

ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA EN UNA ZONA DEL NORESTE DEL ESTADO DE GUANAJUATO

Sánchez Reina Liliana (1), González Castañeda Jaquelina (2)

1 [Ingeniería Ambiental, Universidad de Guanajuato] | [lili_liriosr@hotmail.com]

2 [Departamento de Ciencias Ambientales, División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [jaquegc1@hotmail.com]

Resumen

En el noreste de estado de Guanajuato, México, se encuentra la comunidad de La Taponá, Atarjea, en la cual la población se abastece de dos pozos de agua de manantial, para consumo humano y aseo personal, entre otros. En el presente trabajo se determinó la calidad del agua en el POZO-01 y POZO-02, en cuatro muestreos realizados, durante el periodo del 12 de junio al 3 de julio del año 2017. Se realizó la caracterización físico-química, mediante las siguientes determinaciones, pH, Conductividad Eléctrica (CE), Temperatura (T), Sólidos Disueltos Totales (SDT) y Demanda Química de Oxígeno (DQO), la calidad microbiológica mediante la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Coliformes Totales (CT) y Coliformes Fecales (CF). Las determinaciones se realizaron por triplicado o quintuplicado. El análisis de los datos se realizó con el Programa MINITAB 17, con el método de Tukey y una confianza del 95%. Los resultados mostraron que los valores de los parámetros físico-químicos de pH, Temperatura, SDT, DQO, DBO5, microbiológicos de Coliformes Totales y Fecales se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles (LMP) de acuerdo a la normatividad aplicable, en tanto que la CE mostró valores de aproximadamente 10 000 veces por arriba que los LMP.

Abstract

In the northeastern state of Guanajuato, Mexico, there is the community of La Taponá, Atarjea, where the population is supplied with two groundwater, for human consumption and personal cleanliness, among others. In the present work, water quality was determined in POZO-01 and POZO-02, in four samples, during the period from June 12 to July 3, 2017. The physicochemical characterization was performed using the following determinations: pH, Electrical Conductivity (EC), Temperature (T), Total Dissolved Solids (SDT) and Chemical Oxygen Demand (COD), the microbiological quality was determined by the Biochemical Oxygen Demand (BOD5), Total Coliforms (CT) and Fecal Coliforms (CF). The determinations were done in triplicate or quintupled. Data analysis was performed using MINITAB 17 program, with the method of Tukey and 95% confidence. The results showed that the values of the physico-chemical parameters of pH, Temperature, SDT, COD, BOD5, microbiological Total and Fecal Coliforms are within the Maximum Permissible Limits (PML) according to the applicable regulations. While the EC showed values approximately 10 000 times higher than the PML.

Palabras Clave

Agua de manantial; físico-químico; Microbiológico; LMP; Calidad de Agua potable.

INTRODUCCIÓN

El agua forma parte de todos los procesos naturales de la Tierra, así como, las actividades industriales, pecuarias, agrícolas, ganaderas y urbanas [1]. Se clasifica para consumo humano, uso agrícola, recreativo, aguas duras o blandas [2]. El agua potable se caracteriza por no contener patógenos, ser incolora, inodora, insípida, no presentar turbidez, ausencia de CF y CT, los parámetros físico-químicos y microbiológicos se encuentren dentro de los LMP [3]. De acuerdo con el monitoreo de la calidad de agua en México, realizado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), reportan análisis en 3,950 sitios en ríos, arroyos, lagos, lagunas, presas y zonas costeras, realizados en los años 2015 y 2016 calificando su calidad desde Excelente hasta Fuertemente Contaminada [4;5]. Lo que resulta en un mayor riesgo de la población a enfermedades infecciosas transmitidas a través del agua [6]. En la zona Noreste del estado de Guanajuato, México, en la comunidad La Tapona, en el municipio de Atarjea, existen dos pozos de agua de manantial, con mayor disponibilidad de agua, la cual abastece a más de 150 familias con un promedio de 5 habitantes por familia [7].

Justificación

En México, específicamente en Estado de Guanajuato, actualmente, se cuenta con una buena calidad de agua, sin embargo, hay zonas en las cuales aún no se han realizado estudios y es de vital importancia determinar las características físico-químicas y microbiológicas para cerciorarse que el agua es apta para consumo humano.

Hipótesis

El agua de manantial de dos pozos de la comunidad La Tapona, municipio de Atarjea, Guanajuato, México, son aptos para el consumo humano de acuerdo a los parámetros físico-químicos y microbiológicos de acuerdo a la normatividad mexicana.

Objetivo:

El objetivo de esta investigación fue determinar la calidad del agua de dos pozos ubicados en la comunidad de La Tapona, Atarjea, Guanajuato, bajo la caracterización físico-química y caracterización microbiológica de acuerdo al marco legal de la normatividad mexicana [8].

