Determinación de la calidad microbiológica de las aguas termales de Yura durante los meses de Septiembre a Diciembre, 2017

Determination of microbiological quality of the hot springs of Yura during of months of September to December, 2017

Marghori Vargas Mahaney, José Fernández Rivera, Jose Luis Mendoza Ramos

Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa Perú.

INFORMACIÓN

Historia del Artículo

Recepción: 14/11/2018

Revisión: 20/01/2019

Aceptación: 22/02/2019

Palabras Clave

Aguas termales, Calidad del Agua, Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes, *Enterococcus faecalis*, *Salmonella*, *Pseudomonas aeruginosa*

Key Words

Thermal waters, Water Quality, Total Coliforms, Thermotolerant, *Enterococcus faecalis*, *Coliforms*, *Salmonella*, *Pseudomonas aeruginosa*

DOI

<https://doi.org/10.35286/veritas.v20i1.231>

RESUMEN

En Arequipa se encuentra el balneario de Yura un lugar muy concurrido por turistas locales y extranjeros, aquí encontramos pozos con aguas termomedicinales para tratar diferentes afecciones. Las aguas termales son aguas procedentes de capas subterráneas de la tierra con temperaturas muy elevadas y alta concentración de minerales, por lo cual, el hombre hace uso de estas aguas para su consumo y aplicaciones terapéuticas. Sin embargo, estas propiedades del agua pueden verse afectadas por contacto del aire, suelo y hasta por el hombre, siendo perjudiciales para la salud del mismo. En la presente investigación, se determinó la calidad microbiológica de las aguas termales de Yura, para determinar la presencia y recuento de Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes y *Enterococcus faecalis* se utilizó la técnica del Número Más Probable, para la presencia de *Salmonella*, *Pseudomonas aeruginosa*, se utilizaron medios selectivos, los primeros cuatro parámetros microbiológicos se compararon con el Decreto Supremo N° 002-2008. Se analizaron parámetros fisicoquímicos in situ utilizando el multiparámetro HANNA HI9811-5 y el turbidímetro TU430. Los resultados mostraron que del total de las muestras analizadas se encontró 1.67% con presencia de Coliformes Termotolerantes, 3.33% de *E. faecalis* que sobrepasaron los parámetros establecidos por el decreto supremo, se encontró ausencia de *Salmonella* y *Pseudomonas aeruginosa* se encontró en un 26% de las muestras estudiadas. Se concluyó que las aguas termales de Yura se encuentran aptas para su uso según el Decreto Supremo 002-2008 MINAM para aguas recreacionales respecto a Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes, *E. faecalis* y *Salmonella*.

ABSTRACT

In Arequipa is the Yura Spa, a very busy place by local and foreign tourists, here we found wells with thermo-medicinal waters to treat different illnesses. The thermal waters are waters from underground layers of Earth with very high temperatures and high concentration of minerals, therefore, the man makes use of these waters for consumption and therapeutic applications. However, these properties of water can be affected by contact air, soil and up to the man, being detrimental to the health of the same. In the present investigation, it was determined the microbiological quality of the hot springs of Yura, the Most Probable Number (MPN) was used to determine the presence and recount of Total Coliforms, Thermotolerant Coliforms and *Enterococcus faecalis*, selective media were used to the presence of *Salmonella* and *Pseudomonas aeruginosa*, the first four microbiological parameters were compared with the Supreme Decree N° 002-2008-MINAM. Physicochemical parameters were analysed in situ using a multiparameter HANNA HI9811-5 and turbidimeter TU430. The results showed that of the total of the samples analyzed found 1.67% with presence of Thermotolerant Coliforms, 3.33% of *E. faecalis* that exceeded the established parameters by the Supreme Decree, found absence of *Salmonella* and *Pseudomonas aeruginosa* was found in a 26% from the studied samples. It concluded that thermal waters from Yura are suitable to use according to the Supreme Decree N° 002-2008-MINAM to recreational waters respect to Total Coliforms, Thermotolerant Coliforms, *E. faecalis* and *Salmonella*.

