

Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la presa San Luis Taxhimay, Municipio de Villa del Carbón en el Estado de México

Physicochemical and microbiological characterization of the San Luis Taxhimay dam, Municipality of Villa del Carbón in the State of Mexico

TOLEDO-TREJO, Erika*† y RAZO-PAREDES, José Trinidad

Universidad Tecnológica Fidel Velázquez. Av. Emiliano Zapata S/N, El Trafico, 54400 Villa Nicolás Romero, México

ID 1^{er} Autor: Erika, Toledo-Trejo/ ORC ID: 0000-0002-8444-1879, CVU CONACYT ID: 869828

ID 1^{er} Coautor: José Trinidad, Razo-Paredes/ Researcher ID Thomson: X-3117-2018, CVU CONACYT ID: 953362

Recibido 6 de Abril, 2018; Aceptado 19 de Junio, 2018

Resumen

Los cuerpos de agua artificiales permiten tener una reserva para su uso en cualquier época del año. La Presa Taxhimay se ubica en el municipio de Villa de Carbón, Edo. de Méx; este recurso hídrico es usada para riego y fines recreativos. En este trabajo se realizó la caracterización fisicoquímica y microbiológica del cuerpo de agua en un periodo de 10 meses, estableciendo 10 puntos de muestreo. Se encontró que los nutrientes SO₄, NO₃ y PO₄ favorecieron la presencia de microalgas en la presa Taxhimay, siendo preocupante la presencia de algas tóxicas. La presencia de enterobacterias fue constante a lo largo de todo el estudio. Consideramos necesario identificar las fuentes que favorecieron niveles altos de nutrientes y contaminantes microbiológicos, para así establecer estrategias o un plan de manejo de dicho presa para que este pueda cumplir los fines para la que fue creada.

Caracterización, fisicoquímica, Microbiológicos, presa, Taxhimay

Abstract

The artificial bodies of water allow having a reserve for use at any time of the year. The Taxhimay Dam is located in the municipality of Villa de Carbón, Edo. from Mexico; This water resource is used for irrigation and recreational purposes. In this work, the physicochemical and microbiological characterization of the water body was carried out in a period of 10 months, establishing 10 sampling points. It was found that the nutrients SO₄, NO₃ and PO₄ favored the presence of microalgae in the Taxhimay dam, being worrisome the presence of toxic algae. The presence of enterobacteria was constant throughout the study. We consider it necessary to identify the sources that favored high levels of nutrients and microbiological contaminants, in order to establish strategies or a management plan for this dam so that it can fulfill the purposes for which it was created.

Characterization, physicochemical, Microbiological, prey, Taxhimay

Citación: TOLEDO-TREJO, Erika y RAZO-PAREDES, José Trinidad. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la presa San Luis Taxhimay, Municipio de Villa del Carbón en el Estado de México. Revista de Innovación Sistemática 2018. 2-6: 23-28

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: eritotr@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Las presas nos permiten tener una reserva de agua para su uso posterior y proporcionan energía hidroeléctrica así como un cierto nivel de protección contra precipitaciones extremas. Si son diseñadas correctamente, las presas permiten que el agua esté disponible en épocas en las que, en su ausencia, no sería así, por lo tanto se incrementan los recursos hídricos renovables aprovechables. Esto es particularmente importante en países en los que el agua disponible durante la temporada seca y la temporada de lluvias varía considerablemente (FAO, 2016)

La Presa Taxhimay se encuentra ubicada en la comunidad de San Luis Taxhimay, en Villa de Carbón en el estado de México y forma parte del acuífero Tepeji del Río. Originalmente era usada para el control de avenidas, actualmente opera como una obra de almacenamiento. La presa se abastece del Río San Luis de Las Presas, afluente del Río Tepeji y alimenta una zona de riego de 2,100 hectáreas localizada aguas abajo entre su cortina y el embalse de la Presa Requena (DOF, 2016). También es usada con fines turísticos que incluyen pesca, paseo en lancha, etc. (Hernández, N y Rosas, J. 2010). La SAGARPA señala que hasta el 2010 la superficie bajo riego en México se abastece con agua superficial representando el 71% aportado por presas de almacenamiento (SAGARPA, 2012).

