% coccales, *W. naegeliana* dominando con 53% de volumen de agua), asociado a sequía, extracción de agua y disminución de PRS. En 2023 tuvo muy bajo nivel (valor?), pero se realizaron menos muestreos y se encontró una alta variabilidad en los resultados puntuales. Lo observado refuerza las conclusiones de estudios previos, que señalan una mejoría en las condiciones (con diatomeas y clorofitas) en menores niveles de agua (ahora sabemos que son intermedios); sin embargo, aun cuando mejora la calidad del agua, no se evitan los florecimientos de cianoprocariontes nocivas.

Palabras clave: Valle de Bravo; eutrofización; diatomeas; cianoprocariontes nocivas; descriptores físico-químicos.

Coexistence and alternation of phytoplankton groups in the Valle de Bravo Reservoir related to conditions of environmental change

Martha Leticia Gaytán Herrera¹, Gloria Vilaclara Fatjó¹, Jorge Ramírez Zierold^{2,3}, Sergio Castillo Sandoval³, Alfonso Lugo Vazquez¹, Martín Merino Ibarra³

Abstract

The Valle de Bravo (VB) reservoir exhibits significant fluctuations in water volume and accelerated eutrophication, characterized by the constant presence of cyanobacteria populations, which pose a chronic public health problem. These populations coexist or alternate with other phytoplankton groups depending on prevailing conditions. The center of the reservoir was sampled monthly during 2017-2023. Temperature (T) and oxygen (DO and % saturation -%SO-) were determined from the surface to the bottom (YSI multisensor). Water samples were collected at depths of 0, 1, 2, 4, and 8 m (illuminated zone-beginning of the thermocline in stratification) for nutrients ($\mu\text{moles.L}^{-1}$, ammonium, nitrites + nitrates, phosphorus -PRS-, Si) and phytoplankton (biovolume BVF, $\text{mm}^3.\text{L}^{-1}$). During mixing (averages, Nov.-Feb.), the lowest BVF (6.9) was recorded, despite a higher concentration of nutrients, attributable to a heterotrophic functioning (70%SO at 0 m, high concentrations of ammonium throughout the water column). In stratification (averages, Mar.-Oct.), the maximum BVF (31.2) was recorded. The ANOSIM and SIMPER tests indicate significant differences among years. 2017-2018 (85% complete) with alternation between diatoms (29%, mainly *Fragilaria crotonensis*) and cyanobacteria (coccal *Microcystis aeruginosa*, *M. wesenbergii* and *Woronichinia naegeliana*, 31%; nostocales 30%, e.g. *Dolichospermum planctonicum*). 2019-2020: diatoms (17%) and cyanobacteria (44% coccales+22% nostocales). 2021-2022, statistically separate again: diatoms (*F. crotonensis*, *Cyclotella ocellata*; 38%) and cyanobacteria (60%; 16% nostocales+34% coccales with *W. naegeliana* dominating in 53% of water volume), associated with drought, water extraction, and a decrease in PRS. 2023 had a very low level, but fewer samples were taken, and high variability was found in the specific results. The observations reinforce the conclusions of previous studies, which point to an improvement in conditions (with diatoms and chlorophytes) at lower water levels (now known to be intermediate); however, even when water quality improves, harmful cyanobacterial blooms cannot be prevented.

Keywords: Valle de Bravo; eutrophication; diatoms; harmful cyanobacteria; physicochemical parameters

Estructura y variación de la comunidad de macroinvertebrados litorales asociados a *Typha latifolia* en tres lagos urbanos con diferente estado trófico

Estefani Selene Pascual Rocha^{1,*}, Alfonso Lugo Vázquez², Cristian Alberto Espinosa Rodríguez², Christian Eduardo Torres Sánchez¹, Laura Peralta Soriano²

¹UNAM. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología. FES Iztacala.

²UNAM, FES Iztacala. Grupo de Investigación en Limnología Tropical, UIICSE.

* E-mail: senturq.moon@gmail.com

La eutrofización es una de las principales causas de deterioro en sistemas acuáticos epicontinentales, afectando directamente a los macroinvertebrados, asociados fuertemente a macrófitas. Este trabajo evaluó las respuestas de los macroinvertebrados acuáticos litorales que viven entre *Typha latifolia* mediante atributos como riqueza, densidad, diversidad taxonómica, diversidad funcional y biomasa, en tres lagos urbanos de la Cantera Oriente, C.U., considerando el efecto del estado trófico y la temporalidad climática. Se realizaron dos muestreos en 2023 durante las temporadas de secas-frías y lluvias-cálidas, con tres sitios de muestreo por lago obteniendo muestras biológicas y midiendo las condiciones ambientales. Las variables ambientales variaron más entre temporadas que entre lagos. Se registraron 11,013 organismos pertenecientes a 37 taxones. La temporada de secas-frías presentó mayor riqueza (34 taxa) y densidad (64 ind·L⁻¹), en lluvias-cálidas se registraron 29 taxa y 41 ind·L⁻¹. El lago Norte presentó la mayor riqueza y el Centro la mayor densidad. En diversidad taxonómica, el índice N₁ fue mayor en el lago Norte, mientras que el índice N₂ se comportó de forma opuesta en las épocas: en secas-frías aumentó de Norte a Sur, mientras que en lluvias-cálidas disminuyó debido a la mayor dominancia de algunos taxa asociada a una mayor eutrofización. Los taxa se agruparon en 18 grupos funcionales, dominados por Recolectores-Excavadores (54 % de densidad), especialmente en lluvias-cálidas. La diversidad funcional fue mayor en el lago Norte durante lluvias-cálidas. La mayor biomasa correspondió a Chironomidae (5.8 mg L⁻¹). A nivel de taxón, la densidad y biomasa coincidieron en la misma temporada climática; sin embargo, en cada lago algunos taxones fueron más representativos en biomasa que en densidad, y viceversa. En conclusión, la temporada climática y el estado trófico influyeron en la estructura de las comunidades, mientras que *T. latifolia*, los ciclos de vida y las interacciones tróficas desempeñaron un papel clave en su variación.

Palabras clave: macrófitas acuáticas, riqueza específica, diversidad funcional, biomasa

Structure and variation of the littoral macroinvertebrate community associated with *Typha latifolia* in three urban lakes with different trophic status

Estefani Selene Pascual Rocha^{1,*}, Alfonso Lugo Vázquez², Cristian Alberto Espinosa Rodríguez², Christian Eduardo Torres Sánchez¹, Laura Peralta Soriano²

Abstract

Eutrophication is one of the leading causes of deterioration in epicontinental aquatic systems, directly affecting macroinvertebrates, which are strongly associated with macrophytes. This study evaluated the responses of littoral aquatic macroinvertebrates living among *Typha latifolia*, using attributes such as richness, density, taxonomic diversity, functional diversity, and biomass, in three urban lakes in Cantera Oriente, CU, considering the effect of trophic status and climatic temporality. Two samplings were carried out in 2023 during the dry-cold and rainy-warm seasons, with three sampling sites per lake, obtaining biological samples and measuring environmental conditions. Environmental variables varied more between seasons than between lakes. A total of 11,013 organisms belonging to 37 taxa were recorded. The dry-cold season showed the highest richness (34 taxa) and density (64 ind·L⁻¹), while the warm-rainy season recorded 29 taxa and 41 ind·L⁻¹. The North Lake showed the highest richness, and Central Lake the highest density. In taxonomic diversity, the N₁ index was highest in the North Lake, while the N₂ index was the opposite: it increased from North to South Lake in the dry-cold season and decreased in the warm-rainy season. Taxa were grouped into 18 functional groups, dominated by Gatherers-Burners (54 % density), especially in the warm-rainy season. Functional diversity was highest in the North Lake during the warm-rainy season. The highest biomass corresponded to Chironomidae (5.8 mg L⁻¹). At the taxon level, density and biomass coincided in the same climatic season; However, in each lake, some taxa were more representative in biomass than in density, and vice versa. In conclusion, climatic season and trophic status influenced community structure, while *T. latifolia* presence, species life cycles, and trophic interactions played a key role in their variation.

Keywords: aquatic macrophytes, species richness, functional diversity, biomass

Efecto de la turbidez orgánica sobre la depredación de *Girardinichthys multiradiatus* (Actinopterygii: Goodeidae)

Pablo Álvarez-Cruz^{1*}, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez¹, Gabriel Arroyo-Consulchi²

¹ Grupo de Investigación en Limnología Tropical (GILT), UIICSE, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. De los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, CP 54090.

² Carrera de Ecología, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. De los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, CP 54090.

*E-mail: pabloencb484@gmail.com

Resumen

El exceso de nutrientes en los sistemas acuáticos provoca eutrofización, lo cual promueve el aumento de la turbidez y altera la dinámica de los ecosistemas, especialmente en depredadores visuales como *Girardinichthys multiradiatus*, un pez endémico de la región central de México que está clasificado como vulnerable. En este trabajo se evaluó el efecto de la turbidez orgánica en la depredación de *G. multiradiatus*, a partir de su tasa de ataque, respuesta funcional, distancia de reacción y tiempo de manejo en agua clara y turbia. Se utilizaron 10 ejemplares de *G. multiradiatus* expuestos a agua clara y turbia, junto con cinco densidades de *Daphnia* (4, 8, 16, 32 y 64 ind./L). La depredación fue menor en agua turbia, mostrando que la visibilidad reducida dificulta la detección de *Daphnia* en densidades bajas (4, 8, 16 ind/L). Se observó que en altas densidades (32 y 64 ind/L), la depredación se revirtió, teniendo un mayor consumo en agua turbia, esto indica que la abundancia de *Daphnia* puede compensar la limitada visibilidad de las presas. Se observó que la distancia promedio de detección de *Daphnia* disminuye en agua turbia (2 cm contra 3 cm en agua clara), aunque el tiempo que necesita para reconocerlas no presentó diferencias estadísticas. Los datos muestran que *G. multiradiatus* puede ajustar su eficiencia depredadora según las condiciones ambientales, teniendo plasticidad conductual frente a la turbidez. Los resultados muestran que el aumento de la turbidez orgánica tiene un efecto directo sobre la eficiencia depredadora de *G. multiradiatus*. Dado que se trata de una especie endémica y vulnerable, los cambios en la calidad del agua podrían representar un riesgo para su permanencia en hábitats naturales, por lo que se refuerza la necesidad de estrategias de conservación y manejo que reduzcan la entrada de nutrientes a los sistemas acuáticos donde habitan.

Palabras clave: Tasa de ataque, Eutrofización, Distancia de reacción, Tiempo de manejo, Respuesta funcional.

Effect of organic turbidity on predation by *Girardinichthys multiradiatus* (Actinopterygii: Goodeidae)

Pablo Álvarez-Cruz^{1*}, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez¹, Gabriel Arroyo-Consulchi²

Abstract

Excess of nutrients in aquatic systems cause eutrophication, which increases turbidity and alters ecosystem dynamics, particularly affecting visual predators such as *Girardinichthys multiradiatus*, a fish endemic to Central Mexico and classified as vulnerable. This study evaluated the effect of organic turbidity on the predation of *G. multiradiatus* by analyzing attack rate, functional response, reaction distance, and handling time under clear and turbid water conditions. Ten specimens of *G. multiradiatus* were exposed to two conditions (clear and turbid water) with five levels of *Daphnia* density (4, 8, 16, 32, and 64 ind./L). Predation was lower in turbid water, showing that reduced visibility hinders detection of *Daphnia* at low densities (4–16 ind./L). However, at high densities (32–64 ind./L), predation was higher in turbid water, indicating that prey abundance can compensate for limited visibility. Detection distance decreased in turbid water (2 cm vs. 3 cm in clear water), although recognition time did not differ significantly. These results demonstrate that *G. multiradiatus* adjusts its predatory efficiency in response to environmental conditions, exhibiting behavioral plasticity in relation to turbidity. Eutrophication and increased turbidity thus directly affect its foraging success. Given that this species is both endemic and vulnerable, water quality degradation poses a significant risk to its survival in natural habitats, underscoring the need for conservation and management strategies to reduce nutrient inputs into aquatic systems.

Keywords: Attack rate, Eutrophication, Reaction distance, Handling time, Functional response.

Análisis de 20 años de investigación sobre rotíferos

S.S.S. Sarma*, S. Nandini

Laboratorio de Zoología Acuática, Universidad Nacional Autónoma de México, FES Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, México.

*E-mail: sarma@unam.mx

Resumen

De la base de datos Web of Science (WoS), obtuvimos cerca de 6000 artículos sobre rotíferos durante los últimos 20 años (2005-2024). Mediante métodos cuantitativos, cualitativos y altimétricos, se analizó la literatura publicada sobre estos organismos. El análisis cuantitativo incluyó citas, aspectos relacionados con las revistas y factores de autoría. Existe una tendencia al aumento de la colaboración global en la investigación sobre este filo. Esto se refleja en el número de coautores por artículo durante las últimas dos décadas. El análisis de citas también mostró que las publicaciones sobre rotíferos recibieron más de 120 000 citas durante este período. El índice h de estos trabajos fue de 116; Springer y Elsevier fueron las editoriales que representaron más del 40% del total. Durante este período, solo 10 artículos recibieron la distinción de WoS como trabajos altamente citados. Los temas de investigación aplicada como ecotoxicología y acuicultura han recibido más citas que los artículos descriptivos. EE. UU., China, Alemania, España y Polonia han contribuido al 5% superior de la literatura sobre este filo. Los indicadores cualitativos de los trabajos publicados incluyeron novedad, creatividad, originalidad y calidad de los datos. Se comentó el papel de las altimétricas en la influencia de los trabajos sobre estos animales.

Palabras clave: Análisis cuantitativo; Indicadores proxy; Indicadores cualitativos

Analysis of 20 years of research on rotifers

S.S.S. Sarma*, S. Nandini

Abstract

From the Web of Science (WoS) database we were able to retrieve about 6000 articles on rotifers during the last 20 years (2005-2024). Using scientometric, qualitative and altmetric methods, the published literature on rotifers was analysed. The scientometric analysis included citations, journal-related aspects and authorship factors. There is trend in increased global collaboration in rotifer research. This is reflected in the number of co-authors per article during the last two decades. Citation analysis also showed that rotifer publications received more than 120000 cites during this period. The h index of rotifer works was 116. Springer and Elsevier accounted for more than 40% of all works on rotifers. During this period, only 10 articles received the WoS distinction of highly cited works. Applied research themes of ecotoxicology and aquaculture have received higher citations than regular articles. USA, China, Germany, Spain and Poland have contributed to top 5% of rotifer literature. Qualitative indicators of published works included novelty, creativity, originality and data quality. The role of altmetrics in influencing rotifers works was commented.

Keywords: Scientometric analysis; Proxy indicators; Qualitative indicators

El cultivo y comportamiento alimenticio de la especie invasora *Cordylophora caspia* (Pallas, 1771) (Hydrozoa; Cnidaria)

S. Nandini* and S. S. S. Sarma

Laboratorio de Zoología Acuática, División de Investigación y Estudios de Posgrado, Universidad Nacional Autónoma de México, FES-Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, México. Código postal 54090.

*E-mail: nandini.sarma@gmail.com

Resumen

Cordylophora caspia es un hidrozoo común en ríos y estuarios en América. Fue reconocido como una especie invasora en 1930. Este cnidario tiene efectos adversos importantes ecológicos, así como económicos; se considera como un invasor de alto riesgo. El cultivo de los organismos permite aumentar nuestro conocimiento de las especies y comprobar varias hipótesis. Hay prácticamente ningún estudio sobre la demografía o comportamiento alimenticio de los cnidarios en aguas epicontinentales de México. Nosotros encontramos *C. caspia* en el Río Tuxpan, Veracruz. Además, tenemos en cultivo *Brachionus plicatilis* (Rotifera), *Apocyclops panamensis* (Copepoda) y *Nitokra lacustris* (Copepoda), todos aislados de un estuario. La mayoría de los estudios sobre *C. caspia* reportan su alimentación y crecimiento poblacional con una dieta de nauplios de *Artemia*. En este estudio comparamos la respuesta funcional del depredador con el rotífero y los copépodos antes mencionados a tres salinidades de 10, 20 y 30 g/L, a 25°C. Nuestras pruebas mostraron que el depredador pudo tolerar salinidades de 5 a 40 g/L durante más de 5 días, pero murió en agua dulce (0 g/L) en 24 horas. El hidrozoo mató más presas durante el período de estudio que asumimos que eventualmente consumiría. Con una dieta de cada especie de presa, *C. caspia* mostró una respuesta funcional de Tipo II en la mayoría de los casos. El consumo de presa, en términos de biomasa, y la preferencia fue mayor en los copépodos en comparación con el rotífero. El consumo de presa fue mayor a 10 y 20 g/L en comparación con 30 g/L. Hemos discutido los datos con énfasis en el efecto de este invasor en sistemas ambientales.

Palabras clave: Cnidario, especies eurihalino, respuesta funcional, preferencia alimenticia, impacto ambiental

The culture and feeding behavior of the invasive species *Cordylophora caspia* (Pallas, 1771) (Hydrozoa; Cnidaria)

S. Nandini* and S. S. S. Sarma

Abstract

Cordylophora caspia is a common hydrozoan in rivers and estuaries in the Americas. It was recognized as an invasive species in 1930. This cnidarian has significant adverse ecological and economic effects; it is considered a high-risk invader. Cultivating these organisms allows us to increase our knowledge of the species and test several hypotheses. There are virtually no studies on the demography or feeding behavior of cnidarians in epicontinental waters of Mexico. We found *C. caspia* in the Tuxpan River, Veracruz. We also cultured *Brachionus plicatilis* (Rotifera), *Apocyclops panamensis* (Copepoda), and *Nitokra lacustris* (Copepoda), all isolated from an estuary. Most studies on *C. caspia* report feeding and population growth on a diet of *Artemia* nauplii. In this study, we compared the predator's functional response on the rotifer and copepods at three salinities of 10, 20, and 30 g/L at 25°C. Our tests showed that the predator could tolerate salinities of 5 to 40 g/L for over 5 days but died in freshwater (0 g/L) within 24 hours. The hydrozoan killed more prey during the study period than we assumed it would eventually consume. For each prey species, *C. caspia* displayed a Type II functional response in most cases. Prey consumption, in terms of biomass, and preference were higher in the copepods compared to the rotifer. Prey consumption was higher at the salinities of 10 and 20 g/L compared to 30 g/L. We have discussed the data with emphasis on the effect of this invader on environmental systems.

Keywords: Cnidarian, euryhaline species, functional response, prey preference, environmental impact

Análisis morfológico y genético de *Chirostoma humboldtianum* y *Chirostoma riojai* (Atheriniformes: Atherinopsidae)

Alejandro Flores-Valle^{1*}, Jhoana Diaz-Larrea¹, María del Rocío Zárate-Hernández², Laura Georgina Núñez-García¹; Mónica Cristina Rodríguez-Palacios¹; Andrés Sánchez-Morales²

¹ Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa Departamento de Hidrobiología

² Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa Departamento de Biología

*E-mail: peces.1000@gmail.com

Resumen

Desde tiempos precolombinos en México el grupo de los peces blancos y charales han sido parte importante en la cultura y la economía de los pueblos ubicados a lo largo de los ríos y lagos de la cuenca Lerma y Santiago y otras regiones contiguas, el estudio de estas especies ha sido un tema constante en varias investigaciones, ya que forman un conglomerado o gremio de especies endémicas agrupadas en los géneros *Chirostoma* y *Poblana*. En el presente trabajo se hizo un análisis morfológico y genético para elucidar la variación entre dos de las especies con mayor divergencia del grupo. Para el análisis morfológico se tomaron 15 medidas tradicionales propuestas por Hubbs y Lagler (1958), análisis muestran que en caracteres como la longitud prepectoral, longitud preocular, longitud postorbital y altura de la cabeza y altura máxima del cuerpo, hay diferencias estadísticamente significativas entre *C. humboldtianum* y *C. riojai* con un nivel de significancia de 0.05. Para los análisis genéticos se secuenciaron fragmentos del gen mitocondrial R16s 560pb de las dos especies y se hicieron relaciones filogenéticas mostrando distancias 0.21 mostrando agrupamiento parafilético y colocando a *C. riojai* fuera del grupo de *Chirostoma* y dentro del grupo del Género hermano *Poblana*.

Palabras clave: *Chirostoma*, Desarrollo temprano, Hibridación, Viabilidad

Morphological and genetic analysis of *Chirostoma humboldtianum* and *Chirostoma riojai* (Atheriniformes: Atherinopsidae)

Alejandro Flores-Valle^{1*}, Jhoana Diaz-Larrea¹, María del Rocío Zárate-Hernández², Laura Georgina Núñez-García¹; Mónica Cristina Rodríguez-Palacios¹; Andrés Sánchez-Morales²

Abstract

Since pre-Columbian times in Mexico, the group of white fish and charales has been an important part of the culture and economy of communities located along the rivers and lakes of the Lerma and Santiago basins, as well as other neighboring regions. The study of these species has been a constant topic in various research efforts, as they form a conglomerate or guild of endemic species grouped within the genera *Chirostoma* and *Poblana*. In this work, a morphological and genetic analysis was conducted to elucidate the variation between two of the most divergent species within the group. For the morphological analysis, 15 traditional measurements proposed by Hubbs and Lagler (1958) were taken. The analysis showed that characters such as prepectoral length, preocular length, postorbital length, head height, and maximum body height exhibit statistically significant differences between *C. humboldtianum* and *C. riojai*, with a significance level of 0.05. For the genetic analysis, fragments of the mitochondrial gene R16s (560 bp) from both species were sequenced, and phylogenetic relationships were constructed. The results showed a genetic distance of 0.21, indicating a paraphyletic grouping and placing *C. riojai* outside the *Chirostoma* group and within the sister genus *Poblana*.

Keywords: *Chirostoma*, Early Development, Hybridization, Viability

Riqueza de ciliados (Ciliophora: Alveolata) de ecosistemas acuáticos de la Ciudad de México

Rosaura Mayén-Estrada¹, Carlos Alberto Durán-Ramírez¹, Víctor Manuel Romero-Niembro²,
Jorge Humberto Medina-Durán³, Fernando Olvera-Bautista⁴

¹ Laboratorio de Protozoología, Facultad de Ciencias, UNAM. Circuito ext. s/n. Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, Ciudad de México, México

² Aldea Verde, Av. del Bejuco 4, El Carrizal, 76030, Santiago de Querétaro, México

³ Department of Entomology, Texas A&M University, Texas, USA.

⁴ Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

*E-mail: carlosduran_88@ciencias.unam.mx

Resumen

La Ciudad de México se ha enfrentado históricamente a la pérdida y degradación de sus cuerpos de agua como lagos, canales y ríos. Estos sistemas acuáticos son hábitat de comunidades conformadas por alrededor de 600 especies de protistas heterótrofos como son los miembros del filo Ciliophora; sin embargo, hasta la fecha, se desconoce la cifra exacta de especies de ciliados que han sido identificados en la CDMX. El objetivo del presente estudio fue documentar la riqueza específica de ciliados en cuerpos de agua de la CDMX. Llevamos a cabo la revisión de la literatura disponible que abarca el periodo del año 1922 al año 2022, la cual incluyó tesis, artículos científicos, atlas, catálogos, libros y manuales. Asimismo, cotejamos y actualizamos la taxonomía de cada especie. Obtuvimos la cifra de 165 especies de ciliados agrupadas en 93 géneros, que incluyen formas tanto librenadoras como sésiles. En los géneros *Paramecium*, *Vorticella* y *Stentor* se agrupó la mayor riqueza específica con nueve, ocho y siete especies respectivamente. La cifra de especies de ciliados que presentamos equivale al 16% del total registrado para México. Se concluye que es necesario continuar con el estudio de la diversidad de ciliados en los diferentes cuerpos de agua de la CDMX y humedales remanentes, así como propiciar su aplicación para el biomonitoreo ambiental y por su potencial como especies indicadoras de la calidad del ambiente y en el tratamiento de aguas residuales. Se agradece a la CONABIO por el financiamiento del proyecto CAT KT003 "Protistas ciliados y flagelados heterótrofos".

Palabras clave: Biodiversidad, Continental, Humedal, Protistas, Protozooplancton.

Ciliate richness (Ciliophora: Alveolata) from Mexico City aquatic ecosystems

Rosaura Mayén-Estrada¹, Carlos Alberto Durán-Ramírez¹, Víctor Manuel Romero-Niembro²,
Jorge Humberto Medina-Durán³, Fernando Olvera-Bautista⁴

Abstract

Mexico City has historically faced the loss and degradation of its water bodies, such as lakes, canals, and rivers. These aquatic systems are habitats for communities made up of approximately 600 species of heterotrophic protists, such as members of the phylum Ciliophora; however, to date, the exact number of ciliate species identified in Mexico City is unknown. The objective of this study was to document the specific richness of ciliates in water bodies of Mexico City. We conducted a review of the available literature covering the period from 1922 to 2022, which included theses, scientific articles, atlases, catalogs, books, and manuals. We also compared and updated the taxonomy of each species. We obtained a total of 165 ciliate species grouped into 93 genera, which include both free-swimming and sessile forms. The genera *Paramecium*, *Vorticella*, and *Stentor* had the highest species richness, with nine, eight, and seven species, respectively. The number of ciliate species presented here represents 16% of the total recorded for Mexico. It is concluded that it is necessary to continue studying ciliate diversity in the different water bodies of Mexico City and remaining wetlands, as well as to promote their application for environmental biomonitoring and for their potential as indicator species of environmental quality and in wastewater treatment. We would like to thank CONABIO for funding the CAT KT003 project "Ciliate Protists and Heterotrophic Flagellates."

Keywords: Biodiversity, Continental, Protists, Protozooplankton, Wetlands

Humedal artificial escolar: experiencia de un diseño colaborativo

Jesús Alberto Luna Cid, Brayan Agustín Barojas Castañeda, Giselle Alejandra Fernández Carreto y Aideé Montiel Martínez*

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Electrónica, Ingeniería en Ciudades Inteligentes y Sostenibles.

*E-mail: aidee.montiel@correo.buap.mx

Resumen

El acceso limitado al agua potable es un desafío que pone en riesgo diferentes actividades prioritarias en el país, entre ellas, la educación. En el ciclo escolar 2018-2019, ~ 30% de escuelas de educación primaria y secundaria no contaban con este servicio. En 2022, algunos municipios de Tlaxcala tuvieron que suspender clases por falta de agua potable. En este contexto, la reutilización del agua es una estrategia para mitigar el problema. Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo fue Implementar un humedal artificial para mejorar la calidad del agua residual gris de la Escuela Secundaria General "Zacatelco" con el fin de su reutilización en actividades dentro de la institución. Para ello, 1) se realizó un análisis de la cantidad de agua consumida por actividades, 2) se diseñó de forma colaborativa un humedal de acuerdo con el volumen, tipo de agua de entrada y normativa correspondiente al uso posterior elegido y, finalmente, 3) se evaluó la calidad del agua tratada por el humedal. Los resultados mostraron que, 1) en época de secas, el riego de áreas verdes es la actividad que más agua promedio diario consume con 193 L, asimismo, la limpieza de aulas emplea 98 L cada tercer día. 2) Considerando las solicitudes y restricciones realizadas en las mesas de trabajo, se construyó un humedal subsuperficial horizontal con un área total de 2.23 m² para tratar el agua proveniente del aseo de aulas y que fuera reutilizada con el mismo fin. 3) La calidad del agua tratada mostró ser conveniente para ser reutilizada, con excepción de las coliformes fecales para lo cual, se agregó cloro previo a su uso. El humedal ha sido un proyecto escolar que ha demostrado que, a través de ecotecnologías, la comunidad puede participar activamente con nuevas herramientas en la gestión de sus recursos hídricos.

Palabras clave: Biofiltro, ecotecnología, gestión hídrica.

Constructed wetland in a school setting: insights from a collaborative design

Jesús Alberto Luna Cid, Brayan Agustín Barojas Castañeda, Giselle Alejandra Fernández Carreto y Aideé Montiel Martínez*

Abstract

Limited access to drinking water poses a significant challenge, jeopardizing several priority activities in the country, including education. During the 2018–2019 school year, approximately 30% of primary and secondary schools lacked access to this service. In 2022, some municipalities in Tlaxcala were forced to suspend classes due to the absence of potable water. Within this context, water reuse emerges as a strategy to mitigate the problem. Accordingly, the objective of this study was to implement a constructed wetland to improve the quality of gray wastewater from the “Zacatelco” General Secondary School, with the aim of enabling its reuse in institutional activities. To achieve this, (1) the amount of water consumed by different activities was analyzed, (2) a wetland was collaboratively designed based on volume, influent type, and the regulatory framework associated with the intended reuse, and (3) the quality of the treated water was evaluated. The results indicated that: (1) during the dry season, irrigation of green areas was the activity with the highest average daily consumption (193 L), while classroom cleaning required 98 L every third day. (2) Considering the requests and restrictions discussed in the working sessions, a horizontal subsurface-flow wetland was built, with a total area of 2.23 m², to treat water from classroom cleaning for subsequent reuse in the same activity. (3) The treated water met the criteria for reuse, except for fecal coliforms, which required the addition of chlorine before use. The wetland has proven to be a school-based project that demonstrates how, using ecotechnologies, the community can actively engage with new tools in the management of its water resources

Keywords: Biofilter, Ecotechnology, Water management.

Estado trófico del lago cráter la Joya de Yiriria, Guanajuato, México

Adriana Peña Carlón*, Rubén Hernández Morales e Ingrid Azeneth Cruz Cendejas

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología, Laboratorio de Investigación en Biología Acuática "J. Javier Alvarado Díaz"

*E-mail: 2109217h@umich.mx

Resumen

El estado trófico es una parte fundamental en un cuerpo de agua ya que indica la productividad biológica y la determinación de nutrientes que existen en el cuerpo de agua, una de las principales causas puede ser: descarga de aguas residuales y presencia de gases ambientales (óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre). En este trabajo se estableció la dinámica de las variables fisicoquímicas y biológicas del agua del lago cráter La Joya. Este lago se localiza en el municipio de Yuriria en el Estado de Guanajuato. En este estudio se realizaron cuatro salidas al campo durante en tres sitios de estudio en el perímetro del lago cráter, por cada sitio se tomó una muestra de agua en una garrafa de tres litros para posteriormente determinar variables fisicoquímicas con base en los criterios de APHA AWWA WPCF. Los resultados indican que el lago presentó un exceso de nitrógeno, lo cual generó una limitación nutrimental por fósforo. El índice de Carlson (1977) indicó que el lago presentó una condición eutrófica debido a su alta productividad biológica y una escasa transparencia.

Palabras clave: Lago cráter, eutrófico, limitación nutrimental, fósforo, desecación.

Trophic state of La Joya de Yiriria Crater Lake, Guanajuato, Mexico

Adriana Peña Carlón*, Rubén Hernández Morales e Ingrid Azeneth Cruz Cendejas

Abstract

Trophic state is a fundamental component of a body of water, as it indicates biological productivity and the determination of nutrients present in the water. One of the main causes can be wastewater discharge and the presence of environmental gases (nitrogen oxides and sulfur oxides). This work established the dynamics of the physicochemical and biological variables of the water in La Joya Crater Lake. This lake is located in the municipality of Yuriria in the state of Guanajuato. For this study, four field trips were conducted at three study sites around the perimeter of the Crater Lake. A water sample was taken from each site in a three-liter container to subsequently determine physicochemical variables based on the APHA AWWA WPFC criteria. The results indicate that the lake presented excess nitrogen, which generated nutrient limitation due to phosphorus. The Carlson index (1977) indicated that the lake presented an eutrophic condition due to its high biological productivity and low transparency.

Keywords: Crater lake, eutrophic, nutrient limitation, phosphorus, desiccation.

Nuevo registro de *Lacinularia flosculosa* (Gnesiotrocha: Flosculariidae) en México: comparación morfológica con *Sinantherina socialis*

Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez^{1*} Ligia Rivera-De la Parra²

¹ Grupo de Investigación en Limnología Tropical (GILT), UIICSE, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. De los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, CP 54090.

² Laboratorio de Fisiología Vegetal, L-204, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. De los Barrios 1, Col. Los Reyes Iztacala. Tlalnepantla, Estado de México. CP 54090. México.