INTRODUCCIÓN

Las aguas termales de Yura son manantiales de aguas ferruginosas y sulfurosas, eficaces para el tratamiento de afecciones de tipo reumático, epidérmico y del aparato digestivo. (Municipalidad Distrital De Yura. 2012) Las aguas termales son aquellas aguas cuya temperatura de surgencia es superior en cuatro grados centígrados a la temperatura

media anual de la zona, pudiendo tener un aprovechamiento industrial por su capacidad calorífica o en balneoterapia. (SIEMCALSA, 2008), estas aguas se incluyen dentro de las aguas mineromedicinales, y son aguas que tiene un interés o finalidad terapéutica (Vendrell M., 2015) Las aguas minerales termales de los balnearios son uno de estos hábitats extremos ya que tienen altas temperaturas y elevadas concentraciones de sales, condiciones desfavorables para la vida de muchos seres vivos, sin embargo poseen una población microbiana autóctona que suele ser característica de cada tipo de agua y que depende de sus propiedades fisicoquímicas. (De la Rosa M., Mosso M., 2005)

Correspondencia:

José Fernández Rivera

jfernandezr@unsa.edu.pe

Vendrell M. *et al* (1998) señala que el encontrar bacterias impropias de esta localización y además son patógenas para el hombre, supone una contaminación exógena del agua, así lo demostraron en un estudio de la fuente termal de O Tinteiro en Ourense-España, donde recogieron 6 muestras de dos puntos situados en la fuente termal, teniendo como resultado, la presencia de *Enterococcus*, así como la presencia de *Clostridium*, *Pseudomona aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, coliformes totales y fecales. También Moreno C., *et al* (2007), realizó un análisis biológico utilizando el método del número más probable (NMP) para coliformes totales y fecales, según la norma de agua tipo 4A2 para Venezuela, los valores estuvieron por debajo del límite exigido por esta. Vinuesa R. (2015) realizó un análisis microbiológico de las fuentes termales del balneario “El Tingo” (Ecuador), para lo cual aislaron cepas bacterianas de dos puntos de muestreo encontrando bacterias Gram Negativas (66.7%), bacterias Gram Positivas (33.3%), dentro de estos porcentajes, se determinó que *Pseudomona aeruginosa* predomina sobre otras bacterias (50%), seguido de *Staphylococcus aureus* (33%) y *Moraxella spp.* (17%).

Thoroldsdottir B. y Marteinsson V. (2013) señala que se puede encontrar una vasta diversidad de microorganismos en piscinas y otras aguas usadas para recreación, procedentes de diferentes fuentes, como los seres humanos, animales o el medio ambiente. Enfermedades, algunas graves, pueden ser transmitidos con el agua de baño si no se desinfecta antes del baño. En muchos casos, estas infecciones han sido asociadas con contaminación fecal del agua. En su estudio, analizaron tres piscinas naturales de aguas termales en Islandia, analizaron la presencia de coliformes, *Enterococcus spp.* Y *Pseudomonas* cultivándolos en medios selectivos, encontrando, por ejemplo, en *Pseudomonas spp.* 13,000-40,000 UFC/mL, varias cepas de este género fueron aisladas y clasificadas como patógenos, con respecto a *E. coli* y *Enterococcus* la calidad del agua termal de las piscinas naturales según la normativa de Islandia, fue excelente, sin embargo, los autores señalan que los límites que se presentan en la norma son bastante altos y son motivo de preocupación si debe ser transferidas a las piscinas termales naturales islandesas. También señalan que las condiciones fisiológicas de piscinas más naturales son muy buenas para la proliferación bacteriana y la inoculación excesiva de patógenos en las piscinas por humanos podría causar problemas de salud.