Con lo antes expuesto es de importancia el cuidado y conservación de la calidad del agua de la presa, por tal motivo el objetivo de este trabajo fue realizar la caracterización fisicoquímica y microbiológica de dicho cuerpo de agua. Este monitoreo permitirá conocer la calidad y el cuidado que se le está dando y si es necesario un plan de manejo para mantener o mejorar su calidad y así siga siendo útil para los usos para que fue destinada.

Metodología

Se realizaron muestreos mensuales de septiembre del 2017 a julio del 2018 con el fin de verificar el comportamiento físico, químico y microbiológico del cuerpo de agua; el muestreo fue aleatorio estimando 10 a 14 puntos de muestreo para la superficie del cuerpo de agua, se escogieron solo 10 ubicándolos geográficamente (tabla 1, figura 1) en zonas de afluentes que nutren a la presa, como se muestra en la imagen 1; abarcando puntos del centro y orilla del cuerpo de agua, esto para obtener muestras homogenizadas y representativas, de acuerdo con la NOM-014-SSA1-1993.

Punto de muestreo	Ubicación GPS
Punto No 1	N 19° 50' 15.7" W 099° 24' 0.67"
Punto No 2	N 19° 50' 06.6" W 099° 24' 19.2"
Punto No 3	N 19° 49' 56.6" W 099° 24' 20.1"
Punto No 4	N 19° 49' 13.4" W 099° 24' 32.5"
Punto No 5	N 19° 49' 05.8" W 099° 24' 30.7"
Punto No 6	N 19° 49' 10.1" W 099° 24' 05.5"
Punto No 7	N 19° 49' 23.4" W 099° 23' 43.6"
Punto No 8	N 19° 49' 50.5" W 099° 23' 10.4"
Punto No 9	N 19° 50' 00.2" W 099° 23' 19.4"
Punto No 10	N 19° 49' 57.6" W 099° 23' 46.2"

Tabla 1 Localización geográfica de los puntos de muestreo en la Presa Taxhimay



Figura 1 Señalización de la distribución de los puntos de muestreo

Se determinaron parámetros en campo como: pH, OD, turbidez, conductividad eléctrica y temperatura con instrumentos de medición todos ellos marca Hanna (potenciómetro/temperatura/conductividad eléctrica, oxímetro, nefelómetro); para alcalinidad, acidez, cloruros se determinaron mediante análisis volumétrico. Nitratos, fosfatos y sulfatos por espectrofotometría, aplicando las NMX 029, 036, 072, 073, 074 y 079.

Con respecto al análisis microbiológico se determinaron microalgas y enterobacterias. Para el caso de microalgas se obtuvieron muestras en envases de medio litro limpios y se transportaron a temperatura ambiente, el día de la colecta se realizaron observaciones *in vivo* para la identificación mediante microscopía óptica y usando las claves taxonómicas de Bellinger, E. y Sigge, D. (2010). Para la determinación de enterobacterias se muestreo usando vasos whinkler ambar previamente esterilizados en autoclave a presión de 121 lb y se realizaron siembras en los medios previamente preparados agar Eosina-Azul de metileno, incubándolos a 37 °C por un periodo de 24-48 horas, revisándolos posterior a la incubación en el periodo antes descrito.

Resultados y Análisis

Resultados fisicoquímicos.

La grafica 1 muestra los parámetros obtenidos en campo: Temperatura, turbidez, pH, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica, durante el periodo de septiembre del 2017 a julio del 2018. La NOM 127 de la SSA establece los límites máximos permisibles LMP que deben presentar el agua natural o para consumo humano, la temperatura, turbidez están dentro de los rangos establecidos, el pH es ligeramente alcalino en rangos que van de 6.2 hasta 8.1, el OD tiene variaciones que oscilan desde 1.6 en junio hasta 4.6 en enero. En cuanto a la conductividad eléctrica existen valores muy extremos, probablemente por la presencia y elevada concentración de iones (sales).

