

 Diana Sacoto Acarodianyesenya123@hotmail.com
Consultora Independiente. Quito, Ecuador Félix Daniel Andueza Lealfdandueza@uce.edu.ec.
Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador**FIGEMPA: Investigación y Desarrollo**

Universidad Central del Ecuador, Ecuador

ISSN: 1390-7042

ISSN-e: 2602-8484

Periodicidad: Semestral

vol. 9, núm. 1, 2020

revista.figempa@uce.edu.ec

Recepción: 01 Marzo 2020

Aprobación: 25 Junio 2020

Publicación: 30 Junio 2020

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/624/6243500003/>DOI: <https://doi.org/10.29166/revfig.v1i1.2178>

Autor de correspondencia: dianyesenya123@hotmail.com



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Cómo citar:: Sacoto Acaro, D., & Andueza Leal, F. D. (2020). Microbiología del agua termal del balneario Ilaló. Pichincha. Ecuador. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 9(1), 18–25. <https://doi.org/10.29166/revfig.v1i1.2178>

Resumen: Cada manantial de agua termal posee una microbiota característica y específica, en relación con sus características fisicoquímicas. Por ello, el objetivo de la investigación fue estudiar la microbiología del agua termal del balneario Ilaló, ubicado en la Provincia de Pichincha. Se recolectaron muestras de agua, entre noviembre y diciembre del 2018. Se determinaron “*In situ*” los valores de pH, temperatura, conductividad, salinidad, oxígeno disuelto y sólidos totales. Se realizó la cuantificación, aislamiento e identificación de las cepas bacterianas de acuerdo con las pruebas sugeridas por Barrow y Feltham (2003), siguiendo los esquemas propuestos por MacFaddin (2004), complementadas con el kit de identificación bacteriana Microgen. La caracterización microbiológica se hizo de acuerdo con lo señalado por Andueza (2007). Los valores promedios obtenidos en el balneario Ilaló fueron: temperatura del agua termal 32,4 °C; temperatura ambiente de 21,30 °C; salinidad de 0,8 %; pH de 7,39; conductividad eléctrica de 1675,53 µS/cm; oxígeno disuelto de 4,30 mg/L, sólidos totales disueltos de 1675,53 mg/L, bacterias heterótrofas 24,8 UFC/mL, *Pseudomonas* 0,40 UFC/mL y no hubo presencia de *Staphylococcus*. Se identificaron las colonias aisladas como *Bacillus spp*, *Corynebacterium spp*, *Pseudomonas spp*, *Vibrio alginolyticus*, *Pseudomonas stutzeri*, *Acinetobacter iwoffii*, *Actinomyces spp*, *Moraxella spp*, *Kurthia spp*, *Enterobacter agglomerans* y *Brevibacterium spp*. El 100 % de las colonias resultaron lipolíticas, degradadoras de hidrocarburos y resistentes al plomo. El 90,90 % fueron amilolíticas, 81,81 % proteolíticas y el 18,18 % celulíticas. El agua del balneario Ilaló presenta una población microbiana escasa, pero diversa, con propiedades biotecnológicas destacadas.

Palabras clave: microbiología, aguas termales, balneario Ilaló.

Abstract: Each hot spring has a characteristic and specific microbiota in relation to its physicochemical characteristics. Therefore, the objective of the research was to study the microbiology of the thermal water of the Ilaló spa, located in the Province of Pichincha. Water samples were collected between November and December 2018. The values of pH, temperature, conductivity, salinity, dissolved oxygen and total solids were determined “*In situ*”. Quantification, isolation and identification of the bacterial strains was performed according to the tests suggested by Barrow and Feltham (2003) following the

schemes proposed by MacFaddin (2004), complemented with the Microgen bacterial identification kit. The microbiological characterization was done according to Andueza (2007). The average values obtained at the Ilaló spa were: thermal water temperature 32.4 ° C; environmental temperature of 21.30° C; salinity of 0.8%; pH 7.39; electrical conductivity of 1675.53 μ S / cm; Dissolved oxygen of 4.30 mg / L, total dissolved solids of 1675.53 mg / L, heterotrophic bacteria 24.8 CFU / mL, *Pseudomonas* 0.40 CFU / mL and there was no presence of *Staphylococcus*. Isolated colonies were identified as *Bacillus* spp, *Corynebacterium* spp, *Pseudomonas* spp, *Vibrio alginolyticus*, *Pseudomonas stutzeri*, *Acinetobacter iwoffii*, *Actinomyces* spp, *Moraxella* spp, *Kurthia* spp, *Enterobacter agglomerans* and *Brevibacterium* spp. 100% of the colonies were lipolytic, hydrocarbon degraders and lead resistant. 90.90% were amylolytic, 81.81% proteolytic and 18.18% cellulitic. The water of the Ilaló spa has a small microbial population, but diversity, with outstanding biotechnological properties.