Por eso, la presente investigación tuvo como objetivo, determinar la calidad microbiológica de las aguas termales de Yura, empleando parámetros microbiológicos y compararlos con los estándares de Calidad ambiental (ECA's) del Decreto Supremo N° 002-2008 MINAM, así como también determinar la presencia de *Pseudomona aeruginosa*, y evaluar parámetros fisicoquímicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

El área en estudio comprende los pozos de agua termal que se encuentran en el balneario de Yura ubicado en la ciudad de Arequipa (Fig. 1 y Tabla 1): El Pozo Tigre ubicado cerca al hotel de Turistas de Yura, aquí se encuentran 6 pozos

de aguas termales llamados:

Tigre, Tigrillo, Sepultura, Vegeto y Unión de Aguas calientes, este último está dividido en dos pozos, el Pozo Tadeo Haenke es el pozo más amplio y está ubicado al lado izquierdo del hotel de Turistas de Yura,

el Pozo Zamácola se ubica a la altura de los restaurantes de la avenida principal de Yura y Pozo Fierro Viejo, se encuentra al lado de la planta embotelladora Kola Escocesa.

Fig. 1: Mapa de ubicación de los puntos de muestreo en el Balneario de Yura de la ciudad de Arequipa. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1: Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo

LUGAR DE MUESTREO	LATITUD	LONGITUD
Pozo Tigre	16°14'43.0224" S	71°41'36.3264" O
Pozo Tadeo Haenke	16°14'43.9008" S	71°41'37.6152" O
Pozo Zamácola	16°14'44.4732" S	71°41'42.9432" O
Pozo Fierro Viejo	16°14'48.0192" S	71°41'53.8296" O

Toma de la muestra

Las muestras de agua fueron colectadas de cada pozo durante los meses de septiembre a diciembre, cada 15 días. Se utilizaron botellas de plástico estériles de 1 litro de capacidad, se tomaron muestra de la superficie, de la mitad y profundidad del pozo de agua, seguidamente, estos 3 litros de agua colectada se trasvasaron a un depósito de 4 litros de capacidad y se homogeneizaron; por último, se vertió un litro de agua del depósito de agua a otra botella de plástico estéril de 1 litro, siendo este último la unidad de investigación. Este procedimiento se realizó en todos los pozos en estudio, las muestras colectadas fueron guardadas en un *cooler* y llevadas al laboratorio para su posterior análisis.

Metodología

Para el análisis de parámetros microbiológicos como son Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes y *Enterococcus faecalis* se siguieron los procedimientos establecidos por Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WEF, 1999), para determinar la presencia de Salmonella se siguió el procedimiento de DIGESA (2001). Para coliformes totales se utilizó la técnica del Número Más Probable, a través de la técnica de tubos de fermentación, se utilizaron 3 series de 5 tubos y se inocularon 10, 1 y 0,1 ml de muestra por cada serie. La siembra se realizó en Caldo Lauril Sulfato para la prueba presuntiva y fueron incubados a 37°C por 24 a 48

horas, de los tubos que dieron positivo se sembraron en caldo Brilla para la confirmación y luego de los tubos positivos se sembraron en medio EMB por estría y se incubaron a 37°C por 24 horas y por último se realizaron pruebas bioquímicas: Triple Azúcar Hierro (TSI), Lisina Hierro Agar (LIA) e Indol. Para coliformes termotolerantes, se sembraron los tubos positivos del Caldo Lauril Sulfato a tubos con Caldo EC y se incubaron a 44,5°C por 24 a 48 horas.