GRAFICA 1 COMPORTAMIENTO PROMEDIO DE LOS PARAMETROS DE CAMPO

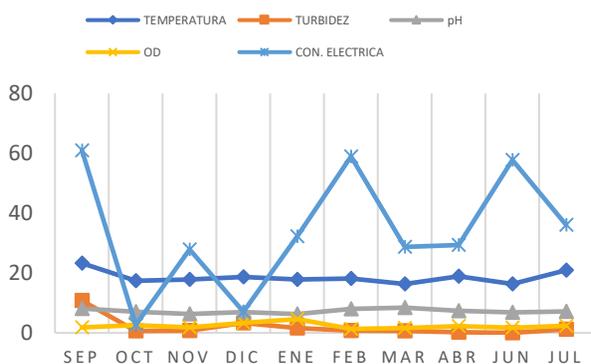


Gráfico 1

La grafica 2 muestra los resultados obtenidos por análisis volumétrico como son: Acidez, alcalinidad y cloruros, durante el periodo de septiembre del 2017 a julio del 2018. Se puede verificar que los valores de acidez 6.02 a 8.6 y cloruros son muy bajos, menores a 0.27mg/L. Mientras que los niveles de alcalinidad oscilan desde 67.7 mg/L hasta 162 mg/L considerando al cuerpo de agua ligeramente alcalino, esto bajo los LMP de la normatividad para aguas naturales.

GRAFICA 2 COMPORTAMIENTO PROMEDIO DE PARAMETROS VOLUMETRICOS

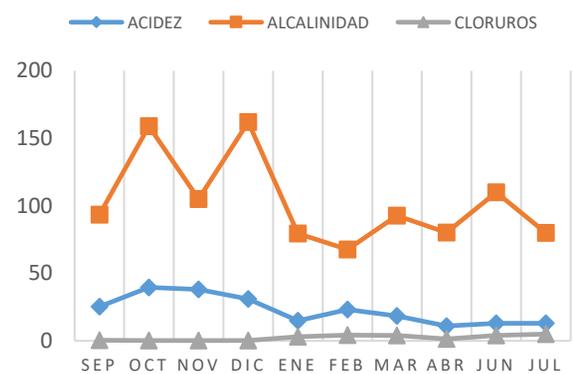


Gráfico 2

La grafica 3 muestra los resultados obtenidos por análisis espectrofotométrico como son: Sulfatos, fosfatos y nitratos, durante el periodo de septiembre del 2017 a julio del 2018. Los valores de fosfatos van 600 mg/L en abril hasta 1000 mg/L en octubre, para un cuerpo de agua natural son muy elevados (NOM- 127); los valores de nitratos son estables, es decir si variación se encuentra entre los 200-400 mg/L durante todo el periodo de estudio, sin embargo, excede los LMP para aguas naturales (NOM-127). Los valores de sulfatos se comportan en incremento desde 70 ppm en septiembre hasta 820 ppm para julio, las elevadas concentraciones de estos iones son de gran importancia para el análisis del comportamiento del cuerpo de agua.