*E-mail: biocristian08@gmail.com

Resumen

México es uno de los países con mayor número de especies de rotíferos reportadas, con >400 registros. De estas, 35 corresponden a rotíferos sésiles, los cuales tienen una alta importancia en la zona litoral con presencia de macrófitas; sin embargo, se estima que su diversidad podría ser aún mayor. En este estudio se registró por primera vez en México la presencia del rotífero sésil *Lacinularia flosculosa* sobre la macrófita carnívora *Utricularia gibba*, recolectada en las Ciénegas de Lerma (Estado de México). Asimismo, en la misma planta se observó *Sinantherina socialis*, una especie con características morfológicas similares, por lo que se presenta una comparación para facilitar su correcta determinación taxonómica. Ambas especies comparten la forma de la corona, un par de antenas y el patrón de agregación; no obstante, *S. socialis* posee verrugas en la base de la corona, una estructura de sostén para los huevos (ovífero) y su crecimiento colonial carece de mucílago, a diferencia de *L. flosculosa*. El trofi de *S. socialis* presenta proyecciones en la base del ramus y en los costados de los manubrios, ausentes en *L. flosculosa*. Mediante microscopía de epifluorescencia se observó que las verrugas de *S. socialis* presentan autofluorescencia con los filtros DAPI y FITC, lo cual se ha asociado a la presencia de ácidos grasos saturados tipo lactona, posiblemente vinculados con mecanismos de defensa contra la depredación. El estudio de la diversidad de rotíferos asociados a macrófitas constituye una oportunidad para ampliar el conocimiento sobre estos organismos en las aguas interiores de México.

Palabras clave: Epifluorescencia, Litoral, Rotíferos sésiles, Taxonomía, *Utricularia gibba*.

New record of *Lacinularia flosculosa* (Gnesiotrocha: Flosculariidae) in Mexico: morphological comparison with *Sinantherina socialis*

Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez^{1*} Ligia Rivera-De la Parra²

Abstract

Mexico is one of the countries with the highest number of reported rotifer species, with >400 records. Of these, 35 correspond to sessile rotifers, which are highly important in littoral areas with macrophytes; however, it is estimated that their diversity could be even greater. In this study, the presence of the sessile rotifer *Lacinularia flosculosa* on the carnivorous macrophyte *Utricularia gibba*, collected in the Ciénegas de Lerma (State of Mexico), was recorded for the first time in Mexico. *Sinantherina socialis*, a species with similar morphological characteristics, was also observed on the same plant, so a comparison is presented to facilitate its correct taxonomic determination. Both species share the shape of the crown, a pair of antennae, and the aggregation pattern; however, *S. socialis* has warts at the base of the crown, a structure for supporting eggs (oviferon), and its colonial growth lacks mucilage, unlike *L. flosculosa*. The trophy of *S. socialis* has projections at the base of the ramus and on the sides of the manubria, which are absent in *L. flosculosa*. Epifluorescence microscopy revealed that the warts of *S. socialis* exhibit autofluorescence with DAPI and FITC filters, which has been associated with the presence of lactone-type saturated fatty acids, possibly linked to defense mechanisms against predation. The study of the diversity of rotifers associated with macrophytes provides an opportunity to expand knowledge about these organisms in Mexico's inland waters.

Keywords: Epifluorescence, Littoral, Sessile rotifers, Taxonomy, *Utricularia gibba*.

Usos potenciales y enterobacterias de la Presa Solís, Guanajuato, México

Génesis Andrade Gutiérrez*, Rubén Hernández Morales, Fátima Bucio Pedraza y Gabriela Ana Zanor

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología, Laboratorio de Investigación en Biología Acuática "J. Javier Alvarado Díaz"

*E-mail: 2110467a@umich.mx

Resumen

La calidad microbiológica de cuerpos superficiales es un indicador crítico de la salud ambiental y humana. La Presa Solís, ubicada en Acámbaro, Guanajuato, enfrenta un riesgo en este rubro debido a la presencia de agua residual del río Lerma y el río Tigre. Por ello, el objetivo de esta investigación fue determinar la variación espacial de la concentración de organismos coliformes totales y termoestables, así como su relación con las variables fisicoquímicas y ambientales. El área de estudio comprendió cinco sitios, ubicados en las inmediaciones de: Munguía, La Encarnación, Cortina Solís, Santa Inés y La Mora. En cada sitio se recolectaron muestras de agua en tres profundidades (superficie, media y fondo) utilizando una botella de Van Dorn, recipientes de plástico de alta densidad y bolsas estériles Nasco. En cada sitio se registraron variables ambientales y fisicoquímicas de campo y laboratorio, además de obtener el número más probable de bacterias coliformes totales y fecales (NMX-AA-042-SCFI-2015). Los datos fueron procesados en Microsoft Excel y en el programa JMP v8.0. Los resultados indicaron concentraciones altas de coliformes totales y fecales en La Mora, cerca de la desembocadura del río Lerma, en tanto que el sitio con baja concentración de organismos microbiológicos patógenos fue Munguía. Con base en lo anterior, el agua del embalse es apta para uso recreativo por contacto primario y el riego agrícola. Mientras que los demás usos presentan un riesgo para la salud pública y el equilibrio ecológico, si el agua es utilizada sin tratamiento previo.

Palabras clave: Contaminación microbiológica, organismos termoestables, calidad del agua, usos potenciales, distrito de riego R11.

Potential uses and enterobacterias of the Solís Dam, Guanajuato, Mexico

Génesis Andrade Gutiérrez*, Rubén Hernández Morales, Fátima Bucio Pedraza y Gabriela Ana Zanor

Abstract

The microbiological quality of surface water bodies is a critical indicator of environmental and human health. The Solís Dam, located in Acambaro, Guanajuato, faces a risk in this area due to the presence of wastewater from the Lerma and Tigre Rivers. Therefore, the objective of this study was to determine the spatial variation in the concentration of total and thermostable coliform organisms, as well as their relationship with physicochemical and environmental variables. The study area comprised five sites, located in the vicinity of Munguía, La Encarnacion, Cortina Solís, Santa Ines, and La Mora. At each site, water samples were collected at three depths (surface, mid-water, and bottom) using a Van Dorn bottle, high-density plastic containers, and sterile Nasco bags. Environmental and physicochemical variables from the field and laboratory were recorded at each site, and the most probable number of total and fecal coliform bacteria was obtained (NMX-AA-042-SCFI-2015). The data were processed in Microsoft Excel and JMP v8.0. The results indicated high concentrations of total and fecal coliforms in La Mora, near the mouth of the Lerma River, while Munguía was the site with the lowest concentration of pathogenic microbiological organisms. Based on the above, the reservoir water is suitable for recreational use through primary contact and agricultural irrigation. Other uses pose a risk to public health and the ecological balance if the water is used without prior treatment.

Keywords: Microbiological contamination, thermostable organisms, water quality, potential uses, irrigation district R11.

Impacto de la ganadería sobre el estado trófico de cenotes del Estado de Yucatán

Jorge Jiménez Contreras¹*, Regina Aracely Romero Magallanes¹, Sergio Castillo Sandoval², Julio Lestayo González², Martín Merino Ibarra², Paola Xanath Ruiz Mendoza³, Brenda Rodríguez Cortés³, Mariel Barjau Aguilar⁴ y Fernando Córdova Tapia³

¹ Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, Laboratorio de Producción Acuícola, Acuario.

² Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Laboratorio de Biogeoquímica Acuática.

³ Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Laboratorio de Limnología.

⁴ Instituto de Geología, UNAM, Departamento de Ciencias Ambientales y del Suelo.

* E-mail: jorge.jimenez@unam.mx

Resumen

Los cuerpos de agua epicontinentales están sujetos a diversos impactos que provocan cambios en su estado trófico. Uno de estos es el ingreso de desechos pecuarios que incrementa la concentración de nutrientes, eutrofizando los sistemas epicontinentales. Por lo que nos planteamos el objetivo de evaluar el impacto de la ganadería en cenotes del Estado de Yucatán a través de marcadores físicos, químicos y biológicos como los rotíferos. Para ello, se recolectaron muestras en seis cenotes del Estado de Yucatán, tres con impacto ganadero y tres conservados. En cada cenote se recolectaron muestras de zooplancton mediante el filtrado de 80 L de agua a través de una malla de 50 μm y se registraron diversas variables físicas y químicas entre las que se encuentran profundidad, transparencia de Secchi, temperatura, pH, conductividad, nutrientes (FRD, SiRD, NO_3^- , NH_4^+). Se emplearon los índices de Carlson, TSI_{ROT} y de saprobiedad para determinar el estado trófico de los cuerpos de agua y el nivel de contaminación orgánica. Los rotíferos fueron el grupo dominante del zooplancton en todos los sitios de estudio. Se determinó un total de 18 especies de rotíferos pertenecientes a 9 familias y 11 géneros. La familia Brachionidae fue la dominante con siete especies; la mayor densidad se observó en K'ana con $910 \pm 22 \text{ ind. L}^{-1}$ y la menor en Xpoc donde no se observó ningún organismo del zooplancton. El índice de saprobiedad varió entre 1.2 y 1.8 en las diferentes localidades y el índice de estado trófico (TSI_{ROT}) varió entre 40 y 56 en los sitios de estudio. La mayoría de los cuerpos de agua son considerados oligosaprobios y mesotróficos de acuerdo con los marcadores biológicos.

Palabras clave: Eutrofización, Rotíferos, Bioindicadores

Impact of livestock farming on the trophic conditions of cenotes in the State of Yucatán

Jorge Jiménez Contreras^{1*}, Regina Aracely Romero Magallanes¹, Sergio Castillo Sandoval², Julio Lestayo González², Martín Merino Ibarra², Paola Xanath Ruiz Mendoza³, Brenda Rodríguez Cortés³, Mariel Barjau Aguilar⁴ y Fernando Córdova Tapia³

Abstract

Inland waterbodies are subject to various impacts that cause changes in their trophic state. One of these is the input of livestock waste, which increases nutrient concentrations and leads to the eutrophication of inland aquatic systems. Thus, our objective was to evaluate the impact of livestock activities on cenotes in the state of Yucatán using physical, chemical, and biological markers such as rotifers. To this end, samples were collected from six cenotes in Yucatán, three affected by livestock activity and three conserved. In each cenote, zooplankton samples were obtained by filtering 80 L of water through a 50 µm zooplankton mesh, and several physical and chemical variables were recorded, including depth, Secchi transparency, temperature, pH, conductivity, and nutrients (SRP, SiRP, NO₃⁻, NH₄⁺). Carlson's indices, TSI_{ROT}, and the saprobity index were used to determine the trophic state of the water bodies and the level of organic pollution. Rotifers were the dominant zooplankton group at all study sites. A total of 18 rotifer species belonging to 9 families and 11 genera were identified. The family Brachionidae was dominant, with seven species. The highest density was observed in K'ana (910 ± 22 ind. L⁻¹), while the lowest was recorded in Xpoc, where no zooplankton organisms were detected. The saprobity index ranged from 1.2 to 1.8 across the different localities, while the trophic state index (TSI_{ROT}) ranged from 40 to 56 in the study sites. According to the biological markers, most of the water bodies were classified as oligosaprobic and mesotrophic.

Keywords: Eutrophication, Rotifers, Bioindicators

Variación espacial y temporal del estado trófico en un embalse estratégico del Bajío Mexicano

Rubén Hernández Morales*, Isabel Israde Alcantara, Brandon Lair Tinoco Olivera y Gabriela Ana Zanor

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología, Laboratorio de Investigación en Biología Acuática "J. Javier Alvarado Díaz"

* E-mail: rhernandez@umich.mx

Resumen

Los cambios en las características físicas y químicas de un cuerpo de agua, afectan su categorización en su nivel trófico, modificando sus interacciones bióticas. En el estado de Guanajuato, se ubica uno de los principales embalses del altiplano mexicano denominado "La presa Solís", es un ecosistema clave para entender la dinámica de los cambios ambientales, físicos, químicos y biológicos de una sección del medio Lerma. La propuesta de investigación determina variables físicas, químicas y biológicas de la columna del agua, para obtener el estado trófico en un ciclo anual. Para ello, se recolectaron muestras de agua de la superficie, la sección media de la columna del agua y el fondo. Se determinaron 31 variables en la columna del agua en 21 puntos de siete zonas del embalse y tributarios en un ciclo anual. Los resultados indican que el embalse es un sistema cálido, profundo, con una columna del agua moderadamente mineralizada, ligeramente básica, de baja reserva alcalina. En el periodo de lluvias, la concentración máxima de clorofila "a" tuvo lugar en la zona cercana a la compuerta del embalse con 4.73 µg/L. Mientras que, en el periodo de secas el máximo de clorofila "a" tuvo lugar en el vaso oriente y en el vaso del efluente con 22.33 y 25.75 µg/L. La carga nutrimental está encabezada por el nitrógeno de nitrato, seguido por el fósforo total y el nitrógeno de amonio. El cociente de Redfiel, muestra una limitación por Nitrógeno en el sistema. Con base en el índice del estado trófico propuesto por Vollenweider, se cataloga al embalse como hipertrófico.

Palabras clave: Embalse, productividad, nutrientes, estado trófico, variación temporal.

Spatial and temporal variation in trophic state in a strategic reservoir in the Mexican Bajío

Rubén Hernández Morales*, Isabel Israde Alcantara, Brandon Lair Tinoco Olivera y Gabriela Ana Zanor

Abstract

Changes in the physical and chemical characteristics of a body of water affect its categorization according to its trophic level, modifying its biotic interactions. Located in the state of Guanajuato, one of the main reservoirs in the Mexican highlands, the "Solís Dam," is a key ecosystem for understanding the dynamics of environmental, physical, chemical, and biological changes in a section of the Lerma River. The research proposal determines physical, chemical, and biological variables of the water column to determine trophic status over an annual cycle. To this end, water samples were collected from the surface, the midsection of the water column, and the bottom. Thirty-one variables were determined in the water column at 21 points in seven areas of the reservoir and tributaries over an annual cycle. The results indicate that the reservoir is a warm, deep system with a moderately mineralized, slightly basic water column with low alkaline reserves. During the rainy season, the maximum concentration of chlorophyll "a" occurred in the area near the reservoir gate (4.73 µg/L). During the dry season, chlorophyll "a" peaked in the eastern reservoir and the effluent reservoir (22.33 and 25.75 µg/L). The nutrient load is led by nitrate nitrogen, followed by total phosphorus and ammonium nitrogen. The Redfield ratio shows nitrogen limitation in the system. Based on the trophic state index proposed by Vollenweider, the reservoir is classified as hypertrophic.

Keywords: Reservoir, productivity, nutrients, trophic state, temporal variation

Evaluación limnológica del lago de Pátzcuaro como una estrategia para determinar la distribución potencial del género *Ambystoma*

Antonio Román Saucedo Pimentel, Silvia Karen Castelazo Cortez*, Brandhon Guízar Zambrano y Rubén Hernández Morales,

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología, Laboratorio de Investigación en Biología Acuática "J. Javier Alvarado Díaz"

* E-mail: 2407705f@umich.mx

Resumen

En el presente trabajo, se llevó a cabo una caracterización fisicoquímica y microbiológica del hábitat del lago de Pátzcuaro, en el estado de Michoacán, México. El objetivo principal fue determinar la distribución potencial de *Ambystoma* en el lago y establecer las zonas con mayor idoneidad para su desarrollo. El estudio se dividió en tres zonas principales: vaso norte, vaso centro y vaso sur. Se establecieron un total de 12 sitios de muestreo distribuidos de manera homogénea, y se recolectaron muestras mensuales durante seis meses tanto en la superficie de forma directa, como en el fondo del lago con la ayuda de una botella tipo Van Dorn. Las muestras se transportaron al Área de análisis y calidad del agua del Laboratorio de Biología Acuática "J. Javier Alvarado Díaz" de la Facultad de Biología de la UMSNH para su análisis correspondiente. Se procesó la información obtenida y se utilizó el índice canadiense (CCME WQI) propuesto por Canadian Council of Ministers of the Environment (2001), para analizar la calidad del agua del lago. Además, se elaboraron mapas para identificar las zonas potenciales de distribución de *A. dumerilii*. Los resultados indicaron la existencia de ocho puntos potenciales de distribución para la población de *A. dumerilii*: dos en el vaso sur, cuatro en el vaso centro y dos en el vaso norte del lago, donde la especie puede desarrollarse. Estos hallazgos son valiosos para la conservación de la biodiversidad y la gestión sostenible del lago de Pátzcuaro, ya que proporcionan información relevante para su conservación y manejo adecuado.

Palabras clave: caracterización fisicoquímica, índice canadiense, *A. dumerilii*.

Limnological evaluation of lake Pátzcuaro as a strategy to determine the potential distribution of the genus *Ambystoma*

Antonio Román Saucedo Pimentel, Silvia Karen Castelazo Cortez*, Brandhon Guízar Zambrano y Rubén Hernández Morales,

Abstract

In this work, a physicochemical and microbiological characterization of the habitat of Lake Pátzcuaro, in the state of Michoacán, Mexico, was carried out. The main objective was to determine the potential distribution of *Ambystoma* in the lake and to establish the area most suitable for its development. The study was divided into three main zones: the north basin, the central basin, and the south basin. A total of 12 evenly distributed sampling sites were established, and monthly samples were collected for six months, both directly from the surface and from the lake bottom using a Van Dorn bottle. The samples were transported to the Water Quality and Analysis Area of the J. Javier Alvarado Diaz Aquatic Biology Laboratory at the Faculty of Biology at the UMSNH for analysis. The information obtained was processed, and the Canadian WQI (CCME) index proposed by the Canadian Council of Ministers of the Environment (2001) was used to analyze the lake's water quality. In addition, maps were developed to identify potential distribution areas for *A. dumerilii*. The results indicated the existence of eight potential distribution points for the *A. dumerilii* population: two in the south basin, four in the central basin, and two in the north basin of the lake, where the species can develop. These findings are valuable for biodiversity conservation and the sustainable management of Lake Pátzcuaro, as they provide relevant information for its conservation and appropriate management.

Keywords: physicochemical characterization, Canadian index, *A. dumerilii*.

Flora diatomológica de la Presa Solís, Guanajuato, México

Ramón Lara Antonio, Katherine Paulina Méndez Cruz, Rubén Hernández Morales, Isabel
Israde Alcantara y Gabriela Ana Zanor

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología, Laboratorio de Investigación en
Biología Acuática "J. Javier Alvarado Díaz"

* E-mail: 1907762h@umich.mx

Resumen

La división Heterokontophyta (Bacillariophyceae) responde a perturbaciones de factores fisicoquímicos en sistemas acuáticos designándose como un excelente bioindicador. El presente estudio tuvo como objetivo identificar especies de diatomeas en La Presa Solís, para establecer su relación con variables fisicoquímicas en el embalse. El sitio de estudio se ubica en la ciudad de Acámbaro Guanajuato en las coordenadas 20°03'04" N y 100°40'06" W. Se realizaron dos colectas en diferentes sitios en los meses de septiembre (S1, S2, S3, S4, S5) y noviembre (S1, S2, S3, S4), las variables fisicoquímicas y ambientales se obtuvieron in situ con un medidor multiparamétrico. Se recolectaron muestras ficológicas con una red de 39 µm de abertura de malla, depositadas en frascos de 250 ml con formol al 4%. La identificación se realizó con un microscopio trinocular y literatura especializada. Se identificaron 26 géneros y 44 especies, siendo los organismos más representativos en el mes de septiembre: *Planothidium lanceolatum*, *Staurosira construens* y *Hantzschia amphioxys*. En el mes de noviembre destacó la presencia de *Sellaphora pupula* y *Nitzschia palea*. El embalse corresponde a un ambiente profundo (16.28 ± 1.53 m), con una columna del agua moderadamente mineralizada (383.67 ± 26.23 µS/cm), ligeramente básica (7.56 ± 0.69), bien oxigenada (7.94 ± 1.67 mg/L) con una carga nutrimental dominada por nitrógeno como nitrato (2.60 ± 0.36 mg/L). El índice del estado trófico TRIX indica una condición hipertrófica con una limitación nutrimental por nitrógeno. Las especies de diatomeas son características de ambientes eutróficos, turbios con una elevada carga nutrimental.

Palabras clave: Bacillariophyceae, plancton, embalse, hipertrófico.

Diatom flora of the Solís Dam, Guanajuato, Mexico

Ramón Lara Antonio, Katherine Paulina Méndez Cruz, Rubén Hernández Morales, Isabel Israde Alcantara y Gabriela Ana Zanor

Abstract

The Heterokontophyta phylum (Bacillariophyceae) responds to perturbations of physicochemical factors in aquatic systems, designating itself as an excellent bioindicator. The present study aimed to identify diatom species in Solis Dam, to establish their relationship with physicochemical variables in the reservoir. The study site is located in the city of Acambaro Guanajuato at coordinates 20°03'04" N and 100°40'06" W. Two collections were made at different sites in the months of September (S1, S2, S3, S4, S5) and November (S1, S2, S3, S4); physicochemical and environmental variables were obtained in situ with a multiparameter meter. Phycological samples were collected with a 39 µm mesh net and placed in 250 ml flasks with 4% formalin. Identification was made with a trinocular microscope and specialized literature. Twenty-six genera and 44 species were identified, with the most representative organisms in September being: *Planothidium lanceolatum*, *Staurosira construens*, and *Hantzschia amphioxys*. *Sellaphora pupula* and *Nitzschia palea* were particularly present in November. The reservoir corresponds to a deep environment (16.28 ± 1.53 m) with a moderately mineralized water column (383.67 ± 26.23 µS/cm), slightly basic (7.56 ± 0.69), well-oxygenated (7.94 ± 1.67 mg/L), and a nutrient load dominated by nitrogen as nitrate (2.60 ± 0.36 mg/L). The TRIX trophic state index indicates a hypertrophic condition with nitrogen nutrient limitation. Diatom species are characteristic of eutrophic, turbid environments with a high nutrient load.

Keywords: Bacillariophyceae, plankton, reservoir, hypertrophic.

Restauración integral y mejoramiento del Humedal Urbano Bajo el Puente Periférico en Xochimilco

Alejandro Federico Alva Martínez*, Laurent. Herbieth, Darío Romano, Georgiana Rojas Rocha, Marco Antonio Rebolledo Millán

Universidad Autónoma Metropolitana, Depto. de Hidrobiología, Laboratorio de Geología y Limnología

* E-mail: aalvauam@gmail.com

Resumen

La restauración y mejora de un humedal urbano situado bajo el puente de Periférico en Cuemanco en Xochimilco, Ciudad de México, un área de alto valor ambiental declarada Patrimonio Mundial, Área Natural Protegida y sitio RAMSAR. Históricamente, esta zona lacustre sufrió una severa degradación por la urbanización y el abandono y por la construcción de un puente vehicular, que implicó la remoción de la vegetación dominante y el encapsulamiento del suelo con tezontle, además de enfrentar problemas como la desecación, la acumulación de basura y la proliferación de especies como *Typha* sp., con el consiguiente riesgo de incendios. El objetivo principal fue rehabilitar este ecosistema para aumentar la biodiversidad nativa, la disponibilidad de cuerpos de agua y mejorar las relaciones tróficas, así como mitigar la contaminación proveniente de la escorrentía del puente. La estrategia de restauración planteada busco recrear un ecosistema similar al periodo entre 1860-1900. Esto incluyo el retiro del tezontle y la excavación del terreno para establecer cuerpos de agua con batimetrías variadas, desde 0.1 hasta 2 metros de profundidad, permitiendo nuevos cuerpos de agua abiertos y zonas de humedales. El sistema se alimenta de agua del acuífero y tiene la opción de usar agua tratada. Con la reintroducción de 14 especies de plantas acuáticas nativas, destacando *Ceratophyllum demersum*, *Lemna*, *Wolffia*, *Typha latifolia* y *Schoenoplectus americanus*, basándose en exhaustivos estudios florísticos históricos. Y con el tratamiento de la escorrentía del puente, se diseñaron humedales construidos. Se realizaron estudio de sombras, fue guía para la distribución óptima de la vegetación, priorizando especies tolerantes a la baja intensidad lumínica en las áreas sombreadas por la infraestructura. El proyecto resultó viable para restablecer funciones ecosistemica vitales, como el control de inundaciones y atraerá diversas especies de aves y anfibios, manteniendo la conservación del patrimonio natural de Xochimilco.

Palabras clave: Acuático, Xochimilco, Fitorremediación, Sombreado, Biodiversidad.

Comprehensive restoration and improvement of the Urban Wetland Under the Periferico Bridge in Xochimilco

Alejandro Federico Alva Martínez*, Laurent. Herbieth, Darío Romano, Georgiana Rojas Rocha, Marco Antonio Rebolledo Millán

Abstract

The restoration and enhancement of an urban wetland located beneath the Periferico bridge in Cuemanco, Xochimilco, Mexico City, was carried out in an area of high environmental value recognized as a World Heritage Site, Protected Natural Area, and RAMSAR site. Historically, this lacustrine zone experienced severe degradation due to urbanization, neglect, and the construction of the bridge itself, which led to the removal of dominant vegetation and the encapsulation of the soil with *tezontle* (volcanic rock). Additional problems included desiccation, garbage accumulation, and the proliferation of species such as *Typha* sp., increasing the risk of fires. The main objective was to rehabilitate this ecosystem to increase native biodiversity, enhance water body availability, improve trophic relationships, and mitigate pollution from bridge runoff. The restoration strategy aimed to recreate an ecosystem similar to that of the 1860–1900 period. This included the removal of *tezontle* and the excavation of the terrain to establish water bodies with variable bathymetry, ranging from 0.1 to 2 meters in depth, allowing the creation of both open-water areas and wetland zones. The system is fed by groundwater and has the option to use treated water. Fourteen native aquatic plant species were reintroduced, notably *Ceratophyllum demersum*, *Lemna*, *Wolffia*, *Typha latifolia*, and *Schoenoplectus americanus*, based on thorough historical floristic studies. Additionally, constructed wetlands were designed to treat runoff from the bridge. A shadow study guided the optimal distribution of vegetation, prioritizing species tolerant to low light intensity in shaded areas beneath the infrastructure. The project proved viable for restoring vital ecosystem functions such as flood control and the attraction of various bird and amphibian species, contributing to the conservation of Xochimilco's natural heritage.

Keywords: Aquatic, Xochimilco, Phytoremediation, Shading, Biodiversity.

Nota: Este resumen fue traducido al inglés con la asistencia de ChatGPT (OpenAI, 2025).

Efecto de la salinidad en la supervivencia y desarrollo larvario de *Macrobrachium acanthurus*

Pablo Alvarez Cruz^{2*}, Susana A. Frías Gómez¹, Mauricio Castillo Domínguez¹, L. Héctor Hernández Hernández¹

¹ Laboratorio de Producción Acuícola, Acuario Juan Luis Cifuentes Lemus, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. De los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, CP 54090.

² Carrera de Ecología, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. De los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, CP 54090.

*E-mail: pabloencb484@gmail.com

Resumen

El langostino prieto o canela (*Macrobrachium acanthurus*) posee un alto potencial para el cultivo acuícola debido a la gran plasticidad que tiene a los cambios físicos de su ecosistema, con alta fecundidad y crecimiento rápido. Pero, la supervivencia larvaria en condiciones controladas es baja siendo esto un cuello de botella para su cultivo. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la reducción gradual de la salinidad sobre la supervivencia y desarrollo larvario de *M. acanthurus* en los estadios 6 a 10. Se realizaron 4 tratamientos: control (18 UPS constante), tratamiento 1 reducción gradual (-1 UPS cada 2 días), tratamiento 2 (-1 UPS cada 4 días) y tratamiento 3 fluctuante (-4 UPS, 3 días y +2 UPS, 3 días) hasta que lleguen a 10 UPS, excepto el control; todos tienen 3 réplicas, a 30 °C y se alimentaron con nauplios de *Artemia*. Los resultados obtenidos mostraron que la mayoría de las larvas permanecieron en el estadio 6 durante gran parte del experimento. Únicamente el grupo control y el tratamiento 3 (fluctuante) alcanzaron el estadio 8, pero ninguna alcanzó el estadio 10. La supervivencia fue mayor en el control; por el contrario, las reducciones rápidas de salinidad pudieron generar estrés osmótico y limitando el desarrollo. Por medio del análisis de Kaplan-Meier, no hubo diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0.3$); y con la prueba post-hoc de Fisher se distinguió al grupo control con una mayor supervivencia a comparación de los demás tratamientos. Se concluyó que la disminución gradual o fluctuante de la salinidad no mejora la supervivencia larvaria de *M. acanthurus* y mostrando que es más favorable mantener una salinidad constante de 18 UPS. Esto resalta la necesidad de mantener condiciones estables favoreciendo la transición larvaria hacia etapas juveniles, mejorando así el rendimiento para la producción acuícola.

Palabras Clave: Acuicultura, Estrés osmótico, Estadio larvario, UPS.

Effect of salinity on the survival and larval development of *Macrobrachium acanthurus*

Pablo Alvarez Cruz^{2*}, Susana A. Frías Gómez¹, Mauricio Castillo Domínguez¹, L. Héctor Hernández Hernández¹

Abstract

The black or cinnamon shrimp (*Macrobrachium acanthurus*) has high potential for aquaculture culture due to its great plasticity to physical changes in its ecosystem, with high fecundity and rapid growth. However, larval survival under controlled conditions is low, which is a bottleneck for its cultivation. The objective of this study was to evaluate the effect of gradual salinity reduction on larval survival and development of *M. acanthurus* in stages 6 to 10. Four treatments were carried out: control (18 UPS constant), treatment 1 gradual reduction (-1 UPS every 2 days), treatment 2 (-1 UPS every 4 days) and fluctuating treatment 3 (-4 UPS, 3 days and +2 UPS, 3 days) until they reach 10 UPS, except for the control; all have 3 replicates, at 30 °C and were fed with *Artemia* nauplii. The results showed that most larvae remained at stage 6 for much of the experiment. Only the control group and treatment 3 (fluctuating) reached stage 8, but none reached stage 10. Survival was higher in the control group; in contrast, rapid salinity reductions could generate osmotic stress and limit development. Kaplan-Meier analysis revealed no significant differences between treatments ($p = 0.3$); Fisher's post-hoc test showed the control group with higher survival rates compared to the other treatments. It was concluded that gradual or fluctuating salinity decreases do not improve larval survival of *M. acanthurus*, showing that maintaining a constant salinity of 18 PSU is more favorable. This highlights the need to maintain stable conditions that favor larval transition to juvenile stages, thereby improving yields for aquaculture production.

Keywords: Aquaculture, Osmotic stress, Larval stage, UPS.

Impacto de las emisiones y ceniza del Popocatépetl en ríos y arroyos de la subcuenca Nexapa

Mónica Chávez-Moreno*, Eloísa Adriana Guerra-Hernández

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Laboratorio de Calidad del Agua y Ecohidrología.

* E-mails: mjaejoong02@gmail.com, eloisa.guerra@zaragoza.unam.mx

Resumen

El Popocatépetl desde 1994 emite continuamente gases y cenizas que se distribuyen en función de la dirección del viento y después se depositan en el suelo y las corrientes de agua, modificando su composición química. El azufre es uno de los principales componentes de estas emisiones, esta investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de las emisiones volcánicas y la caída de ceniza en la concentración de sulfuros y sulfatos en el agua de las corrientes superficiales entorno al volcán. Se eligieron 11 sitios de estudio en la vertiente oriental del Parque Nacional Izta-Popo y su zona de influencia, donde se midieron los siguientes parámetros hídricos *in situ*: temperatura, conductividad, pH, sólidos totales disueltos y oxígeno disuelto y en laboratorio se analizaron sulfatos, sulfuros, cloruros y sólidos sedimentables. Los resultados se compararon estadísticamente para determinar el efecto de la ceniza en la cuantificación iónica. La presencia de ceniza volcánica generó disminución del oxígeno disuelto e incrementos en temperatura, pH, sulfatos, sulfuros, y cloruros. El comportamiento general indica un incremento en temperatura, conductividad, pH y concentración de oxígeno disuelto, sulfatos y sólidos totales disueltos conforme disminuye la altitud, registrándose un aumento significativo en Nealtican, Ameyal, Huiluco, Nexapa, Rijo y Ahuehuevo. La concentración de sulfuros no mostró diferencia significativa entre los diferentes sitios de muestreo, la mayor cantidad de sólidos totales disueltos se registró en Huiluco y Nexapa. Los cloruros rebasan los límites permisibles en los sitios Nealtican, Rijo, Huiluco y Ameyal y el ion sulfato en los sitios Rijo y Ahuehuevo, como consecuencia de la actividad volcánica, perturbación de los ríos, actividades recreativas, agrícolas y domésticas que se realizan en el área. Las zonas aledañas al volcán son las más afectadas por la actividad volcánica por lo que es importante tener un monitoreo constante que asegure la salud de la población. Hasta el momento las concentraciones de sulfuros y sulfatos en las aguas superficiales de la subcuenca Nexapa, no representan un riesgo para la salud ecosistémica, ni humana, pero es indispensable continuar con el monitoreo, ya que al incrementarse la actividad volcánica el escenario puede cambiar y provocar afectaciones a la salud como problemas gastrointestinales, deshidratación, afectaciones en el sistema óseo o nervioso.