Keywords: microbiology, hot springs, spa Ilaló.

INTRODUCCIÓN

El balneario Ilaló es un complejo turístico ubicado en el barrio Guantugloma de la Parroquia la Merced perteneciente al Distrito Metropolitano de Quito, Provincia de Pichincha (ver figura 1), su superficie aproximada es de 3 hectáreas, se encuentra rodeado de bosque primario. Su clima es templado. La temperatura ambiente oscila entre 14 °C hasta los 17 °C y se encuentra a una altura 2598 m.s.n.m. (Sacoto, 2019). El balneario cuenta con un tanque de distribución con una temperatura promedio de 34°C y con tres piscinas de agua termal, la piscina grande con una temperatura promedio de 33°C, la piscina mediana con temperatura promedio de 32°C y la piscina pequeña con temperatura promedio de 30°C, los cuales se consideraron en el estudio. El agua termal es abastecida desde el volcán Ilaló, mediante tuberías que llegan al tanque de distribución, para luego repartirse a las tres piscinas (GADP La Merced, 2012).

NOTAS DE AUTOR

dianyesenya123@hotmail.com



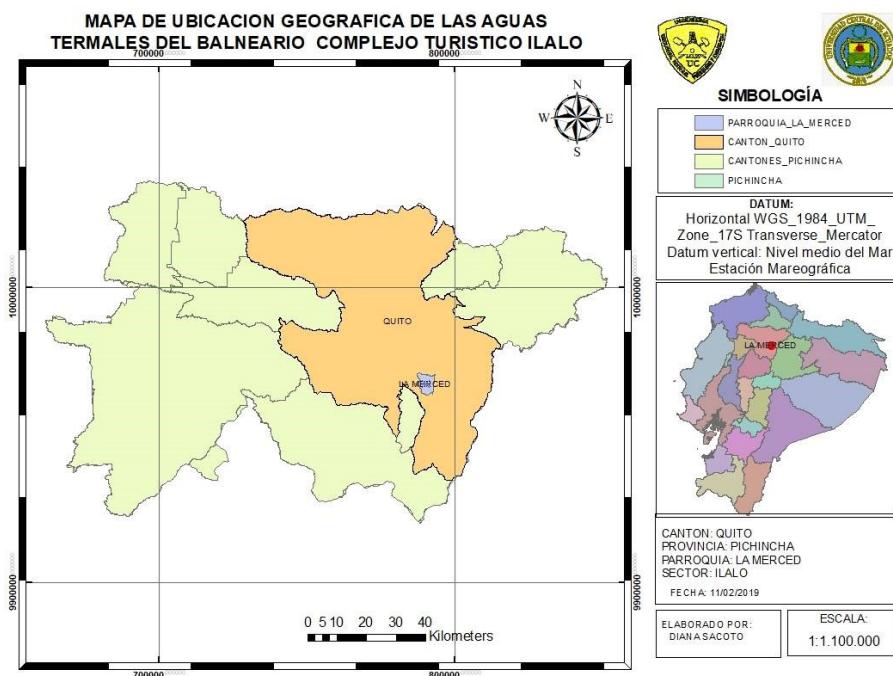


FIGURA 1
Mapa de la ubicación geográfica del Balneario “Ilaló”
Balneario “Ilaló”, Parroquia la Merced, Provincia de Pichincha, Quito, Ecuador

Según el INAMHI (2013), el Ecuador al encontrarse en el círculo de Fuego del Pacífico, cuenta con varias fuentes de agua termal y mineral que, por su composición química poseen propiedades medicinales, aunque no han sido estudiadas, desde un punto de vista microbiológico.

Las aguas termales son medicinales por su alto contenido de minerales y por la microbiota que puede exhibir: diversas actividades biológicas con efectos farmacológicos, que ayudan a mejorar la salud de los bañistas. Además de estos beneficios, estas aguas presentan condiciones ambientales adecuadas para el crecimiento de una gran diversidad de microorganismos autóctonos (De La Rosa & Mosso, 2000; Medina-Ramírez et al., 2016; Andueza et al., 2020b).

