

ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA TERMAL DE UN MANANTIAL PARA USO HUMANO

Cornejo Guerrero Lizbeth (1), González Castañeda Jaquelina (2)

1 [Ingeniería Ambiental, Universidad de Guanajuato] | [zuzita-8941@hotmail.com]

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

Resumen

El agua natural es un elemento esencial para la supervivencia del ser humano, existen diferentes clasificaciones de acuerdo a su uso, consumo, contenido de minerales, procedencia o temperatura. En el presente trabajo se analizó la calidad del agua del manantial de agua termal, localizado en la comunidad de Agua Caliente, municipio de Peñamiller, Querétaro, México, con base a la caracterización fisicoquímica y de acuerdo a las Normas Mexicanas. Se determinó pH, Temperatura (T), Conductividad Eléctrica (CE), Sólidos Disueltos Totales (SDT), cloruros (Cl^{-1}), alcalinidad, como carbonatos (CO_3^{2-} y bicarbonatos (HCO_3^{-1}), sulfatos (SO_4^{2-}) sulfuros (S^{2-}), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) y Demanda Química de Oxígeno (DQO), cada una de ellas se hizo por triplicado o quintuplicado, los resultados fueron analizados con una Prueba de Tukey al 95% de confianza con el Programa MINITAB 17. Los resultados de ésta investigación muestran que los parámetros fisicoquímicos de pH, T, Cl^{-1} , SO_4^{2-} , S^{2-} , DBO_5 , DQO, se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles (LMP) de acuerdo a la normatividad, para agua para consumo humano, en tanto que la CE, SDT y HCO_3^{-1} , mostraron valores por arriba, cabe aclarar que los parámetros medidos indican que se trata de una agua termal bicarbonatada y los valores son similares a los reportados por otros autores.

Abstract

Natural water is an essential element for the survival of the human being, there are different classifications according to their use, consumption, mineral content, origin or temperature. In the present work the water quality of the thermal spring was analyzed, located in the community of Agua Caliente, municipality of Peñamiller, Querétaro, Mexico, based on the physicochemical characterization and according to the Mexican Norms. PH, Temperature (T), Electrical Conductivity (EC), Total Dissolved Solids (SDT), Chlorides (Cl^{-1}), alkalinity, such as carbonates (CO_3^{2-}) and bicarbonates (HCO_3^{-1}), sulfates (SO_4^{2-}) Sulfides (S^{2-}), Biochemical Oxygen Demand (BOD5) and Chemical Oxygen Demand (COD), each of which was done in triplicate or five-fold, the results were analyzed with a Tukey test at 95% confidence with the Program MINITAB 17. The results of this research show that the physicochemical parameters of pH, T, Cl^{-1} , SO_4^{2-} , S^{2-} , BOD5, COD are within the Maximum Permissible Limits (PML) according to the Water for human consumption, while the EC, SDT and HCO_3^{-1} , showed values above, it is clear that the measured parameters indicate that it is a bicarbonated thermal water and the values are similar to those reported by other authors.

Palabras Clave

Agua de manantial; LMP; Sulfatos; Sulfuros; Fisicoquímicas.

INTRODUCCIÓN

El agua constituye un elemento imprescindible para la vida, así como, las reacciones químicas que se llevan a cabo en la mayoría de los procesos [1]. Pueden clasificarse como, consumo humano, agrícola, recreativo, superficiales o subterráneas, en éstas últimas se encuentran las aguas minerales, con elementos y contenidos de al menos 250 ppm [2]. Se llaman aguas termales a las aguas minerales con una temperatura mayor a 5°C, de la temperatura ambiente [3]. Se clasifican como: hipotermas, mesotermas e hipertermas [4]. Por el mineral que predomina como: sulfatadas, cloradas, bicarbonatadas o sulfuradas [5], [6]. Se utilizan como bebida y con fines terapéuticos desde épocas remotas. La investigación médica moderna parece confirmar la validez del uso de aguas sulfurosas como aguas terapéuticas y preventivas, como remedios para una gran variedad de enfermedades [7]. La comunidad de Agua Caliente, en el municipio de Peñamiller, del Estado de Querétaro, con una población de 435 habitantes [8], en la que se localiza un manantial con aguas sulfurosas, dichas aguas se usan para higiene personal, lavado de ropa, recreación, entre otros, por lo que resulta interesante estudiar las propiedades fisicoquímicas y DBO₅ de dicha agua, para conocer el potencial que pudieran tener para los usuarios.

