

## Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la presa del Llano ubicada en el municipio de Villa del Carbón Estado de México

RAZO-PAREDES, José Trinidad\*†, TOLEDO-TREJO, Erika y FRANCO-GÓMEZ, Armando

Recibido Enero 13, 2016; Aceptado Abril 30, 2016

### Resumen

Esta investigación se realizó en la presa del llano Villa del Carbón, Estado de México, este cuerpo de agua es usado con fines ecoturísticos. Se determinaron parámetros físicos, químicos y microbiológicos de julio de 2015 a mayo de 2016 en 4 zonas de muestreo. Se obtuvieron resultados de temperatura, turbidez, pH, OD, dureza, acidez, alcalinidad, cloruros, sulfatos, se identificaron micro algas y enterobacterias. Los valores fisicoquímicos obtenidos muestran ligeros cambios, estos valores están por debajo de los valores referenciales con base en la normatividad vigente para aguas naturales con fines de potabilización, estos favorecieron la presencia de varios taxos de algas incluyendo diatomeas y cianobacterias en su mayoría, también se observó contaminación por enterobacterias (*Escherichia coli*). Se sugiere tratamiento por fitorremediación debido a que no son aguas muy alteradas y manejo adecuado de las descargas que son la posible fuente de contaminación.

**Caracterización, fisicoquímica, microbiológica, presa**

### Abstract

This investigation was developed in the Presa of Llano in Villa del Carbon, Estate of Mexico; this body of wáter is used in the ecoturistic activities. There were determined physic, chemical and microbiological parameters from July 2015 to May 2016 in 4 sampling zones. There were obtained results from temperture, turbity, pH, DO, hardness, acidity, alkalinity, chlorides, and sulfates, there were also identified microalgae, enterobacteriaceae, This physiochemical values obtained show sligth changes, these values are below there ference values in the current regulations for natural wáter for purpose of purification, these favored the presence of several algal taxas, including mainly diatoms and cianobacterias were also observedas well as pollution forent enterobacterias (*Escherichiacoli*). It is suggested fitoremediation treatment because of the little alteration and also it is recommended the proper handling of wáter waste because they are possible sources of pollution.

**Characterization, physiochemical, microbiological, pres**

**Citación:** RAZO-PAREDES, José Trinidad, TOLEDO-TREJO, Erika y FRANCO-GÓMEZ, Armando. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la presa del Llano ubicada en el municipio de Villa del Carbón Estado de México. Revista de Energía Química y Física 2016, 3-6: 7-14.

\*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: vegetriny@yahoo.com.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor

## Introducción

El agua es un compuesto vital para los seres vivos ya que en distintas proporciones todos están conformados por dicho compuesto. (Salomón, E. et. al, 2001). México cuenta con una extensión hidrográfica por ríos y arroyos de 633 mil kilómetros y con respecto a presas como cuerpos de almacenamiento cuenta con 5163 presas y bordos Las presas permiten aprovechar el recurso hídrico, con el fin de satisfacer los diferentes beneficios, en un país donde la lluvia es insuficiente, en zonas de gran demanda (Almudena, E. 2014).

Este aprovechamiento del agua también trae consecuencias debido a que el agua sufre contaminación, algunas fuentes pueden ser por microorganismos patógenos que pueden causar enfermedades, por desechos orgánicos, por sedimentos y sólidos suspendidos, entre otros tipos.

La presa del Llano es un cuerpo de agua superficial que ha sido utilizada como fuente de agua para riego, torneos de pesca, etc. Es importante realizar un seguimiento de sus características físicoquímicas y microbiológicas con miras a mantener al mínimo las condiciones actuales y seguir sacando provecho de dicho cuerpo ahora y a futuro.

Se pretende que con el estudio se pueda obtener la información necesaria para generar alternativas y propuestas en el uso y manejo de los recursos hídricos, no sólo como fuente de abastecimiento para la población con opción a la potabilización, también para riego planificado y el ecoturismo, generando ingresos para el municipio y beneficios para la comunidad(Hernandez, N. 2010)

## Metodos

Se realizaron muestreos mensuales de Junio del 2015 a Mayo del 2016 con el fin de verificar el comportamiento físico, químico y microbiológico del cuerpo de agua; el muestreo fue aleatorio- estratificado dividiendo el cuerpo de agua en cuatro secciones ó estratos denominadas Boca (I), Centro (II), Cortina (III) y Brazo (IV) como se muestra en la Figura 1; cada sección presenta cinco puntos de muestreo localizados en un transecto en zig-zag 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.