Para evaluar la presencia y recuento de *Enterococcus faecalis* se utilizó la técnica del Número Más Probable (NMP), se realizó también la técnica de tubos de fermentación usando 3 series de 5 tubos con caldo Azida Dextrosa, inoculándose 10, 1 y 0,1 ml de muestra para cada serie respectivo. Se tomaron como positivos los tubos que presentaron turbidez y seguidamente se realizó tinción Gram para luego observar las láminas al microscopio. Se evaluó también la presencia de *Salmonella*, para ello se tomó 25 ml de la muestra de agua colectada y se sembró en 225 ml de Agua de Peptona, incubándose a 37 °C, a las 24 horas se tomó 1 ml del frasco y se inoculó un tubo de ensayo que contenía Caldo Selenito-Cistina se incubó a 37 °C por 24 horas. Después de este tiempo, con ayuda un asa bacteriológica se tomó una gota del tubo y se sembró por estría en agar *Salmonella-Shigella* y se incubó por 24 horas a 37 °C. En este medio, las colonias de *Salmonella* son incoloras con centro negro. De las colonias que presentaron estas características se realizaron pruebas bioquímicas. Para evaluar la calidad del agua de las aguas termales de Yura y saber si son aptas para su uso, se utilizaron los Estándares Nacionales De Calidad Ambiental para Agua, Categoría I: Poblacional y Recreacional, aguas superficiales destinadas para recreación B1: contacto Primario, del Decreto Supremo N° 002-2008 MINAM.

Como un estudio complementario, también se determinó la presencia de *Pseudomona aeruginosa*, este parámetro no se encuentra dentro de los Estándares de Calidad para Agua. Con ayuda de un asa bacteriológica se tomó una gota del frasco de Agua de Peptona que contenía 25 ml de la muestra de agua y se sembró por estría en el agar selectivo Cetrimide y se incubó a 37 °C por 24 horas. (Carvajal G., 1991) Finalmente, se realizaron pruebas bioquímicas Triple Azúcar Hierro (TSI), Lisina Hierro Agar (LIA), Indol y Citrato de Simmons. Los parámetros fisicoquímicos como temperatura (T°), pH y conductividad eléctrica (CE) y la turbidez, fueron medidos en campo con un multiparámetro HANNA HI9811-5 y el turbidímetro TU430.

Análisis de la Información

Los datos obtenidos fueron evaluados en una matriz de sistematización de datos para luego proceder a procesamiento con el software SPSS 20.0 por lo cual se usó la estadística descriptiva con su medida de tendencia central y dispersa, así como la prueba de Chi cuadrado.

RESULTADOS

Se analizaron un total de 60 muestras de agua, colectadas de los pozos de los baños termales de Yura. Se encontró la presencia de coliformes totales, coliformes fecales, *Enterococcus faecalis* y *Pseudomonas aeruginosa*, pero

no se encontró la presencia de *Salmonella*. Evaluando los resultados según el Decreto Supremo N° 002-2008 MINAM, se encontró que el 100% de las muestras analizadas para Coliformes Totales estuvieron en condición como aptas, es decir que no sobrepasaron los parámetros establecidos, con respecto a Coliformes Termotolerantes, se encontró un 1.67% de las muestras del pozo Vegeto se encontraron como no aptas para su uso, el 3.33% de las muestras analizadas de los pozos Sepultura y Unión de Aguas Nacientes (1), sobrepasaron el límite de *Enterococcus faecalis* y se presentaron como no aptas. (Tabla 3) Por último, *Pseudomona aeruginosa* se encontraron en los pozos Tigre, Sepultura, Aguas Nacientes (1), Vegeto y Tadeo Haenke se encontró la presencia de *Pseudomona aeruginosa* con porcentajes entre 40 a 60 %. (Tabla 4) Se realizó el test de Chi cuadrado indicando que no existen diferencias significativas entre las aguas termales de los diferentes pozos en estudio ($p > 0.05$), como se puede observar en la Tabla 5. Con respecto a los análisis fisicoquímicos realizados en campo, se obtuvieron los resultados que se indican en la tabla 2.