Justificación

El agua del manantial no cuenta con análisis, que permitan conocer si se cumplen o no los parámetros de calidad del agua para uso humano, que fija la norma mexicana o si tiene las características para ser considerada una agua termal, con potencial beneficio a la salud. Los análisis fisicoquímicos y de DBO₅, se realizaron en el laboratorio de Biotecnología Ambiental de la DICIVA.

Hipótesis

El agua del manantial de la comunidad de Agua Caliente, Peñamiller, Querétaro, destinada para uso humano, presenta características de aguas termales que pueden aportar beneficios a la salud.

Objetivo

El objetivo de esta investigación fue caracterizar fisicoquímicamente y con la DBO₅, el agua del manantial de la comunidad de Agua Caliente, Peñamiller, Querétaro, para saber si los valores corresponden a un agua termal y el beneficio a la salud que pudiera tener para los usuarios.

MATERIALES Y MÉTODOS

- *Toma de muestra*

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

- *Determinación de pH, temperatura y CE*

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

- *Determinación de SDT*

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 Cloruros*

La determinación de Cl^{-1} (mgL^{-1}), se realizó por medio de la valoración con nitrato de plata, utilizando como indicador cromato de potasio, los análisis se realizaron por quintuplicado [12].

- *Determinación de Alcalinidad*

La alcalinidad (mgL^{-1}) se realizó por medio de la valoración con ácido sulfúrico, con fenolftaleína y naranja de metilo como indicadores, los análisis se realizaron por quintuplicado [13].

- *Determinación de Sulfatos*

Los sulfatos (mgL^{-1}), se determinaron con un método espectrofotométrico, con la precipitación

del ion sulfato, la formación del sulfato de bario, a una absorbancia de 420nm, en un espectrofotómetro Marca Eppendorf, Modelo Biospectrometers Kinetic. Los análisis se realizaron por quintuplicado [14].

- *Determinación de Sulfuros*

Los sulfuros (mgL^{-1}) se determinaron por el método yodométrico, a partir de una titulación basada en la reacción del yodo con el sulfuro en disolución ácida, oxidándolo hasta azufre, los análisis se realizaron por quintuplicado [15].

- *Determinación de DBO_5*

Se realizó por el Procedimiento Winkler (mgL^{-1}), las botellas, se incubaron a $20 \pm 2^\circ\text{C}$, durante un periodo de cinco días, en la obscuridad, totalmente llenas y tapadas [16]. Los análisis se realizaron por triplicado [17].

- *Determinación de DQO*

La determinación de DQO (mgL^{-1}) se realizó mediante el reflujó 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. La desaparición del dicromato se leyó a una absorbancia de 620nm. Los análisis se realizaron por triplicado [18].

- *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 (30°C), valores comprendidos entre los reportados por otros autores [20].

El pH de las muestras se puede observar en la IMAGEN 1, los valores obtenidos fueron ligeramente ácidos, entre 6.5 y 6.99, todas las muestras presentaron diferencias estadísticas significativas, todos los valores se encuentran entre el LMP que marca la norma (6,5 y 8,5) [19]. Dependiendo del tipo de agua termal, se reportan

valores de pH entre 2.3 y 9.3, los valores obtenidos en ésta investigación están comprendidos entre los pH reportados [20].

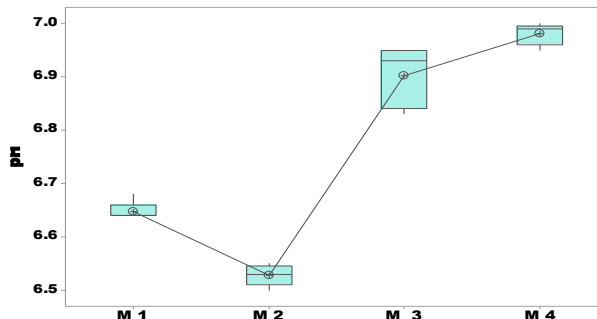


IMAGEN 1: pH de las muestras del agua de manantial en la comunidad de Agua Caliente, municipio de Peñamiller, Querétaro, México, tomadas durante el periodo del 12 Junio al 3 de Julio de 2017.