Palabras clave: Corrientes superficiales, sulfuros, sulfatos, actividad volcánica, salud.

Impact of Popocatepetl emissions and ash on rivers and streams in the Nexapa Sub-Basin

Mónica Chávez-Moreno*, Eloísa Adriana Guerra-Hernández

Abstract

Since 1994, Popocatepetl has continuously emitted gases and ash that are distributed according to wind direction and then deposited on the ground and in waterways, altering their chemical composition. Sulfur is one of the main components of these emissions. The objective of this research was to determine the effect of volcanic emissions and ash fall on the concentration of sulfides and sulfates in the surface water around the volcano. Eleven study sites were selected on the eastern slope of Izta-Popo National Park and its area of influence, where the following water parameters were measured in situ: temperature, conductivity, pH, total dissolved solids, and dissolved oxygen. Sulfates, sulfides, chlorides, and sedimentable solids were analyzed in the laboratory. The results were statistically compared to determine the effect of ash on ionic quantification. The presence of volcanic ash led to a decrease in dissolved oxygen and increases in temperature, pH, sulfates, sulfides, and chlorides. The general behavior indicates an increase in temperature, conductivity, pH, and concentration of dissolved oxygen, sulfates, and total dissolved solids as altitude decreases, with a significant increase recorded in Nealtican, Ameyal, Huiluco, Nexapa, Rijo, and Ahuehueyo. The concentration of sulfides showed no significant difference between the different sampling sites, with the highest amount of total dissolved solids recorded in Huiluco and Nexapa. Chlorides exceed permissible limits at the Nealtican, Rijo, Huiluco, and Ameyal sites, and sulfate ions exceed permissible limits at the Rijo and Ahuehueyo sites, as a result of volcanic activity, river disturbance, and recreational, agricultural, and domestic activities carried out in the area. The areas surrounding the volcano are the most affected by volcanic activity, so it is important to have constant monitoring to ensure the health of the population. So far, the concentrations of sulfides and sulfates in the surface waters of the Nexapa sub-basin do not pose a risk to ecosystem or human health, but it is essential to continue monitoring, as increased volcanic activity could change the situation and cause health problems such as gastrointestinal issues, dehydration, and damage to the skeletal or nervous systems.

Keywords: Surface currents, sulfides, sulfates, volcanic activity, health.

Variación morfológica de seis especies restringidas a ambientes lóticos del género *Priapella* (Regan, 1913) mediante morfometría geométrica

Eduardo García-Mercado^{1,2*}, Del Moral-Flores Luis Fernando¹

¹ Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, Laboratorio de Zoología.

² Posgrado en ciencias biológicas, UNAM.

* E-mail: eduardohcsc@comunidad.unam.mx

Resumen

Los peces de la familia Poeciliidae son un componente importante de la ictiofauna continental de México, los cuales son capaces de habitar en una gran diversidad de condiciones ambientales. Se estima que en México existen alrededor de 86 especies. Dentro de esta familia se encuentra el género *Priapella* que está compuesto por seis especies válidas, las cuales habitan principalmente ríos y están restringidas a la vertiente atlántica en las cuencas del Papaloapan, Coatzacoalcos y Grijalva-Usumacinta. El incluir análisis de morfometría geométrica (MG) a trabajos taxonómicos y ecológicos es útil ya que este tipo de pruebas son sensibles a cambios sutiles en la forma y es posible inferir correlaciones entre estos cambios morfológicos con diversas covariables, el propósito de este estudio es emplear herramientas de MG para diferenciar entre las especies del género, ya que parte de la problemática, taxonómica de este grupo es la similitud morfológica entre las especies que lo componen. Para este realizar el análisis de obtuvieron fotografías de ejemplares del género depositadas en la CIFI (Colección Ictiológica de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala), se empleó tpsUtil y tpsDig2 para digitalizar las marcas, la alineación de marcas y análisis se llevaron a cabo en R empleado las paqueterías *geomorph*, *dplyr* y *Morpho*, se efectuó un análisis de Procrustes, se buscaros datos atípicos, se realizó un PCA, se identificó la variación intraespecífica de la forma, mediante ANOVAS de Procrustes y se analizaron estadísticamente las diferencias entre especies. Los tres principales componentes representan el 87.9 % de la variación. Se encontraron diferencias morfológicas significativas de acuerdo con el componente alométrico de la forma ($F = 12,79$; $p < 0.001$) y entre especies ($F = 5,60$, $P < 0.001$), de igual forma se establece modularidad entre la región de la cabeza y la región del tronco.

Palabras clave: Morfología, Ambientes lóticos, Especies endémicas, Forma.

Morphological variation of six species of the genus *Priapella* (Regan, 1913) restricted to lotic environments using geometric morphometrics

Eduardo García-Mercado^{1,2*}, Del Moral-Flores Luis Fernando¹

Abstract

Fishes of the family Poeciliidae are important components of the continental Mexican ichthyofauna, capable of inhabiting a wide diversity of environmental conditions. It is estimated that around 86 species occur in the country. Within this family, the genus *Priapella* comprises six valid species, which mainly inhabit rivers and are restricted to the Atlantic slope in the Papaloapan, Coatzacoalcos, and Grijalva–Usumacinta basins. Incorporating geometric morphometric (GM) analyses into taxonomic and ecological studies is valuable because these methods are sensitive to subtle changes in shape, making it possible to infer correlations between morphological variation and different covariates. This study aimed to apply GM tools to differentiate among species of the genus, since one of the main taxonomic challenges of this group is the high morphological similarity among its species. For this analysis, photographs of *Priapella* specimens deposited in the CIFI (Colección Ictiológica de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala) were used. Landmark digitization was carried out with tpsUtil and tpsDig2, while landmark alignment and analyses were performed in R using the packages *geomorph*, *dplyr*, and *Morpho*. A Procrustes analysis was conducted, outliers were examined, a PCA was performed, intraspecific variation in shape was identified through Procrustes ANOVAs, and statistical differences among species were evaluated. The first three principal components accounted for 87.9 % of the total variation. Significant morphological differences were detected according to the allometric component of shape ($F = 12.79$; $p < 0.001$) and among species ($F = 5.60$; $p < 0.001$). Furthermore, modularity was established between the head and trunk regions.

Keywords: Morphology, Lotic environments, Endemic species, Shape

La exposición a loperamida produce efectos tóxicos a nivel bioquímico y poblacional en el cladóceros *Daphnia magna*

Bryan Aldair Barron Rivera¹, Fernando Martínez-Jerónimo¹, Laura Martínez-Jerónimo¹, Marlet Martínez-Archundia², Miriam Hernández-Zamora^{1*}

¹ Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Laboratorio de Hidrobiología Experimental.

² Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Medicina. Laboratorio de Modelado Molecular, Bioinformática y Diseño de fármacos.

* E-mail: b.barronrivera.2001@gmail.com; mahernandez@ipn.mx

Resumen

Los fármacos son sustancias que permiten prevenir, tratar o aliviar los síntomas de una enfermedad o afección. La loperamida es un antidiarreico de venta libre en México y otros países que puede persistir en el agua, incluso después del tratamiento en plantas de aguas residuales. Su presencia en cuerpos de agua ha sido registrada en concentraciones por debajo del límite de cuantificación; sin embargo, al incorporarse a ecosistemas acuáticos puede modificar parámetros fisicoquímicos y/o actuar como agente tóxico. Se ha demostrado que la loperamida afecta negativamente a organismos acuáticos, por esta razón, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto tóxico de la loperamida sobre la supervivencia, reproducción y parámetros bioquímicos de *Daphnia magna*. La toxicidad aguda (48 h) se determinó conforme a la norma NMX-AA-087-SCFI-2010. Para la evaluación subcrónica, se siguió el protocolo OECD 202, empleando concentraciones subletales de loperamida (0.075, 0.15, 0.3 y 0.6 mg L⁻¹) durante 21 días. Se cuantificó sobrevivencia, progenie total, edad de la primera reproducción y número de camadas, así como el contenido de carbohidratos, lípidos y proteínas en neonatos, siguiendo los métodos de Dubois et al. (1956), Mishra et al. (2014) y Bradford et al. (1956) respectivamente. Los resultados demostraron que en *D. magna* la concentración letal media a 48 h (CL₅₀) fue de 13.66 mg L⁻¹. El bioensayo subcrónico evidenció que la loperamida afecta negativamente la sobrevivencia y reproducción de *D. magna*, además de provocar alteraciones significativas en los niveles de lípidos, en todas las concentraciones de loperamida como resultado del estrés inducido por el fármaco. Los resultados obtenidos advierten sobre los efectos adversos en las poblaciones de zooplancton expuestas a loperamida, un fármaco ampliamente distribuido, por lo que es fundamental establecer límites permisibles antes de su vertido en los ecosistemas acuáticos, debido al efecto negativo documentado sobre la biota acuática.

Palabras clave: contaminación acuática, contaminante emergente, disruptor endocrino, zooplancton.

Exposure to loperamide produces toxic effects at the biochemical and population levels in the cladoceran *Daphnia magna*

Bryan Aldair Barron Rivera¹, Fernando Martínez-Jerónimo¹, Laura Martínez-Jerónimo¹, Marlet Martínez-Archundia², Miriam Hernández-Zamora^{1*}.

Abstract

Pharmaceuticals are substances used to prevent, treat, or alleviate the symptoms of a disease or condition. Loperamide is an over-the-counter antidiarrheal available in Mexico and other countries that can persist in water, even after treatment in wastewater treatment plants. Its presence in water bodies is documented at concentrations below the limit of quantification; however, when incorporated into aquatic ecosystems, it can modify physicochemical parameters and/or act as a toxic agent. Loperamide has been shown to negatively affect aquatic organisms; therefore, the objective of this study was to evaluate the toxic effect of loperamide on the survival, reproduction, and biochemical parameters of *Daphnia magna*. Acute toxicity (48 h) was determined according to standard NMX-AA-087-SCFI-2010. For the subchronic evaluation, the OECD 202 protocol was followed, using sublethal concentrations of loperamide (0.075, 0.15, 0.3, and 0.6 mg L⁻¹) for 21 days. Survival, total progeny, age at first reproduction, and the number of clutches, as well as the carbohydrate, lipid, and protein content in neonates, were quantified by following Dubois Methods et al. (1956), Mishra et al. (2014), and Bradford et al. (1956), respectively. The results showed that in *D. magna*, the median lethal concentration at 48 h (LC₅₀) was 13.66 mg L⁻¹. The subchronic bioassay showed that loperamide negatively affects the survival and reproduction of *D. magna*, in addition to causing significant alterations in lipid levels, at all loperamide concentrations as a result of drug-induced stress. The results obtained warn about adverse effects on zooplankton populations exposed to loperamide, a widely distributed drug, so it is essential to establish permissible limits before its discharge into aquatic ecosystems, due to the documented negative effects on aquatic biota.

Keywords: aquatic pollution, emerging concern pollutants, endocrine disruptor, zooplankton

Fitoplancton como bioindicador del estado trófico de un lago cráter tropical

Ivana Araceli Hernández Rosas^{1,*}, Gabriela Vázquez², Margarita Caballero³

¹ FES Zaragoza, UNAM

² Instituto de Ecología, A. C., Red de Ecología Funcional

³ Instituto de Geofísica, UNAM, Laboratorio de Paleolimnología

* E-mail: ivanaa.rosas@hotmail.com

Resumen

El lago Majahual es un lago cráter profundo (60 m), ubicado en la Reserva de la BiosLos Tuxtlas, Veracruz, cerca del volcán San Martín Tuxtla. Actualmente se ha visto impactado por actividades humanas como la deforestación. En gran parte del cráter hay selva conservada, pero algunas zonas han sido deforestadas para la ganadería. Evaluamos el estado trófico actual del lago Majahual, utilizando variables fisicoquímicas y la composición del fitoplancton como indicadores. Se realizaron muestreos en secas, lluvias y nortes de 2024-2025. Se registraron variables *in situ*, y se analizaron nutrientes y clorofila. Analizamos los datos con análisis multivariado. Majahual es un sistema monomítico cálido con un período de estratificación en secas y lluvias y uno de mezcla en nortes. En total se registraron 31 especies pertenecientes a 21 géneros, de las clases Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Dinophyceae y Zygnematomphyceae. En promedio, la temperatura fluctuó de 21.71 a 24.07 °C y la transparencia de 0.6 a 1.4 m. Durante la estratificación se registraron las concentraciones más altas de amonio (189.96 µM), nitratos (3.76 µM) y fósforo total (0.98 µM), así como clorofila (25.7 µgL⁻¹). En el epilimnion destacaron *Tetraedron*, *Monactinum* y *Anabaena*; y en toda la columna *Scenedesmus*, *Cosmarium* y *Merismopedia*. Durante la mezcla se midieron las concentraciones más bajas de amonio (2.64 µM), nitratos (0.57 µM), fósforo total (0.04 µM), y clorofila (15.9 µgL⁻¹), registrándose *Trachelomonas* y *Desmodesmus*. Varias especies de *Raphidiopsis*, *Peridinium*, *Pandorina* y *Staurastrum* estuvieron presentes en ambos periodos térmicos, siendo *Raphidiopsis* y *Pandorina* los más abundantes en el periodo de estratificación. De acuerdo con el índice de Lamparelli, el lago se clasifica como supereutrófico en estratificación y eutrófico en mezcla. Estos resultados indican que el lago actualmente es un sistema con especies indicadoras de un alto nivel trófico que responden al comportamiento térmico.

Palabras clave: Eutrofización, nutrientes, índice trófico, sucesión fitoplanctónica.

Phytoplankton as a bioindicator of the trophic status of a tropical crater lake

Ivana Araceli Hernández Rosas^{1,*}, Gabriela Vázquez², Margarita Caballero³

Abstract

Lake Majahual is a deep crater lake (60 m) located in the Los Tuxtlas Reserve, Veracruz, near the San Martín Tuxtla volcano. It has been impacted by human activities such as deforestation. Much of the crater maintains conserved forest, but some areas have been deforested for cattle ranching. We evaluated the current trophic status of Lake Majahual, using physicochemical variables and phytoplankton composition as indicators. Sampling was carried out during dry, rainy, and northerly periods from 2024 to 2025. In situ variables were recorded, and nutrients and chlorophyll were analyzed. We analyzed data using multivariate analysis. Majahual is a warm monomictic system with a dry and rainy stratification period and a mixing period during northerly periods. A total of 31 species belonging to 21 genera were recorded, from the classes Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Dinophyceae, and Zygnematophyceae. On average, the temperature fluctuated from 21.71 to 24.07 °C, and the transparency from 0.6 to 1.4 m. During stratification, the highest concentrations of ammonium (189.96 µM), nitrates (3.76 µM), and total phosphorus (0.98 µM), as well as chlorophyll (25.7 µgL⁻¹), were recorded. In the epilimnion, *Tetraedron*, *Monactinum*, and *Anabaena* were found; and throughout the column, *Scenedesmus*, *Cosmarium*, and *Merismopedia*. During mixing, the lowest concentrations of ammonium (2.64 µM), nitrate (0.57 µM), total phosphorus (0.04 µM), and chlorophyll (15.9 µgL⁻¹) were measured, and *Trachelomonas* and *Desmodesmus* were found. Several species of *Raphidiopsis*, *Peridinium*, *Pandorina*, and *Staurastrum* were present during both thermal periods, with *Raphidiopsis* and *Pandorina* being the most abundant during the stratification period. According to the Lamparelli index, the lake is classified as supereutrophic during stratification and eutrophic during mixing. These results indicate that the lake is currently a system with indicator species of a high trophic level that respond to thermal behavior.

Keywords: Eutrophication, nutrients, trophic index, phytoplankton succession.

Respuesta de organismos de diferente nivel trófico a la exposición de dos fármacos antiparasitarios

Luis Aboites Espinosa¹, Alberto Pérez Rojas², Sergio Álvarez Hernández², Alma Sobrino-Figueroa^{2*}

¹ Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Dpto. Ciencias de la Salud. Egresado de la Licenciatura de Biología Experimental.

² Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Departamento de Hidrobiología. Lab. De Geología y Limnología. Lab de Ficología aplicada, Lab Alejandro Villalobos.

* E-mail: coco@xanum.uam.mx

Resumen

Los fármacos actualmente se consideran como contaminantes emergentes, debido a que son sustancias utilizadas en grandes cantidades, que ingresan a los sistemas acuáticos a través de la descarga de aguas residuales. El Mebendazol es un antihelmíntico con efectos embriotóxicos y teratogénicos en ratones. El Metronidazol es un fármaco utilizado como microbicida y antibacteriano, con efectos genotóxicos. Debido que las secuelas de estos compuestos en especies acuáticas no se conocen completamente, el objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos tóxicos, genotóxicos y neurotóxicos de estos fármacos en organismos de 3 niveles tróficos: la microalga *Scenedesmus acutus*, el cladóceros *Ceriodaphnia dubia* y el pez cebra *Danio rerio*. Se realizaron bioensayos agudos con una duración de 96 horas para las microalgas y peces y de 48 horas para los cladóceros donde se determinó la CL₅₀. Posteriormente, se realizaron pruebas subletales con las concentraciones CE₄₀ y CE₁₀ para las microalgas donde se evaluó la concentración de clorofila, carotenos, fenoles y grado de lipoperoxidación. En las pruebas con cladóceros y peces, se probaron CE₁₀ y CE₁ y se evaluó el grado de lipoperoxidación, la actividad de AchE, el contenido de macromoléculas y el daño genético. Las pruebas de toxicidad indicaron que el organismo más sensible a los fármacos fue la microalga. En pruebas subletales se observó que ambos fármacos alteran las concentraciones de clorofila, aumentan la producción de carotenos y fenoles. El Mebendazol tuvo un efecto oxidativo sobre las microalgas. En los bioensayos con cladóceros y peces, se observó que ambos fármacos causaron un aumento en los niveles de lipoperoxidación. El Mebendazol fue neurotóxico para los cladóceros y peces. Ambos fármacos tuvieron un efecto genotóxico en los peces y se observó un efecto acumulativo con la prueba de Metronidazol. Los dos fármacos fueron nocivos en concentraciones subletales y en concentraciones presentes en los ambientes acuáticos.

Palabras clave: Fármacos, Toxicidad, Genotoxicidad, Neurotoxicidad, sistemas de agua dulce.

Response of organisms at different trophic levels to exposure to 2 antiparasitic drugs

Luis Aboites Espinosa¹, Alberto Pérez Rojas², Sergio Álvarez Hernández², Alma Sobrino-Figueroa^{2*}

Abstract

Pharmaceuticals are currently considered emerging contaminants because they are substances used in large quantities and enter aquatic systems through wastewater discharge. Mebendazole is an anthelmintic with embryotoxic and teratogenic effects in mice. Metronidazole is a drug used as a microbiocide and antibacterial, with genotoxic effects. Because the effects of these compounds on aquatic species are not fully understood, the objective of this study was to evaluate the toxic, genotoxic, and neurotoxic effects of these drugs on organisms at three trophic levels: the microalga *Scenedesmus acutus*, the cladoceran *Ceriodaphnia dubia*, and the zebrafish *Danio rerio*. Acute bioassays were performed lasting 96 hours for microalgae and fish and 48 hours for cladocerans, where the LC₅₀ was determined. Subsequently, sublethal tests were conducted with EC₄₀ and EC₁₀ concentrations for microalgae, where the concentrations of chlorophyll, carotenes, phenols, and the degree of lipid peroxidation were evaluated. In tests with cladocerans and fish, EC₁₀ and EC₁ were tested, and the degree of lipid peroxidation, AchE activity, macromolecules content, and genetic damage were assessed. Toxicity tests indicated that the microalgae were the most sensitive organisms to the drugs. In sublethal tests, both drugs caused alterations in chlorophyll concentrations and an increase in carotene and phenols production. Mebendazole had an oxidative effect on the microalgae. In bioassays with cladocerans and fish, the two drugs caused an increase in lipid peroxidation levels. Mebendazole was neurotoxic to cladocerans and fish. Both drugs had a genotoxic effect on fish, and a cumulative effect was observed in the Metronidazole test. The Mebendazole and Metronidazole were harmful at sublethal concentrations and at concentrations present in aquatic environments.

Keywords: Drugs, Toxicity, Genotoxicity, Neurotoxicity, freshwater systems.

Tendencias en la investigación sobre el valor nutricional del zooplancton

Sara María Castillo Morales^{1*}, Nandini Sarma², S. S. S. Sarma²

¹ Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Circuito de Posgrados, 04510, Ciudad de México, México

² Laboratorio de Zoología Acuática, División de Investigación y Posgrado, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Iztacala, Av. de los Barrios # 1, Los Reyes Iztacala, 54090, Tlalnepantla, Estado de México, México.

* E-mail: saracmc168@gmail.com

Resumen

El zooplancton, integrado por rotíferos, cladóceros y copépodos, desempeña un papel clave en las redes tróficas acuáticas, al actuar como enlace entre los productores primarios y los consumidores de niveles superiores. Además de su función ecológica, su alto valor nutricional lo convierte en un recurso clave para el desarrollo de la acuicultura. Con el objetivo de identificar las principales líneas de investigación sobre el valor nutricional del zooplancton, se realizó un análisis bibliométrico de 300 artículos en Web of Science utilizando las palabras clave "zooplankton" y "nutritional content", mediante la herramienta VOSviewer para llevar a cabo un análisis de coocurrencia de palabras clave. Los resultados muestran que la investigación se agrupa en tres ejes principales: la ecología trófica, la calidad nutricional y las aplicaciones en acuicultura. La coocurrencia de términos como zooplancton, composición de ácidos grasos, fitoplancton y calidad nutricional revelan un enfoque aplicado en optimizar el zooplancton como alimento vivo. Este interés varía según tipo de ambiente: en sistemas marinos, los estudios se enfocan en el uso de copépodos y rotíferos para el cultivo de larvas de peces, mientras que en ambientes dulceacuícolas predominan investigaciones ecológicas sobre cladóceros, centrándose en como la disponibilidad de nutrientes y la calidad del fitoplancton afectan su dinámica poblacional. Además, el análisis temporal permite observar cómo han evolucionado en los temas de estudio, conceptos como la selección de presas, las reservas energéticas, la competencia y el comportamiento alimentario ahora se vinculan con problemáticas emergentes, como el cambio climático y la eutrofización. Esto sugiere una integración entre los enfoques ecológicos y las nuevas preocupaciones ambientales. En conjunto, los hallazgos reflejan un cambio en la orientación de la investigación, con un creciente interés en aprovechar el potencial nutricional del zooplancton para la acuicultura, sin perder su relevancia ecológica en el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos.

Palabras clave: Acuicultura, Alimento vivo, Ecología trófica, Análisis bibliométrico.

Trends in research on the nutritional value of zooplankton

Sara María Castillo Morales^{1*}, Nandini Sarma², S. S. S. Sarma²

Abstract

Zooplankton, composed of rotifers, cladocerans, and copepods, plays a key role in aquatic food webs by serving as a link between primary producers and higher-level consumers. In addition to its ecological function, its high nutritional value makes it a crucial resource for the development of aquaculture. To identify the main research trends regarding the nutritional value of zooplankton, a bibliometric analysis was conducted on 300 articles in Web of Science. The keywords “zooplankton” and “nutritional content” were used, and VOSviewer was employed to carry out a keyword co-occurrence analysis. The results show that research in this area is mainly grouped into three research areas: trophic ecology, nutritional quality and aquaculture applications. The frequent co-occurrence of terms such as zooplankton, fatty acid composition, phytoplankton and nutritional quality reveals an applied focus on optimizing zooplankton as live feed. This interest varies depending on the type of environment: in marine systems, studies primarily focus on the use of copepods and rotifers for fish larval rearing, while in freshwater systems, ecological research on cladocerans predominates, with emphasis on how nutrient availability and phytoplankton quality affect their population dynamics. In addition, the temporal analysis reveals how research topics have evolved, concepts such as prey selection, energy reserves, competition and feeding behavior are now being linked to emerging issues such as climate change and eutrophication. This reflects an increasing integration between ecological approaches and new environmental concerns. Overall, the findings highlight a shift in research orientation, with growing interest in exploring the nutritional potential of zooplankton for aquaculture, while maintaining recognition of its ecological relevance in the functioning of aquatic ecosystems.

Keywords: Aquaculture, Live food, Trophic ecology, Bibliometric analysis.

Dinámica limnológica de un lago volcánico polimíctico en los Tuxtlas, Ver., México

María Guadalupe Hernández De la Cruz^{1,*}, Gabriela Vázquez², Margarita Caballero³

¹ Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Veracruz

² Instituto de Ecología, A. C., Red de Ecología Funcional

³ Instituto de Geofísica, UNAM, Laboratorio de Paleolimnología

* E-mail: hmaria.0018@gmail.com

Resumen

En la región de los Tuxtlas, Ver. hay lagos volcánicos con diferente profundidad y comportamiento térmico. Entre ellos está el lago Mogo que es somero (4m) y polimíctico. El objetivo de este trabajo fue analizar las características limnológicas y la diversidad de la comunidad fitoplanctónica de este lago. Se realizaron muestreos de agua y fitoplancton en secas (mayo 2023), lluvias (septiembre 2023) y nortes (enero 2024). Se midieron variables *in situ* y se analizaron nutrientes en laboratorio (N y P). El muestreo de fitoplancton se realizó con una red de 20 µm de apertura de malla y muestras directas. Los datos se analizaron con análisis multivariado. Se identificaron 39 especies de fitoplancton de 5 clases (Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanobacteria, Euglenophyceae y Dinophyceae). Los géneros con mayor número de especies fueron *Pinnularia* (4), *Scenedesmus* (4), y *Peridinium* (4). Un Análisis Canónico de Correspondencias permitió identificar grupos de especies asociados a las condiciones ambientales de cada época: En secas, con altas concentraciones de N-NH₄ y una alta alcalinidad predominaron *Pinnularia brevicostata*, *Pandorina morum*, *Peridinium* sp. y *Phacus* sp. En lluvias, con las menores concentraciones de P-PO₄, N-NH₄, N-NO₃ y SiO₂ se registró *Mastogloia* sp., *Cymbella* sp., *Scenedesmus* sp., *Peridinium* sp., and *Cylindrospermopsis* sp. En nortes, se registraron las mayores concentraciones de P-PO₄ y *Surirella* sp., *Pediastrum simplex* y *Ankistrodesmus falcatus* estuvieron presentes. Los resultados muestran que la comunidad fitoplanctónica es muy diversa e indicadora de condiciones eutróficas. Aunque el lago es polimíctico y poco profundo, en secas y lluvias, se registraron diferencias en la riqueza de especies entre la superficie y el fondo, lo que sugiere la estabilidad temporal de la columna de agua. La disminución de los nutrientes en lluvias sugiere un efecto de dilución por la alta precipitación que influyó sobre la estructura y composición de la comunidad fitoplanctónica.

Palabras clave: Lago cráter, polimíctico, sistema eutrófico, fitoplancton.

Limnological dynamics of a polymictic volcanic lake in Los Tuxtlas, Ver., Mexico

María Guadalupe Hernández De la Cruz^{1,*}, Gabriela Vázquez², Margarita Caballero³

Abstract

In the Los Tuxtlas region of Veracruz, there are volcanic lakes with varying depths and thermal behavior. Among them Lake Mogo, which is shallow (4 m) and polymictic. The objective of this work was to analyze the limnological characteristics and diversity of the phytoplankton community of this lake. Water and phytoplankton sampling was carried out during dry (May 2023), rainy (September 2023), and nortes (January 2024) seasons. Variables were measured *in situ*, and nutrients (N and P) were analyzed in the laboratory. Phytoplankton sampling was carried out with a 20 µm mesh net and direct sampling. The data were analyzed using multivariate analysis. We identified 39 phytoplankton species from 5 classes (Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanobacteria, Euglenophyceae, and Dinophyceae). The genera with the highest number of species were *Pinnularia* (4), *Scenedesmus* (4), and *Peridinium* (4). A Canonical Correspondence Analysis allowed the identification of groups of species associated with the environmental conditions of each season: In the dry season, with high concentrations of N-NH₄ and high alkalinity, *Pinnularia brevicostata*, *Pandorina morum*, *Peridinium* spp., and *Phacus* sp. predominated. In rainy seasons, with the lowest concentrations of P-PO₄, N-NH₄, N-NO₃, and SiO₂, *Mastogloia* sp., *Cymbella* sp., *Scenedesmus* sp., *Peridinium* sp., and *Cylindrospermopsis* sp. were recorded. In the nortes season, the highest concentrations of P-PO₄ were recorded, and *Surirella* sp., *Pediastrum simplex*, and *Ankistrodesmus falcatus* were present. The results show that the phytoplanktonic community is very diverse and an indicator of eutrophic conditions. Although the lake is polymictic and shallow, differences in species richness were recorded between the surface and the bottom during dry and rainy seasons, suggesting the temporal stability of the water column. The decrease in nutrients during the rainy season suggests a dilution effect due to the high precipitation that influenced the structure and composition of the phytoplankton community.

Keywords: Crater lake, polymictic, eutrophic system, phytoplankton.

Dinámica espacio-temporal de la clorofila “a” y biodegradabilidad en el lago Atexcac, Puebla

Elloth Olvera Cedillo*, Justo Salvador Hernández Avilés

Laboratorio de Limnoecología, Carrera de Biología, UMIEZ. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM

E-mail: cr7ellioth@gmail.com

Resumen

El Estado trófico de un sistema lacustre depende de la carga de nutrientes que determinan la productividad primaria y la generación de materia orgánica autóctona. Los lagos volcánicos están sometidos a procesos de pérdidas de volumen que influyen en la concentración de materiales que pueden acelerar el cambio de trofia y la dinámica de carbono. En esta investigación se analiza la variabilidad espacio-temporal de la clorofila “a” y los procesos de biodegradabilidad de la materia orgánica en el lago Atexcac (Puebla) durante un ciclo anual. Se realizaron muestreos mensuales a distintas profundidades con una sonda multiparamétrica (Hydrolab MS5), registrando parámetros físico-químicos y biológicos como temperatura, oxígeno disuelto, conductividad, pH, potencial redox y clorofila a. Se calcularon indicadores como el índice de biodegradabilidad (DBO/DQO) y el déficit de oxígeno hipolimnético (DOH), los cuales permiten inferir el comportamiento microbiano y la carga de materia orgánica. Los resultados mostraron una fuerte estacionalidad: en los meses de mezcla, la columna de agua presentó una distribución homogénea de materia orgánica biodegradable, mientras que durante la estratificación se concentró materia orgánica disuelta que se agotó por actividad microbiana y refractaria hacia el fondo del hipolimnion. La clorofila “a” en febrero presentó una concentración promedio de 9.1 µg/L superando casi al doble la del año pasado, indicando una alta productividad, con una media anual de 2.2 µg/L compatible con condiciones mesotróficas. El DOH presentó la ecuación: $y = -0.0327X + 6.53$, con una pérdida de 0.04 mg/L/día durante la estratificación térmica, revelando una mineralización activa favoreciendo condiciones anóxicas hipolimnéticas. Estos hallazgos evidencian que el lago Atexcac mantiene un funcionamiento ecológico saludable, aunque cambiante por presiones climáticas. Se propone el monitoreo continuo de estos indicadores como herramientas clave para la gestión y conservación de lagos volcánicos.