Tabla 2: Promedio de datos fisicoquímicos tomados de los pozos termales de Yura en los meses de septiembre a diciembre, 2017

Pozo de agua/ Parámetros Fisicoquímicos	Temperatura (T°)	pH	Turbidez	Conductividad Eléctrica
TIGRE	31.95 ± 0.28	6.05 ± 0.08	2.41 ± 1.18	1701.33 ± 166.67
SEPULTURA	30.78 ± 0.34	6.2 ± 0.10	24.66 ± 2.71	1818.33 ± 200.74
AGUAS NACIENTES (1)	29.28 ± 0.87	6.28 ± 0.07	39.58 ± 5.58	1786.67 ± 186.40
AGUAS NACIENTES (2)	30.35 ± 0.19	6.3 ± 0.12	10.03 ± 4.00	1836.67 ± 193.25
VEGETO	30.51 ± 1.12	6.2 ± 0.13	22.98 ± 3.545	1808.33 ± 195.29
TIGRILLO	28.12 ± 0.21	6.18 ± 0.16	49.10 ± 3.60	1630 ± 163.34
TADEO HAENKE	28.85 ± 0.66	6.4 ± 0.07	5.99 ± 3.69	1845 ± 184.15
ZAMÁCOLA	27.4 ± 0.29	6.4 ± 0.17	11.14 ± 2.25	1896.67 ± 207.36
FIERRO VIEJO (1)	30.88 ± 0.91	6.5 ± 0.05	35.54 ± 2.38	2228.33 ± 328.84
FIERRO VIEJO (2)	30.2 ± 1.02	6.5 ± 0.13	39.92 ± 2.96	2421.67 ± 365.70

Tabla 3: Calificación de parámetros microbiológicos de las aguas de los pozos termales de Yura según el Decreto Supremo 002-2008 MINAM

POZOS DE LAS AGUAS TERMALES DE YURA	COLIFORMES TOTALES						COLIFORMES TERMOTOLERANTES						<i>Enterococcus faecalis</i>					
	CONDICIÓN				TOTAL		CONDICIÓN				TOTAL		CONDICIÓN				TOTAL	
	APTO		NO APTO				APTO		NO APTO				APTO		NO APTO			
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
TIGRE	6	100	0	0.00	6	100	6	100	0	0.00	6	100	6	100	0	0.00	6	100
SEPULTURA	6	100	0	0.00	6	100	6	100	0	0.00	6	100	5	83.33	1	16.67	6	100
AGUAS NACIENTES (1)	6	100	0	0.00	6	100	6	100	0	0.00	6	100	5	83.33	1	16.67	6	100
AGUAS NACIENTES (2)	6	100	0	0.00	6	100	6	100	0	0.0	6	100	6	100	0	0.00	6	100
VEGETO	6	100	0	0.00	6	100	5	83.33	1	16.67	6	100	6	100	0	0.00	6	100
TIGRILLO	6	100	0	0.00	6	100	6	100	0	0.00	6	100	6	100	0	0.00	6	100
TADEO HAENKE	6	100	0	0.00	6	100	6	100	0	0.00	6	100	6	100	0	0.00	6	100
ZAMÁCOLA	6	100	0	0.00	6	100	6	100	0	0.00	6	100	6	100	0	0.00	6	100
FIERRO VIEJO (1)	6	100	0	0.00	6	100	6	100	0	0.00	6	100	6	100	0	0.00	6	100
FIERRO VIEJO (2)	6	100	0	0.00	6	100	6	100	0	0.00	6	100	6	100	0	0.00	6	100
TOTAL	60	100	0	0.00	60	0.00	59	98.33	1	1.67	60	100	58	96.67	2	3.33	60	100

Tabla 4: Determinación de la presencia de *Pseudomonas aeruginosa* en las aguas termales de Yura