De acuerdo con lo indicado por Andueza (2007), el agua de los manantiales termales no es estéril y posee una población microbiana escasa que depende, básicamente de sus condiciones fisicoquímicas, ambientales y ecológicas. Las condiciones ecológicas son similares a las que exhiben el agua de mar y las aguas subterráneas, ya que todas ellas son aguas oligotróficas, muy pobres en nutrientes (De La Rosa & Mosso, 2000).

En los últimos años se han realizado diversos estudios microbiológicos para conocer la microbiota del agua de los principales manantiales termales que existen en el Ecuador a fin de conocer, por un lado, la biodiversidad microbiana y, por el otro, determinar las características biológicas, biotecnológicas, ecológicas, farmacológicas y sanitarias de esta población (Andueza et al., 2015; Guallpa, 2016; Medina-Ramírez et al., 2016; Andueza et al., 2018; Andueza et al., 2020a; Andueza et al., 2020b).

Tomando en consideración lo indicado anteriormente, el objetivo de esta investigación fue: determinar la microbiota presente en el agua termal del balneario Ilaló, mediante análisis microbiológicos con la finalidad de buscar, aislar e identificar microorganismos, con posibles aplicaciones biotecnológicas e industriales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Toma de muestras

Se analizaron un total de 18 muestras de agua termal del balneario Ilaló, ubicado en el sector La Merced, perteneciente al Distrito Metropolitano de Quito, Provincia de Pichincha (Sacoto, 2019). Las muestras de agua fueron recolectadas de manera aseptica, utilizando frascos de plástico esterilizados de 100 ml. Las mismas fueron trasladadas en un cooler con hielo para mantener condiciones de temperatura de 5°C, hasta llegar al centro de biología de la Universidad Central del Ecuador, donde se realizaron los análisis microbiológicos (Sacoto, 2019).

Análisis fisicoquímico “In situ”

Los análisis fisicoquímicos se realizaron con un medidor multiparámetro de marca HANNA, se tomó lectura de cada uno de los parámetros (pH, temperatura, conductividad, salinidad, sólidos totales y oxígeno disuelto), para cada punto de muestreo (Sacoto, 2019).

Análisis microbiológico

Se realizó la siembra y cuantificación de las colonias de bacterias heterótrofas, utilizando los agares PCA y R2A, siguiendo las indicaciones del fabricante. Se inoculó placas por duplicado con 0,1 ml de cada una de las muestras del balneario. Las placas se incubaron a una temperatura de 37 °C, por un período de 24 horas. Para el análisis de las cepas de *Pseudomonas* se utilizó agar Cetrimide. Se inoculó por duplicado, con 0,1 ml de cada una de las muestras del balneario. Las placas se incubaron a una temperatura de 37 °C, por un período de 48 horas (Sacoto, 2019).

Identificación taxonómica de las colonias bacterianas aisladas

Las cepas de bacterias aisladas se identificaron de acuerdo con sus características morfológicas, fisiológicas y bioquímicas (Barrow y Feltham, 1993; MacFaddin, 2004), complementadas con el kit de identificación bacteriana Microgen (Microgen, 2004). Las cepas aisladas e identificadas se caracterizaron, de acuerdo con sus propiedades amilolíticas, celulíticas, lipolíticas, proteolíticas y capacidad para degradar hidrocarburos (Sacoto, 2019).

Caracterización biotecnológica de las colonias bacterianas

Para evaluar la capacidad amilolítica de cada cepa analizada, se emplearon tubos de vidrio estéril contentivos del caldo para bacterias amilolíticas con almidón soluble. Cada tubo se inoculó con un asa de cada colonia bacteriana, cultivada en medio sólido. Todos los tubos se incubaron a 25° C durante 30 días. Los tubos se analizaron cada semana, tomando 0,1 ml de medio en un tubo de hemólisis y añadiendo 1-2 gotas de una solución de yodo-yodurada y 1 ml de agua destilada. Se consideró la reacción positiva cuando apareció un color amarillo ámbar; el color azul se consideró como una reacción negativa (Sacoto, 2019).

En el estudio de los microorganismos celulolíticos se emplearon tubos de vidrio estéril contentivos del caldo para bacterias celulolíticas y una tira de papel filtro sumergido hasta la mitad del contenido líquido del

tubo. Cada tubo se inoculó con un asa de cada colonia bacteriana cultivada en medio sólido. Todos los tubos se incubaron a 25° C durante 30 días. Los tubos se observaron, diariamente, para comprobar la aparición de manchas o roturas en las tiras de papel, considerando esta característica como una prueba positiva (Sacoto, 2019).