Figura 1

Se determinaron pH, OD, turbidez y temperatura con instrumentos de medición de campo todos ellos marca Hanna (potenciómetro/temperatura, oxímetro, nefelómetro); para alcalinidad, acidez, dureza, cloruros y sulfatos se aplicaron las NMX 036, 072, 073 y 074.

Con respecto a análisis microbiológicos 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 y previamente esterilizados a autoclave a presión de 121 lb y se realizaron siembras en los medios previamente preparados de Agar TSI (triple azúcar hierro) y agar fueron incubados según proveedor, se revisaron resultados en 24 y 48 hrs. posterior a la siembra.

## Resultados y Analisis

### Parametros Fisicoquimicos.

En la tabla 1 se muestra los promedios anuales encontrados para los parámetros fisicoquímicos en los muestreos realizados, se incluyen los valores de referencia de acuerdo a la NOM-127\_SSA1-2004:

Parámetro	Valor obtenido Promedio anual	Valor de referencia
Temperatura	13.61 °c	---
Turbidez	1.23 ntu	5 ntu
Ph	7.001	6.5-8.5
Oxígeno disuelto	4.56 ppm	---
Dureza	44.48 mg/l	500 mg/l
Acidez	3.21 mg/l	250 mg/l
Alcalinidad	3.98 mg/l	250 mg/l
Cloruros	3.21 mg/l	250 mg/l
Sulfatos	7.26 mg/l	400 mg/l

Tabla 1

El comportamiento de la temperatura durante el periodo de estudios tuvo un promedio general de 13.11 °C, los puntos más altos fueron para los meses de octubre y mayo con 15 y 17.7°C, mientras que los bajos fueron diciembre y enero con 11.6 y 11.45 °C respectivamente, consideradas como templadas (Almudena, E. 2014) (Gráfico 1).

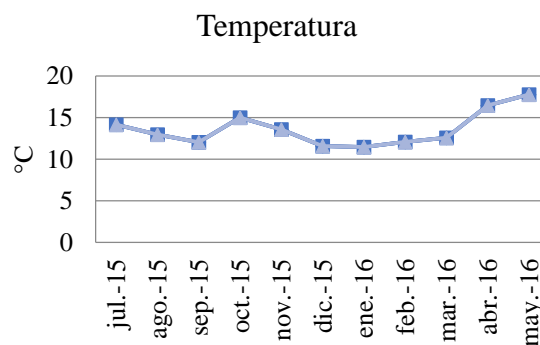


Gráfico 1

El comportamiento de la turbidez fue constante en un rango de 1 a 2 NTU, algunas variaciones se presentan en los meses de septiembre y diciembre alcanzando 1.7 y 1.9 NTU, los valores más bajos fueron para los meses de noviembre y febrero con 0.93 y 0.95 NTU, el parámetro permisible según la NOM-127\_SSA1-2004 es de 5 NTU estando los registros por debajo de este valor (Gráfico 2).

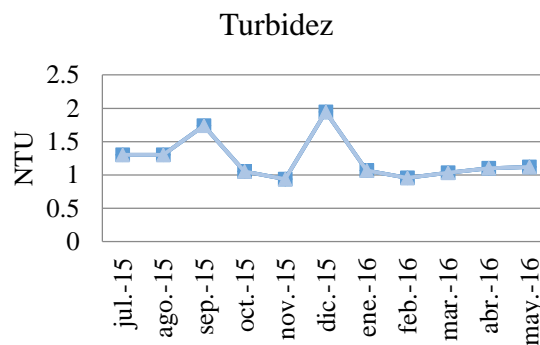


Gráfico 2

Con respecto a el pH se comporta de manera homogénea en un rango de 6.5 a 8.18, teniendo un valor promedio de 7.0, teniendo a ser ligeramente alcalina sobre todo en los periodos de mayo a octubre (Gráfico 3).

