

## Eje temático elegido: Agua y Gestión del Recurso

### Evaluación de la Calidad del Agua de un Embalse Tropical en la Cuenca del Río Culiacán; Región Agrícola de México.

Alberto Quevedo-Castro<sup>\*1</sup>, Yaneth A. Bustos-Terrones<sup>\*2</sup>, Gabriel Rangel-Peraza<sup>\*3</sup>, Antonio Sanhouse-García<sup>\*4</sup>

\*División de Estudios de Posgrado e Investigación. Instituto Tecnológico de Culiacán. Juan de Dios Batíz 310. Col. Guadalupe. Código postal 80220. Culiacán-Sinaloa, México.

<sup>1</sup>m08170173@itculiacan.edu.mx, <sup>2</sup>yabustoste@conacyt.com,

<sup>3</sup>jesus.rangel@itculiacan.edu.mx, <sup>4</sup>Sanhove@yahoo.com.

#### Resumen

Se realizó la evaluación de una presa tropical en México con el fin de evidenciar el estado integral del embalse, el cual consistió en: una evaluación de la calidad del agua, una evaluación del estado trófico (IET) y del nutriente limitante (N/P) y la determinación del índice de calidad del agua (ICA). Se elaboró un análisis estadístico descriptivo de parámetros y mediante un análisis de componentes principales, se determinaron los parámetros a evaluar. Se realizó una evaluación espacial y estacional en un periodo comprendido del 2012 a 2016, los cuales fueron proporcionados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). La presa presenta un estado mesotrófico con una calidad en ICA “buena”. El nutriente limitante resulto ser el Nitrógeno. El monitoreo de parámetros e índices muestra un panorama general de la calidad del agua, por lo que es muy importante considerarlos en la toma de decisiones para la conservación de embalses.

**Palabras-clave:** Calidad del agua; presa Adolfo López Mateos; Índice de Estado Trófico (IET); Índice de Calidad del agua (ICA); nutriente limitante.

**Abstract:** The evaluation of a tropical dam in Mexico was carried out in order to show the integral state of the reservoir, which consisted of: a water quality assessment, an assessment of the trophic state index (TSI) and the limiting nutrient (N/P) and determination of the water quality index (WQI). A descriptive statistical analysis of parameters was elaborated and, through an analysis of principal components, the parameters to be evaluated were determined. A spatial and seasonal evaluation was carried out over a period from 2012 to 2016, which were provided by the National Water Commission (CONAGUA). The dam presents a mesotrophic state with a “good” WQI quality. The limiting nutrient turned out to be Nitrogen. The monitoring of parameters and indexes shows an overview of the water quality, so it is very important to consider them in the decision making for the conservation of reservoirs.

**Keywords:** Water quality; Adolfo Lopez Mateos dam; Trophic State Index (TSI); Water Quality Index (WQI); limiting nutrient.

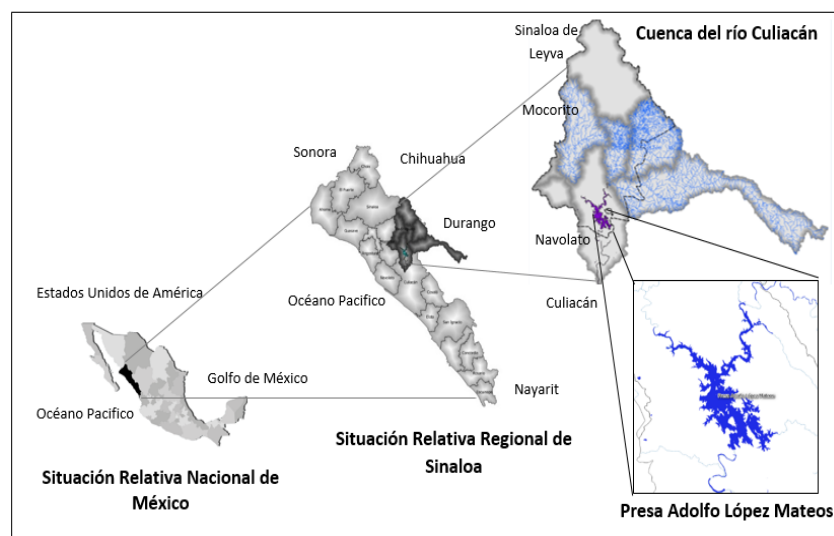
#### Introducción

Debido al uso de fertilizantes agrícolas, desechos mineros, herbicidas antinarcóticos, lixiviados domésticos, contaminación fecal producto de reses y descargas residuales que ocurren aguas arriba, la presa ALM tiende a contaminarse [1]. Los principales efectos de la contaminación en presas aledañas es la muerte de peces por la presencia de plaguicidas en especie como la *tilapia*, siendo la pesca la principal fuente de alimento de comunidades [2].

La presencia de lirio acuático en ríos importantes aguas abajo como el río Culiacán, causa afectaciones oxidantes debido a las altas concentraciones de nitrógeno derivados del uso de fertilizantes agrícolas [3]. Por ello, la determinación de índices de calidad del agua, evaluaciones de estado trófico y el uso de herramientas estadísticas permiten describir el estado integral de los embalses, los cuales se ven afectados por el impacto de actividades antropogénicas como la agricultura y ganadería (entre otros), ocasionando daños en los ecosistemas acuáticos.

### Metodología

La presa Adolfo López Mateos (ALM) se encuentra en el estado de Sinaloa dentro de la cuenca hidrológica del río Culiacán en el municipio de Badiraguato (**Figura 1.**). Su ubicación geográfica es de 25° 05' 25" de latitud y 107° 33' 00" de longitud cubriendo una superficie de 11,354 hectáreas. El embalse es utilizado para riego agrícola, generación de energía eléctrica y pesca de tilapia, bagre y lobina [4].