Palabras clave: Clorofila a, biodegradabilidad, déficit de oxígeno hipolimnético, lago mar

Spatio-temporal dynamics of chlorophyll “a” and biodegradability in Lake Atexcac, Puebla

Ellieth Olvera Cedillo*, Justo Salvador Hernández Avilés

Abstract

The trophic state of a lacustrine system depends on the nutrient load that determines primary productivity and the generation of autochthonous organic matter. Volcanic lakes are subject to volume loss processes that influence the concentration of materials, which can accelerate trophic changes and carbon dynamics. This study analyzes the spatio-temporal variability of chlorophyll “a” and the biodegradability processes of organic matter in Lake Atexcac (Puebla) over an annual cycle. Monthly sampling was conducted at different depths using a multiparametric probe (Hydrolab MS5), recording physical-chemical and biological parameters such as temperature, dissolved oxygen, conductivity, pH, redox potential, and chlorophyll a. Indicators such as the biodegradability index (BOD/COD) and the hypolimnetic oxygen deficit (HOD) were calculated to infer microbial behavior and organic matter load. Results showed strong seasonality: during mixing months, the water column exhibited a homogeneous distribution of biodegradable organic matter, while during stratification, dissolved organic matter accumulated and was depleted by microbial activity, becoming refractory toward the bottom of the hypolimnion. In February, chlorophyll “a” reached an average concentration of 9.1 µg/L, almost double that of the previous year, indicating high productivity, with an annual mean of 2.2 µg/L consistent with mesotrophic conditions. The HOD followed the equation $y = -0.0327X + 6.53$, with a loss rate of 0.04 mg/L/day during thermal stratification, revealing active mineralization that favors hypolimnetic anoxic conditions. These findings show that Lake Atexcac maintains a healthy but dynamic ecological functioning under climatic pressures. Continuous monitoring of these indicators is proposed as a key tool for the management and conservation of volcanic lakes.

Keywords: Chlorophyll a, biodegradability, hypolimnetic oxygen deficit, maar lake

Seiches y su relación con el ecocidio de peces en lagos

Eugenio Gómez Reyes

Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa, Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica.

* E-mail: egr@xanum.uam.mx

Resumen

Anualmente se reporta ecocidio de peces por asfixia en los lagos de México y de otras partes del mundo, especialmente durante el estiaje. Existen varias circunstancias por la que se puede presentar condiciones anóxicas en la superficie de los lagos que genera la asfixia de los peces. Entre ellas, el afloramiento de capa del fondo del lago en la capa de la superficie por la oscilación interna del seiche. Al exponerse agua del fondo, con déficit de oxígeno disuelto, en la superficie del lago, los peces que se coinciden allí, son sorprendidos por esas aguas y se asfixian. En esta presentación de trabajo, se exhibe evidencia física de la existencia de los seiches, tanto externo que fuerzan oscilación en toda la columna del agua (modo barotrópico), como los internos (modo baroclínico) que oscila en la interface de la capa de agua superficial con la capa del fondo del lago. La detección de estas olas estacionarios del tamaño del lago, se realizó mediante mediciones del nivel medio del agua, velocidades del viento, perfiles verticales de la temperatura y de las velocidades de corrientes en lagos. Asimismo, se explica el mecanismo físico por el cual el seiche interno llega alcanzar la superficie del lago con las consecuencias del desequilibrio ecológico por el déficit de oxígeno en las aguas superficiales del lago.

Palabras clave: Hidrodinámica, Olas Internas, Oscilaciones, Déficit de Oxígeno, Desequilibrio Ecológico.

Seiches and Their Relationship with Fish Ecocide in Lakes

Eugenio Gómez Reyes

Abstract

Fish ecocide caused by asphyxia is reported annually in lakes across Mexico and other parts of the world, especially during the dry season. Several factors can lead to anoxic conditions at the lake surface, resulting in fish suffocation. Among these is the upwelling of bottom water into the surface layer caused by the internal oscillation of a seiche. When oxygen-deficient bottom water rises to the surface, fish present in that area are suddenly exposed to these low-oxygen conditions and die from asphyxiation. This study presents physical evidence of the existence of seiches—both external (barotropic mode), which induce oscillations throughout the entire water column, and internal (baroclinic mode), which oscillate at the interface between the surface and bottom layers of the lake. The detection of these lake-scale standing waves was achieved through measurements of mean water level, wind velocity, vertical temperature profiles, and current velocities in various lakes. Additionally, the physical mechanism by which internal seiches reach the lake surface is explained, along with the resulting ecological imbalance caused by oxygen depletion in surface waters.

Keywords: Hydrodynamics, Internal Waves, Oscillations, Oxygen Deficit, Ecological Imbalance

Nota: Este resumen fue traducido al inglés con la asistencia de ChatGPT (OpenAI, 2025).

El cambio climático y su influencia en la dinámica de lagos de la región de Los Tuxtlas, México

Gabriela Vázquez¹ *, Margarita Caballero², Juan José Von Thaden Ugalde³, Debora Lithgow⁴, Víctor Vásquez¹, Alma Caicero¹, Ivana Hernández¹

¹ Instituto de Ecología, A.C., Red de Ecología Funcional

² Instituto de Geofísica, UNAM, Laboratorio de Paleolimnología

³ Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco

⁴ Instituto de Ecología, A.C., Red de Ambiente y Sustentabilidad

* E-mail: gabriela.vazquez@inecol.mx

Resumen

Los lagos son considerados como buenos sensores del cambio climático y sus características físicas, químicas y biológicas son buenas indicadores ecológicas de cambios relacionados con el clima. Analizamos la dinámica de tres lagos cráter profundos (Majahual, Chalchoapan y Manantiales) ubicados en la región de los Tuxtlas, Ver. en un periodo de 25 años (2000 a 2003 y de 2023 a 2025), con el fin de determinar si hubo cambios que pudieran relacionarse con el cambio climático; Majahual es profundo (60m) y tiene una cuenca con zonas deforestadas para ganadería; Chalchoapan (40m) está rodeado de campos con cultivo de tabaco; Manantiales (40m) presenta selva alta en las paredes del cráter. Todos son monomítico cálidos. En diferentes fechas se midieron temperatura, oxígeno, transparencia, nutrientes (N y P) y clorofila y se analizó la comunidad fitoplanctónica; además, se evaluaron los cambios de la cobertura de la vegetación en tres fechas (1976-2000-2023/2024). Ente 2023-2025 se registró un incremento de temperatura en la superficie y el fondo de cada lago, la transparencia disminuyó, así como el oxígeno en el fondo; en Majahual y Chalchoapan hubo un fuerte incremento de amonio. La comunidad fitoplanctónica en Majahual cambió de ser muy diversa, a estar dominada por cianobacterias. Chalchoapan fue dominada por cianobacterias y Manantiales mantuvo una comunidad diversa. En 25 años Majahual pasó de ser mesotrófico a hipereutrófico, a pesar de que su entorno tuvo una recuperación de vegetación arbórea en 2023; Chalchoapan es ahora hipereutrófico y el lago Manantiales sigue siendo mesotrófico. Estos resultados sugieren que ha habido un cambio sobre todo en el comportamiento térmico, pero que el uso de suelo también ha influido a lo largo del tiempo en su estado actual.

Palabras clave: lagos cráter, eutrofización, fitoplancton, cambio climático.

Climate change and its influence on lake dynamics in the Los Tuxtlas region, Mexico

**Gabriela Vázquez¹ *, Margarita Caballero², Juan José Von Thaden Ugalde³, Debora Lithgow⁴,
Víctor Vásquez¹, Alma Caicero¹, Ivana Hernández¹**

Abstract

Lakes are considered good sensors of climate change, and their physical, chemical, and biological characteristics are good ecological indicators of climate-related changes. We analyzed the dynamics of three deep crater lakes (Majahual, Chalchoapan, and Manantiales) located in the Los Tuxtlas region, Veracruz, over 25 years (2000 to 2003 and 2023 to 2025) to determine whether there were changes that could be related to climate change. Majahual is deep (60 m) and has a basin with deforested areas for cattle ranching; Chalchoapan (40 m) is surrounded by tobacco fields; Manantiales (40 m) has tall rainforest on the crater walls. All are warm monomictic. Temperature, oxygen, transparency, nutrients (N and P), and chlorophyll were measured on different dates, and we analyzed the phytoplanktonic community. In addition, we evaluated the changes in vegetation cover on three dates (1976, 2000, 2023/2024). Between 2023 and 2025, an increase in temperature was recorded at the surface and bottom of each lake, while transparency decreased, as did bottom oxygen. In Majahual and Chalchoapan, there was a sharp increase in ammonium. The phytoplanktonic community in Majahual changed from being highly diverse to being dominated by cyanobacteria. Cyanobacteria dominated Chalchoapan, while Manantiales maintained a diverse community. In 25 years, Majahual transitioned from being mesotrophic to hypereutrophic, even though its surroundings had a recovery of tree vegetation in 2023; Chalchoapan is now hypereutrophic, and Lake Manantiales remains mesotrophic. These results suggest that there has been a change primarily in thermal behavior, but that land use over time has also influenced its current state.

Keywords: crater lakes, eutrophication, phytoplankton, climatic change.

Actividad alelopática de *Ceratophyllum demersum* sobre *Chlamydomonas* sp.: importancia de la formación de palmeloides

Fernando Sánchez-Hidalgo Mayorga^{1*}, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez¹, Haide Saldaña-Esquivel², Ligia Rivera-De la Parra³, Hugo Virgilio-Perales Vela²

¹ Grupo de Investigación en Limnología Tropical (GILT), UIICSE, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. De los Barrios 1, Col. Los Reyes Iztacala. Tlalnepantla, Estado de México. CP 54090. México.

² Laboratorio de Bioquímica, UMF, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Los Reyes Iztacala, Av. De los Barrios 1, Estado de México C.P.54090, México.

³ Laboratorio de Fisiología Vegetal, L-204, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. De los Barrios 1, Col. Los Reyes Iztacala. Tlalnepantla, Estado de México. CP 54090. México.

* E-mail: fer246700@gmail.com

Resumen

Ceratophyllum demersum es una macrófita sumergida con actividad alelopática sobre cianobacterias; sin embargo, no existe suficiente información acerca del efecto y mecanismos de acción que podría tener sobre clorofitas del género *Chlamydomonas*. Para comprobar esto, se realizaron dos experimentos de coexistencia, el primero con *Chlamydomonas* con la presencia de palmeloides y agregados, y el segundo con una dominancia de organismos unicelulares. En ambos experimentos se utilizaron 3 tratamientos: control, de coexistencia de la microalga con la macrófita y el tercero el de coexistencia con planta plástica con una morfología parecida a *C. demersum*; cada uno con 4 repeticiones y un total de 12 UE por experimento. Se cuantificaron diario la turbidez y la clorofila α , al finalizar los experimentos se cuantificó la tasa de oxígeno fotosintético en los tratamientos control y macrófita, se extrajeron los pigmentos fotosintéticos y se cuantificaron por medio de un espectrofotómetro. Entre los dos experimentos de *Chlamydomonas* hubo diferencias significativas en la densidad algal del tratamiento macrófita y en ambos experimentos hay una diferencia significativa en todos los parámetros entre los tratamientos control y macrófita; entre los tratamientos control y plástico no hubo diferencias significativas entre los parámetros. También se realizaron extractos metanólicos y de acetato de etilo de los cuales se observó la presencia de fenoles, flavonoides y terpenos. Se realizaron pruebas de difusión en agar de los extractos de metanol y de acetato de etilo para comprobar el efecto inhibitor en ambos fotoautótrofos. Hubo diferencias significativas en la prueba de difusión de agar entre los tratamientos control y el de extracto de metanol. Se concluyó que *C. demersum* tiene un efecto alelopático inhibitor sobre microalgas del género *Chlamydomonas*.

Palabras clave: Palmeloides, Metabolitos secundarios, Fotosíntesis, Microalgas, Macrófita sumergida.

Allelopathic activity of *Ceratophyllum demersum* on *Chlamydomonas* sp.: importance of palmeloid formation

Fernando Sánchez-Hidalgo Mayorga^{1*}, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez¹, Haide Saldaña-Esquivel², Ligia Rivera-De la Parra³, Hugo Virgilio-Perales Vela²

Abstract

Ceratophyllum demersum is a submerged macrophyte with allelopathic activity against cyanobacteria; however, there is insufficient information regarding its effect and mechanisms of action on chlorophytes of the genus *Chlamydomonas*. To investigate this, two coexistence experiments were conducted: the first with *Chlamydomonas* present as palmelloids and aggregates, and the second with a dominance of unicellular organisms. Both experiments employed three treatments: a control, a coexistence of the microalga with the macrophyte, and a third treatment of coexistence with a plastic plant mimicking the morphology of *C. demersum*; each with four replicates, totaling 12 experimental units per experiment. Turbidity and chlorophyll α were quantified daily. Upon conclusion, the photosynthetic oxygen rate was quantified in the control and macrophyte treatments, photosynthetic pigments were extracted and quantified using a spectrophotometer. Significant differences in algal density were found in the macrophyte treatment between the two *Chlamydomonas* experiments. In both experiments, there was a significant difference in all parameters between the control and macrophyte treatments; no significant differences were observed between the control and plastic treatments. Methanol and ethyl acetate extracts were also prepared, revealing the presence of phenols, flavonoids, and terpenes. Agar diffusion tests of the methanol and ethyl acetate extracts were performed to confirm the inhibitory effect on both photoautotrophs. A significant difference was observed in the agar diffusion test between the control and the methanol extract treatment. It was concluded that *C. demersum* has an inhibitory allelopathic effect on microalgae of the genus *Chlamydomonas*.

Keywords: Palmelloids, Secondary metabolites, Photosynthesis, Microalgae, Submerged macrophyte.

Impacto del aumento de la temperatura ambiental en el crecimiento de tilapia *Oreochromis niloticus* var. *Stirling* en un clima templado subhúmedo

Grecia Ariadna Torres Peña*, Justo Salvador Hernández Avilés

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Laboratorio de Limnoecología y Ecología Microbiana Acuática.

* E-mail: arid15mgc@gmail.com

Resumen

La acuicultura en México ha experimentado un crecimiento debido a su rentabilidad y aporte a la seguridad alimentaria; en este sentido la tilapia destaca por su gran tolerancia ambiental, bajo costo de producción y alto valor nutricional. Sin embargo, factores como el cambio climático pueden afectar su producción. El objetivo general del presente estudio fue evaluar y comparar el impacto del aumento de la temperatura causado por el cambio climático en el crecimiento de tilapia *Oreochromis niloticus* var. *Stirling*, cultivada semi-intensivamente. Los específicos incluyeron cuantificar el crecimiento de los peces y analizar parámetros de calidad del agua. El estudio se llevó a cabo en dos estanques, uno en invernadero (EI) y otro al aire libre (EC), con capacidad de 50.26 m³ cada uno. Se buscó controlar la calidad de agua durante dos ciclos de cultivo realizados en 2023 y 2024. En ambos ciclos, se sembraron crías de tilapia y se realizó un monitoreo mensual del peso, talla y parámetros físico-químicos del agua. Los resultados revelaron un incremento en el crecimiento de los peces en 2024 en comparación con 2023. Este incremento se asocia con las temperaturas registradas, ya que en 2024 la máxima alcanzó los 30 °C, frente a los 27 °C de 2023. En 2024, la media de peso de los peces superó los 300g en el EC y 220 g en el EI, mientras que en 2023 se mantuvo por debajo de 250g en ambos estanques. Este aumento en crecimiento puede explicarse por el efecto positivo de las temperaturas elevadas dentro del rango óptimo para la especie, que favorecen las tasas metabólicas y mejoran la eficiencia alimenticia. En conclusión, el aumento de temperatura en este tipo de ambientes puede resultar beneficioso para el abastecimiento alimentario y evidencia la necesidad de optimizar el manejo en sistemas acuícolas cambiantes.

Palabras clave: Acuicultura, cambio climático, producción acuícola, adaptabilidad.

Impact of increased ambient temperature on the growth of *Oreochromis niloticus* var. *Stirling* tilapia in a temperate subhumid climate

Grecia Ariadna Torres Peña*, Justo Salvador Hernández Avilés

Abstract

Aquaculture in Mexico has experienced growth due to its profitability and contribution to food security. In this regard, Tilapia stands out for its high environmental tolerance, low production cost, and high nutritional value. However, factors such as climate change can affect its production. The overall objective of this study was to evaluate and compare the impact of temperature increase caused by climate change on the growth of semi-intensively farmed *Oreochromis niloticus* var. *Stirling* tilapia. Specific objectives included quantifying fish growth and analyzing water quality parameters. The study was conducted in two ponds, one in a greenhouse (EI) and the other outdoors (EC), each with a capacity of 50.26 m³. The aim was to control water quality during two cultivation cycles carried out in 2023 and 2024. During both cycles, tilapia fry was stocked, and monthly monitoring of fish weight and size and physic-chemical parameters of the water was carried out. Analysis of the results obtained revealed an increase in fish growth in 2024 compared to 2023. This increase is attributed to higher temperatures recorded, since in 2024 the maximum reached 30 °C, compared to 27 °C in 2023. In that year, the average weight of the fish exceeded 300 g in the EC and 220 g in the EI, while in the 2023 crop it remained below 250 g in both ponds. This increase in growth can be explained by the positive effect of elevated temperatures within the specie optimal range, which favors metabolic rates and improves the feed efficiency of fish. In conclusion, the increase in temperature in this type of environment can be beneficial for food supply and highlights the need to optimize management in changing aquaculture systems.

Keywords: Aquaculture, climate change, aquaculture production, adaptability.

Variación espacial de un ensamblaje de gasterópodos bentónicos en el cenote de Chucumaltik, Comitán, Chiapas

Emilio Grajales Rabasa^{1*}, Emilio Ismael Romero Berny¹, José Juan Jiménez González²

¹ Laboratorio Interdisciplinario de Ecología Costera, Centro de Investigaciones Costeras, Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Juan José Calzada y Prolongación Calzada de Guadalupe s/n, Colonia Evolución, C.P 30500, Tonalá, Chiapas.

² Comité científico. Federación Mexicana de Actividades Subacuáticas. Av. del Conscripto y Anillo Periférico S/N, Colonia Lomas de Sotelo C.P. 11200, Alcaldía Miguel Hidalgo, Ciudad de México.

* E-mail: emilio.grajalesr.unicach.mx

Resumen

Los cenotes son depresiones topográficas formadas por la disolución del lecho rocoso calizo que deja al descubierto un cuerpo acuático. Aunque representan un importante hábitat para distintas especies adaptadas a sus condiciones hidrológicas, el conocimiento aún es limitado, encontrándose estudios principalmente en la península de Yucatán. La meseta Comiteca, al oriente de Chiapas, presenta un subsuelo calizo que propicia accidentes kársticos como dolinas, hendiduras y cenotes. Para el estado de Chiapas es nula la información acerca de macroinvertebrados en cenotes, es por eso que el objetivo de este trabajo fue caracterizar las comunidades de gasterópodos bentónicos en el cenote de Chucumaltik, así como sus interacciones con parámetros ambientales. Mediante recolectas usando equipo SCUBA se identificaron tres hábitats con variaciones de sustrato en el cenote de Chucumaltik: fango (HF), rocoso (HR) y con vegetación sumergida (HV), donde se colocaron transectos de 15 m de largo y se extrajeron muestras de sedimento cada 7.5 m. Se identificaron tres familias de gasterópodos: Planorbidae, Hydrobiidae y Physidae. Planorbidae fue la más abundante (10,020 organismos), seguida de Hydrobiidae (4,389) y Physidae (14). El hábitat fangoso registró la mayor abundancia, mientras que el hábitat con vegetación mostró la mayor diversidad ($H'=0.4436$) y equitatividad ($J=0.60335$). No se encontraron diferencias significativas en la abundancia entre hábitats ($p=0.6151$). La dominancia de Planorbidae se explica por su capacidad para prosperar en condiciones de baja oxigenación y alta materia orgánica. La mayor diversidad en el hábitat con vegetación se debe a los servicios ecológicos que ofrece, como refugio y zonas de alimentación. Aunque no hubo diferencias significativas entre hábitats, el tipo de sustrato influyó en la distribución de las especies. Se recomienda ampliar los estudios para incluir variaciones temporales y mediciones adicionales de parámetros fisicoquímicos, como oxígeno disuelto y materia orgánica, para un análisis más completo.

Palabras clave: Mollusca, Gastropoda, Cenote, Variación espacial, Abundancia, Dominancia.

Spatial variation of a benthic gastropod assemblage in the Chucumaltik cenote, Comitán, Chiapas

Emilio Grajales Rabasa^{1*}, Emilio Ismael Romero Berny¹, José Juan Jiménez González²

Abstract

Cenotes are topographic depressions formed by the dissolution of limestone bedrock, exposing a body of water. Although they represent important habitats for various species adapted to their hydrological conditions, knowledge about them remains limited, with studies concentrated mainly in the Yucatán Peninsula. The Comiteca Plateau, in Eastern Chiapas, has a limestone subsoil that promotes karst features such as sinkholes, fissures, and cenotes. For the state of Chiapas, information on macroinvertebrates in cenotes is lacking; therefore, the aim of this study was to characterize the benthic gastropod communities in the Chucumaltik cenote and their interactions with environmental parameters. Through SCUBA-based sampling, three habitats with different substrate types were identified in the Chucumaltik cenote: muddy (HF), rocky (HR), and submerged vegetation (HV). Fifteen-meter transects were placed, and sediment samples were collected every 7.5 meters. Three gastropod families were identified: Planorbidae, Hydrobiidae, and Physidae. Planorbidae was the most abundant (10,020 organisms), followed by Hydrobiidae (4,389) and Physidae (14). The muddy habitat showed the highest abundance, while the vegetated habitat exhibited the greatest diversity ($H' = 0.4436$) and evenness ($J = 0.60335$). No significant differences in abundance were found among habitats ($p = 0.6151$). The dominance of Planorbidae can be explained by its ability to thrive under low-oxygen and high-organic-matter conditions. The greater diversity in the vegetated habitat is attributed to the ecological services it provides, such as refuge and feeding zones. Although there were no significant differences among habitats, substrate type influenced species distribution. It is recommended that future studies include temporal variations and additional measurements of physicochemical parameters—such as dissolved oxygen and organic matter—for a more comprehensive analysis.

Keywords: Mollusca, Gastropoda, Cenote, Spatial variation, Abundance, Dominance.

Análisis bibliométrico y sistemático de estudios sobre ADN ambiental en sistemas acuáticos interiores

Vinova Yolotzin Roldán Dávila^{1,*}, Cesar Alejandro Zamora Barrios¹, Francisco José Torner Morales¹, Ricardo Iván Cruz Cano², Rosa Martha Moreno Gutiérrez³

¹ Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, Laboratorio de procesos de remoción de contaminantes en agua, Unidad de Investigación Interdisciplinaria en Ciencias de la Salud y la Educación (UIICSE).

² Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria.

³ Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, Laboratorio de Zoología Acuática, División de Investigación y Estudios de Posgrado.

* E-mail: roldand.vinovay.iztacala@gmail.com

Resumen

El monitoreo de los ecosistemas acuáticos interiores es fundamental para su regulación y preservación. Es necesario implementar herramientas que optimicen tiempo y recursos como el análisis de ADN ambiental (ADNe), que ofrece una alternativa para la identificación de especies, interacciones, detección de patógenos y la vigilancia de especies en peligro o invasoras. El objetivo, es realizar una búsqueda sistemática y un análisis bibliométrico sobre los estudios de ADNe enfocados en sistemas acuáticos interiores, determinando cuáles son las aplicaciones del ADNe en sistemas acuáticos interiores. Realizamos una búsqueda de literatura con el *search string* (“*environmental DNA*” OR *eDNA*) AND (*freshwater* OR “*inland water*”), que se ejecutó en las plataformas Dimensions, Scopus, Web of Science y PubMed. Los datos de la búsqueda fueron analizados en el programa VOSviewer. Posteriormente se aplicó un protocolo de mapeo sistemático con respectivos criterios de inclusión y exclusión para identificar tendencias y vacíos en los estudios para visualizar el panorama de los estudios. Registramos 29,875 artículos en la plataforma Dimensions, 5,227 en PubMed, Web of Science con 2,308 y Scopus con 1,112. En el análisis bibliométrico realizado se identificaron dos grupos con gran avance emergente en el área. Los estudios de ensamblaje de comunidades están apoyándose en análisis de ADNe para describir los procesos detrás de la estructura y función, mientras también se han desarrollado investigaciones sobre la identificación de genes bacterianos de resistencia a antibióticos. Discutimos sobre las implicaciones de mal manejo de los desechos de compuestos farmacéuticos y su implicación sobre los procesos ecológicos que ocurren en una comunidad.

Palabras clave: Sistemas acuáticos interiores, bases de datos, análisis genético, ensamblaje de comunidades, genes de resistencia a antibióticos.

Bibliometric and systematic analysis of studies on environmental DNA in inland aquatic systems.

Vinova Yolotzin Roldán Dávila^{1,*}, Cesar Alejandro Zamora Barrios¹, Francisco José Torner Morales¹, Ricardo Iván Cruz Cano², Rosa Martha Moreno Gutiérrez³

Abstract

Monitoring continental aquatic ecosystems is essential for their regulation and preservation. It is necessary to implement tools that optimize time and resources, such as environmental DNA (eDNA) analysis, which offers an alternative for species identification, interactions, pathogen detection, and monitoring of endangered or invasive species. The aim is to conduct a systematic search and bibliometric analysis of studies on environmental DNA, focusing on continental aquatic systems, and to determine the applications of environmental DNA in these systems. We conducted a bibliographic search using the search string (“environmental DNA” OR eDNA) AND (freshwater OR “continental waters”), which was run on the Dimensions, Scopus, Web of Science, and PubMed platforms. The search data were analyzed using the VOSviewer program. We developed a systematic mapping protocol with respective inclusion and exclusion criteria was applied to identify trends and gaps in the studies, thereby visualizing the landscape of the studies. We recorded 29,875 articles on the Dimensions platform, 5,227 on PubMed, 2,308 on Web of Science and 1,112 on Scopus. The bibliometric analysis identified two groups with significant advances in the area. Community assembly studies rely on environmental DNA analysis to describe the processes underlying structure and function, while research has also been conducted on the identification of antibiotic-resistant bacterial genes. We discuss the implications of poor management of pharmaceutical compound waste and its impact on the ecological processes that occur within a community.

Keywords: Inland waters, database, genetic analysis, community assemblage, antibiotic resistance genes.

Efecto de la radiación UV en la expresión genética de marcadores moleculares asociados a la reparación del daño en copépodos del grupo *Leptodiptomus sicilis*

Farfan De Santiago Julieta^{1,*}, Piedra Ibarra Elías²

¹ FES Iztacala, UBIPRO Laboratorio de Fisiología Vegetal

* E-mail: julietafarfan56@gmail.com

Resumen

La radiación ultravioleta (UV), intensificada por el cambio climático y la reducción del ozono estratosférico, representa un factor de estrés importante para los ecosistemas acuáticos al provocar daños en macromoléculas biológicas esenciales como proteínas y ADN. Organismos acuáticos expuestos a esta condición naturalmente, han desarrollado mecanismos moleculares de protección y reparación, aunque en los lagos tropicales se conoce poco sobre sus mecanismos moleculares de respuesta frente a la radiación UV. Este estudio tuvo como objetivo estandarizar protocolos de extracción de ADN y ARN y evaluar la expresión de genes relacionados con la reparación del daño y la respuesta al estrés (Hsp60, Hsp70, Hsp90 y Glicosilasa) en poblaciones de *L. sicilis* de la cuenca Oriental. Para ello, se colectaron copépodos de los lagos La Preciosa, Quechulac y Atexcac, se mantuvieron en cultivo y se extrajeron ADN y ARN mediante protocolos HotSHOT y TRizol. Los fragmentos génicos de interés se amplificaron por PCR y se secuenciaron con la técnica de Sanger. Los resultados confirmaron la validez de los genes Hsp60, Hsp70 y Glicosilasa, mientras que Hsp90 no pudo validarse por problemas de amplificación inespecífica. Se logró estandarizar parcialmente la metodología para el estudio molecular en *L. sicilis*, validando marcadores genéticos clave de reparación del daño por radiación UV.

Palabras clave: Fotoprotección, Lago tropical, Marcador de estrés, Proteínas HSP

Effect of UV radiation on the gene expression of molecular markers associated with damage repair in copepods of the *Leptodiaptomus sicilis* group

Farfan De Santiago Julieta^{1,*}, Piedra Ibarra Elías²

Abstract

Ultraviolet (UV) radiation, intensified by climate change and the depletion of the stratospheric ozone layer, represents a major stressor for aquatic ecosystems, causing damage to essential biological macromolecules such as proteins and DNA. Aquatic organisms naturally exposed to this condition have developed molecular mechanisms of protection and repair; however, little is known about their molecular responses to UV radiation in tropical lakes. This study aimed to standardize DNA and RNA extraction protocols and to evaluate the expression of genes related to damage repair and stress response (Hsp60, Hsp70, Hsp90, and Glycosylase) in populations of *Leptodiaptomus sicilis* from the Oriental Basin. Copepods were collected from lakes La Preciosa, Quechulac, and Atexcac, maintained under laboratory culture, and DNA and RNA were extracted using HotSHOT and TRIzol protocols. The target gene fragments were amplified by PCR and sequenced using the Sanger technique. Results confirmed the validity of the Hsp60, Hsp70, and Glycosylase genes, whereas Hsp90 could not be validated due to non-specific amplification. The methodology for molecular studies in *L. sicilis* was partially standardized, validating key genetic markers involved in UV radiation damage repair.

Keywords: Photoprotection, Tropical lake, Stress marker, HSP proteins

Fijación de carbono vía Calvin–Benson–Bassham en el lago Atexcac, Puebla: un acercamiento metagenómico

María Guadalupe Reyna García*, Rodrigo Hernández Velázquez, Justo Salvador Hernández Avilés

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. Carrera de Biología, UMIEZ Laboratorio de Limnoecología.

* E-mail: MGRGunam@gmail.com

Resumen

Los microorganismos en ecosistemas acuáticos son determinantes en la regulación del ciclo global del carbono mediante la fijación de CO₂ a través de la ruta de Calvin–Benson–Bassham (CBB). En esta ruta, foto- y quimioautótrofos emplean ATP y NADPH para incorporar CO₂ al sustrato ribulosa-1,5-bifosfato (RuBP) mediante la enzima RubisCO. El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar la diversidad microbiana asociada al CBB en el lago Atexcac y evaluar su contribución a la fijación de carbono durante dos fases hidrodinámicas contrastantes: estratificación temprana (ET) y estratificación bien establecida (EBE). Para ello, se recolectaron muestras de agua en epilimnion, metalimnion e hipolimnion, a partir de las cuales se extrajo ADN genómico que fue secuenciado en la Universidad de California, Berkeley. El análisis metagenómico permitió recuperar genomas ensamblados a partir de metagenomas (MAGs) y predecir genes vinculados con la ruta CBB. Los resultados mostraron que *Cyanobacteria* y *Proteobacteria* fueron los filos predominantes, mientras que las familias más representativas fueron *Cyanobiaceae*, *Burkholderiaceae*, *Rhodobacteraceae* y *Mycobacteriaceae*. La estratificación térmica generó gradientes de oxígeno disuelto y de potencial óxido-reducción que influyeron significativamente en la composición y la funcionalidad de las comunidades microbianas, registrándose organismos con potencial de fijación de carbono en todos los estratos de la columna de agua. Estos hallazgos sugieren que la fijación microbiana de carbono en el lago Atexcac ocurre bajo condiciones ambientales heterogéneas y está fuertemente acoplada con otros ciclos biogeoquímicos, lo que resalta la importancia de estos consorcios microbianos en el balance de carbono de sistemas acuáticos monomícticos tropicales.

Palabras clave: Carbono, estratificación, metagenómica, estratos, gradientes.