POZOS DE LAS AGUAS TERMALES DE YURA	CONDICIÓN				TOTAL	
	PRESENCIA		AUSENCIA			
	N	%	N	%	N	%
TIGRE	3	60.00	2	40.00	5	100.00
SEPULTURA	2	40.00	3	60.00	5	100.00
AGUAS NACIENTES (1)	3	60.00	2	40.00	5	100.00
AGUAS NACIENTES (2)	0	0.00	3	60.00	5	100.00
VEGETO	2	40.00	5	100.00	5	100.00
TIGRILLO	0	0.00	5	100.00	5	100.00
TADEO HAENKE	3	60.00	2	40.00	5	100.00
ZAMÁCOLA	0	0.00	5	100.00	5	100.00
FIERRO VIEJO (1)	0	0.00	5	100.00	5	100.00
FIERRO VIEJO (2)	0	0.00	5	100.00	5	100.00
TOTAL	13	26.00	37	74.00	50	100.00

Tabla 05: Chi-cuadrado para los parámetros

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	Chi²	P-valor
Coliformes Totales	0.00	1.00
Coliformes Fecales	9.153	0.4233
Enterococcus faecalis	8.276	0.5066
Salmonella	0.00	1.00
Pseudomonas aeruginosa	8.42	0.4924

DISCUSIÓN

El estudio revela que todos los pozos cumplen con los parámetros establecidos por el Decreto Supremo 002-2008 MINAM con respecto a Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes, *Enterococcus faecalis* y *Salmonella*. Según Thorolfsson B. y Marteinsson V. (2013) las condiciones fisiológicas de piscinas más naturales son muy buenas para la proliferación bacteriana y excesiva inoculación de patógenos en las piscinas de humanos puede causar problemas de salud. Debido a que las aguas minerales termales de los balnearios poseen altas temperaturas y elevadas concentraciones de sales las condiciones para la vida de muchos seres vivos son desfavorables, pero a la vez poseen una población

microbiana características de cada tipo de agua, sin embargo se puede encontrar organismos procedentes de otros hábitats, tales bacterias son consideradas contaminantes y son de interés sanitario: *Salmonella*, *E. coli*, *Clostridium perfringens*, *Pseudomona aeruginosa* y *Legionella*. (De La Rosa M. y Mosso M., 2005) en el presente trabajo se estudió la presencia de *Salmonella* y *Pseudomona aeruginosa*, no se encontró el primer microorganismo mencionado, pero no podemos omitir el análisis de esta bacteria, ya que el Decreto Supremo N° 002-2008 MINAM indica el análisis de *Salmonella* en aguas para recreación. Se encontró la presencia de *Pseudomona aeruginosa* en un 26 % de las muestras analizadas y no hubo diferencias significativas entre las muestras estudiadas. La presencia de *Pseudomona aeruginosa* en el agua termal, puede reflejar una contaminación muy importante en las mismas, la explicación del hecho pudiera estar en una contaminación de la fuente o manantial de agua mineral, falta protección adecuada del acuífero que surte del agua, la presencia de biofilms en las paredes o piedras donde salen agua, aguas de escorrentía o debido a la descarga de desecho de origen animal o humano en manantiales termales. (Andueza F., et al, 2015) sin embargo, Osei G., et al (2014) indica que esta bacteria podría ser introducida por los nadadores, pero también puede ser indicativo de contaminación natural. Las personas que acuden a piscinas termales en su mayoría presentan algún tipo de enfermedad y visitan estos lugares dadas las propiedades medicinales atribuidas a estas aguas, haciéndolas más vulnerables a contraer infecciones por *Pseudomona aeruginosa*. (Chivata N., 2017) Los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) (sin fecha) señalan que *Pseudomona aeruginosa* es una causa principal de las infecciones comúnmente conocidas como “Foliculitis de la Bañera” y “Oído de Nadador”, esta bacteria se transmite si el agua contaminada entra en contacto con la piel durante un largo periodo.