**Figura 1.** Ubicación de la Presa ALM

Se realizó un análisis multitemporal de uso y cobertura de suelo en la cuenca del río Culiacán mediante herramientas SIG libres y procesamiento digital de imágenes Landsat para evaluar el impacto de actividades antropogénicas en las coberturas vegetales del área de estudio [5]. Se llevó a cabo un estudio de la condición del cuerpo de agua donde se determinaron diversos cálculos para obtener el ICA con la metodología de Brown [6], IET con la metodología de Carlson [7] y cálculos para la obtención del nutriente limitante [8]. Se elaboró un análisis estadístico descriptivo para evaluar el comportamiento estacional y espacial de los parámetros de calidad del agua del embalse tropical.

### Resultados y discusión

En el análisis multitemporal de uso y cobertura de suelo se obtuvieron tasas de reducción de cobertura total de bosques ayarín y oyamel y selva baja caducifolia (-1.76, -17.39 y -28.10 en porcentaje del área total respectivamente) en el periodo de 1990-2000 por la expansión de la zona agrícola, ganadera y urbana. Lo anterior influye en el proceso de regeneración natural de ecosistemas acuáticos ante la presencia de contaminantes, por lo que ecosistemas acuáticos se ven afectados por la erosión de los suelos. Por otra parte, el análisis estadístico descriptivo se muestra en la **Tabla 1**. La calidad del agua de la presa ALM, de acuerdo con Brown se considera como "buena" (ICA=72). Como se muestra en la **tabla 2.**, la presa ALM se clasifica en un estado "mesotrófico" evaluado mediante la

metodología de Carlson. Finalmente se obtuvo el elemento predominante, donde resulto ser el Nitrógeno.

**Tabla 1.** Resumen estadístico de la presa ALM

Parámetro	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango	ICA
pH	7.61	0.32	4.20%	7.07	8.20	1.13	11.66
Oxígeno disuelto	5.99	1.83	30.49%	2.93	9.31	6.38	10.70
Turbiedad	7.63	15.53	203.47%	0.88	74.00	73.12	7.98
Temperatura	29.69	4.90	24.6%	10.6	28.50	17.90	5.77
SDT	49.33	95.81	194.20%	5.0	355.00	350.00	7.85
DBO <sub>5</sub>	4.29	2.35	54.73%	2.0	9.70	7.7	3.84
Nitratos	0.59	0.26	43.27%	0.11	1.14	1.03	9.95
Fosfatos	0.13	0.14	112.05%	0.04	0.52	0.48	9.99
Coliformes Fecales	873.78	1402.39	160.49%	41.0	5794	5753.00	4.45
						<b>Total</b>	<b>72</b>

**Tabla 2.** IET de la presa ALM

IET	Sitios			
	1	2	3	4
Transparencia	53.82	52.07	51.80	52.87
PT	22.13	18.22	19.18	16.57
Clorofila-a	55.33	53.35	61.34	53.89
IET <sub>total</sub>	43.76	41.21	44.11	41.11

## Conclusiones

El monitoreo de la presa ALM es muy importante ya que su uso depende de la salud de muchas personas. El agua de la Presa ALM se considera adecuada para uso ambiental, agrícola y pecuario. El embalse presenta un nivel intermedio de productividad, por lo que presenta niveles medios de nutrientes y aguas claras, así como la presencia de plantas acuáticas. Por ello, el Nitrógeno al ser el nutriente limitante, origina crecimiento de lirio acuático en el embalse, producto del impacto de actividades agrícolas.

## Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por apoyo de beca de manutención y al Instituto Tecnológico de Culiacán, por los recursos brindados.

## Referencias bibliográficas

- [1] Unidad de Manejo Forestal Sinaloa (UMAFOR). 2010. Estudio regional forestal. Comisión Nacional forestal. México. 263 p.
- [2] El Universal, 2017. Detectan plaguicidas en peces de presa en Sinaloa. Periódico El Universal, Notimex, México. Disponible en: <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/estados/2017/05/15/detectan-plaguicidas-en-peces-de-presa-en-sinaloa> (Fecha de consulta: 17/05/2017)
- [3] El Debate, 2015. Lirio acuático dañino para las aguas del río. Periódico El debate. Disponible en: <https://www.debate.com.mx/culiacan/Lirio-acuatico-danino-para-la-aguas-del-rio-20150505-0034.html> (fecha de consulta: 15/03/2017)
- [4] Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2015. Estudio Previo Justificativo para el establecimiento de una zona de preservación ecológica del centro de población "Alameda del Arroyo de Pericos y Zona Arquitectónica Colonial" del municipio de Mocorito. Sinaloa. México. 108 p.
- [5] Sanhouse-Garcia, A., Bustos-Terrones, Y., Rangel-Peraza, J., Quevedo-Castro, A., Pacheco, C. 2016. Multi-temporal analysis for land use and land cover changes in an agricultural region using open source tools. Remote Sensing Applications: Society and Environment. México. 46 p.
- [6] Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET). 2015. Índice de calidad del agua general "ICA". Ministerio de Medio ambiente y Recursos Naturales. El Salvador. 14 p.
- [7] Prasad D.; Siddaraju 2012. Carlson's Trophic State Index for the assessment of trophic status of two Lakes in Mandya district. Advances in Applied Science Research. India. 3 (5): 2992-2996.

**[8]** Li, D.; Liang, J.; Di, Y.; Gong, H.; Guo, X. 2016. The spatial-temporal variations of water quality in controlling points of the main rivers flowing into the Miyun reservoir from 1991 to 2011. *Rev. Environmental Monitoring and Assessment. China.* 188 (1): 1-12.