MATERIALES Y MÉTODOS

Toma de muestra

Se llevaron a cabo semanalmente durante el periodo del 12 de junio al 3 de julio, de 2017, en recipientes de plástico de 3.5 litros, mediante la norma mexicana [9].

Caracterización físico-química de dos pozos de agua de manantial

- *Determinación de pH, conductividad eléctrica y temperatura*

La medición de pH, T(°C) y CE (μSm^{-1}) con un equipo marca Conductronic. Se realizaron cinco repeticiones por cada muestreo [10].

- *Determinación de Solidos Disueltos Totales*

La determinación de SDT (mgL^{-1}) se hizo por diferencia de peso entre la muestra inicial y la muestra después de ser colocada a 115°C, hasta peso constante. Se realizó por triplicado cada muestreo [11].

- *Determinación de Demanda Bioquímica de Oxígeno al día 0 y al día 5*

La DBO₅ (mgL^{-1}), se realizó por el Procedimiento Winkler, las muestras de agua con inóculo de

microorganismos aerobios se diluyeron con cantidades variables de una disolución de agua rica en oxígeno, con inhibición de la nitrificación. Las botellas, se incubaron a $20 \pm 2^\circ\text{C}$, durante un periodo de cinco días, en la obscuridad, totalmente llenas y tapadas [12]. La concentración de oxígeno disuelto se determinó antes y después de la incubación, posteriormente se calculó la masa de oxígeno consumido por litro de muestra los análisis se realizaron por triplicado [13].

- *Determinación de Demanda Química de Oxígeno*

La DQO (mgL^{-1}), se realizó mediante el reflujo de la muestra en presencia de sulfato de mercurio (II), una cantidad conocida de dicromato de potasio y catalizador de plata en ácido sulfúrico concentrado, en un periodo fijo, durante el cual parte del dicromato se redujo por el material oxidante presente. La desaparición del dicromato se comparó con la curva de calibración, a una absorbancia de 620nm, en un espectrofotómetro Marca Eppendorf, Modelo Biospectrometers Kinetic, los análisis se realizaron por triplicado [14].

Caracterización microbiológica de dos pozos de agua de manantial

Determinación de coliformes totales y coliformes fecales

El método para la detección y enumeración en agua de organismos coliformes totales, organismos coliformes fecales, se basa en el cultivo en un medio líquido de caldo lactosado en tubos múltiples y el cálculo de sus números más probables (NMP) en la muestra [15].

Análisis Estadístico

Los resultados fueron analizados con una prueba de Tukey al 95 % de confianza con el programa MINITAB 17.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La temperatura de las muestras fue la misma para los cuatro muestreos (23.5°C), valores similares se reportan por otros autores [16].

La IMAGEN 1, muestra la variación de pH en dos pozos de agua de manantial de la localidad La Tapona, municipio de Atarjea, Guanajuato, en los cuatro muestreos realizados. Los valores de pH fueron ligeramente alcalinos, para ambos pozos, variaron entre 7.14 y 7.71. Las muestras formaron tres grupos con diferencia estadística significativa al 95% de confianza en el POZO-01 en el cual mostró los valores menos alcalinos, entre 7.14 y 7.37 (muestreo 2 y 4, respectivamente). En el POZO-02, las muestras formaron cuatro grupos con diferencia estadística significativa al 95% de confianza, los valores de pH variaron entre 7.47 y 7.71 (Muestreos 2 y 3, respectivamente). Comparando los valores obtenidos con los LMP, no rebasan los límites, ya que comprenden pH de 6.5 a 8.5. Otros investigadores reportan pH de agua de pozo para consumo humano, con valores entre 6.2 y 8.5, en nuestra investigación los valores se encuentran entre los límites reportados [17].



IMAGEN 1: pH en dos pozos de agua de manantial de la localidad La Tapona, municipio de Atarjea, Guanajuato, México, POZO-01 y POZO-02, muestreados durante el periodo comprendido entre el 12 de junio al 3 de julio de 2017.

La IMAGEN 2, muestra la variación de CE en dos pozos de agua de manantial de la localidad La

Tapona, municipio de Atarjea, Guanajuato en los cuatro muestreos realizados. Las muestras formaron tres grupos con diferencia estadística significativa al 95% de confianza en el POZO-01, en el cual, los valores de CE varían entre $48500\mu\text{Sm}^{-1}$ y $47300\mu\text{Sm}^{-1}$ (muestreo 1 y 2 respectivamente). En el POZO-02, las muestras formaron cuatro grupos con diferencia estadística significativa al 95% de confianza, los valores CE del variaron entre $29700\mu\text{S/m}$ y $32600\mu\text{Sm}^{-1}$ (muestreo 1 y 4, respectivamente). Las muestras de ambos pozos tienen valores superiores a LMP que van de $5,483\mu\text{Sm}^{-1}$ ($0,005\text{-}483\mu\text{Sm}^{-1}$). Otros investigadores reportan CE de agua de pozo de manantial, con valores entre $29830\mu\text{Sm}^{-1}$ y $4439000\mu\text{Sm}^{-1}$, en nuestra investigación los valores son semejantes al límite inferior reportado [18].