Thorolfsson B. y Marteinsson V. (2013), señalan que la diversidad de microorganismos puede ser encontrados en piscinas y otras aguas utilizadas para la recreación, que se originan de diferentes fuentes, como los seres humanos animales o el medio ambiente. Enfermedades, algunas muy serias, puede ser transmitidas con agua de baño si esto no se desinfecta antes de bañarse. En muchos casos tales infecciones se han asociado con la contaminación fecal del agua. La contaminación fecal puede venir de las heces de los huéspedes de las piscinas, del suministro de agua en sí o de las heces de animales (como aves y animales pequeños). Otros fluidos corporales (por ejemplo, vómito, moco, saliva) y escamas de la piel también son fuentes potenciales de bacterias patógenas. De los resultados obtenidos, podemos decir que el número de Coliformes Totales (CT) y Coliformes Termotolerantes no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los pozos en estudio, se encuentran dentro de los parámetros establecidos por el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, lo que indicaría que los pozos son aptos para la recreación. Con respecto a los Coliformes Termotolerantes, del total de las muestras analizadas se presentó solo 1. 67% como no apto (> 200 NMP/100), con respecto a la determinación de *Enterococcus faecalis*, no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los diferentes pozos estudiados, y al comparar con el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM podemos decir que se encuentra aptos, sin embargo, un 3.33% de las muestras

estudiadas se encontraron como no aptas (> 200 NMP/100), pese a no presentar porcentajes elevados, es importante tomarlos en cuenta, ya que Acuña N., et al., (1998), nos dice que, durante la natación y otras actividades recreativas en las cuales hay una ingestión involuntaria de agua, se incrementa el riesgo de enfermedades gastrointestinales, así también lo señala Thorolfsson B. y Marteinsson V. (2013), que la infección humana a través del agua de baño se puede lograr por contacto directo (a través de grietas en la piel), desde el aire a través del sistema respiratorio o directamente desde el agua que ingresa al tracto gastrointestinal a través de la boca. También indica que se ha demostrado que al nadar (promedio de 81 min), los niños absorben un promedio de 0,63 ml / min de agua de la piscina, los hombres adultos de 0,50 ml / min y las mujeres adultas de 0,34 ml / min.