Para el análisis de las propiedades proteolíticas de las cepas bacterianas estudiadas, se emplearon tubos de vidrio estéril contentivos del caldo para bacterias proteolíticas con gelatina. Cada tubo se inoculó con un asa de cada colonia bacteriana cultivada en medio sólido. Todos los tubos se incubaron a 25° C durante 30 días, observándose semanalmente para comprobar si había licuación de la gelatina, para lo cual se colocaron en un refrigerador a 5° C durante 1 hora, junto con un tubo testigo y se verificó su estado. Si la prueba estaba liquida, se consideró positiva, caso contrario se consideró negativa (Sacoto, 2019).

La propiedades lipolíticas de las cepas bacterianas estudiadas, se realizó, utilizando cajas de Petri contentivas de agar mínimo, suplementado con aceite comestible estéril, usado como única fuente de carbono. Cada caja de Petri se inoculo por estrías con un asa de cada colonia bacteriana cultivada en medio sólido. Las cajas se incubaron a 37° C durante 7 días, observándose semanalmente para comprobar si había crecimiento o no. La presencia de crecimiento de colonias se consideró la prueba como positiva, la ausencia de crecimiento se consideró como negativa (Sacoto, 2019).

La capacidad para degradar hidrocarburo se valoró, utilizando cajas de Petri contentivas de agar mínimo, con una muestra de petróleo pesado ecuatoriano como única fuente de carbono. Cada caja de Petri se inoculó por estrías, con un asa de cada colonia bacteriana, cultivada en medio sólido. Las cajas se incubaron a 37° C durante 7 días, observándose semanalmente para comprobar si había crecimiento o no. La presencia de crecimiento de colonias se consideró la prueba como positiva, la ausencia de crecimiento se consideró como negativa (Sacoto, 2019).

La resistencia al plomo, Pb₂ + Pb(NO₂)₃ se evaluó en cajas de Petri con agar soya tripticasa, conteniendo concentraciones de 30 ppm del metal. Las colonias fueron inoculadas por estrías, en cada uno de estos medios. La presencia de crecimiento, al cabo de 7 días de incubación, a la temperatura de 37° C, se consideró como una prueba positiva, indicativo que el aislado es resistente a la concentración del metal evaluada (Sacoto, 2019).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros fisicoquímicos

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos se obtuvieron del promedio de los tres muestreos, en los cuatro diferentes puntos establecidos para el estudio dentro del balneario Ilaló.

De las mediciones realizadas “in situ” de los tres muestreos en las aguas del balneario Ilaló, se registró que la temperatura promedio del agua fue de 32,4 °C; la temperatura ambiente promedio de 21,3 °C; el pH promedio de 7,3; la conductividad eléctrica promedio de 1675 µS/cm, el oxígeno disuelto promedio de 4,30 mg/L, y los sólidos totales disueltos de 1675 ppm (Ver tabla 1).

TABLA 1
Resultados de los parámetros fisicoquímicos “*in situ*” de las aguas del balneario Ilaló

Parámetros Fisicoquímicos “ <i>in situ</i> ”					
	Tanque de Distribución	Piscina Grande	Piscina Medianas	Piscina Pequeña	Promedio
Temperatura ambiente (°C)	21,30	21,30	21,30	21,30	21,30
Temperatura de la muestra (°C)	34,30	33,00	32,30	30,00	32,40
Salinidad (%)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,8
pH	7,14	7,26	7,46	7,69	7,39
Conductividad (μS/cm)	1676,30	1678,60	1671,60	1675,60	1675,53
Oxígeno disuelto (mg/L)	2,62	4,51	4,82	5,26	4,30
TDS (mg/L)	1676,30	1678,60	1671,60	1675,60	1675,53

De acuerdo con los datos de la tabla 1, todas las temperaturas medidas cumplen con la diferencia de 5 °C, con respecto a la temperatura ambiente del lugar, por lo que estas aguas pueden ser clasificadas como aguas termales, tal y como lo indica Burbano et al., (2013).

En el estudio realizado por el INAMHI (2013) en las aguas termominerales en el Ecuador, menciona que las aguas del balneario Ilaló son de tipo termal con una temperatura de 37,20°C, es decir 4,8 °C de diferencia con la temperatura actual, sin embargo, estas aguas siguen siendo termales. La disminución de la temperatura puede ser consecuencia del cambio climático (Sacoto, 2019).

El valor promedio del pH fue de 7,3 correspondiendo de esta manera a aguas de tipo alcalinas, conforme a lo indicado por Fagundo et al., (2007). En el estudio realizado por el INAMHI (2013), menciona que el pH de las aguas termales del balneario Ilaló es 7,6, es decir 0,3 de diferencia con el pH actual.