La CE de las muestras se pueden observar en la IMAGEN 2, los valores obtenidos fueron entre 132000 y 145500 μSm^{-1} . Las muestras forman 3 grupos con diferencias estadísticas significativas, así mismo, los valores antes mencionados no se encuentran entre el LMP que marca la norma ($5,483 \mu\text{Sm}^{-1}$) [10]. Algunos investigadores reportan valores de CE entre 28900.2 μSm^{-1} y 4439000 μSm^{-1} los valores obtenidos en ésta investigación, están comprendidos entre los CE reportados debido a que entran en el intervalo que presentan [20].

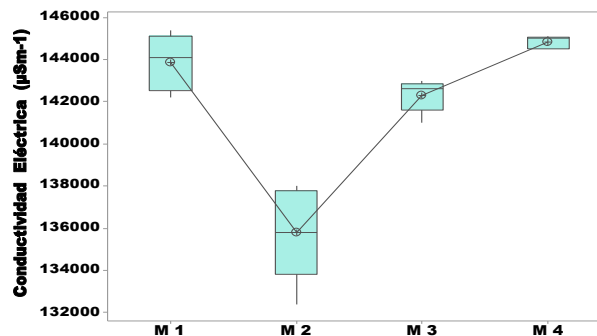


IMAGEN 2: CE de las muestras del agua de manantial en la comunidad de Agua Caliente, municipio de Peñamiller, Querétaro, México, tomadas durante el periodo del 12 Junio al 3 de Julio de 2017.

Los SDT de las muestras se pueden observar en la IMAGEN 3, los valores obtenidos fueron entre

900 y 1450 mgL⁻¹. Todas las muestras son significativamente diferentes, los valores no se encuentran entre el LMP (1000 mg/L) [19]. Otros investigadores reportan valores de SDT de 3660 mgL⁻¹, siendo el valor más alto 2.5 veces menos con respecto a los reportados [21].

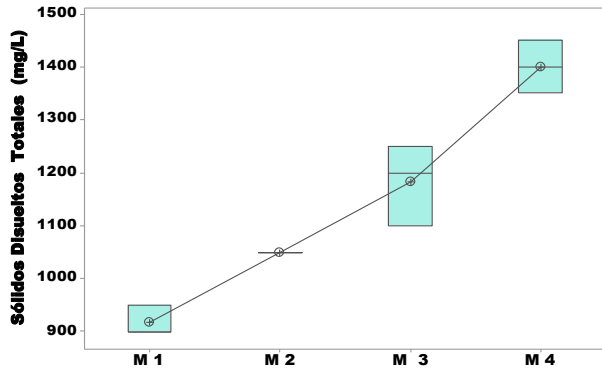


IMAGEN 3: SDT de las muestras del agua de manantial en la comunidad de Agua Caliente, municipio de Peñamiller, Querétaro, México, tomadas durante el periodo del 12 Junio al 3 de Julio de 2017.

Los HCO₃¹⁻ de las muestras se pueden observar en la IMAGEN 4, los valores obtenidos fueron entre 1060 y 1185 mgL⁻¹, así mismo, no se observa diferencia estadística significativa y no se encuentran entre el LMP que marca la norma (300 mgL⁻¹) [22]. Algunos investigadores reportan valores de Alcalinidad entre 180 mgL⁻¹ y 165 mgL⁻¹, siendo nuestros valores al menos 6.5 veces por arriba de los reportados [23].