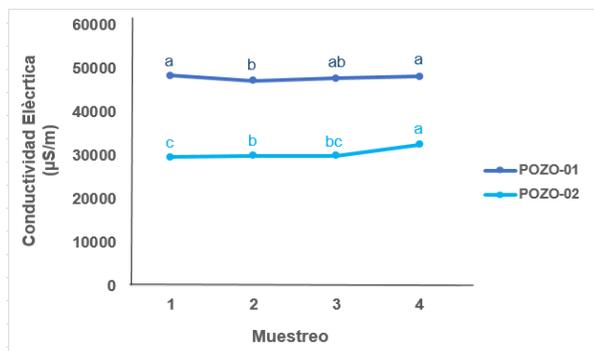


IMAGEN 2: CE en dos pozos de agua de manantial de la localidad La Tapona, municipio de Atarjea, Guanajuato, México, POZO-01 y POZO-02, muestreados durante el periodo comprendido entre el 12 de junio al 3 de julio de 2017.

La IMAGEN 3, muestra la variación de SDT en dos pozos de agua de manantial de la localidad La Tapona, municipio de Atarjea, Guanajuato, en los cuatro muestreos realizados. Los valores de SDT variaron entre 150 mgL^{-1} y 900 mgL^{-1} , para ambos pozos. Las muestras formaron tres grupos con diferencia estadística significativa al 95% de confianza en el POZO-01, el cual mostró los valores más altos con respecto al otro pozo, con valores entre 216.67 mgL^{-1} y 900 mgL^{-1} , es decir, aproximadamente cuatro veces más de SDT en el

muestreo 1 que en el 4. En el POZO-02, las muestras formaron tres grupos con diferencia estadística significativa al 95% de confianza, los valores de SDT variaron entre 150 mgL^{-1} y 883.33 mgL^{-1} , los SDT fueron de aproximadamente cinco veces más en el muestreo 1 que en 4. Comparando los valores obtenidos con los LMP, los valores observados en ambos pozos no rebasan los límites (1000 mgL^{-1}). Otros investigadores reportan SDT de agua de pozo para consumo humano, con valores entre 746 mgL^{-1} y 8378 mgL^{-1} , en nuestra investigación los valores observados son similares a los límites más bajos reportados [19].



IMAGEN 3: SDT en dos pozos de agua de manantial de la localidad La Tapona, municipio de Atarjea, Guanajuato, México, POZO-01 y POZO-02, muestreados durante el periodo comprendido entre el 12 de junio al 3 de julio de 2017.

La IMAGEN 4, muestra la variación de DBO_5 en dos pozos de agua de manantial de la localidad La Tapona, municipio de Atarjea, Guanajuato, en los cuatro muestreos realizados. Las muestras de los dos pozos mostraron valores menores a los límites de detección del método, además, los valores de DBO_5 variaron entre No Detectable y 1.69 mgL^{-1} , para ambos pozos. El POZO-01 mostró los valores más altos con respecto al otro pozo, con valores entre 1.69 mgL^{-1} y 0.07 mgL^{-1} (muestreo 2 y 4, respectivamente). Los valores de DBO_5 del POZO-02 variaron entre 1.42 mgL^{-1} y 0.07 mgL^{-1} (muestreo 2 y 4, respectivamente). Comparando los valores

obtenidos con los LMP no rebasan los límites (3 mgL^{-1}). Otros investigadores reportan DBO_5 de agua de pozo para consumo humano, con valores mayor o igual a 3 mgL^{-1} y menor o igual que 30 mgL^{-1} , en nuestra investigación los valores se encuentran entre los límites reportados [5].

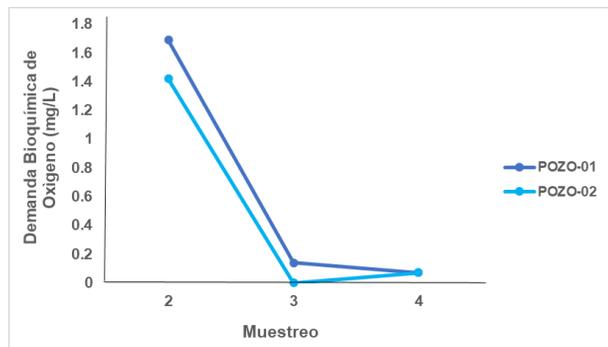


IMAGEN 4: DBO_5 en dos pozos de agua de manantial de la localidad La Tapona, municipio de Atarjea, Guanajuato, México, POZO-01 y POZO-02, muestreados durante el periodo comprendido entre el 12 de junio al 3 de julio de 2017.