GRAFICA 3: COMPORTAMIENTO PROMEDIO DE PARAMETROS ESPECTROFOTOMETRICOS

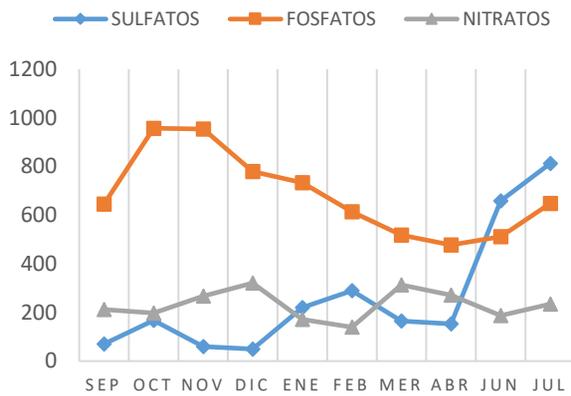


Gráfico 3

Resultados microbiológicos

Enterobacterias

La familia *Enterobacteriaceae* constituye un grupo grande y heterogéneo de bacterias gramnegativas. Reciben su nombre por la localización habitual como saprofitos en el tubo digestivo, aunque se trata de gérmenes ubicuos, encontrándose de forma universal en el suelo, el agua y la vegetación, así como formando parte de la flora intestinal normal de muchos animales además del hombre. *Escherichia coli* es el microorganismo más prevalente de esta Familia (Prado, V. et. al; 2012) de tal manera que pueden ser considerados como indicadores de calidad del agua. Así en este trabajo se determinó la presencia de estas en la presa en cuestión teniendo los resultados que se muestran a continuación.

En la gráfica 4 se presenta los diez puntos de muestreo establecidos en la Presa. Como se puede observar el muestreo con menor contaminación fue el punto 10 el central y más profunda de la presa. Para este punto los meses que no presentaron contaminación por enterobacterias fueron septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

GRÁFICA 4. CONTAMINACIÓN POR ENTEROBACTERIAS A LO LARGO DE TODOS LOS PERIODOS DE MUESTREO EN PRESA TAXHIMAY.

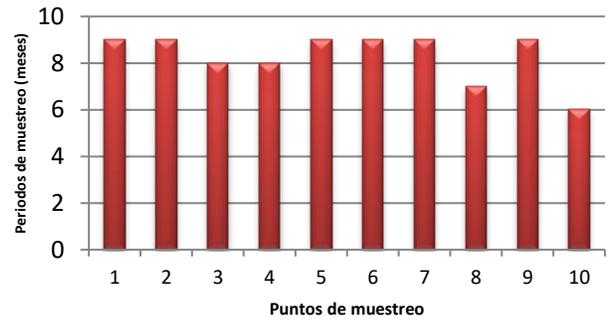


Gráfico 4

En la gráfica 5 se representa los periodos con respecto a los puntos muestreados. Los periodos mas limpios en cuanto a este grupo bacteriano fueron diciembre con 3 puntos contaminados y noviembre con 4 puntos contaminados. De Septiembre a Diciembre se presento una disminución en los puntos contaminados, sin embargo a partir de Enero se presenta un aumento hasta a encontrar contaminación bacteriana en todos los puntos de muestreo establecidos y este comportamiento se continuo hasta el ultimo periodo de muestreo que corresponde a Julio.

GRÁFICA 5. CONTAMINACIÓN POR ENTEROBACTERIAS POR PERÍODO DE MUESTREO

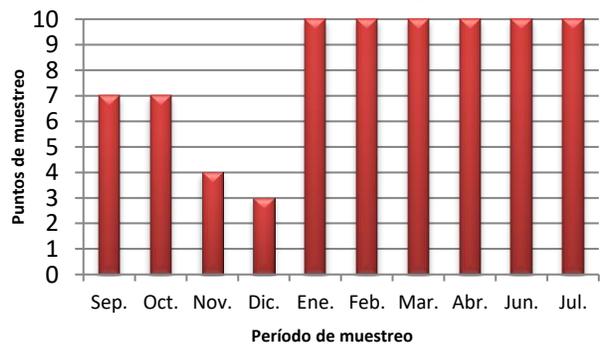


Gráfico 5

Resultados de Microalgas

Lujan, A. y colaboradores en 2005 sugieren que usar las algas presentes en el agua permite conocer la calidad de ella gracias a su sensibilidad a los cambios del medio en que viven, por tanto se convierten en un referente del estado ecológico de cualquier sistema acuático. En los 10 periodos de muestreo se encontraron en total solo 6 representantes de microalgas, siendo estas del grupo de algas verdes *Chorella*, de algas verde-azules *Microsystis*, *Anabaena* y *Coelosphaerium* y de diatomeas se encontró a *Asterionella* y *Ursolenia*.