Carbon fixation through the Calvin–Benson–Bassham cycle in Lake Atexcac, Puebla: a metagenomic approach

María Guadalupe Reyna García*, Rodrigo Hernández Velázquez, Justo Salvador Hernández Avilés

Abstract

Microorganisms in aquatic ecosystems play a key role in regulating the global carbon cycle through CO₂ fixation via the Calvin–Benson–Bassham (CBB) pathway. In this process, photo- and chemoautotrophs use ATP and NADPH to incorporate CO₂ into ribulose-1,5-bisphosphate (RuBP) through the catalytic activity of the enzyme RubisCO. This study aimed to characterize the microbial diversity associated with the CBB pathway in Lake Atexcac and to assess its contribution to carbon fixation during two contrasting hydrodynamic phases: early stratification (ES) and well-established stratification (WES). Water samples were collected from the epilimnion, metalimnion, and hypolimnion, and genomic DNA was extracted and sequenced at the University of California, Berkeley. Metagenomic analysis allowed the recovery of metagenome-assembled genomes (MAGs) and the prediction of genes related to the CBB pathway. The results showed that *Cyanobacteria* and *Proteobacteria* were the dominant phyla, while *Cyanobiaceae*, *Burkholderiaceae*, *Rhodobacteraceae*, and *Mycobacteriaceae* were the most representative families in both periods. Thermal stratification generated dissolved oxygen and redox potential gradients that significantly influenced the composition and functionality of microbial communities. Organisms with the potential to fix carbon were recorded in all water column strata, indicating that this metabolism is maintained under heterogeneous environmental conditions and is strongly coupled to other biogeochemical cycles. These findings highlight the ecological importance of microbial consortia in sustaining carbon fixation in warm monomictic lakes.

Keywords: Carbon, stratification, metagenomic, layers, gradients.

Contribución de las picocianobacterias en la formación de partículas exopoliméricas transparentes (TEP), en el lago oligo-mesotrófico Atexcac, Puebla

Trejo Flores Luis David*, Hernández Avilés Justo Salvador

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Carrera de Biología, UMIEZ, Laboratorio de Limnoecología.

* E-mail: davidtrejoflores@gmail.com

Resumen

La microbiota acuática libera moléculas exopoliméricas —polisacáridos, proteínas, ácidos nucleicos y lípidos— como respuesta adaptativa al estrés ambiental. Entre ellas destacan las partículas transparentes exopoliméricas (TEP) cuya composición se conforma principalmente de polisacáridos que favorecen la agregación celular, incrementan la sedimentación y funcionan como nichos de intensa actividad microbiana. Este estudio evaluó la dinámica espacio-temporal de las picocianobacterias (Pcy), tanto individuales como en agregados coloniales durante y después del Whiting event y su asociación con la producción de TEP en el lago maar hiposalino Atexcac, ubicado en la Cuenca Oriental de México. Se analizaron parámetros físico-químicos y biológicos para comprender los patrones de producción de TEP y su correlación con la abundancia de Pcy. Los resultados muestran que la abundancia colonial e individual de Pcy mostraron correlaciones positivas y estadísticamente significativas con el TEP. En particular, las células individuales evidenciaron una relación más estrecha con el TEP lo que propició la formación de agregados coloniales, por otro lado, adicionalmente los agregados coloniales estuvieron relacionados al aumento del carbono orgánico total (TOC). La acumulación metalimnética de Pcy y TEP constituye una estrategia adaptativa frente a altos niveles de radiación UVR-PAR, mientras que, bajo condiciones ambientales más favorables, las Pcy se asociaron con mayor biomasa total y menor producción de TEP, sugiriendo un metabolismo más eficiente y orientado a la sostenibilidad celular. Finalmente, la transición trófica, el calentamiento global y fenómenos como El Niño favorecen la proliferación de Pcy modificando las condiciones y estructura ecológicas del ecosistema. Estos hallazgos resaltan la necesidad de monitorear la calidad del agua y sus implicaciones ecológicas a largo plazo en sistemas lacustres hiposalinos como Atexcac.

Palabras clave: Picocianobacterias, whiting event, TEP, estratificación.

Contribution of picocyanobacteria to the formation of transparent exopolymeric particles (TEP) in the oligo-mesotrophic Lake Atexcac, Puebla

Trejo Flores Luis David*, Hernández Avilés Justo Salvador

Abstract

Aquatic microbiota release exopolymeric molecules—polysaccharides, proteins, nucleic acids, and lipids—as an adaptive response to environmental stress. Among these, transparent exopolymeric particles (TEPs) stand out, whose composition consists mainly of polysaccharides that promote cell aggregation, increase sedimentation, and function as niches of intense microbial activity. This study evaluated the spatiotemporal dynamics of picocyanobacteria (Pcy), both individually and in colonial aggregates, during and after the Whiting event and their association with TEP production in the hyposaline maar lake Atexcac, located in the Oriental Basin of Mexico. Physicochemical and biological parameters were analyzed to understand TEP production patterns and their correlation with Pcy abundance. The results show that colonial and individual Pcy abundance showed positive and statistically significant correlations with TEP. In particular, individual cells showed a closer relationship with TEP, which led to the formation of colonial aggregates. On the other hand, colonial aggregates were also related to an increase in total organic carbon (TOC). The metalimnetic accumulation of Pcy and TEP constitutes an adaptive strategy in response to high levels of UVR-PAR radiation, while under more favorable environmental conditions, Pcy was associated with higher total biomass and lower TEP production, suggesting a more efficient metabolism oriented toward cellular sustainability. Finally, trophic transition, global warming, and phenomena such as El Niño favor the proliferation of Pcy by modifying the ecological conditions and structure of the ecosystem. These findings highlight the need to monitor water quality and its long-term ecological implications in hyposaline lake systems such as Atexcac.

Keywords: Phycocyanobacteria, Whiting event, TEP, Stratification.

La vulnerabilidad de ecosistemas de peces en la península de Yucatán. El caso del almirante yucateco, *Cynodonichthys myersi* (Hubbs 1936) (Cyprinodontiformes: Rivulidae)

Armando T. Wakida-Kusunoki^{1,*}, Luis Fernando Del Moral-Flores²

¹ Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuicultura Sustentables, Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera.

² Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Laboratorio de Zoología.

* E-mail: armandowakida@yahoo.com.mx

Resumen

El almirante yucateco, *Cynodonichthys myersi* (Hubbs 1936), es un pequeño pez endémico de la parte norte del estado de Yucatán, su hábitat natural se encuentra en ojos de agua y/o cenotes de superficie piezométrica que consiste en aguas someras y temporales. Por su tamaño corporal y comportamiento críptico, esta especie había pasado desapercibida hasta su redescrición formal en 2025, y su biología es poco conocida. Las poblaciones de esta especie están amenazadas, debido a lo limitado de su hábitat y lo sensible que son a la actividad humana. En la Península de Yucatán, se han venido construyendo grandes obras como la construcción del Tren Maya y la modernización de puertos y carreteras, como es el caso del puerto de Progreso en el estado de Yucatán. Estas obras podrían tener un impacto sobre ecosistemas acuáticos relacionados con este desarrollo. Este trabajo tiene como objetivo determinar la vulnerabilidad de los sitios donde se encuentra presente *C. myersi* en la zona norte del estado de Yucatán. Por lo anterior, durante el período de noviembre de 2024 a agosto de 2025 se realizaron visitas a diferentes lugares, donde se ha reportado la presencia de estos organismos y en potenciales sitios de ocurrencia, para evaluar las fuentes de perturbación que podrían afectar estos lugares. Se encontró que los sitios de presencia de esta especie tienen un alto grado de vulnerabilidad a la actividad humana, ya que estos se encuentran cercanos a caminos que, en algún momento, las actividades de ampliación o mantenimiento podrían poner en peligro esas zonas. Por lo tanto, es necesario implementar acciones que protejan esta especie.

Palabras clave: Rivulidos, peligro de extinción, conservación, territorios kársticos, perturbación de ecosistemas.

Vulnerability of fish ecosystems in the Yucatán Peninsula: The case of the Yucatecan rivulid *Cynodonichthys myersi* (Hubbs, 1936) (Cyprinodontiformes: Rivulidae)

Armando T. Wakida-Kusunoki^{1,*}, Luis Fernando Del Moral-Flores²

Abstract

The Yucatecan rivulid, *Cynodonichthys myersi* (Hubbs, 1936), is a small endemic fish from the northern part of the state of Yucatán. Its natural habitat is found in springs and/or piezometric-surface cenotes consisting of shallow and temporary waters. Due to its small body size and cryptic behavior, this species had gone largely unnoticed until its formal redescription in 2025, and little is known about its biology. Populations of this species are threatened because of their restricted habitat and high sensitivity to human activity. In the Yucatán Peninsula, large-scale projects have been undertaken, such as the construction of the Maya Train and the modernization of ports and highways, including the port of Progreso in Yucatán. These developments may have an impact on aquatic ecosystems associated with this infrastructure. This study aimed to determine the vulnerability of the sites where *C. myersi* occurs in northern Yucatán. Between November 2024 and August 2025, visits were carried out to different locations where the species has been reported, as well as to potential occurrence sites, in order to assess the disturbance sources that could affect these habitats. Results show that the sites where this species occurs are highly vulnerable to human activity, as they are located close to roads where future expansion or maintenance activities could endanger these areas. Therefore, it is necessary to implement conservation actions to protect this species.

Keywords: Rivulids, Endangered species, Conservation, Karstic territories, Ecosystem disturbance.

Innovación en biotecnología de tejidos: uso de piel de tilapia y aloe vera (*Aloe barbadensis*) para el desarrollo de un modelo experimental en el tratamiento de quemaduras

Montserrat Moreno Segovia*, Daniel Gallegos Juan, Alejandro Federico Alva Martínez

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Departamento de Biología de la Reproducción.

* E-mail: morenomontserrat03@gmail.com

Resumen

Las quemaduras representan un grave problema de salud pública a nivel mundial, con más de once millones de afectados al año y altos costos hospitalarios que limitan el acceso a tratamientos efectivos. Los métodos tradicionales como autoinjertos, aloinjertos o apósitos con sulfadiazina de plata presentan complicaciones como regeneración tardía, infecciones y gastos elevados. Ante ello, surge la necesidad de alternativas innovadoras y accesibles. La presente investigación tuvo como objetivo aplicar un nuevo método de esterilización costeable de piel de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), adicionada con aloe vera (*Aloe barbadensis*), para su uso como apósito en el tratamiento de quemaduras. La elección de estos materiales responde a sus propiedades: la piel de tilapia, rica en colágeno y humedad similar a la piel humana, favorece la cicatrización y reduce el dolor; mientras que el aloe vera aporta efectos antiinflamatorios, hidratantes y cicatrizantes. La metodología se desarrolló en laboratorios de la Universidad Autónoma Metropolitana. Se obtuvieron pieles del mercado La Nueva Viga, las cuales fueron seleccionadas, limpiadas, descarnadas, conservadas y esterilizadas bajo distintos protocolos (glicerina, cloro y penicilina). Posteriormente, se realizaron pruebas microbiológicas en medio PDA con adición de aloe vera para identificar la persistencia de microorganismos. Los resultados mostraron crecimiento de hongos como *Fusarium*, *Aspergillus* y *Penicillium* en los protocolos con glicerina y cloro, lo que evidenció una desinfección incompleta. Sin embargo, en el tren de glicerina con penicilina no se observó desarrollo fúngico, lo que sugiere que la combinación de ambos agentes crea un entorno menos favorable para la proliferación microbiana. Se concluye que el protocolo más eficiente fue el de glicerina con penicilina, aunque se requieren estudios adicionales para confirmar la conservación de las propiedades regenerativas de la piel. Este proyecto, denominado *Curifish*, obtuvo el primer lugar en los concursos INNOVA UAMI 2024 y UAM Emprende 2025, consolidándose como una propuesta innovadora en biotecnología de tejidos.

Palabras clave: Xenoinjertos, cicatrización, biomateriales, desinfección, antimicrobianos

Innovation in tissue biotechnology: Use of tilapia skin and aloe vera (*Aloe barbadensis*) for the development of an experimental model in the treatment of burns

Montserrat Moreno Segovia*, Daniel Gallegos Juan, Alejandro Federico Alva Martínez

Abstract

Burn injuries represent a serious global public health problem, with more than eleven million people affected each year and high hospital costs that limit access to effective treatments. Traditional methods such as autografts, allografts, or dressings with silver sulfadiazine present complications such as delayed regeneration, infections, and high expenses. Therefore, there is a need for innovative and accessible alternatives. This research aimed to apply a cost-effective sterilization method for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) skin, combined with aloe vera (*Aloe barbadensis*), for its use as a dressing in burn treatment. The choice of these materials is based on their properties: tilapia skin, rich in collagen and moisture similar to human skin, promotes healing and reduces pain; while aloe vera provides anti-inflammatory, moisturizing, and wound-healing effects. The methodology was carried out in the laboratories of the Universidad Autónoma Metropolitana. Tilapia skins were obtained from La Nueva Viga market, then selected, cleaned, fleshed, preserved, and sterilized under different protocols (glycerin, chlorine, and penicillin). Subsequently, microbiological tests were conducted in PDA medium with added aloe vera to identify the persistence of microorganisms. The results showed fungal growth of *Fusarium*, *Aspergillus*, and *Penicillium* in protocols with glycerin and chlorine, indicating incomplete disinfection. However, in the glycerin with penicillin protocol, no fungal development was observed, suggesting that the combination of both agents created a less favorable environment for microbial proliferation. It is concluded that the most effective protocol was glycerin with penicillin, although further studies are required to confirm the preservation of the skin's regenerative properties. This project, named Curifish, won first place in the INNOVA UAMI 2024 and UAM Emprende 2025 competitions, consolidating itself as an innovative proposal in tissue biotechnology.

Keywords: xenografts, wound healing, biomaterials, disinfection, antimicrobials.

Estudio de *Microcystis aeruginosa* (Cyanophyceae) en un lago urbano de Ciudad Universitaria, México

José Luis Godínez Ortega^{1*}, Laura Peralta Soriano², Rosalba Alonso Rodríguez³, Sebastián Carreto Romero¹, Uriel Illescas Bello¹, Horacio Mena González⁴, Alfonso Lugo Vázquez²

¹ UNAM, Instituto de Biología, Departamento de Botánica, Laboratorio de Ficología

² UNAM, FES Iztacala, Grupo de Investigación en Limnología Tropical, UIICSE.

³ UNAM, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Unidad Académica Mazatlán.

⁴ UNAM, Instituto de Biología, Departamento de Zoología, Laboratorio de Restauración Ecológica.

* E-mail: jlgo@unam.mx

Resumen

Los florecimientos algales han aumentado en frecuencia e intensidad en las últimas décadas. El exceso antropogénico de nutrientes, unido al calentamiento global puede ser la causa. Se desconoce si la cianobacteria *Microcystis*, presente en los lagos de la Cantera Oriente, CDMX, representa un peligro toxicológico para la vida acuática. El objetivo fue caracterizar morfológica, toxicológica, ecológica y molecularmente este florecimiento en el lago Pato Mexicano ubicado en la Cantera Oriente, REPSA, CU. Se realizaron muestreos bimestrales (abril 2024 – marzo 2025) en la zona limnética del lago; se midieron *in situ* las principales variables ambientales, incluyendo nutrientes (nitratos, ortofosfatos y amonio). Se obtuvieron muestras superficiales para la cuantificación celular utilizando citometría de flujo, determinación de microcistinas mediante la prueba ELISA, morfología celular por medio de microscopía de luz y electrónica (MEB, MET), y molecular utilizando el marcador 16S rRNA. Las colonias de *Microcystis* fueron esféricas o alargadas, irregularmente lobuladas y clatradas y el mucílago incoloro y difluente. Las células esféricas ligeramente alargadas o semiesféricas durante la división, con aerotopos observados a través de MET. La población de junio estuvo asociada molecularmente con *Microcystis aeruginosa*. La densidad fue elevada (94222 - 463555 cél/ mL), el valor máximo se presentó en el mes de junio, en la época más cálida. Al parecer, entre agosto y septiembre el florecimiento colapsó, como lo muestran la densidad mucho menor y las concentraciones muy elevadas de fósforo disuelto (7.5 mg/L), amonio (8.4 mg/L) y nitritos (6.0 mg/L), resultado de la descomposición del florecimiento. En noviembre, hubo un repunte menos intenso (309800 cél/mL). Durante la época de mayor abundancia, la concentración de microcistina fue baja (0.35 µg/L). Se concluye que *M. aeruginosa* de la Cantera Oriente no es muy tóxico, pero sus elevadas densidades representan un peligro cuando se convierte en materia orgánica en descomposición.

Palabras clave: Taxonomía, filogenia, cianobacteria, eutrofización

Study of *Microcystis aeruginosa* (Cyanophyceae) in an urban lake at Ciudad Universitaria, Mexico

José Luis Godínez Ortega^{1*}, Laura Peralta Soriano², Rosalba Alonso Rodríguez³, Sebastián Carreto Romero¹, Uriel Illescas Bello¹, Horacio Mena González⁴, Alfonso Lugo Vázquez²

Abstract

Algal blooms have increased in frequency and intensity in recent decades. Anthropogenic excess of nutrients, coupled with global warming, may be the cause. It is unknown whether the cyanobacterium *Microcystis*, present in the lakes of the Cantera Oriente, Mexico City, represents a toxicological hazard to aquatic life. The objective was the morphological, toxicological, ecological, and molecular characterization of the bloom in Lake Pato Mexicano, located in the Cantera Oriente, REPSA, CU. Bimonthly sampling was carried out (April 2024–March 2025) in the limnetic zone of the lake; the main environmental variables, including nutrients (nitrates, nitrites, orthophosphates, and ammonium), were measured in situ. Surface samples were obtained for cell quantification using flow cytometry, microcystin determination by ELISA, cellular morphology by light and electron microscopy (SEM, TEM), and molecular morphology using the ribosomal marker 16S rRNA. *Microcystis* colonies were spherical or elongated, irregularly lobed and clathrated, and the mucilage was colorless and diffluent. The spherical cells were slightly elongated or hemispherical during division, with aerotopes observed through TEM. The June population was molecularly associated with *Microcystis aeruginosa*. The abundance was high (94222 - 463555 cells/mL), the maximum value occurring in June, the warmest season. Apparently, between August and September, the bloom collapsed, as shown by the minimum abundance, and very high concentrations of dissolved phosphorus (7.5 mg/L), ammonium (8.4 mg/L), and nitrite (6.0 mg/L), resulting from bloom decomposition. In November, there was a less intense rebound (309,800 cells/mL). During the period of highest abundance, microcystin concentrations were low (0.35 µg/L). It is concluded that *M. aeruginosa* from the Cantera Oriente is not considerably toxic; however, its high abundance can pose a hazard when it decomposes as dead organic matter.

Keywords: cyanobacteria, bloom, toxicity, microcystin,

Calidad de ambientes ribereños a partir del índice QBR, y su relación con la calidad del agua e infiltración

Vazquez Tapia L. I.*, Guerra Hernández E. A.

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

* E-mail: laura_vazquez99@comunidad.unam.mx

Resumen

Los ecosistemas ribereños son sitios de interacción que generan servicios ambientales como la provisión e infiltración de agua, la oxigenación y captura de carbono a partir de la vegetación y favorecen intercambio de energía, materia y nutrientes. Son sistemas que tienden a la degradación por causas, como el cambio de uso de suelo y la contaminación de arroyos y ríos, que afectan la disponibilidad de estos servicios. Identificar el estado de la ribera es fundamental para la conservación de estos ambientes, este trabajo tiene como objetivos evaluar el índice de calidad ribera (QBR) y su relación con la infiltración y la calidad del agua en la subcuenca del Río Nexapa. Se seleccionaron nueve sitios de estudio donde se registró pH, DQO, oxígeno disuelto (OD), alcalinidad, dureza total, sólidos disueltos e infiltración y QBR. De cinco clasificaciones de calidad que abarca el índice, se ven representadas cuatro, de las cuales una representa la ribera en estado natural; tres presentan una zona ribereña con buena calidad ligeramente perturbada y agua con menor concentración salina; dos sitios muestran alteración incipiente con calidad aceptable de ribera y agua con mayor proporción de sólidos disueltos; tres sitios presentan fuerte alteración con mala calidad de ribera y agua contaminada por descargas residuales crudas (CONAGUA, 2021). La DQO, dureza total, pH, sólidos disueltos e infiltración presentaron variaciones significativas en sitios con diferente calidad de ribera, sin embargo, el OD y la alcalinidad no presentaron cambios significativos (95.0% confianza). Las tasas de infiltración más bajas se asociaron con mayores valores de QBR, esto muestra una relación inversa entre ambos indicadores, debido a la presencia de vegetación y hidrofobicidad del suelo en las zonas marginales del cauce. La correspondencia entre los sólidos sedimentables y el QBR fue inversa, lo que sucede debido a que las zonas con calidad de ribera elevada funcionan como filtros eficientes para la retención de partículas de las zonas aledañas. Existe estrecha relación entre la DQO y el QBR; cuatro de las nueve localidades de muestreo presentan coincidencia en la clasificación de ambos parámetros. Tres cuentan con excelente calidad hídrica y de ribera y uno se clasifica como contaminado. Sin embargo, la variación entre las categorías que dan los dos parámetros se explica por procesos en curso que se llevan a cabo entorno al río y que generan modificaciones en la ribera y no se ven reflejados en el agua de manera inmediata.

Financiamiento Proyecto DGAPA-PAPIME PE-205023 UNAM.

Palabras clave: QBR, ribera, vegetación, lóticos, Iztaccíhuatl-Popocatepetl, calidad.

Riparian habitat quality based on the QBR index and its relationship with water quality and infiltration

Vazquez Tapia L. I.*, Guerra Hernández E. A.

Abstract

Riparian ecosystems are interactive zones that provide essential environmental services such as water provision and infiltration, oxygen production and carbon capture through vegetation, and the exchange of energy, matter, and nutrients. These systems are prone to degradation due to factors such as land-use change and the pollution of streams and rivers, which compromise the availability of these services. Identifying the condition of riparian zones is fundamental for the conservation of these environments. This study aimed to assess the Riparian Quality Index (QBR) and its relationship with water quality and infiltration in the Nexapa River sub-basin. Nine study sites were selected where pH, COD, dissolved oxygen (DO), alkalinity, total hardness, dissolved solids, infiltration, and QBR were recorded. Of the five quality categories encompassed by the index, four were represented: one site corresponded to a natural riparian state; three showed good-quality riparian zones with slight disturbance and water with lower salinity; two sites exhibited incipient alteration with acceptable riparian quality and higher concentrations of dissolved solids; and three sites displayed severe alteration, poor riparian quality, and water polluted by raw wastewater discharges (CONAGUA, 2021). COD, total hardness, pH, dissolved solids, and infiltration showed significant variation among sites with different riparian quality, while DO and alkalinity did not show significant changes (95% confidence). Lower infiltration rates were associated with higher QBR values, indicating an inverse relationship between both indicators, attributed to the presence of vegetation and soil hydrophobicity in marginal areas of the channel. Likewise, the relationship between settleable solids and QBR was inverse, as riparian zones with higher quality function as efficient filters for retaining particles from adjacent areas. A strong relationship was found between COD and QBR: four of the nine sampling sites coincided in classification for both parameters. Three exhibited excellent water and riparian quality, while one was classified as polluted. However, discrepancies between categories given by both parameters can be explained by ongoing processes occurring around the river that modify riparian zones but are not immediately reflected in the water.

Funding: DGAPA-PAPIME Project PE-205023, UNAM.

Keywords: QBR, riparian zone, vegetation, lotic systems, Iztaccíhuatl–Popocatépetl, quality.

Nota: Este resumen fue traducido al inglés con la asistencia de ChatGPT (OpenAI, 2025).

Evaluación de la presencia de compuestos con efectos tóxicos, neurotóxicos y genotóxicos en los sedimentos de la cuenca baja del río Papaloapan, Veracruz, México

Alma Sobrino-Figueroa^{1*}, Alberto Pérez Rojas², Sergio Álvarez Hernández³

¹ Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Departamento de Hidrobiología. Laboratorio Alejandro Villalobos.

² Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Departamento de Hidrobiología. Laboratorio. De Geología y Limnología.

³ Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Departamento de Hidrobiología. Laboratorio de Ficología aplicada.

* Email: coco@xanum.uam.mx

Resumen

El río Papaloapan es un sistema importante en nuestro país, que recibe un suministro continuo de compuestos tóxicos debido a las actividades industriales, agrícolas y ganaderas que se desarrollan en sus riberas. En este estudio, se evaluó la presencia de compuestos con efectos tóxicos, neurotóxicos y genotóxicos en los sedimentos del lecho del río y sistemas asociados, para detectar las áreas con mayor grado de contaminación. Se recolectaron 10 muestras en la parte final del río (18° 18' - 18° 47' N y 95° 44' - 95° 51' O) durante cinco años (2016, 2018, 2019, 2022 y 2023). Se evaluaron los siguientes parámetros de las muestras: pH, sulfuros volátiles, amonio, materia orgánica, carbono orgánico, conductividad y textura. La toxicidad de los sedimentos se determinó mediante bioensayos (*Daphnia magna* y *Pseudokirchneriella subcapitata* en agua dulce, y *Artemia franciscana* y *Tetraselmis suecica* en ambientes salobres y marinos). La genotoxicidad se evaluó con la prueba *SOS-Chromotest* y el efecto neurotóxico con un ensayo *in vitro*. La información generada se integró en un análisis multivariado para determinar el grado de contaminación de los sedimentos. Los sedimentos con mayor toxicidad se obtuvieron de las zonas cercanas a la Cd. de Tlacotalpan y en la laguna Embarcadero; en estos sitios, los sedimentos también presentaron efectos genotóxicos y neurotóxicos. Se observó una relación directa entre la toxicidad y las concentraciones de amonio y la conductividad. El efecto genotóxico se relacionó con los niveles de materia orgánica. Asimismo, se observó un aumento en la toxicidad y genotoxicidad de los sedimentos en 2023. Las zonas con mayor grado de contaminación fueron la laguna Embarcadero y las zonas adyacentes a la Cd. de Tlacotalpan y la desembocadura del río.

Palabras clave: Río Papaloapan, Sedimentos, Toxicidad, Neurotoxicidad, Genotoxicidad.

Assessment of the presence of compounds with toxic, neurotoxic, and genotoxic effects in the sediments of the lower Papaloapan River basin, Veracruz, Mexico

Alma Sobrino-Figueroa^{1*}, Alberto Pérez Rojas², Sergio Álvarez Hernández³

Abstract

The Papaloapan River is an important river system in our country. This system receives a continuous supply of toxic compounds due to the industrial, agricultural, and livestock activities that take place along its banks. In this study, the presence of compounds with toxic, neurotoxic, and genotoxic effects in the sediments of the riverbed and associated systems was evaluated to detect the areas with the highest degree of contamination. Ten samples were collected in the final section of the river (18° 18' - 18° 47' N and 95° 44' - 95° 51' W) for five years (2016, 2018, 2019, 2022, and 2023). The following parameters were evaluated in the samples: pH, volatile sulfides, ammonium, organic matter, organic carbon, conductivity, and texture. Sediment toxicity was determined using bioassays (*Daphnia magna* and *Pseudokirchneriella subcapitata* in freshwater, and *Artemia franciscana* and *Tetraselmis suecica* sp. in brackish and marine environments). Genotoxicity was assessed using the *SOS-Chromotest*, and neurotoxicity was evaluated using an *in vitro* assay. The information generated was integrated into a multivariate analysis to determine the degree of sediment contamination. The most toxic sediments were obtained from areas near Tlacotalpan city and Embarcadero Lagoon; at these sites, the sediments also exhibited genotoxic and neurotoxic effects. A direct relationship was observed between toxicity and ammonium concentrations and conductivity. The genotoxic effect was related to organic matter levels. Likewise, an increase in sediment toxicity and genotoxicity was observed in 2023. The areas with the highest levels of contamination were Embarcadero Lagoon and the areas adjacent to the city of Tlacotalpan and the river mouth.

Keywords: Papaloapan River, Sediments, Toxicity, Neurotoxicity, Genotoxicity.

¿El circuito microbiano está controlado por nutrimentos inorgánicos?

Miroslav Macek^{1*}, Rocío Jezabel Alcántara-Hernández², Javier Alcocer¹, Martín Merino Ibarra³, Gloria Vilaclara¹

¹ FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalnepantla 54090, Mexico

² Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico City 04510, Mexico

³ Unidad Académica de Ecología y Biodiversidad Acuática, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico City 04510, Mexico

* E-mail: mirek@unam.mx

Resumen

Se han estudiado los componentes del circuito microbiano en un lago cráter hiposalino monomítico, Alchichica (Puebla / Veracruz, México) desde 1998 (bacterioplancton), 2000 (picocianobacterias), 2003 (ciliados) y 2016 (identificación molecular). Los estudios anteriores se centraron en la oxiclina/hipolimnión anóxico, pero ahora adicionamos un análisis de nutrimentos (1999-2019). Para generalizar el patrón anual, se aplicó el método de mediana y rango intercuartílico; los datos faltantes a profundidades de oxígeno disuelto de 1 y 0.2 mg/L (límites microaerobios y anaerobios) se interpolaron linealmente y se calcularon promedios ponderados dentro de cada capa. El plancton está estrictamente limitado por nitrógeno; el fósforo reactivo disuelto (DRP) no varía mucho durante todo el año en comparación con el nitrógeno inorgánico disuelto (DIN). Los datos de clorofila *a in situ* revelan que se desarrolla un pico de fitoplancton durante la mezcla (aproximadamente en enero), acompañado de una disminución del DIN, y es seguido por el crecimiento de bacterias y picocianobacterias. Casi todos los años, el crecimiento de una cianobacteria filamentosa *Nodularia aff. spumigena* enriquece la columna de agua con nitrógeno. Aparentemente, la estratificación del lago (desde abril-mayo) promueve la nitrificación y el nitrato, abundante en la oxiclina situada dentro o debajo de la termoclina, podría inhibir posibles vías anaerobias del picoplancton, aunque el nivel de OD caiga a cero. El mínimo de nitrato y nitrito en la oxiclina (septiembre-octubre) coincide con la aparición de bacterias fotosintéticas anoxigénicas del azufre de géneros *Thiocapsa* y *Chlorobium*, y ciliados estrictamente anaerobios. Concentraciones de los nutrimentos inorgánicos medidas en el momento deben regular cinéticamente las tasas de crecimiento específicas. Aún así, no están directamente relacionadas con la biomasa del circuito microbiano, que responde al crecimiento del fitoplancton, ya sea durante la mezcla o en la oxiclina y/o por debajo del máximo profundo de clorofila *a*.

Palabras clave: Datos a largo plazo, Nutrientes, Bacterioplancton, Picocianobacterias, Ciliados

Is microbial loop controlled by inorganic nutrients?

Miroslav Macek^{1*}, Rocío Jezabel Alcántara-Hernández², Javier Alcocer¹, Martín Merino Ibarra³, Gloria Vilaclara¹

Abstract

We have been studying the components of the microbial food web in a monomictic hypersaline crater lake Alchichica (Puebla / Veracruz, Mexico), since 1998 (bacterioplankton), 2000 (picocyanobacteria), 2003 (ciliates), followed by molecular identification (2005 FISH, 2008 CARD-FISH, 2016 next-generation sequencing; functional gene quantifications). Previous studies have targeted the oxycline/anoxic hypolimnion, but we have enriched it with a review of nutrients (1999-2019) for the presented research. To generalise the annual pattern, the median/interquartile range method was applied; the lacking depths of dissolved oxygen of 1 and 0.2 mg/L, i.e. microaerobic and anaerobic limits were linearly interpolated, and weighted averages within the layers were calculated. The lake plankton is strictly nitrogen-limited (even more, considering the total phosphorus concentration, which is not available in all years); dissolved reactive phosphorus, DRP, does not vary much year-round compared to the dissolved inorganic nitrogen, DIN. The *in situ* chlorophyll *a* data reveal that a phytoplankton peak begins during mixing (approximately January), accompanied by a decrease in DIN, and is followed not immediately by the growth of bacteria and picocyanobacteria. Almost every year, filamentous cyanobacterium *Nodularia* aff. *spumigena* blooms enrich the water column with nitrogen. Apparently, the lake stratification (since April-May) promotes nitrification and nitrate, abundant in the oxycline situated within or below the thermocline, could inhibit possible anaerobic pathways of picoplankton, even though the dissolved oxygen level dropped to zero. The minimum of nitrate and nitrite in the oxycline (September-October) coincides with the occurrence of anoxygenic photosynthetic sulphur bacteria of the genera *Thiocapsa* and *Chlorobium*, and strictly anaerobic ciliates. In-the-moment measured concentrations of dissolved inorganic nutrients should kinetically control the specific growth rates. Still, they are not directly related to the biomass of the microbial loop, which responds to the growth of phytoplankton, either during mixing or in the oxycline and/or below the deep chlorophyll maximum.