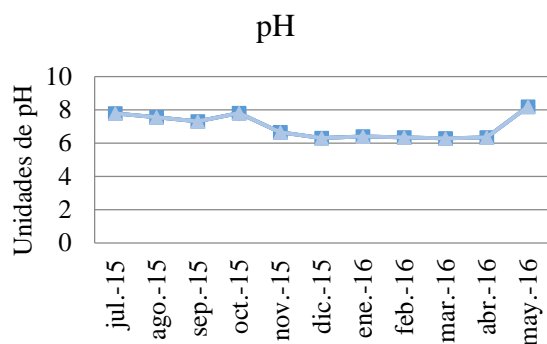


Gráfico 3

En cuanto al Oxígeno disuelto estuvo durante todo el periodo de estudio por encima de las 4 ppm, alcanzando su punto máximo en el mes de febrero con un valor de 4.78 ppm, esto significa que es un cuerpo de agua altamente oxigenado (Almudena, E. 2014). (Gráfico 4).

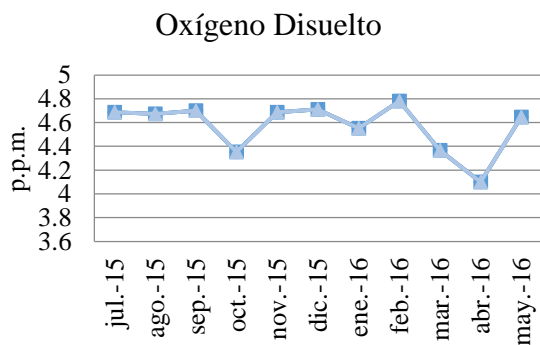


Gráfico 4

La dureza en el agua oscilo desde los 28.5 hasta 50.05 mg/L en términos de  $\text{CaCO}_3$ , el único periodo de muestreo con baja dureza fue el de diciembre con 28.5 mg/L en comparación al valor promedio de 44.4 mg/L, considerándolas como aguas blandas a moderadamente dura de acuerdo con Juárez, M. 2009 (Gráfico 5).

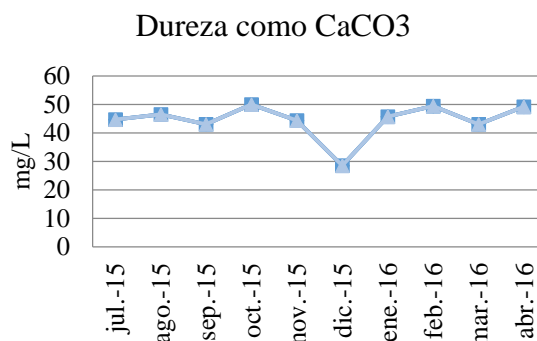


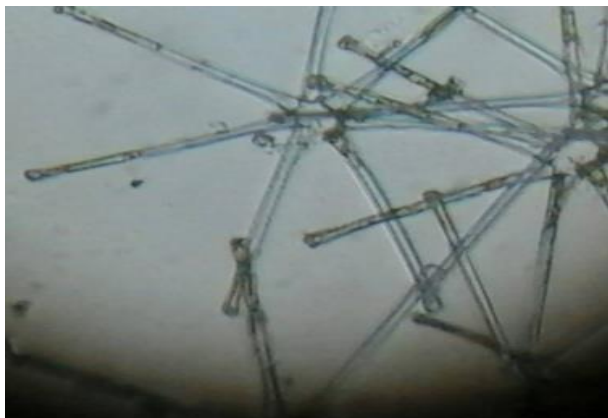
Gráfico 5

#### Parametros Microbiologicos:

Se encontraron 41 taxas de micro algas dentro de estas encontramos algas verdes, cianobacterias, diatomeas, euglena y dinoflagelados. El grupo de las diatomeas fue el que presento mayor número de representantes con 18 géneros, Maidana N. et al. (2005) menciona que las diatomeas son componente importante de comunidades acuáticas y muchas de distribución cosmopolita.

De las diatomeas el género *Asterionella* fue el más común ya que se observó en todos los periodos de muestreo, *Asterionella* es una micro alga planctónica común en cuerpos de corriente lenta como en lagos y puede dar sabor al agua pudiendo representar un problema para la potabilización del agua de esta presa (Bellinger, E. y Sigge, D. 2010).