En los muestreos del POZO-01 y POZO-02 se observó DQO No Detectable (ND), ausencia de Coliformes Totales y Fecales, lo que indica que los parámetros se encuentran en los LMP. Así mismo, podemos indicar que resultados similares a pH, T, SDT, DQO, DBO_5 , CT y CF, se reportan por otro investigador [20].

CONCLUSIONES

De acuerdo con los análisis realizados durante el verano 2017, en el POZO-01 y POZO-02 de la comunidad rural de La Tapona, municipio de Atarjea, Guanajuato, México, se puede considerar que los pozos cumplen la normatividad para ser considerados aptos para consumo humano, sin embargo, se recomienda hacer análisis periódicos a fin de disminuir el riesgo de la población por la calidad de agua.

AGRADECIMIENTO

A la Dirección de Apoyo a la Investigación y al Posgrado (DAIP), UG. A la División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, por darme la oportunidad de realizar el Verano de Investigación. Asimismo, agradezco a todas las personas que me acompañaron y apoyaron en el trayecto, Dra. Jaquelina González Castañeda, mis compañeros del laboratorio de Biotecnología Ambiental, Lizbeth Cornejo G., Maribel Hernández L., P. Priscilia Ortiz R., V. Hugo Gómez S., Jesús Martínez H., A. Cecilia Mata S., Jesús Hernández R., a la Tec. Catalina Alcántara Segovia, encargada de los Laboratorios de Docencia, Complejo 2, especialmente a mi familia y mis amigos.

REFERENCIAS

- [1] Abbasi, T., Abbasi, S.A (2012). Indices for Assesing Groundwater Quality USA and Canada. Science Dierect, 9, 155-17.
- [2] Armiejo-Valenzuela M. y San Martín J. "Clasificación de las aguas mineromedicinales". Talasoterapia y Helioterapia, Ed. Computense, Madrid, 219-223, 1994 a
- [3] Leperfido, J.V. (2015). Surface Water Quality in Streams and Rivers: scaling and Climate Change. Sci. Environ. Hearth Sys., 4, 87-105.
- [4] Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2015). Sitios de monitoreo de la calidad del agua superficial. Subdirección General Técnica. Gerencia de Calidad del Agua. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- [5] Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2016). Sitios de monitoreo de la calidad del agua superficial. Subdirección General Técnica. Gerencia de Calidad del Agua. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- [6] Jiménez Zabala, A., et al. Ingesta de flúor a través del consumo de agua de abastecimiento público en la cohorte INMA- Gipuzkoa. Gac Sanit. 2017, 1-7.
- [7] Instituto Nacional de Estancia y Geografía (INEGI). (2010). Estadísticas de Censos Poblacionales. Sistema Nacional de Estadística y Geografía.

- [8] Modificación a la NOM-127-SSA1-1994, de junio 2000.
- [9] Norma Oficial Mexicana NOM-230-SSA1-2002
- [10] Proyecto de la NMX-AA-093-SCFI-2009
- [11] Norma Mexicana NMX-AA-034-SCFI-2001
- [12] Proyecto de la NMX-AA-012/1-SCFI-2009
- [13] Proyecto de la NMX-AA-028/1-SCFI- 2008
- [14] Norma Mexicana, NMX-AA-030/1-SCFI-2012
- [15] Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994
- [16] Molla M. A., Saha. N., Salam, S. A., Rakib-uz-Zaman, M., 2015. Surface and groundwater quality assessment base on multivariate statistical techniques i the vicinity of Monhanpur, Bangladesh, Int.J. Environ. Health Eng. 4-18.
- [17] Hill M., 2006. WELL WATER QUALITY IN SAN MIGUEL DE ALLENDE Phase I Results and Conclusions. Ecosistem Sciences Foundation.
- [18] Monasterio AM, Armijo F, Hurtado I, Maraver F., 2017. Análisis de las aguas minerales de la provincia del Neuquel, República Argentina.
- [19] Bonavides a., Moreno M., Sosa M.,Puga S., Soto R., Lebgue T., 2007. Evaluación de la calidad del agua en las principals Lagunas del Estado de Chihuahua. Congreso Internacional y Nacional de Ciencias Ambientales. 545-549.
- [20] Dodrud-Doza. Md, -towfiqul Islam. A. R.M, Ahmed. F, Das. S, Saha. N, Rahman.S. (2016). Charecterizacion of grounwater quiality using water evaluation índices, multivariate statistics and geostatistics in central Bangladesh. Science Direct, 30, 19-4.