Keywords: Long-term data, Nutrients, Bacterioplankton, Picocyanobacteria, Ciliates

Comportamiento de la biomasa planctónica en un lago urbano después de un programa de restauración

**Laura Peralta Soriano¹*, Catriona Andrea Zúñiga Ramos², Marco Antonio Escobar Oliva²,
María Guadalupe Oliva Martínez², María del Rosario Sánchez Rodríguez¹, Alfonso Lugo
Vázquez¹**

¹ UNAM, FES Iztacala. Grupo de Investigación en Limnología Tropical, UIICSE

² UNAM, FES Iztacala. Carrera de Biología.

* E-mail: sorial@unam.mx

Resumen

Los lagos urbanos suelen ser muy eutróficos. Una forma común, pero ineficiente de mejorar sus condiciones es el dragado de los sedimentos. En el año 2012, el Lago Tezozómoc, Azcapotzalco, CDMX, hipertrófico, fue vaciado, dragado, reparado del fondo y vuelto a llenar. Dos meses después del llenado, se inició un monitoreo de las condiciones ambientales y biológicas del lago con 16 muestreos quincenales, incluyendo los nutrimentos y fitoplancton, protozooplancton y zooplancton (rotíferos y microcrustáceos) en tres puntos a lo largo del lago. Se identificaron y cuantificaron las especies presentes y se calculó su biovolumen, y luego el contenido de carbono. Se observaron dos épocas claramente diferenciadas: la primera (agosto-noviembre de 2012) hubo menos clorofila *a*, bajo fósforo y altos nitratos. El fitoplancton, dominado por las cianobacterias *Pseudoanabaena limnetica*, tuvo valores menores de biomasa (2.15-9.84 mg C L⁻¹) mientras los protistas ciliados (0.18-1.93 mg·C·L⁻¹), el copépodo *Acanthocyclops americanus* (0.15-1.49 mg·C·L⁻¹) y los cladóceros *Moina macrocopa* y *Daphnia pulex* (0-2.24 mg·C·L⁻¹) se alternaron en el dominio de la biomasa del zooplancton. Los rotíferos fueron prácticamente inexistentes. A partir de enero de 2013, el lago mostró claramente la tendencia a regresar a una fuerte eutrofia y los valores de biomasa aumentaron significativamente en casi todos los grupos: el fitoplancton dominado por clorofitas (5.32-16.5 mg·C·L⁻¹), ciliados (1.11-7.81 mg·C·L⁻¹), rotíferos (0.009-0.23 µg·C·L⁻¹) y los copépodos (0.35-2.41 mg·C·L⁻¹), mientras la biomasa de cladóceros disminuyó fuertemente (0-0.11 mg C L⁻¹). La transparencia disminuyó, al igual que los nitratos, pero el fósforo reactivo y la clorofila *a* aumentaron. Se concluye que la rehabilitación del Lago Tezozómoc tuvo un éxito muy moderado y rápidamente el lago se encaminó de nuevo a las condiciones hipertróficas, inducidas por el agua tratada secundariamente con la que fue llenado.

Palabras clave: dragado, cianobacteria, hipertrofia

Plankton biomass dynamics in an urban lake after a restoration program

Laura Peralta Soriano^{1*}, Catriona Andrea Zúñiga Ramos², Marco Antonio Escobar Oliva²,
María Guadalupe Oliva Martínez², María del Rosario Sánchez Rodríguez¹, Alfonso Lugo
Vázquez¹

Abstract

Urban lakes are often highly eutrophic. A common but inefficient method for improving their condition is sediment dredging. In 2012, Lake Tezozómoc, located in Azcapotzalco, Mexico City, and characterized by hypertrophic conditions, was drained, dredged, repaired at the bottom, and refilled. Two months after refilling, a monitoring program of the lake's environmental and biological conditions began, consisting of 16 biweekly samplings. These included measurements of nutrients, phytoplankton, protozooplankton, and zooplankton (rotifers and microcrustaceans) at three sampling sites along the lake. Species were identified and quantified, and their biovolume and carbon content were calculated. Two clearly distinct periods were observed: during the first one (August–November 2012), chlorophyll *a* concentrations were lower, phosphorus was scarce, and nitrate levels were high. The phytoplankton, dominated by the cyanobacteria *Pseudoanabaena limnetica*, showed low biomass values (2.15–9.84 mg C L⁻¹), while ciliate protists (0.18–1.93 mg C L⁻¹), the copepod *Acanthocyclops americanus* (0.15–1.49 mg C L⁻¹), and the cladocerans *Moina macrocopa* and *Daphnia pulex* (0–2.24 mg C L⁻¹) alternated in dominance of the zooplankton biomass. Rotifers were practically absent. From January 2013 onwards, the lake showed its tendency to return to a hypertrophic state, with a significant increase in biomass across nearly all groups: phytoplankton, dominated by chlorophytes (5.32–16.5 mg C L⁻¹), ciliates (1.11–7.81 mg C L⁻¹), rotifers (0.009–0.23 µg C L⁻¹), and copepods (0.35–2.41 mg C L⁻¹), while cladoceran biomass markedly decreased (0–0.11 mg C L⁻¹). Water transparency declined in tandem with nitrate concentrations, whereas reactive phosphorus and chlorophyll *a* levels increased. It is concluded that the rehabilitation of Lake Tezozómoc achieved only limited success, as the system quickly returned to hypertrophic conditions driven by the secondary-treated water used for refilling.

Keywords: dredging, cyanobacteria, hypertrophy

Hallazgo y caracterización de genes mitocondriales candidatos mediante IA en copépodos lacustres del grupo *Leptodiptomus sicilis*

José Arturo Alcántara-Rodríguez^{1*}, Javier Urban-Olivares², Elizabeth Ortega-Mayagoitia¹,
Jorge Ciros-Pérez¹

¹ Laboratory of Evolutionary Biology of Plankton, Tropical Limnology Group – UIICSE, División de Investigación y Posgrado, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalnepantla de Baz, Edo. de México, 54090, México

² Posgrado en Ciencias Biológicas, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalnepantla de Baz, Edo. de México, 54090, México

*E-mail: jarturo.alcantara@iztacala.unam.mx

Resumen

Los copépodos son un grupo fundamental en los ecosistemas acuáticos epicontinentales, actuando como vínculo entre los productores primarios y los niveles superiores de la red trófica. Comprender su biología a nivel molecular es crucial, ya que sus genes determinan sus rasgos fenotípicos, así como las tolerancias fisiológicas que permiten a los individuos persistir frente a los retos ambientales, definiendo así sus adaptaciones. El auge de la secuenciación masiva y las herramientas bioinformáticas nos brindan una oportunidad sin precedentes para explorar esta biología evolutiva, revelando y entendiendo mecanismos genéticos que desafían los paradigmas establecidos. El genoma mitocondrial (mitogenoma) de los metazoos es un modelo clásico de economía evolutiva, definido por un conjunto canónico altamente conservado de 13 genes codificantes. Nuestro estudio en los copépodos lacustres *Leptodiptomus* grupo *sicilis* revela una extraordinaria excepción a esta regla. Se encontró que estos organismos poseen el mitogenoma más grande reportado en Copepoda (>36,000 pb), una anomalía explicada por la expansión masiva de sus Regiones No Codificantes (NCRs). El hallazgo más significativo es que estas regiones parecen no ser inertes; por el contrario, albergan regiones codificantes no canónicas con evidencia de actividad transcripcional, identificados como marcos de lectura abiertos (ORFs) que codifican secuencias proteicas previamente desconocidas en el reino animal desafiando los paradigmas establecidos. Para validar el potencial funcional de estos ORFs, se empleó el modelo de Inteligencia Artificial AlphaFold2 para predecir sus estructuras proteicas. Los modelos resultantes predicen estructuras proteicas estables y con plegamientos complejos, constituyendo una fuerte evidencia de que son funcionalmente activas y revelan regiones codificantes de proteínas candidatas. Este descubrimiento de un repertorio genético mitocondrial expandido sugiere que *L. grupo sicilis* posee herramientas moleculares únicas. Así, este trabajo revela que el mitogenoma de estos copépodos ha evolucionado de manera no convencional, abriendo una nueva frontera para investigar su papel funcional y origen evolutivo a nivel molecular y ecológico.

Palabras clave: Genómica evolutiva, Copépodos, Genes candidatos, mitogenoma, Inteligencia Artificial

Finding and characterization of candidate mitochondrial genes by AI in lacustrine copepods of the *Leptodiaptomus sicilis* group

José Arturo Alcántara-Rodríguez^{1*}, Javier Urban-Olivares², Elizabeth Ortega-Mayagoitia¹,
Jorge Ciros-Pérez¹

Abstract

Copepods are a fundamental group in epicontinental aquatic ecosystems, acting as a link between primary producers and higher levels of the food web. Understanding their biology at the molecular level is crucial, as their genes determine their phenotypic traits and the physiological tolerances that allow individuals to persist in the face of environmental challenges, thus defining their adaptations. The rise of high-throughput sequencing and bioinformatic tools provides an unprecedented opportunity to explore this evolutionary biology, revealing and understanding genetic mechanisms that challenge established paradigms. The mitochondrial genome (mitogenome) of metazoans is a classic model of evolutionary economy, defined by a highly conserved canonical set of 13 protein-coding genes. Our study on the lacustrine copepod *Leptodiaptomus sicilis* group reveals an extraordinary exception to this rule. These organisms were found to possess the largest mitogenome reported in Copepoda (>36,000 bp), an anomaly explained by the massive expansion of their Non-Coding Regions (NCRs). The most significant finding is that these regions appear not to be inert; on the contrary, they harbor non-canonical coding regions with evidence of transcriptional activity, identified as open reading frames (ORFs) that encode previously unknown protein sequences in the animal kingdom, challenging established paradigms. To validate the functional potential of these ORFs, the Artificial Intelligence model AlphaFold2 was used to predict their protein structures. The resulting models predict stable protein structures with complex folds, constituting strong evidence that they are functionally active and revealing candidate protein-coding regions. This discovery of an expanded mitochondrial genetic repertoire suggests that the *L. sicilis* group possesses unique molecular tools. Thus, this work reveals that the mitogenome of these copepods has evolved in an unconventional manner, opening a new frontier to investigate its functional role and evolutionary origin at the molecular and ecological levels.

Keywords: Evolutionary genomics, Copepods, Candidate genes, mitogenome, Artificial Intelligence

Criptomonadas reemplazan diatomeas en el máximo profundo de clorofila en el lago Alchichica

Miroslav Macek^{1*}, Gloria Vilaclara-Fatjó¹, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez¹, Rocío Jezabel Alcántara-Hernández²

¹ Grupo de Investigación en Limnología Tropical (GILT), UIICSE, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. De los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, CP 54090

² Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México City 04510, México

* Email: mmacek@live.co.uk

Resumen

Desde 2003 se ha estudiado el patrón estacional y de estratificación de los principales componentes del circuito microbiano en un lago cráter hiposalino monomíctico, Alchichica (Puebla, México). Los estudios se han centrado en la oxiclina y en el hipolimnion anóxico, relacionados con el máximo profundo de clorofila *a* (DCM). El fitoplancton dominante en biomasa siempre ha sido *Cyclotella alchichicana*, que aparentemente se encontraba en diferentes estados de actividad. Alrededor y a unos metros debajo del DCM se encontraban ciliados microaerófilos y/o anaerobios que se alimentan de nanoalgas (géneros *Monoraphidium* y *Picochlorum*) y picocianobacterias. Sin embargo, desde julio de 2025, se ha registrado un cambio drástico en la composición y biomasa del fitoplancton. En lugar de las diatomeas, se observaron criptomonadas que no se habían detectado en números elevados anteriormente, alcanzando cantidades de 5×10^3 individuos/mL en agosto y 2×10^4 en septiembre. En términos de biomasa volumétrica, las criptomonadas equivalen e incluso rebasan la biomasa de las diatomeas, al comparar con observaciones anteriores. Su aparición en julio estuvo acompañada de ciliados colpódidos (por confirmar) y del habitual *Euplotes euryhalinus*, que alcanzó su máxima abundancia en agosto junto con el anaerobio *Spirostomum teres*. Las criptomonadas alcanzaron su máximo en septiembre, en la bien definida oxiclina, y además de inhibir a las diatomeas, también limitaron el desarrollo de las picocianobacterias en el DCM. Fuera del notorio incremento de temperatura en la profundidad, con una concentración de oxígeno disuelto de 1 mg/L, que pasó de menos de 15 °C en 2003 a más de 16 °C desde 2022, no hemos identificado hasta ahora qué factores influyen en este cambio. Todo parece indicar que las criptomonadas van a seguir dominando el DCM hasta el final de la estratificación. Tras dos décadas de estudio, este fenómeno obliga por primera vez a abandonar la idea, sostenida en nuestras publicaciones, de que “a diferencia de otros ambientes con hipolimnion o monimolimnion anóxico, las criptomonadas no dominan en la zona del límite de oxígeno en el lago Alchichica”.

Palabras clave: *Cyclotella alchichicana*, fitoplancton, ciliados, estratificación, anoxia.

Cryptomonads replaced diatoms in the deep chlorophyll maximum of Lake Alchichica

Miroslav Macek^{1*}, Gloria Vilaclara-Fatjó¹, Cristian Alberto Espinosa-Rodríguez¹, Rocío Jezabel Alcántara-Hernández²

Abstract

The seasonal and stratification patterns of all the main components of the microbial loop have been studied in a monomictic hyposaline crater lake, Alchichica (Puebla, Mexico). Particularly, the studies were focused on oxycline and anoxic hypolimnion, which are linked to the deep maximum of chlorophyll *a* (DCM). *Cyclotella alchichicana* consistently dominated the phytoplankton biomass, appearing in different states of activity. Microaerophilic and/or anaerobic ciliates, which feed on nanoalgae (genera *Monoraphidium*, *Picochlorum*) and picocyanobacteria, were located around and a few meters below the DCM. Since July 2025, a drastic change in phytoplankton has been recorded. Instead of diatoms, cryptomonads not previously found in high numbers were observed (reaching 5×10^3 cells/mL and 2×10^4 cells/mL in August and September, respectively). In terms of volumetric biomass, cryptomonads already equal or even exceed the biomass of the diatoms observed previously. Its appearance in July was accompanied by colpodid ciliates (to be confirmed) and the usual *Euplotes euryhalinus*, which reached its maximum abundance in August, along with the anaerobic *Spirostomum teres*. Cryptomonads peaked in September in the well-defined oxycline and, in addition to inhibiting diatoms, also limited the development of picocyanobacteria in DCM. Apart from the notable increase in temperature at a dissolved oxygen concentration of 1 mg/L, from $<15^\circ\text{C}$ in 2003 to $>16^\circ\text{C}$ since 2022, we have not yet identified the cause of this change. After two decades of study, this phenomenon forces us to abandon the idea, supported in our articles, that "unlike other environments with anoxic hypolimnion or monimolimnion, cryptomonads do not dominate at the oxygen limit in Lake Alchichica".

Keywords: *Cyclotella alchichicana*, phytoplankton, ciliates, stratification, anoxia.

Transformaciones en la morfometría del Lago de Pátzcuaro posiblemente vinculadas al desarrollo de hoyas de agua

Gerardo Ruiz Sevilla, Gloria Lariza Ayala Ramírez, Martha Beatriz Rendón López, Mara Lizeth Ruiz Ayala, Irlanda Jacqueline Rendón Guzmán, Alberto Gómez-Tagle Sánchez

Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Laboratorios de Ciencias de la Tierra y Ecología Acuática, Morelia, Michoacán

* E-mail: gruizs@umich.mx

Resumen

La cuenca del Lago de Pátzcuaro enfrenta transformaciones significativas en su morfometría lacustre, resultado de la presión hídrica asociada a la expansión agrícola y a la proliferación de hoyas de captación. Este trabajo tiene como propósito evaluar cómo estas infraestructuras han incidido en las variaciones de nivel, superficie y profundidad del lago entre 2001 y 2024. Para ello, se compararon batimetrías correspondientes a ambos periodos y se llevó a cabo la identificación de aproximadamente 1,000 hoyas mediante interpretación de imágenes satelitales (Google Earth Pro v. 7.3.3.7721) y análisis en ArcGIS 10.5. El volumen de almacenamiento se estimó con fichas técnicas de SAGARPA (2017) y modelación hidrológica en R Studio. El levantamiento batimétrico más reciente se realizó con ecosonda de haz simple y GPS diferencial, y los cálculos de superficies y volúmenes se efectuaron a partir de modelos digitales. Los resultados muestran una disminución aproximada del 35% en el volumen lacustre y la pérdida de 1,735 ha de superficie, acompañadas por reducciones en profundidad relativa y desconexión de islas. El volumen retenido en las hoyas supera 1 millón de m³, lo que limita la recarga superficial hacia el lago. Estos hallazgos permiten comprender la interacción entre la dinámica agrícola y el sistema lacustre, y resaltan la necesidad de fortalecer estrategias de gestión hídrica que favorezcan la sustentabilidad de la cuenca.

Palabras clave: batimetría, morfometría lacustre, recarga superficial, análisis SIG, gestión hídrica

Transformations in the morphometry of Lake Patzcuaro possibly linked to the development of water basins

Gerardo Ruiz Sevilla, Gloria Lariza Ayala Ramírez, Martha Beatriz Rendón López, Mara Lizeth Ruiz Ayala, Irlanda Jacqueline Rendón Guzmán, Alberto Gómez-Tagle Sánchez

Abstract

The Lake Pátzcuaro basin is undergoing significant changes in its lake morphometry as a result of water pressure associated with agricultural expansion and the proliferation of catchment basins. The purpose of this study is to evaluate how these infrastructures have affected variations in the lake's level, surface area, and depth between 2001 and 2024. To this end, bathymetric data for both periods were compared, and approximately 1,000 catchment basins were identified through satellite image interpretation (Google Earth Pro v. 7.3.3.7721) and analysis in ArcGIS 10.5. The storage volume was estimated using technical data sheets from SAGARPA (2017) and hydrological modeling in R Studio. The most recent bathymetric survey was carried out using a single-beam echo sounder and differential GPS, and surface and volume calculations were made using digital models. The results show an approximate 35% decrease in lake volume and a loss of 1,735 ha of surface area, accompanied by reductions in relative depth and disconnection of islands. The volume retained in the basins exceeds 1 million m³, which limits surface recharge to the lake. These findings provide insight into the interaction between agricultural dynamics and the lake system, and highlight the need to strengthen water management strategies that promote the sustainability of the basin.

Keywords: bathymetry, lake morphometry, surface recharge, GIS analysis, water management

Aves acuáticas en humedales del APRN Texcoco como indicadores de resiliencia ecológica

Patricia Ramírez-Bastida ^{1*}, Nohemi Dimas-Flores ², Leopoldo Daniel Vázquez-Reyes¹ Francisco Alberto Rivera-Ortiz ²

¹ Carrera de Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalnepantla de Baz, Edo. de México, México

² División de Investigación y Posgrado, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalnepantla de Baz, Edo. de México.

* E-mail: rbastida@unam.mx

Resumen

El Área de protección de Recursos Naturales Lago de Texcoco (APRNLT) colinda con el área urbana más extensa de México. Este espacio funciona como zona de regulación hidrológica del área metropolitana y hábitat para aves acuáticas, tanto migratorias como residentes. Cuenta con humedales artificiales y permanentes, así como planicies inundables temporales. En este estudio se realizaron monitoreos periódicos de las características generales del agua y de las variaciones en la abundancia de aves durante 22 meses. Desde 2023 se han registrado 79 especies de aves acuáticas, incluyendo al menos 12 especies residentes-reproductoras como *Himantopus mexicanus* y *Recurvirostra americana*. Además, el área es una zona relevante de anidación de *Anarhynchos nivosus*, especie en riesgo a nivel internacional. También se identificaron especies que utilizan los cuerpos de agua como zona de invernación, siendo *Spatula clypeata* y *Oxyura jamaicensis* las más abundantes. Otras especies emplean el sitio como escala durante su migración hacia Sudamérica (e.g., *Phalaropus tricolor*, *Calidris bairdii*). La presencia de las aves en los humedales varía en función de las condiciones del agua y la disponibilidad de recursos. Los cuerpos de agua permanentes se mantienen hipereutróficos la mayor parte del año, con salinidades relativamente bajas, mientras que los humedales someros son eutróficos y muestran mayor fluctuación en salinidad. Se ha observado que estos últimos son preferidos por las aves de ribera, debido a la disponibilidad de recursos y su forma de alimentación. A pesar de encontrarse dentro de un entorno altamente urbanizado, los humedales salinos son los únicos que persisten en el Valle de México, donde continúan proporcionando importantes servicios ecosistémicos. Además, muestran una resiliencia frente a las perturbaciones antropogénicas, resistiendo procesos de desecación natural y las modificaciones derivadas del manejo hidráulico. La información generada por este estudio puede contribuir al fortalecimiento de las estrategias de conservación y manejo del área.

Palabras clave: humedales, aves acuáticas, migración, conservación y manejo hidráulico

Waterbirds in the Texcoco Natural Protected Area Wetlands as Indicators of ecological resilience

Patricia Ramírez-Bastida ^{1*}, Nohemi Dimas-Flores ², Leopoldo Daniel Vázquez-Reyes¹ Francisco Alberto Rivera-Ortiz ²

Abstract

The Natural Protected Area Lago de Texcoco is located near the largest urban area in Mexico. This site functions as a hydrological regulation zone for the metropolitan area and as habitat for both migratory and resident waterbirds. It includes artificial and permanent wetlands as well as temporary floodplains. In this study, periodic monitoring of general water characteristics and bird abundance variations was conducted over a 22-month period. Since 2023, 79 species of waterbirds have been recorded, including at least 12 resident-breeding species such as *Himantopus mexicanus* and *Recurvirostra americana*. The area is also an important nesting site for *Anarhynchos nivosus*, a species considered at risk internationally. In addition, species such as *Spatula clypeata* and *Oxyura jamaicensis* use the wetlands as wintering grounds, while others, including *Phalaropus tricolor* and *Calidris bairdii*, use them as stopover sites during migration to South America. Bird presence in the wetlands varies according to water conditions and resource availability. Permanent water bodies remain hypereutrophic most of the year, with relatively low salinity, whereas shallow wetlands are eutrophic and exhibit greater salinity fluctuations. The latter are preferred by shorebirds due to resource availability and their foraging strategies. Despite being located in a highly urbanized environment, these saline wetlands are the only ones that persist in the Valley of Mexico, they still provide essential ecosystem services. Moreover, they show remarkable resilience to anthropogenic disturbances, enduring natural desiccation processes and hydraulic management interventions. The information generated by this study can support the strengthening of conservation and management strategies for the area.

Keywords: wetlands, waterbirds, migration, conservation and hydraulic management

Análisis genómico de la evolución adaptativa de copépodos en ambientes ecológicamente contrastantes

Urbán-Olivares J.^{1,2,*}, Ortega-Mayagoitia E.², Alcántara-Rodríguez J. A.², Dimas-Flores N.², Rougón-Cardoso A.³, Cruz-Cruz A.G.^{1,2}, Ciros-Pérez Jorge²

¹ Posgrado en Ciencias Biológicas, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalnepantla de Baz, Edo. de México, México.

² Laboratorio de Biología Evolutiva del Plancton, Grupo de Limnología Tropical – UIICSE, División de Investigación y Posgrado, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalnepantla de Baz, Edo. de México, México.

³ Laboratorio de Ciencias Agrogenómicas, Universidad Nacional Autónoma de México, ENES-León, León 37689, México.

* E-mail: javierurban07@gmail.com

Resumen

Los copépodos son un grupo del zooplancton en el que han ocurrido extraordinarias variaciones morfológicas, fisiológicas, estrategias de historia de vida y especialización de hábitat. A pesar de su importancia ecológica, evolutiva y económica en los ambientes acuáticos, existe una escasez notable de estudios moleculares lo que dificulta nuestra comprensión de su diversificación y adaptación a ambientes divergentes, hoy en día con la aceleración del cambio climático y el calentamiento global, se requiere acelerar la comprensión de las bases moleculares que se ven fuertemente afectadas en rasgos ecológicamente importantes con impacto en poblaciones, comunidades y ecosistemas. Presentamos un trabajo integrador con los copépodos *Leptodiptomus* grupo *sicilis* que cuenta con linajes bien caracterizados ecológica y molecularmente que habitan en lagos de la Cuenca Oriental de México, con un origen común pero ecológicamente contrastantes, ideales para estudiar la diversificación ecológica reciente. Describimos y analizamos características genómicas a diferentes niveles: 1) genómica poblacional para rastrear patrones de diversificación, analizar estructuras poblacionales y detectar sus bases moleculares mediante un método de por secuenciación (GBS) utilizando un genoma anotado de referencia *de novo*, 2) a nivel transcriptómico (RNA-Seq) describiendo genes con expresión diferencial significativa y 3) a nivel mitocondrial con el ensamble y comparación de mitogenomas. Los resultados integrados revelan patrones de diferenciación entre linajes (agrupación genómica y linajes monofiléticos independientes), genes con expresión diferencial asociados a rutas metabólicas y patrones específicos en la arquitectura genética mitocondrial, vinculando *a priori* las bases genéticas de la variación en rasgos ecológicamente importantes. Así, planteamos que estos copépodos de lagos mexicanos pueden operar como sensor ecogenómico, permitiendo enlazar el continuo genotipo-fenotipo-eficacia y ofrecer una lectura sensible de cambios ambientales en otros sistemas lacustres. Este marco ofrece bases para generar hipótesis comprobables sobre mecanismos de adaptación y para orientar la gestión y conservación de ecosistemas epicontinentales bajo escenarios ecológicos de cambio.

Palabras clave: Evolución de copépodos, diversificación ecológica, GBS, RNA-Seq, mitogenoma, genómica comparada.

Genomic analysis of the adaptive evolution of copepods in ecologically contrasting environments

Urbán-Olivares J.^{1,2,*}, Ortega-Mayagoitia E.², Alcántara-Rodríguez J. A.², Dimas-Flores N.², Rougón-Cardoso A.³, Cruz-Cruz A.G.^{1,2}, Ciro-Pérez J.²

Abstract

Copepods are a group of zooplankton in which extraordinary morphological and physiological variations, life-history strategies, and habitat specialization have occurred. Despite their ecological, evolutionary, and economic importance in aquatic environments, there is a notable scarcity of molecular studies, which hinders our understanding of their diversification and adaptation to divergent environments; nowadays, with the acceleration of climate change and global warming, it is necessary to accelerate the understanding of the molecular bases that are strongly affected in ecologically important traits with impact on populations, communities, and ecosystems. We present an integrative study with the copepods *Leptodiaptomus sicilis*-group, which has lineages well characterized ecologically and molecularly that inhabit lakes of the Eastern Basin of Mexico, with a common origin but ecologically contrasting, ideal for studying recent ecological diversification. We describe and analyze genomic characteristics at different levels: (1) population genomics to track patterns of diversification, analyze population structure, and detect their molecular bases by a genotyping-by-sequencing (GBS) method using a *de novo* annotated reference genome; (2) at the transcriptomic level (RNA-Seq), describing genes with significant differential expression; and (3) at the mitochondrial level, with the assembly and comparison of mitogenomes. The integrated results reveal patterns of differentiation among lineages (genomic clustering and independent monophyletic lineages), genes with differential expression associated with metabolic pathways, and specific patterns in mitochondrial genetic architecture, linking *a priori* the genetic basis of variation in ecologically important traits. Thus, we propose that these Mexican lake copepods can operate as an ecogenomic sensor, allowing us to link the genotype–phenotype–fitness continuum and provide a sensitive reading of environmental changes in other lacustrine systems. This framework offers bases to generate testable hypotheses about mechanisms of adaptation and to guide the management and conservation of epicontinental ecosystems under scenarios of ecological change.

Keywords: Copepod evolution, ecological diversification, GBS, RNA-Seq, mitogenome, comparative genomics.

Estrategias de historia vida de *Brachionus paranguensis* en ambientes salinos

Alicia Casarrubias-Sandoval¹, Nohemi Dimas-Flores^{2*}, Jorge Ciro-Pérez², Patricia Ramírez-Bastida¹

¹ Carrera de Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalnepantla de Baz, Edo. de México, México

² Laboratorio de Biología Evolutiva del Plancton, Grupo de Limnología Tropical, UIICSE, División de Investigación y Posgrado, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalnepantla de Baz, Edo. de México.

* E-mail: dimas.flores@iztacala.unam.mx

Resumen

Se analizan las estrategias de historia de vida de dos poblaciones de *Brachionus paranguensis* (Rotífera: Monogononta) que habita en condiciones de salinidad contrastantes en los lagos Recreativa (4 g/L) y Nabor Carrillo (34 g/L) ubicados en la zona del antiguo lago de Lago de Texcoco. Para evaluar el efecto de la salinidad, se realizaron experimentos de trasplante recíproco sometiendo clones de ambas poblaciones a su salinidad de origen y a la del ambiente alternativo. Se realizaron análisis genéticos y morfológicos en clones de ambas poblaciones, los resultados mostraron que pertenecen a la misma especie. Los resultados de los rasgos de la historia de vida mostraron respuestas fenotípicas similares entre poblaciones, sugiriendo que tienen un fenotipo conservado. Sin embargo, presentaron diferencias dependiendo de la salinidad. En condiciones de salinidad alta, los clones presentaron una mayor tasa reproductiva, un periodo reproductivo más largo y un tiempo de generación más prolongado, comportamiento contrario al observado en la salinidad más baja, confirmando que la salinidad es un factor de selección importante. Estos resultados sugieren que, la especie presenta plasticidad fenotípica que le permite sobrevivir en ambientes contrastantes. Además, se observaron correlaciones positivas entre diversos rasgos de historia de vida, así como un compromiso entre los clones de Recreativa cultivados a mayor salinidad, en donde la tasa intrínseca de crecimiento disminuyó, pero no la cantidad de descendientes producidos, esta estrategia adaptativa parece favorecer la persistencia en condiciones ambientales donde la reproducción es muy costosa.

Palabras clave: Plasticidad fenotípica, eurihalinos, humedales salinos, ambientes contrastantes.

Life-history strategies of *Brachionus paranguensis* in saline environments

Alicia Casarrubias-Sandoval¹, Nohemi Dimas-Flores^{2*}, Jorge Ciro-Pérez², Patricia Ramírez-Bastida¹

Abstract

We analyzed the life-history strategies of two populations of *Brachionus paranguensis* (Rotifera: Monogononta) inhabiting contrasting salinity conditions in Recreativa Lake (4 g/L) and Nabor Carrillo Lake (34 g/L), located in the area of the former Lake Texcoco. To assess the effect of salinity, reciprocal transplant experiments were conducted by exposing clones from both populations to their native salinity and to the alternative environment. Genetic and morphological analyses confirmed that both populations belong to the same species. The results of life-history traits revealed similar phenotypic responses between populations, suggesting a conserved phenotype. However, differences were observed depending on salinity. Under high-salinity conditions, clones exhibited a higher reproductive rate, a longer reproductive period, and an extended generation time, contrasting with the observed pattern at lower salinity, confirming that salinity is an important selective factor. These results suggest that the species exhibits phenotypic plasticity that allows it to persist in contrasting environments. Additionally, positive correlations were found among several life-history traits, as well as a trade-off in clones from Recreativa Lake cultured at higher salinity, where the intrinsic growth rate decreased but the number of offspring produced did not. This adaptive strategy appears to favor persistence under environmental conditions where reproduction is highly costly.

Keywords: Phenotypic plasticity, euryhaline, saline wetlands, contrasting environments.

Alimentación y descripción histológica del sistema digestivo en etapas post eclosión de *Chirostoma humboldtianum*

Loredo-Ranjel Rosaura*, Macedo-Garzón Beatriz, Aquino-Mora Linda Naomi, Cárdenas-Reygadas Rodolfo

Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Unidad de Morfología y Función. Laboratorio de Endocrinología de Peces.