Al igual que los Coliformes Totales y Termotolerantes, los enterococos intestinales se utilizan como índice de contaminación fecal, ya que la mayoría de las especies no proliferan en medios acuáticos. Este grupo presenta importantes ventajas como sobrevivir más tiempo que *E. coli* (o que los coliformes termotolerantes) en medios acuáticos, y son más resistentes a la desecación y a la cloración (OMS. 2006) Con respecto a los parámetros fisicoquímicos Steinmüller K. y Zavala B. (1997) indican que los Baños Yura son fuentes termales de la zona Chachani junto con la Calera, Aguas calientes, Baños Jesús y Socosani. Además, Estas aguas son de tipo bicarbonatadas con un pH promedio de 6.3 y las temperaturas varían entre 25 y 35 °C. según la temperatura analizada en el presente trabajo, podemos clasificar las aguas termales del Balneario de Yura como aguas hipotermas de acuerdo a la clasificación de Fagundo (2001) pues las temperaturas se encontraron entre 27.4 ± 0.29 y 31.95 ± 0.28 °C, con respecto a la conductividad eléctrica y turbidez, estas se encuentran relacionadas, ya que según Marín J., et al (2014) y Ospina O., et al (2016) señalan que la conductividad es usada como un sustituto de la concentración de sólidos totales disueltos en el agua en la que los iones contribuyen y forman parte de los sólidos totales disueltos y la definen como concentración de los iones presentes en el agua. La conductividad eléctrica que se halló estuvo entre 1630 ± 163.34 μ S/m en el pozo Tigre y 2421.67 ± 365.70 en el pozo Fierro Viejo (2), estos valores elevados pueden ser debido a la cantidad de sales presentes en las aguas termales, algunos pozos presentaban una menor contaminación por bacterias por lo que, podemos inferir que la turbidez no necesariamente se presenta por contaminación, sino, por la presencia de sales.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Laboratorio de Microbiología, Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa por permitir desarrollar la parte experimental del presente estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACUÑA B.; MEYER R.; HAYE M.; LERMAN B. 1998. Contaminación Bacteriana en Aguas Recreacionales. Factores Intervinientes. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe - Argentina. 7 pp.
2. ANDUEZA F.; ALBUJA A.; ARGUELLES P.; ESCOBAR S.; ESPINOZA C.; ARAQUE J. & MEDINA G. 2015. Resistencia antimicrobiana en cepas de *Pseudomonas aeruginosa* aisladas de aguas termales de la provincia de Chimborazo, Ecuador. *An Real Acad Farm.* (81) (2):158-163.
3. APHA, AWWA, WEF. 1999. Standard Methods for examination of water and wastewater. 20nd ed. Washington: American Public Health Association
4. CARVAJAL G. 1991. Microbiología de Alimentos Marinos. Primera Edición. Lima. Perú.
5. CDC. sin fecha. Datos sobre la “foliculitis de la bañera” y el “oído de nadador” (*Pseudomonas*). U.S Department of Health and Human Services. Ficha de información.
6. CHIVATÁ N. 2017. Determinación de Presencia de *Pseudomonas aeruginosa* y Medidas de Control en Aguas Termales. Tesis para optar el título de Magister en Ingeniería Civil. Escuela colombiana de ingeniería Julio Garavito. Bogotá – Colombia. 118 pp.
7. DE LA ROSA M.; MOSSO M. 2005. Diversidad Microbiana de las Aguas Minerales Termales. Panorama actual de las Aguas Minerales y Minero-medicinales en España. 153 – 158.
8. DECRETO SUPREMO N° 002-2008-MINAM. Diario Oficial El Peruano. Lima, Perú. 31 de julio de 2008.
9. DIGESA, 2001. Manual De Análisis Microbiológico De Alimentos. Lima. Perú. 182 pp.
10. FAGUNDO J, CIMA A. & GONZÁLEZ P. 2001. Revisión Bibliográfica Sobre Clasificación de las Aguas Minerales y Mineromedicinales. Centro Nacional Termal “Victor Santamarina.” La Habana – Cuba. 27 pp.
11. MARÍN J., BEHLING E., CHIRINO J., MEDINA K. & PIRELA M. 2014. Calidad sanitaria de aguas recreacionales en el estrecho del Lago de Maracaibo. Venezuela. *Impacto científico.* 9(1):26-42.
12. MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YURA. 2012. Plan de Desarrollo concertado del Distrito de Yura al 2021. Perú.
13. OMS. 2006. Hojas de Información Microbiológica. Guías para la Calidad del agua. 3a ed. p. 191–241.
14. OSEI G., KWABENA S., LARYEA E. & TAGOE E. 2014. Bacteriological Quality Assesment of swimming pools in the Osu-Labadi Area, Accra. *J.Nat. Sc. Res.* 4(19):5
15. OSPINA O., GARCÍA G., GORDILLO J. & TOVAR K. 2016. “Evaluación de la turbiedad y la conductividad ocurrida en temporada seca y de lluvia en el río Combeima (Ibagué, Colombia)”. *Ingeniería Solidaria,* 12(19):19-36.
16. SIEMCALSA. 2008. Las Aguas Minerales en Castilla y León. Junta de Castilla y León. España. 24 pp.
17. STEINMÜLLER K. & ZAVALA B. 1997. Hidrotermalismo en el Sur del Perú. Proyecto Vigilancia de la Actividad Volcánica e hidrotermalismo en el Sur del Perú. Boletín N° 18. INGEMMET. Lima. pp 98.
18. THOROLFSDDOTTIR B. & MARTEINSSON V. 2013. Microbiological Analysis in Three Diverse Natural Geothermal Bathing Pools in Iceland. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 10(3):1085-1099.
19. VENDRELL, M. C.; SINDE, E.; TORRES, M.; GIL, P. & RODRÍGUEZ LA. 2015. Estudio de microorganismos patógenos en la fuente termal de O Tinteiro en Ourense. *Cienc. Tecnol. Aliment.* 2(2):92-95.