Con respecto a parámetros fisicoquímicos Lujan, et. al. (2005) menciona que las diatomeas son más comunes en ambientes con pH desde 6.74 hasta 9.43 y se favorecen más en periodos de primavera y verano, durante el periodo de estudio el valor promedio de pH registrados fueron ligeramente alcalinos como se mostró anteriormente en la gráfica 3 lo cual consideramos favoreció entonces la presencia mayoritaria de diatomeas y los periodos con mayor número de géneros fueron de julio, agosto y septiembre.



**Figura 1** *Asterionella*, diatomea encontrada en Presa del Llano, Villa del Carbón

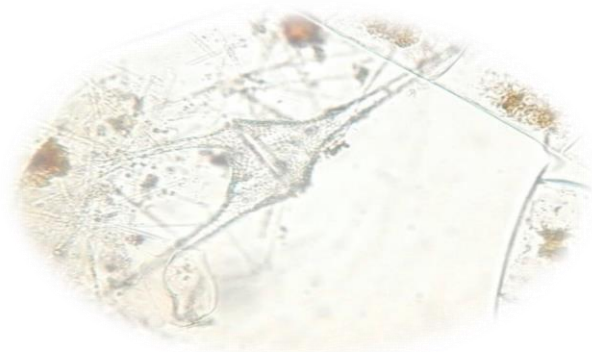
El siguiente grupo con más géneros representantes en este cuerpo de agua fueron las algas verdes con 14 estos variaron más en distribución en los últimos periodos de muestreo de diciembre de 2015 a mayo de 2016 presentándose en los punto de boca, cortina, brazo y centro, esto coincide con el aumento de turbidez con el mes de diciembre como se mostro en la gráfica 2. Bellinger, E. y Sigge, D. (2010) advierten sobre la presencia de algas verdes filamentosas como organismos que se pueden desarrollar en ambientes estresados (con eutrofización), aquí encontramos a *Zignema* que es una alga filamentosa además el exceso de algas verdes da color y olor al agua.

En el caso de las algas verde azules también conocidas como cianobacterias se presentaron 5 géneros coloniales.

Las cianobacterias coloniales están en aguas ligeramente acidas (Bellinger, E. y Sigge, D. (2010) aquí se registraron en junio agosto octubre y de 2015 y enero de 2016.

En el caso de *Anabaena azollae* se registró en el periodo de julio de 2015 en zona centro, esta cianobacteria prefiere condiciones frías y semisombreadas y se desarrolla mejor en contenidos altos de fósforo, tanto en el agua como en el suelo (Lumpkin, T. A. y D. L. Plucknett. 1980), aquí es importante señalar que el punto de muestreo donde aparece esta cianobacterias está muy cercano a un contenedor móvil donde se reproducen truchas, ahora bien se ha evidenciado que la producción de truchas eleva los niveles de fosforo en el agua (Vásquez, W. et. al 2016).

En cuanto a dinoflagelados se encontró al género *Ceratium* es un organismo común en aguas con altos contenidos de iones de calcio y con altos niveles de fosforo este solo se presentó en el muestreo del mes junio de 2015 en la zona centro y al siguiente periodo de Julio en la misma zona de muestreo se encontró la cianobacterias *Anabaena azollae* la cual también se presenta en contenidos altos de fosforo, es importante recordar que los valores de dureza en términos de  $\text{CaCO}_3$  fueron altos para aguas naturales según la NOM-127-SSA1-2004.



**Figura 2** *Ceratium*, dinoflagelado encontrado en la Presa del Llano, Villa del Carabon

Los muestreos realizados en los periodos de Julio a Octubre de 2015 no presentaron presencia de enterobacterias en los medios usados (Agar hierro triple azúcar y azul de metileno). A partir del muestreo de noviembre se empieza a presentar contaminación bacteriana.

Posteriormente todos los puntos de muestreo muestran resultados positivos y en tinción de gram se observan bacilos negativos, recordando que las enterobacterias son un grupo de bacterias gram negativas (Puerta, A. y Mateos F. 2010).

Cabe señalar que a partir que se empieza a presentar resultados positivos a crecimiento microbiano se presentó reacción en el medio azul de metileno positivo para *Escherichia coli* esta bacteria es la más prevalente del grupo de enterobacterias-

Finalmente en relación a la contaminación registrada en los distintos puntos de muestreo con los registros de algas observamos que a partir de que hay contaminación bacteriana los taxos de algas presentes disminuyeron y los que se presentan corresponden a algas verdes y diatomeas.