* E-mail: rossauralr@iztacala.unam.mx

Resumen

Chirostoma humboldtianum es una especie endémica con gran importancia económica, cultural y ecológica. Durante el desarrollo post eclosión el tipo de alimentación es crucial para la sobrevivencia, sin embargo, ha sido poco estudiada. En el presente trabajo se caracterizó el tipo de alimentación y se describió el sistema digestivo post eclosión del 1-7, 14 y 21 días post eclosión (DPE). Las muestras se colectaron en la planta de cultivo (Lab. 2, UMF, FES-Iztacala). Los organismos fueron anestesiados y fijados con paraformaldehído al 4%, se deshidrataron, aclararon y fueron incluidos en parafina, se realizaron cortes sagitales a 5 µm. Los cortes fueron teñidos y observados en un microscopio. Durante los primeros días *Ch. humboldtianum* se alimenta con rotíferos (*Lepadella* sp.: 1-5 DPE y *Brachionus plicatilis*: 5-10 DPE), nauplios recién eclosionados (10-20 dpe), a los 3 dpe, el consumo fue de 802 rotíferos (*Lepadella* sp.), a los 8 DPE 380 (*B. plicatilis*) y a los 20 días, 809 nauplios de *Artemia*, esto sugiere una relación directa entre la edad y la capacidad de consumo. Se observó apertura bucal y dientes faríngeos desde el día uno, aumentando en tamaño y distribución en el día 7. La faringe se caracteriza por la presencia de células goblet que se van desarrollando. A los 14 DPE es evidente el cambio en el tejido epitelial intestinal, a los 21 días se aprecian claramente en el intestino: epitelio mucoso intestinal y la superficie apical cubierta por el borde en cepillo. El epitelio mucoso intestinal al igual que el de *Tinca tinca* está compuesto por enterocitos con núcleos ovalados grandes. En el hígado, además de los hepatocitos se aprecian la vena porta hepática y la arteria hepática. En conclusión, por primera vez se estableció el tipo de alimentación y los cambios en el sistema digestivo para esta especie.

Palabras clave: *Chirostoma humboldtianum*, post eclosión, sistema digestivo.

Feeding and histological description of the digestive system in post-hatching stages of *Chirostoma humboldtianum*

Loredo-Ranjel Rosaura*, Macedo-Garzón Beatriz, Aquino-Mora Linda Naomi, Cárdenas-Reygadas Rodolfo

Abstract

Chirostoma humboldtianum is an endemic species of great economic, cultural, and ecological importance. During post-hatching development, feeding type is crucial for survival; however, it has been little studied. In this work, the feeding behavior and the post-hatching digestive system were characterized at 1–7, 14, and 21 days post-hatching (DPH). Samples were collected at the culture facility (Lab. 2, UMF, FES-Iztacala). The organisms were anesthetized and fixed with 4% paraformaldehyde, dehydrated, cleared, and embedded in paraffin. Sagittal sections (5 µm) were stained and observed under a microscope. During the first days, *Ch. humboldtianum* fed on rotifers (*Lepadella* sp.: 1–5 DPH and *Brachionus plicatilis*: 5–10 DPH), and newly hatched nauplii (10–20 DPH). At 3 DPH, consumption averaged 802 rotifers (*Lepadella* sp.); at 8 DPH, 380 *B. plicatilis*; and at 20 DPH, 809 *Artemia* nauplii, suggesting a direct relationship between age and feeding capacity. Mouth opening and pharyngeal teeth were observed from day 1, increasing in size and distribution by day 7. The pharynx was characterized by the presence of developing goblet cells. By 14 DPH, changes in the intestinal epithelial tissue were evident, and by 21 days, the intestinal mucosal epithelium and an apical brush border were clearly observed. The intestinal mucosa, similar to that of *Tinca tinca*, consisted of enterocytes with large oval nuclei. In the liver, in addition to hepatocytes, the hepatic portal vein and hepatic artery were visible. In conclusion, this study establishes for the first time the type of feeding and the morphological changes in the digestive system of this species.

Keywords: *Chirostoma humboldtianum*, post-hatching, digestive system.

Hidroquímica y estado trófico de la Presa de Cointzio, Morelia, Michoacán, México

Sergio Sánchez Ramírez; Gloria Lariza Ayala Ramírez*; Martha Beatriz Rendón; Gerardo Ruíz Sevilla, José Manuel Fabian Regalado, Mara Lizeth Ruíz Ayala e Irlanda Jaqueline Rendón Guzmán

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales.

* E-mail: lariza.ayala@umich.mx

Resumen

La escasez mundial del agua se ha convertido en una de las mayores amenazas de la humanidad. Existe una demanda progresiva de este recurso para el desarrollo de las actividades humanas. Por lo que las reservas de agua se encuentran bajo una fuerte presión debido al aumento de la población mundial. El país cuenta con 4,000 presas que presentan un ciclo de vida corto por el incremento de azolve asociado a problemas de mantenimiento, la mayoría de las presas en México presentan procesos acelerados de envejecimiento debido a las descargas de aguas residuales, industriales y domésticas vertidas directamente. Es por ello que el objetivo del presente trabajo es el monitoreo de variables hidroquímicas de la Presa de Cointzio y determinar con ello su estado eutrófico, debido a que es un reservorio artificial que abastece de este vital líquido al 35% de la población de Morelia y puede afectar la salud de ese sector de la población. Se analizaron 19 parámetros fisicoquímicos de seis sitios de muestreo distribuidos en toda la superficie de la presa. Los resultados obtenidos mostraron que la presa es de aguas cálidas (21.4 ± 0.65 °C), blandas (76.75 ± 1.72 mg/L), suficientemente oxigenada (5.86 ± 0.84 mg/L), ligeramente alcalina (64.15 ± 4.57 mg/L). La mayor concentración de la clorofila (11.07 mg/m³), ortofosfato (14.82 µg/L) y sólidos totales (301.23 mg/L) se encontró en los sitios cercanos a la zona de descarga del río Tirio, siendo estos en su conjunto la zona de mayor productividad primaria y de concentración de sólidos. El índice de estado trófico de Carlson la tipifica como mesotrófica con tendencia a eutrofizarse. Para conservar esta condición es necesario realizar algunas acciones de restauración y rehabilitación de los afluentes y de la ribera de la presa para que a su vez pueda mantener su calidad de agua para el abastecimiento de la ciudad.

Palabras clave: Cointzio, hidroquímica, eutrófico

Hydrochemistry and trophic status of the Cointzio Dam, Morelia, Michoacán, Mexico

Sergio Sánchez Ramírez; Gloria Lariza Ayala Ramírez*; Martha Beatriz Rendón; Gerardo Ruíz Sevilla, José Manuel Fabian Regalado, Mara Lizeth Ruíz Ayala e Irlanda Jaqueline Rendón Guzmán

Abstract

Global water scarcity has become one of humanity's greatest threats, with a growing demand for this resource to sustain human activities. Consequently, water reserves are under strong pressure due to the continuous increase in the world population. Mexico has approximately 4,000 dams, most of which have a relatively short life cycle due to sediment accumulation and maintenance issues. Additionally, many Mexican dams are undergoing accelerated aging processes due to untreated municipal and industrial wastewater discharges. This study aimed to monitor hydrochemical variables of the Cointzio dam and determine its trophic status, as this artificial reservoir supplies water to about 35% of Morelia's population and may pose health risks to that sector. Nineteen physicochemical parameters were analyzed from six sampling sites distributed throughout the dam. The results indicate that the dam contains warm water (21.4 ± 0.65 °C), soft water (76.75 ± 1.72 mg/L), sufficiently oxygenated (5.86 ± 0.84 mg/L), and slightly alkaline (64.15 ± 4.57 mg/L). The highest concentrations of chlorophyll *a* (11.07 mg/m³), orthophosphate (14.82 µg/L), and total solids (301.23 mg/L) were recorded at sites near the discharge area of the Tirio river, representing the zones of greatest primary productivity and solids accumulation. According to Carlson's Trophic State Index, the dam is classified as mesotrophic with a tendency toward eutrophication. To maintain its current condition, restoration and rehabilitation actions are required in both the tributaries and the shoreline of the dam to ensure adequate water quality for the city's supply.

Keywords: Cointzio, hydrochemistry, eutrophic

El mitogenoma de los copéodos: un mosaico evolutivo en transformación

Urbán-Olivares J.^{1,2,*}, Ortega-Mayagoitia E.², Alcántara-Rodríguez J. A.², Dimas-Flores N.²,
Rougón-Cardoso A.³, Cruz-Cruz A.G.^{1,2}, Ciros-Pérez Jorge²

¹ Posgrado en Ciencias Biológicas, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalnepantla de Baz, Edo. de México, México.

² Laboratorio de Biología Evolutiva del Plancton, Grupo de Limnología Tropical – UIICSE, División de Investigación y Posgrado, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalnepantla de Baz, Edo. de México, México.

³ Laboratorio de Ciencias Agrogenómicas, Universidad Nacional Autónoma de México, ENES-León, León 37689, México.

* E-mail: javierurban07@gmail.com

Resumen

El zooplancton en términos generales rastrea la variación ambiental de las masas de agua, convirtiéndolo en buenos indicadores del cambio climático. Los copéodos son el zooplancton más abundante en la tierra, y han mostrado una amplia adaptación, por ello, es necesario mejorar la comprensión de sus procesos ecológicos y evolutivos. A pesar de su importancia los recursos moleculares son escasos, lo que limita nuestra comprensión de su diversificación y adaptación. Analizamos la evolución de los mitogenomas de copéodos en distintas escalas filogenéticas, utilizando 19 mitogenomas completos depositados en GenBank más cinco ensamblajes de novo de especies del género *Leptodiptomus* del centro de México. Los cinco nuevos mitogenomas están circularizados e incluyen todas las regiones codificantes canónicas de metazoos, pero difieren en que poseen regiones no codificantes (NCRs) de tamaño variable, lo cual explica el gran tamaño genómico (>36,000 pb) de las cuatro poblaciones de *L. grupo sicilis*, que representan los mayores reportados hasta ahora en Copepoda. Las NCRs de *Leptodiptomus* spp. contienen regiones repetidas, pseudogenes, palíndromos largos con estructuras secundarias y marcos de lectura abiertos, aunque gran parte de su contenido sigue sin explicarse. Además encontramos un alto reordenamiento genético, incluso en los bloques génicos altamente conservados en metazoos que aquí están ausentes o se presentan con baja frecuencia. En algunos genes se muestran firmas de selección purificadora, pero también encontramos evidencia de selección positiva a lo largo de todas las ramas de la filogenia. Estos hallazgos ofrecen una referencia y aportación para mejorar las bases de datos mitocondriales en copéodos y futuras investigaciones para entender los mecanismos moleculares que impulsan la adaptación y la diversificación de los copéodos, así como para afinar las predicciones de sus respuestas ante futuros cambios ambientales.

Palabras clave: Evolución de copéodos, estructura mitocondrial, reordenamiento genético, *Leptodiptomus*.

The mitogenome of copepods: An evolutionary mosaic in transformation

Urbán-Olivares J.^{1,2,*}, Ortega-Mayagoitia E.², Alcántara-Rodríguez J. A.², Dimas-Flores N.²,
Rougón-Cardoso A.³, Cruz-Cruz A.G.^{1,2}, Ciro-Pérez Jorge²

Abstract

Zooplankton in general tracks the environmental variation of water bodies, making it a good indicator of climate change. Copepods are the most abundant zooplankton on Earth and have shown broad adaptation; therefore, it is necessary to improve the understanding of their ecological and evolutionary processes. Despite their importance, molecular resources are scarce, which limits our understanding of their diversification and adaptation. We analyzed the evolution of copepod mitogenomes at different phylogenetic scales, using 19 complete mitogenomes deposited in GenBank plus five de novo assemblies from species of the genus *Leptodiaptomus* from central Mexico. All five new mitogenomes are circularized and include all canonical metazoan coding regions, but they differ in having non-coding regions (NCRs) of variable size, which explains the large genome size (>36,000 bp) of the four populations of the *L. sicilis* group, which represent the largest reported so far in Copepoda. The NCRs of *Leptodiaptomus* spp. contain repeated regions, pseudogenes, long palindromes with secondary structures, and open reading frames, although much of their content remains unexplained. We also found extensive gene rearrangement, even in gene blocks that are highly conserved in metazoans, which here are absent or occur at low frequency. Some genes show signatures of purifying selection, but we also found evidence of positive selection along all branches of the phylogeny. These findings provide a reference and contribution to improve mitochondrial databases in copepods and for future research to understand the molecular mechanisms driving copepod adaptation and diversification, as well as to refine predictions of their responses to future environmental change.

Keywords: Copepod evolution, mitochondrial structure, gene rearrangement, *Leptodiaptomus*.

El registro paleoecológico de Nahualac, un sitio arqueológico de altura en el Iztaccíhuatl: dinámica y evolución del estanque

Montserrat Amezcua*^{1,2}, Diana Avendaño¹, Socorro Lozano-García¹ Lorenzo Vázquez-Selem³, Itzel Sigala-Regalado⁴

¹ Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior CU, CdMx.

² Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior CU, CdMx.

³ Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior CU, CdMx.

⁴ Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior CU, CdMx.

* E-mail: mon_biologa@ciencias.unam.mx

Resumen

El estanque de Nahualac se localiza en una pequeña depresión formada en la parte superior de un flujo de lava del Iztaccíhuatl (5280 msnm), a una altitud de 3900 msnm. Dicho flujo fue modelado por la erosión glacial durante el Último Máximo Glacial, entre 21 y 14.5 ka. El glaciar sobre-excavó depresiones preexistentes en la lava, una de las cuales alberga actualmente el estanque de Nahualac, donde se han acumulado sedimentos de manera continua desde finales del Pleistoceno hasta la actualidad, registrando así una historia ambiental prolongada y bien preservada. En este estudio se analiza la dinámica y evolución del sistema mediante un enfoque multiproxy que integra el estudio de microfósiles y la geoquímica elemental de una secuencia sedimentaria de 94 cm de profundidad. Se identifican tres etapas principales: durante la primera (8.4–5.0 ka) predominaron diatomeas aerófilas como *Pinnularia borealis* y *Stauroneis obtusa*, junto con los valores más bajos de Ti/Ca, Zr/Fe y P, lo que indica un ambiente de suelos inundables y/o humedales con escasos nutrientes. En la segunda etapa (5.0–3.8 ka) el aumento del nivel del agua permitió el desarrollo de un estanque más estable, con redes tróficas complejas y comunidades acuáticas diversificadas integradas por diatomeas planctónicas (*Aulacoseira nivaloides*, *Fragilaria capucina* y *F. crotonensis*), amebas testadas (*Diffflugia urceolata* var. *urceolata*) zooplancton (*Heterocypris* cf. *incongruens*, *Alona*, *Pleuroxus*) y macroinvertebrados acuáticos (*Paratanytarsus*); además del aumento en la concentración de Carbono Orgánico Total (COT) y Nitrógeno Total (NT). Finalmente, la tercera etapa (3.8 ka–actualidad) muestra fluctuaciones en el nivel lacustre y una reducción progresiva de la productividad, reflejada en la respuesta de todos los paleobioindicadores y en la disminución de Ti/Ca y P. En conjunto, el registro multiproxy del estanque de Nahualac revela una evolución ambiental estrechamente vinculada con los cambios hidrológicos y climáticos del Holoceno.

Palabras clave: Reconstrucción multiproxy, Iztaccíhuatl, estanque, Holoceno

The paleoecological record of Nahualac, a high-altitude archaeological site on the Iztaccíhuatl Volcano: dynamics and evolution of the pond

Montserrat Amezcua*^{1,2}, Diana Avendaño¹, Socorro Lozano-García¹ Lorenzo Vázquez-Selem³, Itzel Sigala-Regalado⁴

Abstract

The Nahualac pond is located in a small depression formed on the upper part of a lava flow from the Iztaccíhuatl volcano (5280 m a.s.l.), at an altitude of 3900 m a.s.l. This lava flow was shaped by glacial erosion during the Last Glacial Maximum, between 21 and 14.5 ka. The glacier over-deepened pre-existing depressions in the lava, one of which currently hosts the Nahualac pond, where sediments have accumulated continuously from the late Pleistocene to the present, thus recording a long and well-preserved environmental history. In this study, the dynamics and evolution of the system are analyzed through a multiproxy approach integrating the study of microfossils and elemental geochemistry from a 94 cm-long sediment sequence. Three main stages were identified: during the first stage (8.4–5.0 ka), aerophilous diatoms such as *Pinnularia borealis* and *Stauroneis obtusa* predominated, along with the lowest Ti/Ca, Zr/Fe, and P values, indicating an environment of waterlogged soils and/or nutrient-poor wetlands. In the second stage (5.0–3.8 ka), the rise in water level allowed the development of a more stable pond with complex trophic networks and diverse aquatic communities composed of planktonic diatoms (*Aulacoseira nivaloides*, *Fragilaria capucina* and *F. crotonensis*), testate amoebae (*Diffflugia urceolata* var. *urceolata*), zooplankton (*Heterocypris* cf. *incongruens*, *Alona*, *Pleuroxus*), and aquatic macroinvertebrates (*Paratanytarsus*); in addition to an increase in Total Organic Carbon (TOC) and Total Nitrogen (TN) concentrations. Finally, the third stage (3.8 ka–present) shows fluctuations in lake level and a progressive reduction in productivity, reflected in the response of all paleobioindicators and in the decrease of Ti/Ca and P. Overall, the multiproxy record from the Nahualac pond reveals an environmental evolution closely linked to the hydrological and climatic changes of the Holocene.

Keywords: Multiproxy reconstruction, Iztaccíhuatl, pond, Holocene

¿Las microalgas pueden tener un mejor amigo? Redes de co-ocurrencia en el fitoplancton de tres lagos cráter

Héctor Daniel Villegas-Uraga*, Elizabeth Ortega-Mayagoitia¹, Miguel Pavel Reyes-Rodríguez, Osvaldo Hernández-Martínez

Laboratorio de Biología Evolutiva del Plancton, Grupo de Investigación en Limnología Tropical, UIICSE, FES Iztacala, UNAM.

* E-mail: villegasu.daniel@gmail.com

Resumen

El fitoplancton de los lagos salobres ha sido poco estudiado y, en el contexto del cambio climático, es crucial entender cómo coexisten estas comunidades para anticipar su respuesta a los cambios ambientales. Las redes de co-ocurrencia ofrecen una mirada compacta a la organización del fitoplancton y a las señales ambientales que la moldean. Analizamos Atexcac, La Preciosa y Alchichica con biomásas mensuales por taxón y estrato, además de temperatura y oxígeno disuelto. Para hacer comparables las series aplicamos una transformación \log_{1p} . Las conexiones se infirieron con correlaciones de Spearman; en Alchichica preservamos vínculos “estables” mediante bootstrap ($B=500$; $|r| \geq 0.43$, $p \leq 0.05$, frecuencia ≥ 0.50) y, en Atexcac y La Preciosa, controlamos falsos positivos con FDR (Benjamini–Hochberg). Calculamos densidad, modularidad y roles Z_i/P_i . Las redes muestran arquitecturas distintas pero ecológicamente coherentes. En Atexcac, los “mejores amigos” *Oocystis* sp., *O. parva* y *Monoraphidium minutum* sugiere un gremio oportunista de clorofitas pequeñas; *Cyclotella choctawhatcheana* se relaciona negativamente con *Nodularia* cf. *spumigena*. El oxígeno disuelto se asocia positivamente con *Nodularia* y negativamente con *C. choctawhatcheana*, apuntando a periodos de alta producción favorables para la cianobacteria. En La Preciosa, emerge un grupo de “mejores amigos” de clorofitas (varias *Oocystis*, *Kirchneriella*); la temperatura es negativa con *Stephanocyclus meneghinianus* y positiva con *Planktolyngbya tallingi*, mientras que el oxígeno se asocia con *Gloeococcus* cf. *alsius*, sugiriendo pulsos hidrodinámicos que subdividen el ensamble. En Alchichica, una red compacta integra *Nitzschia* sp., *Oocystis* sp. 1 y *C. choctawhatcheana*; *C. alchichicana* se vincula negativamente con temperatura y oxígeno, compatible con estratos más fríos/estables; *N. cf. spumigena* se asocia positivamente con el oxígeno. Nuestros resultados sugieren menor robustez estructural en los lagos de mayor salinidad (menor conectividad y redundancia en las redes), lo que implicaría menor resistencia a cambios ambientales.

Palabras clave: Spearman; fitoplancton; maar; temperatura; oxígeno disuelto.

Do microalgae have a best friend? Co-occurrence networks in the phytoplankton of three crater lakes

Héctor Daniel Villegas-Uraga*, Elizabeth Ortega-Mayagoitia¹, Miguel Pavel Reyes-Rodríguez, Osvaldo Hernández-Martínez

Abstract

Phytoplankton in saline lakes remains understudied, and in the context of climate change it is crucial to understand how these communities coexist in order to anticipate their responses to environmental change. Co-occurrence networks provide a compact view of how phytoplankton is organized and which environmental signals shape the community. We analyzed Atexcac, La Preciosa, and Alchichica using monthly biomasses by taxon and water stratum, together with temperature and dissolved oxygen. To make the time series comparable, we applied a \log_{1p} transformation. Network links were inferred with pairwise Spearman correlations; in Alchichica we preserved “stable” links via bootstrap ($B = 500$; $|r| \geq 0.43$, $p \leq 0.05$, frequency ≥ 0.50), and in Atexcac and La Preciosa we controlled false positives with FDR (Benjamini–Hochberg). We computed density, modularity, and Zi/Pi roles.

The resulting networks show unique yet ecologically consistent architectures. In Atexcac, the “best friends” *Oocystis* sp., *O. parva*, and *Monoraphidium minutum* suggests an opportunistic guild of small chlorophytes, whereas *Cyclotella choctawhatcheeana* is strongly and negatively related to *Nodularia* cf. *spumigena*. Dissolved oxygen, in turn, connects positively with *Nodularia* and negatively with *C. choctawhatcheeana*, pointing to high-production periods that favor the cyanobacterium and disfavor the diatom. In La Preciosa, a group of “best friends” of small chlorophytes (several *Oocystis*, *Kirchneriella*) emerges, consistent with a shared niche; temperature is negatively related to *Stephanocyclus meneghinianus* and favors *Planktolyngbya tallingi*, while oxygen associates with *Gloeococcus* cf. *alsius*, suggesting that hydrodynamic periods partition subgroups within the assemblage. In Alchichica, a compact web links *Nitzschia* sp., *Oocystis* sp. 1, and *C. choctawhatcheeana*; by contrast, *C. alchichicana* is negatively related to temperature and oxygen, a pattern compatible with preferences for cooler, more stable strata; *N. cf. spumigena* is positively related to oxygen.

Our results suggest lower structural robustness in the more saline lakes (lower connectivity and redundancy in the networks) which would imply lower resistance to environmental change.

Keywords: Spearman; phytoplankton; maar; temperature; dissolved oxygen.

Propuesta de restauración ecológica del Lago de Cuitzeo, Michoacán, México

Arturo Chacón Torres^{1*}, Frida Sauno Contreras², Alma Itzel Jacobo Escamilla², Catalina Rosas Monge¹, Rafael Trueba Regalado³

¹ Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales. INIRENA-UMSNH.

² Panorama Ambiental A.C.

³ Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra. INICIT-UMSNH

* E-mail: arturo.chacon@umich.mx

Resumen

Cuitzeo es el segundo lago natural más extenso de México (420 km²). Con una antigüedad de 6 a 8 millones de años. Se desarrolló investigación de campo, de laboratorio y documental para integrar un diagnóstico ambiental. El lago es poco profundo con un valor promedio de 1.6 metros; por los valores de conductividad eléctrica se divide en tres zonas lacustres. La oriental con 535 µS/cm, la occidental con hasta 15,850 µS/cm y la central con valores intermedios. La calidad del agua indica que Cuitzeo es un ecosistema acuático hipereutrófico, altamente turbio, con condiciones de saprobiedad crecientes. A pesar de que el área de la cuenca (3.675 km²) recibe un ingreso promedio anual de agua por lluvia de casi 4,000 millones de metros cúbicos, la sobreexplotación hídrica intensiva y las altas tasas de evaporación derivadas de la deforestación y cambio de uso del suelo, hacen que el lago de Cuitzeo reciba menos del 10% del aporte de agua de la cuenca. En consecuencia, durante las estaciones cálidas extremas, hasta el 70% de la superficie del lago se deseca, lo que provoca tormentas de polvo en la zona occidental. La pesca está cercana al colapso, debido a la pesca intensiva y a los frecuentes eventos extremos de desecación de 1,546 toneladas/año de captura de pescado registrada en 1993 la productividad pesquera ha caído a 250 toneladas/año en 2006. Hace 45 años se registró la presencia de hasta 18 especies de peces, de las cuales 15 eran nativas. En la actualidad, sólo están presentes seis especies, de las cuales solo tres son nativas. Se requiere que el Gobierno Federal decrete el Lago de Cuitzeo como Zona de Restauración Ecológica de acuerdo con el artículo 78 de la Ley General para el Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Este decreto apoyará programas estratégicos de restauración que incluyan la participación de las comunidades. La producción y almacenamiento de agua en ecosistemas acuáticos funcionales es ahora una prioridad para enfrentar la vulnerabilidad hídrica, cambio climático y pérdida de capacidad productiva en América Latina.

Palabras clave: lago de Cuitzeo, deterioro ambiental, hipereutroficación, restauración ecológica.

Ecological restoration proposal for Lake Cuitzeo, Michoacan, Mexico

Arturo Chacón Torres^{1*}, Frida Sauno Contreras², Alma Itzel Jacobo Escamilla², Catalina Rosas Monge¹, Rafael Trueba Regalado³

Abstract

Cuitzeo is the second-largest natural lake in Mexico (420 km²) and is estimated to be 6 to 8 million years old. Field, laboratory, and documentary research were conducted to develop an environmental diagnosis. The lake is shallow, with an average depth of 1.6 meters. Based on electrical conductivity values, it can be divided into three lacustrine zones: the eastern zone with 535 µS/cm, the western zone reaching up to 15,850 µS/cm, and the central zone with intermediate values. Water quality indicates that Cuitzeo is a hypereutrophic aquatic ecosystem, highly turbid, and with increasing saprobic conditions. Although the basin area (3,675 km²) receives an average annual rainfall input of nearly 4 billion cubic meters of water, intensive overexploitation of hydric resources and high evaporation rates—derived from deforestation and land-use change—result in the lake receiving less than 10% of the basin's total water input. Consequently, during extreme warm seasons, up to 70% of the lake's surface dries out, causing severe dust storms in the western zone. Fishing is near collapse due to overfishing and frequent extreme desiccation events. From 1,546 tons/year of recorded fish catch in 1993, productivity has dropped to 250 tons/year by 2006. Forty-five years ago, up to 18 fish species were recorded, 15 of which were native. Currently, only six species remain, with just three being native. It is therefore necessary for the Federal Government to designate Lake Cuitzeo as an *Ecological Restoration Zone*, in accordance with Article 78 of the *General Law of Ecological Balance and Environmental Protection* (LGEEPA). This decree would support strategic restoration programs involving community participation. The production and storage of water in functional aquatic ecosystems is now a priority to address water vulnerability, climate change, and the loss of productive capacity across Latin America.

Keywords: Lake Cuitzeo, environmental degradation, hypereutrophication, ecological restoration.

Evaluación de la pesca en el Lago de Cuitzeo, Michoacán, México

María Guadalupe Zaragoza Ortiz, Arturo Chacón Torres*, Catalina Rosas Monge

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales. INIRENA-UMSNH.

* E-mail: arturo.chacon@umich.mx

Resumen

Cuitzeo es el segundo lago natural más extenso de México (420 km²). Con una antigüedad de 6 a 8 millones de años [1]. Sin embargo, actualmente presenta un estado avanzado de hipereutroficación cultural, con altos índices de saprobicidad. Con un acentuado desbalance hidrológico, se registran frecuentes eventos de sequía que derivan en la formación de tolveneras en la zona occidental del lago. Se realizó una evaluación del estado actual de la pesca considerando que es una actividad económica fundamental para las comunidades ribereñas. Se realizó un muestreo estacional de la pesca comercial en 2022. Se colectaron ejemplares de especies aprovechando las jornadas de pesca comercial realizadas con chinchorro de bolsa. Los ejemplares se separaron por especie y, posteriormente, se registraron su peso y talla. Se estimaron la biomasa de pesca, la densidad y la abundancia, así como el rendimiento de la pesca por unidad de esfuerzo. Hace 45 años se registró la presencia de hasta 18 especies de peces, de las cuales 15 eran nativas. En la actualidad, sólo están presentes seis especies, de las cuales solo tres son nativas. Se encontraron 15 especies: 11 de peces y 4 de otros grupos. Los resultados indican que la especie de mayor relevancia en la pesca actual es *Notonecta unifasciata*, conocida como mosco, ya que las poblaciones de peces disminuyen debido a la pérdida de su hábitat natural y no alcanzan tallas comerciales. El máximo valor de rendimiento pesquero fue en el verano con 521.42 kg/ha, mientras que la temporada de invierno registró el valor mínimo de 109.16 kg/ha. La especie de mayor abundancia en la pesca actual del lago de Cuitzeo es *Notonecta unifasciata*, conocida localmente como “mosco”. Es apremiante iniciar actividades de restauración limnológica, así como impulsar una acuicultura de extensionismo con especies nativas.

Palabras clave: lago de Cuitzeo, pesca, hipereutroficación, desecación.

Assessment of fisheries in Lake Cuitzeo, Michoacan, Mexico

María Guadalupe Zaragoza Ortiz, Arturo Chacón Torres*, Catalina Rosas Monge

Abstract

Cuitzeo is the second-largest natural lake in Mexico (420 km²) and is estimated to be 6 to 8 million years old. However, it is currently in an advanced state of cultural hypereutrophication, with high saprobic indices. The lake experiences a severe hydrological imbalance, with frequent drought events leading to the formation of dust storms in the western zone. An evaluation of the current state of fisheries was carried out, considering that fishing is a fundamental economic activity for the riparian communities. Seasonal sampling of commercial fishing was conducted in 2022. Specimens were collected during regular fishing operations using seine nets (*chinchorro de bolsa*). The individuals were sorted by species, and their weight and length were recorded. Biomass, density, and abundance were estimated, as well as catch per unit effort (CPUE). Forty-five years ago, up to 18 fish species were recorded, 15 of which were native. Currently, only six species remain, of which only three are native. A total of 15 species were found in this study—11 fish species and 4 belonging to other groups. Results indicate that the most relevant species in the current fishery is *Notonecta unifasciata*, commonly known as “mosco,” as fish populations have declined due to the loss of their natural habitat and no longer reach commercial size. The highest fishery yield was recorded in summer with 521.42 kg/ha, while the lowest was in winter with 109.16 kg/ha. The dominant species in today’s Cuitzeo fishery is *Notonecta unifasciata* (“mosco”). It is urgent to initiate limnological restoration activities and promote community-based aquaculture using native species.

Keywords: Lake Cuitzeo, fisheries, hypereutrophication, desiccation.

Limnología de cenotes: Una revisión desde las publicaciones académicas

Joel Loera Pérez¹, Roger M. Medina González², *

¹ Centro Académico Regional sede Mérida, Yucatán, Universidad Autónoma Chapingo

² Prof. jubilado, Licenciatura en Biología. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán.

* E-mail: rmedina@correo.uady.mx

Resumen

Los cenotes son ecosistemas acuáticos naturales presentes en la península de Yucatán cuyas peculiaridades han llamado la atención de investigadores de múltiples disciplinas, tanto en virtud de su papel como la fuente principal de agua para sus habitantes, desde tiempos precolombinos, y su papel en la cosmovisión Maya, como desde sus características hidrogeológicas y su dinámica ecológica. Considerando la evolución que la Limnología ha experimentado, hacia un enfoque multidisciplinario y orientado al manejo y conservación de los ecosistemas acuáticos, en este trabajo realizamos una revisión de las publicaciones académicas sobre este ecosistema, a partir de consultas en bases de datos y referencias cruzadas, bajo el criterio de las temáticas abordadas en el Congreso que nos reúne, con el fin de determinar los enfoques abordados y las perspectivas pendientes en el estudio limnológico de los cenotes de Yucatán.

Palabras clave: Cenotes, Península de Yucatán, Hidrogeología, Ecosistemas acuáticos, Investigación limnológica.