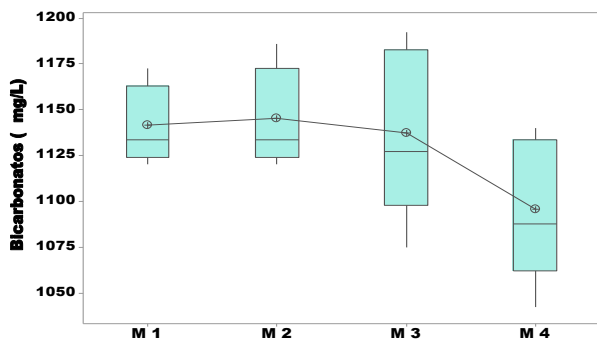


IMAGEN 4: Alcalinidad en bicarbonatos de las muestras del agua de manantial en la comunidad de Agua Caliente, municipio de Peñamiller, Querétaro, México, tomadas durante el periodo del 12 Junio al 3 de Julio de 2017.

Los Cl¹⁻ de las muestras se pueden observar en la IMAGEN 5, los valores obtenidos fueron entre 32.5 y 39 mgL⁻¹. En las muestras se observan dos grupos con diferencias estadísticas significativas, así mismo, los valores se encuentran entre el LMP que marca la norma (250 mgL⁻¹) [19]. Algunos investigadores reportan valores de Cloruros de 105 000 mgL⁻¹, los valores de esta investigación son al menos 3200 veces menos que los reportados por otros investigadores [24].

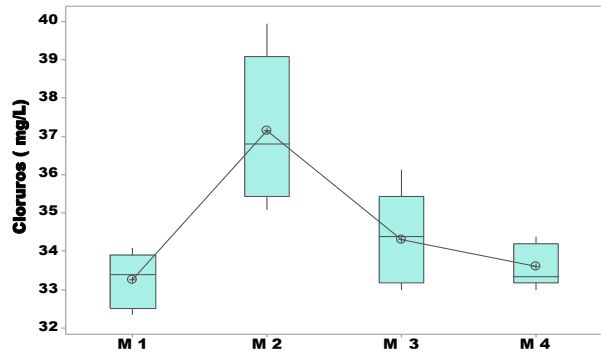


IMAGEN 5: Cloruros de las muestras del agua de manantial en la comunidad de Agua Caliente, municipio de Peñamiller, Querétaro, México, tomadas durante el periodo del 12 Junio al 3 de Julio de 2017.

Los valores de SO₄²⁻ de las muestras se pueden observar en la IMAGEN 6, comprenden entre 37 y 43.3 mgL⁻¹ y forman tres grupos con diferencia estadística significativa. Los valores antes mencionados se encuentran entre los LMP que marca la norma (400 mgL⁻¹) [19]. Algunos investigadores reportan valores de Sulfatos de 153.6 ppm, cabe señalar que nuestros valores están al menos cuatro veces por debajo [25].

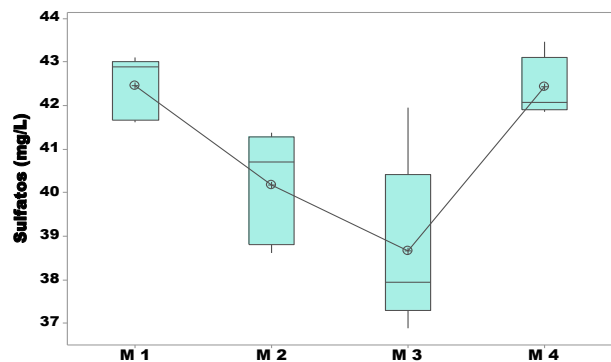


IMAGEN 6: Sulfatos de las muestras del agua de manantial en la comunidad de Agua Caliente, municipio de Peñamiller, Querétaro, México, tomadas durante el periodo del 12 Junio al 3 de Julio de 2017.

Los valores de DBO_5 , S^{2-} y DQO no fueron detectados por los métodos realizados en ésta investigación.

CONCLUSIONES

A partir de los datos obtenidos durante el periodo de Junio a Julio del 2017, se puede considerar el agua de manantial de la comunidad de la de Agua Caliente, Peñamiller, Querétaro apta para uso humano, al cumplir con la normatividad vigente, así mismo por el contenido de bicarbonatos, puede ser considerada como una agua termal bicarbonatada, con potencial beneficio a la salud.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de Apoyo a la Investigación y al Posgrado (DAIP), UG. 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, compañeros del laboratorio de Biotecnología Ambiental Liliana S. R., Maribel Hdz. L., Paulina O. R., Víctor G. S., Cecilia M. S., Jesús M. Hdz., a la Tec. Catalina Alcántara Segovia, encargada de los Laboratorios de Docencia, Complejo 2, especialmente a mi familia: Cornejo Guerrero y mis amigos.