El caso de *Chorella* se presentó solo en el muestreo del mes de abril y solo en el punto 5, esta microalga tiene la capacidad de cambiar su metabolismo de autótrofo a heterótrofo y es conocida por ser endosimbionte de vertebrados. La escases de algas verdes en el agua nos indica que hay baja cantidad de nutrientes (Bellinger, G. y Sigee, D; 2010), en este periodo se registraron las menores concentraciones de los iones sulfatos, fosfatos y nitratos considerados los principales nutrientes en cuerpos de agua.

En el caso de las algas verde azules encontradas tenemos a *Coelosphaerium* del cual sus colonias son común en zonas planctónicas y ha sido reportado en zonas eutróficas con enriquecimiento de nitratos (Valadez, F. et. al. 2013), Fue observada en noviembre y diciembre en todos los puntos de muestreo, en este periodo se registraron valores de nitratos entre 200 a 300 mg/L. En el caso de *Microcystis* es una microalga colonial común en aguas quietas, planctónica y que ha sido reportada en épocas de otoño en zonas mesotróficas (Sigge, D. 2004), este microorganismo produce toxinas como la microcistina por lo que es considerada una alga toxica (Valadez, F. et. al. 2013) esta alga fue encontrada en la presa en octubre, noviembre, diciembre y julio, dichos periodos presentaron los niveles más altos de fosfatos como se mostró en la gráfica 3. Es importante señalar que las microcistinas inhiben las proteínas fosfatasas PP1 y PP2 las cuales están implicadas en muchos procesos biológicos como la división celular, la síntesis de proteínas, la señalización celular, la contracción muscular, el transporte de calcio, etc. (Wera et al, 1995).

En el caso de *Anabaena* ha señalado que se desarrolla mejor en contenidos altos de fósforo, tanto en el agua como en el suelo (Lumpkin, T. y Plucknett, D. 1980), esta cianobacteria se presentó en los periodos de septiembre, diciembre y julio en todos los puntos de muestreo, octubre en el punto 1 y 2, noviembre en todos los puntos excepto 1 y 2. Es importante señalar que los niveles de fosfatos son considerados altos (600-800 mg/L) con respecto al NOM-127, lo cual favoreció la presencia de esta microalga.

Finalmente representantes del grupo de diatomeas encontramos a *Uroselenia* y *Asterionella*. *Uroselenia* es una microalga solitaria que se presenta en ambientes ligeramente alcalinos y en el caso de la segunda es un alga que puede otorgar sabor al agua (Bellinger, G. y Sigee, D. 2010), el comportamiento del cuerpo de agua fue ligeramente alcalino.

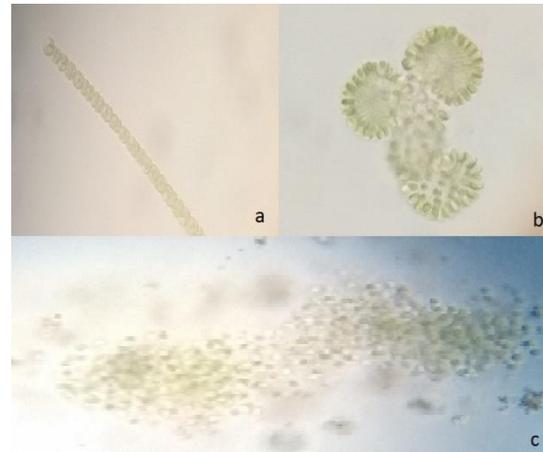


Figura 2 Microalgas encontradas en Presa taxhimay. a) *Anabaena*, b) *Coelosphaerium*, c) *Microcystis*

Agradecimiento

Agradecemos a las autoridades de la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez por el apoyo recibido para la realización de esta investigación, en particular al Mtro. Armando Ávila Dorador.