Limnology of cenotes: A review based on academic publications

Joel Loera Pérez¹, Roger M. Medina González², *

Abstract

Cenotes are natural aquatic ecosystems found across the Yucatán Peninsula whose distinctive attributes have attracted the attention of researchers from multiple disciplines. Their relevance stems both from their role as the principal source of water for local inhabitants since pre-Columbian times—and their importance within the Maya worldview—as well as from their unique hydrogeological features and ecological dynamics. Considering the evolution of Limnology toward a multidisciplinary field oriented to the management and conservation of aquatic ecosystems, this work provides a review of academic publications on cenotes. Using database searches and cross-referenced sources, and guided by the thematic axes of the Congress that brings us together, we identify the main research approaches applied to these ecosystems and highlight pending perspectives in the limnological study of Yucatán's cenotes.

Keywords: Cenotes, Yucatán Peninsula, Hydrogeology, Aquatic ecosystems, Limnological research

INDICE DE AUTORES
AUTHOR INDEX

INDICE DE AUTORES AUTHOR INDEX

A-B

Nombre	Resumen	Páginas
Aboites Espinosa Luis	82	179
Abrigo González Luis	50	115
Aguilar-Rangel Eduardo	46	107
Alcántara Rodríguez José Arturo	15, 107, 111, 103	45, 219, 227, 235
Alcocer Javier	101	215
Alonso Rodríguez Rosalba	98	209
Alva Martínez Alejandro Federico	60, 76, 97	135,167, 207
Alvarado-Flores Jesús	26, 35	67, 85
Álvarez Cruz Pablo	77	169
Álvarez Cruz Pablo	63, 77	141, 169
Álvarez Hernández Sergio	82, 100	179, 213
Amezcuca Montserrat	112	237
Andrade Gutiérrez Génesis	53, 71	121, 157
Aquino-Mora Linda Naomi	109	231
Arévalo-Galarza Gustavo	30	75
Armas-Lavalle Paula	35	85
Arrañaga-Méndez Néstor Rubén	59	133
Arroyo-Consulchi Gabriel	63	141
Avalos-Cueva David	13, 21	41, 57
Avendaño Diana	112	237
Avendaño Villeda Diana	25	65
Ávila Díaz Luis Yitzak	60	135
Ayala Ramírez Gloria Lariza	105, 110	223, 233
Barba López María del Refugio	21	57
Barjau Aguilar Mariel	44, 46, 72	103, 107, 159
Barojas Castañeda Brayan Agustín	68	151
Barranco-Vargas Valeria Naomi	36, 51	87, 117
Barrera Moreno Omar A.	40	95
Barron Rivera Bryan Aldair	80	175
Benítez-Fernández Nayeli Carmen	41	97
Bernal Brooks Fernando Walter	9	33
Britzke Ricardo	39	93
Bucio Pedraza Fátima	53, 71	121, 157
Bustamante-Gil Carolina	20	55

C

Nombre	Resumen	Páginas
Caballero Margarita	CM4, 2, 5, 6, 8, 14, 23, 25, 81, 84, 87	9, 19, 25, 27, 31, 43, 61, 65, 177, 183, 189
Caicero Alma	87	189
Caicero Contreras Alma Patricia	8	31
Cárdenas-Reygadas Rodolfo	109	231
Carreto Romero Sebastián	98	209
Carrillo Laura	13	41
Casarrubias-Sandoval Alicia	108	229
Castelazo Cortez Silvia Karen	56, 74	127, 163
Castellanos Páez María Elena	18	51
Castillo Domínguez Mauricio	77	169
Castillo Morales Sara María	83	181
Castillo Sandoval Sergio	44, 61, 72	103, 137, 159
Castro Rodríguez Miguel Angel	2	19
Cervantes-Martínez Adrián	10	35
Chacón Torres Arturo	115, 116	241, 243
Chávez-Moreno Mónica	78	171
Ciros Pérez Jorge	15, 43, 103, 107, 108, 111	45, 101, 219, 227, 229, 235
Córdova Tapia Fernando	72	159
Correa Metrio Alexander	2	19
Cruz Cano Ricardo Iván	27, 92	69, 197
Cruz Cruz Ana Gabriela	15, 107, 111	45, 227, 235

Cruz Gutiérrez Raquel Mahetzi	22	59
Cruz Martínez Cynthia Jaqueline	60	135
Cruz-Esquivel Ángel	4	23
Cuautle García Lucero Montserrat	47	109

D-F

Nombre	Resumen	Páginas
Daw Guerrero Arantza Ivonne	33, 34	81, 83
De La Luz-Vázquez Karla	28, 29, 51	71, 73, 117
Del Moral-Flores Luis Fernando	79, 96	173, 205
Díaz Garrido Gustavo	50	115
Díaz-Larrea Jhoana	16, 66	47, 147
Dimas Flores Nohemi	15, 40, 43, 106, 107, 108, 111	45, 95, 101, 225, 227, 229, 235
Durán Moreno Alfonso	CM5	12
Durán Ramírez Carlos Alberto	19, 67	53, 149
Eguiarte Fruns Luis E.	CM3	6
Escobar Oliva Marco Antonio	102	217
Espinosa-Rodríguez Cristian Alberto	24, 27, 28, 29, 30, 32, 36, 51, 58, 62, 63, 70, 88, 104	63, 69, 71, 73, 75, 79, 87, 117, 131, 139, 141, 155, 191, 221
Fabian Regalado José Manuel	110	233
Farfan De Santiago Julieta	93	199
Farfán-García Eunice	12	39
Fernández Carreto Giselle A.	68	151
Ferrer Castro Xochitl	34	83
Figueroa-Sánchez Michael Anai	42	99
Filonov Anatoly	13	41
Flores-Valle Alejandro	16, 66	47, 147
Frías Gómez Susana A.	77	169

G-I

Nombre	Resumen	Páginas
Gallegos Juan Daniel	97	207
García Pérez José Luis	37	89
García-Mercado Eduardo	79	173
García-Venegas Magdalena Montserrat	35	85
Garduño-Solórzano Gloria	36	87
Gaytán Herrera Martha Leticia	44, 61	103, 137
Gerardo Nieto Óscar	44	103
Godínez Ortega José Luis	98	209
Gómez Reyes Eugenio	86	187
Gómez-Tagle Sánchez Alberto	105	223
González Andrade Jorge Emiliano	54	123
González Hernández Citlalli Alhelí	8	31
González-Acosta Adrián Felipe	31	77
González-Fernández José Manuel	36	87
Górski Konrad	38	91
Grajales Rabasa Emilio	90	195
Guerra-Hernández Eloísa Adriana	78, 99	171, 211
Guillén Puente Manuel Antonio	60	135
Guízar Zambrano Brandhon	74	163
Gutiérrez-Aguirre Martha A.	10	35
Habit Evelyn	38	91
Herbieth Laurent	76	167
Hernández Avilés Justo Salvador	22, 33, 34, 37, 85, 89, 94, 95	59, 81, 83, 89, 185, 193, 201, 203
Hernández De la Cruz María Guadalupe	84	183
Hernández Hernández L. Héctor	77	169
Hernández Ivana	87	189
Hernández Montellano Alejandra Daniela	52	119
Hernández Morales Rubén	48, 53, 55, 56, 57, 59, 69, 71, 73, 74, 75	111, 121, 125, 127, 129, 133, 153, 157, 161, 163, 165
Hernández Rosas Ivana Araceli	81	177

Hernández Velázquez Rodrigo	37, 94	89, 201
Hernández-Martínez Osvaldo	113	239
Hernández-Zamora Miriam	12, 80	39, 175
Herrera Mercado Heli Sayuri	14	43
Ibarra Morales Diana	5	25
Illescas Bello Uriel	98	209
Israde Alcantara Isabel	73, 75	161, 165

J-N

Nombre	Resumen	Páginas
Jacobo Escamilla Alma Itzel	115	241
Jaime Sarahi	10	35
Jiménez Contreras Jorge	54, 72	123, 159
Jiménez González José Juan	90	195
Jiménez-Santos Marco Antonio	42	99
José Rodolfo Bonfil-Campo	17	49
Joyce Arthur	2	19
Juárez Carrillo Eduardo	21	57
Kusber Wolf-Henning	25	65
Lara Antonio Ramón	57, 75	129, 165
Lestayo González Julio	44, 72	103, 159
Lira Beatriz	20	55
Lithgow Debora	87	189
Loera Pérez Joel	117	247
López Lozano Tonantzin	47	109
López-Ramos Juan Ernesto	12	39
López-Rosas Hugo	8	31
Loredo-Ranjel Rosaura	109	231
Lozano-García Socorro	25, 112	65, 237
Lugo-Vázquez Alfonso	28, 30, 36, 61, 62, 98, 102	71, 75, 87, 137, 139, 209, 217
Luna Cid Jesús Alberto	68	151
Luna Pabello Víctor Manuel	CM6	14
Macedo-Garzón Beatriz	109	231
Macek Miroslav	101, 104	215, 221
Mariscal de Souza Gabriel	7	29
Marlet Martínez-Archundia	12	39
Márquez Reyes Ángela	10	35
Martínez Morales Karen Yanet	33	81
Martínez-Archundia Marlet	80	175
Martínez-Jerónimo Fernando	11, 12, 80	37, 39, 175
Martínez-Jerónimo Laura	80	175
Martínez-Rivera Luis Manuel	4	23
Martínez-Vargas Luis Ángel	30	75
Mayén-Estrada Rosaura	19, 67	53, 149
Medina-Durán Jorge Humberto	67	149
Medina González Roger Manuel	117	245
Mehner Thomas	CM2	4
Mena Gonzáles Horacio	98	209
Méndez Cruz Katherine Paulina	57, 75	129, 165
Mendoza Pérez Rafael	6	27
Mercado Salas Nancy F.	40	95
Merino Ibarra Martín	44, 46, 61, 72, 101	103, 107, 137, 159, 215
Meza-Rodríguez Demetrio	4	23
Montiel Martínez Aideé	47, 68	109, 151
Monzón César	21	57
Monzón César Octavio	13	41
Moreno Gutiérrez Rosa Martha	92	197
Moreno Segovia Montserrat	97	207
Moya Guevara Debra	39	93
Nélida Abarca	25	65
Neri-Cruz Xareny Lisset	24	63
Núñez-García Laura Georgina	16, 66	47, 147

O-P

Nombre	Resumen	Páginas
Ocaña Luna José Alberto	49	113
Oliva Martínez María Guadalupe	102	217
Olmos-Rodríguez Eduardo	54	123
Olvera Cedillo Elliot	85	185
Olvera-Bautista Fernando	67	149
Ortega Clemente Luis Alfredo	41	97
Ortega Hernán	39	93
Ortega-Mayagoitia Elizabeth	103, 107, 111, 113	219, 227, 235, 239
Palacios-Hernández Emilio	13	41
Pascual Rocha Estefani Selene	62	139
Pavés Hernández Héctor	50	115
Peña Carlón Adriana	48	111
Peña Carlón Adriana	69	153
Peñuela Gustavo Antonio	3	21
Perales Vela Hugo Virgilio	88	191
Peralta Soriano Laura	28, 30, 36, 62, 98, 102	209, 71, 75, 87, 139, 217
Peregrina-Lucano Alejandro	4	23
Pérez Agamez Raúl Alberto	3	21
Pérez Rojas Alberto	82, 100	179, 213
Pérez-Legaspi Ignacio Alejandro	41	97
Piedra Ibarra Elías	93	199

R-S

Nombre	Resumen	Páginas
Ramírez Bastida Patricia	106, 108	225, 229
Ramírez Meneses Jessica Andrea	22	59
Ramírez Rodríguez Alan	43	101
Ramírez Zierold Jorge	44, 61	103, 137
Razo Zepeda Cristian	49	113
Rebolledo Millán Marco Antonio	76	167
Rendón Guzmán Irlanda Jacqueline	105	223
Rendón Guzmán Irlanda Jacqueline	110	233
Rendón López Martha Beatriz	105, 110	223, 233
Reyes Hernández Ana María	44	103
Reyes-Rodríguez Miguel Pavel	113	239
Reyna García María Guadalupe	94	201
Ríos Arana Judith Virginia	52	119
Riva Diego Ariel	47	109
Rivera-De la Parra Ligia	70, 88	155, 191
Rivera-Ortiz Francisco Alberto	106	225
Rodríguez Catalina	3	21
Rodríguez Cortés Brenda	72	159
Rodríguez Palacio Mónica Cristina	60	135
Rodríguez Romero Alexis Joseph	45	105
Rodríguez-Estrada Jesús	11	37
Rodríguez-Palacios Mónica Cristina	16, 66	47, 147
Rojas Rocha Georgiana	76	167
Roldán Dávila Vinova Yolotzin	92	197
Romano Darío	76	167
Romero Berny Emilio Ismael	90	195
Romero Magallanes Regina Aracely	54, 72	123, 159
Romero-Niembro Víctor Manuel	67	149
Rosas Monge Catalina	115, 116	241, 243
Rougón-Cardoso Alejandra	107, 111	227, 235
Rubio-Franchini Isidoro	41	97
Ruiz Ayala Mara Lizeth	105, 110	223, 233
Ruiz Campos Gorgonio	7, 31, 40	29, 77, 95
Ruiz Fernández Ana Carolina	5	25
Ruiz Mendoza Paola Xanath	72	159
Ruiz Sevilla Gerardo	105, 110	223, 233
Saavedra-Martínez Ivan Manuel	29, 58	73, 131
Salcedo Hurtado Kellys Nallith	3	21
Saldaña-Esquivel Haide	88	191

Salinas Camarillo Víctor Hugo	33	81
Sánchez Ramírez Marina	49	113
Sánchez Ramírez Sergio	110	233
Sánchez Rodríguez María del Rosario	102	217
Sánchez Saldaña Liliana	45	105
Sánchez-Hidalgo Mayorga Fernando	88	191
Sánchez-Morales Andrés	16, 66	47, 147
Sandoval-Pinto Elena	4	23
Sanguino-Medina Mario Antonio	32	79
Santillán-Alejandre Sofía	29	73
Sarma Nandini	17, 18, 64, 65, 83	49, 51, 143, 145, 181
Sarma S. S. S.	17, 18, 64, 65, 83	49, 51, 143, 145, 181
Saucedo Pimentel Antonio Román	56, 74	127, 163
Sauno Contreras Frida	115	241
Schimani Katherina	25	65
Sigala Regalado Itzel	23, 112	61, 237
Skibbe Oliver	25	65
Sobrino-Figueroa Alma	82, 100	179, 213
Soriano-Ursua Marvin Antonio	12	39
Souza Saldicar Valeria	CM3	6

T-Z

Nombre	Resumen	Páginas
Tapia Fernando	38	91
Tapia Silva Felipe Omar	60	135
Tavera Sierra Rosaluz	20	55
Tinoco Olivera Brandon Lair	55, 73	125, 161
Torner Morales Francisco José	27, 92	69, 197
Torres Peña Grecia Ariadna	89	193
Torres Sánchez Christian Eduardo	62	139
Trejo Flores Luis David	95	203
Trueba Regalado Rafel	115	241
Trujillo Domínguez Gissel	45	105
Ubaldo Guerra Alejandra	23	61
Urban-Olivares Javier	103, 107, 111	219, 227, 235
Vaca Juárez Luis Rodrigo	59	133
Valdespino Castillo Patricia M.	1, 44	17, 103
Valencia-Vargas Meetztlí Alejandra	18	51
Vásquez Víctor	87	189
Vázquez Gabriela	6, 8, 23, 81, 84, 87	27, 31, 61, 177, 183, 189
Vazquez Tapia L. I.	99	211
Vázquez-Reyes Leopoldo Daniel	106	225
Vázquez-Selem Lorenzo	112	237
Velázquez Muñoz Federico Ángel	21	57
Vilaclara Fatjó Gloria	44, 61, 101, 104	103, 137, 215, 221
Villegas-Uraga Héctor Daniel	113	239
Von Thaden Ugalde Juan José	87	189
Wakida-Kusunoki Armando T.	96	205
Zambrano Luis	CM1	2
Zamora Barrios Cesar Alejandro	27, 92	69, 197
Zanor Gabriela Ana	53, 55, 59, 71, 73, 75	121, 125, 133, 157, 161, 165
Zaragoza Ortiz María Guadalupe	116	243
Zarate-Hernández María del Rocío	16, 66	47, 147
Zimmermann Jonas	25	65
Zúñiga Ramos Catriona Andrea	102	217

INDICE DE AUTORES AUTHOR INDEX

A-B

Nombre	Resumen	Páginas
Aboites Espinosa Luis	82	179
Abrigo González Luis	50	115
Aguilar-Rangel Eduardo	46	107
Alcántara Rodríguez José Arturo	15, 107, 111, 103	45, 219, 227, 235
Alcocer Javier	101	215
Alonso Rodríguez Rosalba	98	209
Alva Martínez Alejandro Federico	60, 76, 97	135, 167, 207
Alvarado-Flores Jesús	26, 35	67, 85
Álvarez Cruz Pablo	77	169
Álvarez Cruz Pablo	63, 77	141, 169
Álvarez Hernández Sergio	82, 100	179, 213
Amezcu Montserrat	112	237
Andrade Gutiérrez Génesis	53, 71	121, 157
Aquino-Mora Linda Naomi	109	231
Arévalo-Galarza Gustavo	30	75
Armas-Lavalle Paula	35	85
Arrañaga-Méndez Néstor Rubén	59	133
Arroyo-Consulchi Gabriel	63	141
Avalos-Cueva David	13, 21	41, 57
Avendaño Diana	112	237
Avendaño Villeda Diana	25	65
Ávila Díaz Luis Yitzak	60	135
Ayala Ramírez Gloria Lariza	105, 110	223, 233
Barba López María del Refugio	21	57
Barjau Aguilar Mariel	44, 46, 72	103, 107, 159
Barojas Castañeda Brayan Agustín	68	151
Barranco-Vargas Valeria Naomi	36, 51	87, 117
Barrera Moreno Omar A.	40	95
Barron Rivera Bryan Aldair	80	175
Benítez-Fernández Nayeli Carmen	41	97
Bernal Brooks Fernando Walter	9	33
Britzke Ricardo	39	93
Bucio Pedraza Fátima	53, 71	121, 157
Bustamante-Gil Carolina	20	55

C

Nombre	Resumen	Páginas
Caballero Margarita	CM4, 2, 5, 6, 8, 14, 23, 25, 81, 84, 87	9, 19, 25, 27, 31, 43, 61, 65, 177, 183, 189
Caicero Alma	87	189
Caicero Contreras Alma Patricia	8	31
Cárdenas-Reygadas Rodolfo	109	231
Carreto Romero Sebastián	98	209
Carrillo Laura	13	41
Casarrubias-Sandoval Alicia	108	229
Castelazo Cortez Silvia Karen	56, 74	127, 163
Castellanos Páez María Elena	18	51
Castillo Domínguez Mauricio	77	169
Castillo Morales Sara María	83	181
Castillo Sandoval Sergio	44, 61, 72	103, 137, 159
Castro Rodríguez Miguel Angel	2	19
Cervantes-Martínez Adrián	10	35
Chacón Torres Arturo	115, 116	241, 243
Chávez-Moreno Mónica	78	171
Ciros Pérez Jorge	15, 43, 103, 107, 108, 111	45, 101, 219, 227, 229, 235
Córdova Tapia Fernando	72	159
Correa Metrio Alexander	2	19
Cruz Cano Ricardo Iván	27, 92	69, 197
Cruz Cruz Ana Gabriela	15, 107, 111	45, 227, 235

Cruz Gutiérrez Raquel Mahetzi	22	59
Cruz Martínez Cynthia Jaqueline	60	135
Cruz-Esquivel Ángel	4	23
Cuautele García Lucero Montserrat	47	109

D-F

Nombre	Resumen	Páginas
Daw Guerrero Arantza Ivonne	33, 34	81, 83
De La Luz-Vázquez Karla	28, 29, 51	71, 73, 117
Del Moral-Flores Luis Fernando	79, 96	173, 205
Díaz Garrido Gustavo	50	115
Díaz-Larrea Jhoana	16, 66	47, 147
Dimas Flores Nohemi	15, 40, 43, 106, 107, 108, 111	45, 95, 101, 225, 227, 229, 235
Durán Moreno Alfonso	CM5	12
Durán Ramírez Carlos Alberto	19, 67	53, 149
Eguiarte Fruns Luis E.	CM3	6
Escobar Oliva Marco Antonio	102	217
Espinosa-Rodríguez Cristian Alberto	24, 27, 28, 29, 30, 32, 36, 51, 58, 62, 63, 70, 88, 104	63, 69, 71, 73, 75, 79, 87, 117, 131, 139, 141, 155, 191, 221
Fabian Regalado José Manuel	110	233
Farfan De Santiago Julieta	93	199
Farfán-García Eunice	12	39
Fernández Carreto Giselle A.	68	151
Ferrer Castro Xochitl	34	83
Figuroa-Sánchez Michael Anai	42	99
Filonov Anatoly	13	41
Flores-Valle Alejandro	16, 66	47, 147
Frías Gómez Susana A.	77	169

G-I

Nombre	Resumen	Páginas
Gallegos Juan Daniel	97	207
García Pérez José Luis	37	89
García-Mercado Eduardo	79	173
García-Venegas Magdalena Montserrat	35	85
Garduño-Solórzano Gloria	36	87
Gaytán Herrera Martha Leticia	44, 61	103, 137
Gerardo Nieto Óscar	44	103
Godínez Ortega José Luis	98	209
Gómez Reyes Eugenio	86	187
Gómez-Tagle Sánchez Alberto	105	223
González Andrade Jorge Emiliano	54	123
González Hernández Citlalli Alhelí	8	31
González-Acosta Adrián Felipe	31	77
González-Fernández José Manuel	36	87
Górski Konrad	38	91
Grajales Rabasa Emilio	90	195
Guerra-Hernández Eloísa Adriana	78, 99	171, 211
Guillén Puente Manuel Antonio	60	135
Guízar Zambrano Brandhon	74	163
Gutiérrez-Aguirre Martha A.	10	35
Habit Evelyn	38	91
Herbieth Laurent	76	167
Hernández Avilés Justo Salvador	22, 33, 34, 37, 85, 89, 94, 95	59, 81, 83, 89, 185, 193, 201, 203
Hernández De la Cruz María Guadalupe	84	183
Hernández Hernández L. Héctor	77	169
Hernández Ivana	87	189
Hernández Montellano Alejandra Daniela	52	119
Hernández Morales Rubén	48, 53, 55, 56, 57, 59, 69, 71, 73, 74, 75	111, 121, 125, 127, 129, 133, 153, 157, 161, 163, 165
Hernández Rosas Ivana Araceli	81	177

Hernández Velázquez Rodrigo	37, 94	89, 201
Hernández-Martínez Osvaldo	113	239
Hernández-Zamora Miriam	12, 80	39, 175
Herrera Mercado Heli Sayuri	14	43
Ibarra Morales Diana	5	25
Illescas Bello Uriel	98	209
Israde Alcantara Isabel	73, 75	161, 165

J-N

Nombre	Resumen	Páginas
Jacobo Escamilla Alma Itzel	115	241
Jaime Sarahi	10	35
Jiménez Contreras Jorge	54, 72	123, 159
Jiménez González José Juan	90	195
Jiménez-Santos Marco Antonio	42	99
José Rodolfo Bonfil-Campo	17	49
Joyce Arthur	2	19
Juárez Carrillo Eduardo	21	57
Kusber Wolf-Henning	25	65
Lara Antonio Ramón	57, 75	129, 165
Lestayó González Julio	44, 72	103, 159
Lira Beatriz	20	55
Lithgow Debora	87	189
Loera Pérez Joel	117	245
López Lozano Tonantzin	47	109
López-Ramos Juan Ernesto	12	39
López-Rosas Hugo	8	31
Loredo-Ranjel Rosaura	109	231
Lozano-García Socorro	25, 112	65, 237
Lugo-Vázquez Alfonso	28, 30, 36, 61, 62, 98, 102	71, 75, 87, 137, 139, 209, 217
Luna Cid Jesús Alberto	68	151
Luna Pabello Víctor Manuel	CM6	14
Macedo-Garzón Beatriz	109	231
Macek Miroslav	101, 104	215, 221
Mariscal de Souza Gabriel	7	29
Marlet Martínez-Archundia	12	39
Márquez Reyes Ángela	10	35
Martínez Morales Karen Yanet	33	81
Martínez-Archundia Marlet	80	175
Martínez-Jerónimo Fernando	11, 12, 80	37, 39, 175
Martínez-Jerónimo Laura	80	175
Martínez-Rivera Luis Manuel	4	23
Martínez-Vargas Luis Ángel	30	75
Mayén-Estrada Rosaura	19, 67	53, 149
Medina-Durán Jorge Humberto	67	149
Medina González Roger Manuel	117	245
Mehner Thomas	CM2	4
Mena Gonzáles Horacio	98	209
Méndez Cruz Katherine Paulina	57, 75	129, 165
Mendoza Pérez Rafael	6	27
Mercado Salas Nancy F.	40	95
Merino Ibarra Martín	44, 46, 61, 72, 101	103, 107, 137, 159, 215
Meza-Rodríguez Demetrio	4	23
Montiel Martínez Aideé	47, 68	109, 151
Monzón César	21	57
Monzón César Octavio	13	41
Moreno Gutiérrez Rosa Martha	92	197
Moreno Segovia Montserrat	97	207
Moya Guevara Debra	39	93
Nélida Abarca	25	65
Neri-Cruz Xareny Lisset	24	63
Núñez-García Laura Georgina	16, 66	47, 147

O-P

Nombre	Resumen	Páginas
Ocaña Luna José Alberto	49	113
Oliva Martínez María Guadalupe	102	217
Olmos-Rodríguez Eduardo	54	123
Olvera Cedillo Elbioth	85	185
Olvera-Bautista Fernando	67	149
Ortega Clemente Luis Alfredo	41	97
Ortega Hernán	39	93
Ortega-Mayagoitia Elizabeth	103, 107, 111, 113	219, 227, 235, 239
Palacios-Hernández Emilio	13	41
Pascual Rocha Estefani Selene	62	139
Pavés Hernández Héctor	50	115
Peña Carlón Adriana	48	111
Peña Carlón Adriana	69	153
Peñuela Gustavo Antonio	3	21
Perales Vela Hugo Virgilio	88	191
Peralta Soriano Laura	28, 30, 36, 62, 98, 102	209, 71, 75, 87, 139, 217
Peregrina-Lucano Alejandro	4	23
Pérez Agamez Raúl Alberto	3	21
Pérez Rojas Alberto	82, 100	179, 213
Pérez-Legaspi Ignacio Alejandro	41	97
Piedra Ibarra Elías	93	199

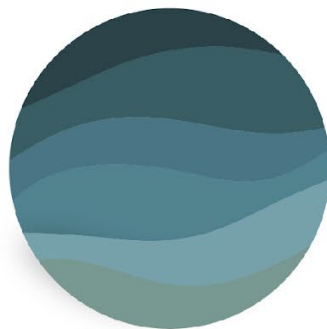
R-S

Nombre	Resumen	Páginas
Ramírez Bastida Patricia	106, 108	225, 229
Ramírez Meneses Jessica Andrea	22	59
Ramírez Rodríguez Alan	43	101
Ramírez Zierold Jorge	44, 61	103, 137
Razo Zepeda Cristian	49	113
Rebolledo Millán Marco Antonio	76	167
Rendón Guzmán Irlanda Jacqueline	105	223
Rendón Guzmán Irlanda Jacqueline	110	233
Rendón López Martha Beatriz	105, 110	223, 233
Reyes Hernández Ana María	44	103
Reyes-Rodríguez Miguel Pavel	113	239
Reyna García María Guadalupe	94	201
Ríos Arana Judith Virginia	52	119
Riva Diego Ariel	47	109
Rivera-De la Parra Ligia	70, 88	155, 191
Rivera-Ortiz Francisco Alberto	106	225
Rodríguez Catalina	3	21
Rodríguez Cortés Brenda	72	159
Rodríguez Palacio Mónica Cristina	60	135
Rodríguez Romero Alexis Joseph	45	105
Rodríguez-Estrada Jesús	11	37
Rodríguez-Palacios Mónica Cristina	16, 66	47, 147
Rojas Rocha Georgiana	76	167
Roldán Dávila Vinova Yolotzin	92	197
Romano Darío	76	167
Romero Berny Emilio Ismael	90	195
Romero Magallanes Regina Aracely	54, 72	123, 159
Romero-Niembro Víctor Manuel	67	149
Rosas Monge Catalina	115, 116	241, 243
Rougón-Cardoso Alejandra	107, 111	227, 235
Rubio-Franchini Isidoro	41	97
Ruiz Ayala Mara Lizeth	105, 110	223, 233
Ruiz Campos Gorgonio	7, 31, 40	29, 77, 95
Ruiz Fernández Ana Carolina	5	25
Ruiz Mendoza Paola Xanath	72	159
Ruiz Sevilla Gerardo	105, 110	223, 233
Saavedra-Martínez Ivan Manuel	29, 58	73, 131
Salcedo Hurtado Kellys Nallith	3	21
Saldaña-Esquivel Haide	88	191

Salinas Camarillo Víctor Hugo	33	81
Sánchez Ramírez Marina	49	113
Sánchez Ramírez Sergio	110	233
Sánchez Rodríguez María del Rosario	102	217
Sánchez Saldaña Liliana	45	105
Sánchez-Hidalgo Mayorga Fernando	88	191
Sánchez-Morales Andrés	16, 66	47, 147
Sandoval-Pinto Elena	4	23
Sanguino-Medina Mario Antonio	32	79
Santillán-Alejandre Sofía	29	73
Sarma Nandini	17, 18, 64, 65, 83	49, 51, 143, 145, 181
Sarma S. S. S.	17, 18, 64, 65, 83	49, 51, 143, 145, 181
Saucedo Pimentel Antonio Román	56, 74	127, 163
Sauno Contreras Frida	115	241
Schimani Katherina	25	65
Sigala Regalado Itzel	23, 112	61, 237
Skibbe Oliver	25	65
Sobrino-Figueroa Alma	82, 100	179, 213
Soriano-Úrsua Marvin Antonio	12	39
Souza Saldicar Valeria	CM3	6

T-Z

Nombre	Resumen	Páginas
Tapia Fernando	38	91
Tapia Silva Felipe Omar	60	135
Tavera Sierra Rosaluz	20	55
Tinoco Olivera Brandon Lair	55, 73	125, 161
Torner Morales Francisco José	27, 92	69, 197
Torres Peña Grecia Ariadna	89	193
Torres Sánchez Christian Eduardo	62	139
Trejo Flores Luis David	95	203
Trueba Regalado Rafel	115	241
Trujillo Domínguez Gissel	45	105
Ubaldo Guerra Alejandra	23	61
Urban-Olivares Javier	103, 107, 111	219, 227, 235
Vaca Juárez Luis Rodrigo	59	133
Valdespino Castillo Patricia M.	1, 44	17, 103
Valencia-Vargas Meetztlí Alejandra	18	51
Vásquez Víctor	87	189
Vázquez Gabriela	6, 8, 23, 81, 84, 87	27, 31, 61, 177, 183, 189
Vazquez Tapia L. I.	99	211
Vázquez-Reyes Leopoldo Daniel	106	225
Vázquez-Selem Lorenzo	112	237
Velázquez Muñoz Federico Ángel	21	57
Vilaclara Fatjó Gloria	44, 61, 101, 104	103, 137, 215, 221
Villegas-Uraga Héctor Daniel	113	239
Von Thaden Ugalde Juan José	87	189
Wakida-Kusunoki Armando T.	96	205
Zambrano Luis	CM1	2
Zamora Barrios Cesar Alejandro	27, 92	69, 197
Zanor Gabriela Ana	53, 55, 59, 71, 73, 75	121, 125, 133, 157, 161, 165
Zaragoza Ortiz María Guadalupe	116	243
Zarate-Hernández María del Rocío	16, 66	47, 147
Zimmermann Jonas	25	65
Zúñiga Ramos Catriona Andrea	102	217



CONGRESO MEXICANO DE
LIMNOLOGÍA

UNAM · FES IZTACALA

10 al 14 de noviembre de 2025
Centro Cultural Iztacala
Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM
Tlalnepantla, Estado de México
MÉXICO
<https://limno2025.iztacala.unam.mx/>