## Conclusiones

Se llevaron a cabo las determinaciones de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la Presa del Llano en el Municipio de Villa del Carbón, en el Estado de México durante el periodo de Julio de 2015 a Mayo de 2016. Se encontró que el agua de esta presa es ligeramente alcalina, con altos niveles de oxigenación, temperatura acorde al periodo estacional, turbidez baja, dureza considerable por ser agua natural.

Los parámetros fisicoquímicos muestran ligeros cambios que consideramos favorecieron la presencia de varios taxos de algas, presentándose algas que nos confirman dichos parámetros. Con respecto a la contaminación por enterobacterias encontrada en el agua consideramos que este cuerpo de agua requiere de encontrar las fuentes de contaminación bacteriana, tratamiento para evitar mayor contaminación, controlar las actividades que se realizan en esta presa como son la producción de trucha –por el aumento de fosforo – en algunas zonas, pesca deportiva y actividades recreativas (paseo en lancha, camping, etc.), sugiriendo tratamientos como fitorremediación por ser económico, eficiente y que no afectaría considerablemente el valor paisajístico de la zona.

## Referencias

Almudena, E. (2007). “Propiedades físicas y químicas del agua”. España. CONAGUA. 2014. Estadísticas del agua en México Recuperado el 01 de agosto de 2014. <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA-07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2014.pdf>

Bellinger, E. y Sigge, D. 2010. *Freshwater Algae: Identification and use as bioindicators*. Wiley-Blackwell. 254p



Hernández, N. (2010). Ecoturismo e infraestructura vial como detonante de la economía local, caso de estudio: Villa del Carbón, 2009. Quivera, sin mes, 37-57, UAEM.

Juárez, M. 2009. Manual de prácticas de laboratorio de química ambiental. IPN. 29-45.

Kudo, R. 1982. Protozoología. CECSA. México. pp 905 .

Lee, S; Basu, S; Tyler, C; Wei, I. 2004. Ciliate populations as bio-indicators at Deer Island Treatment Plant. Advances in Environmental Research. 8: 371-378.

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.

Maidana, N; Izaguirre, I Vinocur, A; Mataloni, G. y Pizarro, H. 2005. Diatomeas en una transecta patagónico-antártica. Ecología Austral 15,159-176.

Mejía, M. (2005). Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras. Recuperado el 4 de Agosto del 2015, de <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0602E/A0602E.PDF>

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 publicos y privados".

Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, "salud ambiental, agua para uso y consumo humano-limites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilizacion".

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. Analisis de agua - determinacion del ion sulfato en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.

Plan de desarrollo municipal 2013-2015 Ayuntamiento de Villa del Carbón, Estado de México.

Romero, J. (1999). "Calidad del agua". México. Alfaomega.

Puerta-García A. y Mateos-Rodríguez F.2010 Enterobacterias. Medicine Unidad de Enfermedades Infecciosas. Servicio de Medicina Interna. Complejo Hospitalario Universitario de Albacete. Albacete. España. 10 (51), 3426-31

Rossel A; Gonzalez J; Del Torno J; Galvan, M. 1982. Manual de técnicas de muestreo y Análisis de plancton y perifiton. INE 3ra ed. México. p228.  
[http://repositorio.inecc.gob.mx/ae/ae\\_003156.pdf](http://repositorio.inecc.gob.mx/ae/ae_003156.pdf)

Solomon, E; Berg, L; Martin, D. 2001. Biología. 5ta ed. Mc-Graw Hill Interamericana. México. Pp35.  
<http://www.redalyc.org/pdf/401/40115676003.pdf>

Vásquez w. Núñez M., Inga M. 2016. Evaluación del impacto en la calidad de agua debido a la producción semi intensiva de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la laguna Arapa-Puno. Rev Soc Quím Perú. 81(1), 15-28.

Wehr, J. y Sheath, R. 2003. Freshwater Algae of North America Ecology and Classification. Academy Press. New York. P935. Recuperado el 2 de agosto de 2015.  
[http://www.izt.uam.mx/ceu/publicaciones/MB\\_A/files/biologiadealgas.pdf](http://www.izt.uam.mx/ceu/publicaciones/MB_A/files/biologiadealgas.pdf)