Conclusiones

La importancia de la caracterización fisicoquímica y microbiológica de un cuerpo de agua estriba en poder corroborar y relacionar las condiciones abióticas y bióticas del sistema. Los nutrientes SO_4 , NO_3 y PO_4 fueron factores que favorecieron la presencia de microalgas en la presa Taxhimay. Con respecto a la contaminación por enterobacterias fue evidente que nos encontramos con la presencia de ellas en todos los puntos y periodos de muestreo, dicha situación resulta preocupante ya que este cuerpo de agua es utilizado para riego y actividades acuáticas recreativas de contacto directo. Consideramos necesario identificar las fuentes de contaminación para realizar una estrategia o plan de manejo de dicho cuerpo de agua.

Referencias

- Bellinger, E. y Sigge, D. 2010. *Freshwater Algae: Identification and use as bioindicators*. Wiley-Blackwell. 254p
- DOF 11/07/2016. 2016. Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de las aguas nacionales subterráneas del acuífero Tepeji del Río, clave 1316, Estado de Hidalgo, Región Hidrológico-Administrativa Aguas del Valle de México.
- FAO, 2016. Presas: Base de datos georreferenciada. FAO. 2016. Sitio web AQUASTAT. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado el 12 de febrero de 2018. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/dams/indexsp.stm>
- Hernández, N; Rosas, J. 2009. Ecoturismo e infraestructura vial como detonante de la economía local, caso de estudio de Villa del Carbón. Quievera. *Revista de Estudios Territoriales*. 12:2. pp 37-57. Recuperado el 19 junio de 2018. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40115676003>>
- Lujan, A; Luque, E. y Boccolini, M.2005. Diatomeas planctónicas de cursos de agua. Cuenca del Río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 40 (3-4), 183 - 198. Recuperado 01 de agosto de 2016. <http://www.scielo.org.ar/pdf/ecoaus/v15n2/v15n2a06.pdf>
- Lumpkin, T. A. y D. L. Plucknett. 1980. Azolla. Botany, physiology and use as a green manure. *Econ. Bot.* 34, 111-153.
- NMX-AA-029-2001. Análisis de agua-determinación de fosforo total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.
- NMX-AA-036-SCFI-2001. Análisis de agua -determinación de acidez y alcalinidad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.
- NMX-AA-072-SCFI-2001. Análisis de agua -determinación de dureza total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.
- NMX-AA-073-SCFI-2001. Análisis de agua -determinación de cloruros totales en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.
- NMX-AA-074-1981. Análisis de agua -determinación del ion sulfato en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.
- NMX-AA-079-SCFI-2001. Análisis de agua-determinación de nitratos en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.
- Norma Oficial Mexicana NOM-014-SSA1-2002, "procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados".
- Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, "salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización".
- Prado, V. Vidal, R. y Duran, C. 2012. Aplicación de la capacidad bactericida del cobre en la práctica médica. *Rev Med Chile*. 140: 1325-1332.
- SAGARPA, 2012. Línea de base del programa de sustentabilidad de los recursos naturales: Subíndice de uso sustentable del agua, metodología de cálculo. Noviembre de 2012.
- Sigge, D. 2004. *Freshwater Microbiology: Diversity and Dynamic Interactions of Microorganisms in the Aquatic Environment*. Chichester, UK, John Wiley & Sons, p. 524.
- Valadez, F; Rosiles, G; Almazán, A; y Merino, M. 2013. Planktonic Cyanobacteria of the tropical karstic lake Lagartos from the Yucatan Peninsula, Mexico *Rev. Biol. Trop.* 61. 2: 971-979.
- Wera, S. y Hemmings, B. 1995. Serine/threonine protein phosphatases. *Biochem. J.* 311, 17-29.