REFERENCIAS

- [1] M.R. Pérez Fernández, B. Novoa Castro. (2002). Historia del agua como agente terapéutico Fisioterapia, 24, 3-13 pág.
- [2] Armiejo-Valenzuela M. y San Martín J. (1994). "Aguas minerales. Conceptos generales. En: curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia", Ed. Compútense, Madrid, 11-16 pág.
- [3] María Luisa Leal- Acosta, Rosa María Prol-Ledesma (2016). Caracterización geoquímica de las manifestaciones termales intermareales de bahía Concepción en la Península de Baja California, Bol. Soc. Geol. Mex. Vol. 68, N°3 (395-407pág)

[4] Francisco Maraver Eyzaguirre (2008). Importancia de la medicina termal, El termalismo argentino, Universidad Complutense, Madrid. España, Balnea, núm. 4, 35-50 pág.

[5] Juan Carlos San José Rodríguez (2008). Aguas mineromedicinales argentinas. El termalismo Argentino, Balnea. Madrid, España. Número 4, 13-34 pág.

[6] Álvarez Fernández G, Bustos Jaimes I, (2010). Mensaje Bioquímico, Vol. XXXIV, 101- 120. Depto. de Bioquímica, Fac. de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México. Cd Universitaria, México, DF.

[7] María Cristina Albertini, Laura Teodori, (2008). Food and Chemical Toxicology Sulphurous mineral water oral therapy: Effects on erythrocyte metabolism. 3343–3350 pág.

[8] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), (2010) Censo de Población y Vivienda. Principales resultados por localidad, (SEDESOL) Secretaría de Desarrollo Social

[9] Norma Oficial Mexicana, NOM-014-SSA1-1994

[10] Proyecto, PROY-NMX-AA-093-SCFI-2009

[11] Norma Mexicana, NMX-AA-034-SCFI-2001

[12] Norma Mexicana, NMX-AA-073-SCFI-2001

[13] Norma Mexicana, NMX-AA-036-SCFI-2001

[14] Norma Mexicana, NMX-AA-074-SCFI-2014

[15] Proyecto, PROY-NMX-AA-084-SCFI-2008

[16] Proyecto, PROY-NMX-AA-028/1-SCFI-2008

[17] Proyecto, PROY-NMX-AA-012/1-SCFI-2009

[18] Norma Mexicana NMX-AA-030/1-SCFI-2012

[19] MODIFICACIÓN A LA Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, 20 de junio 2000.

[20] Monasterio AM, Armijo F, Hurtado I (2017). Análisis de las aguas minerales de la provincia del Neuquén, República Argentina. Bol Soc. Esp Hidrol Med; 32(1): 75-127.

[21] Ángelo Salami, Massimo Dellepiane, Bárbara Crippa, (2008). Sulphurous water inhalations in the prophylaxis of recurrent upper respiratory tract infections. International Journal of Pediatric Orthorhinolaryngology, 72, 1717-1722.

[22] Proyecto, PROY-NOM-041-SSA1-1993

[23] Ecosystem Sciences Foundation, Dirección del Medio Ambiente y Ecología, SAPASMA, (2006) Calidad del agua de los pozos en San Miguel de Allende, N° 8th, 36 Pág.

[24] Melinda Boros, Ágnes Kemény, Béla Sebók, Teréz Bagoly. (2013). Sulphurous medicinal waters increase somatostatin release: It is a possible mechanism of anti-inflammatory effect of balneotherapy in psoriasis. *European Journal of Integrative Medicine*, 5, 109–118.

[25] Óscar López-Sandoval, Gustavo Montejano, Javier Carmona. (2016). Diversidad algal de un ambiente extremo: el manantial geotermal Los Hervideros, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, 1-9