El valor promedio de los sólidos totales disueltos en el balneario fue de 1675 ppm. Según Burbano et al., (2013) la concentración de sales disueltas en agua y los sólidos disueltos totales, están relacionados con la conductividad eléctrica e indica la capacidad del agua de conducir corriente eléctrica. De acuerdo con los datos obtenidos, la salinidad del agua en el balneario Ilaló es muy alta (Sacoto, 2019).

La cantidad de sólidos totales, disueltos en las aguas del balneario Ilaló, fue superior al de las aguas del Balneario “Urauco” de la misma provincia, cuya cantidad de sólidos totales disueltos fue de 1565 ppm (Guilla, 2015) y similar a lo indicado en balnearios españoles (De La Rosa et al., 2009).

El valor promedio de conductividad en el balneario fue de 1675 μ S/cm. En el estudio realizado por el INAMHI (2013), se menciona que la conductividad es de 1612 μ S/cm, es decir no existe una mayor variación con la conductividad actual.

Los datos de conductividad indican que se trata de un agua de mineralización excesiva (conductividad eléctrica superior a 1000 μ S/ cm) y no son aptas para consumo humano, de acuerdo con la clasificación dada por Rodier (1998).

El valor promedio de oxígeno disuelto en el balneario fue de 4,30 mg/L. Las posibles razones por las cuales el oxígeno en el agua tiende a disminuir son: porque el agua está muy caliente o existe gran cantidad de minerales, lo cual disminuye la solubilidad del oxígeno en el agua, lo cual concuerda, a su vez, con las medidas de conductividad obtenidas (Sacoto, 2019).

Recuento de bacteria heterótrofas, *Pseudomonas* y *Staphylococcus*

Se obtuvo un valor promedio total de bacterias heterótrofas de 24,6 UFC/mL, de *Pseudomonas* de 0,40 UFC/mL, y no hubo presencia de *Staphylococcus* (Ver tabla 2).

TABLA 2
Resultados del análisis microbiológico de las aguas del balneario Ilaló

Análisis Microbiológico					
	Tanque de Distribución	Piscina Grande	Piscina Mediana	Piscina Pequeña	Recuento promedio (UFC/mL)
Bacterias Heterótrofas	1,53*10	3,60*10	2,92*10	1,77*10	24,6
<i>Pseudomonas</i>	0,50	0,60	0,20	0,30	0,40
<i>Staphylococcus</i>	0	0	0	0	0

Los datos obtenidos indican que los valores son muy bajos, en comparación con los valores obtenidos por otros autores para aguas termales ecuatorianas y de otras partes del mundo (De la Rosa et al., 2004; De la Rosa et al., 2015; Andueza et al., 2018; Gutiérrez et al., 2018; Ibaza, 2018; Andueza et al., 2020b).

Aislamiento de especies bacterianas

De las 29 colonias bacterianas aisladas, 13 se encontraron en el tanque de distribución: 4 en la piscina grande, 8 en la piscina mediana y 4 en la piscina pequeña.

De las 29 cepas aisladas en las aguas termales del balneario Ilaló se determinó que, el 31,1% son bacterias Gram negativas y el 68,9 % son bacterias Gram positivas, y en base a su morfología se reportó que el 52 % eran bacilos Gram positivos, el 31 % bacilos Gram negativos y el 17 % cocos Gram positivos.

Según De la Rosa & Mosso (2000) en el estudio de diversidad microbiana de las aguas minerales termales, menciona que las bacterias Gram positivas predominan en los manantiales termales debido a las altas temperaturas, premisa que concuerda con los resultados obtenidos, ya que en las aguas del balneario Ilaló, el 68,9 % de las colonias detectadas fueron bacterias Gram positivas.

Asimismo, en el estudio realizado Benavides (2017), en las aguas termales del balneario Cunuyacu, ubicado en la Parroquia Pastocalle perteneciente a la Provincia de Cotopaxi, se menciona que, el 71 % de las colonias aisladas e identificadas fueron bacterias Gram positivos, resultado similar al obtenido en el presente trabajo.

Identificación de las especies aisladas en las aguas termales del balneario Ilaló

Se identificó un total de 11 especies diferentes. En la muestra de agua termal del tanque de distribución se encontró seis especies: *Bacillus* spp, *Corynebacterium* spp, *Pseudomonas* spp, *Actinomyces* spp, *Acinetobacter iwoffii* y *Enterobacter agglomerans*; en la piscina grande se encontró cuatro especies: *Moraxella* spp, *Pseudomonas stutzeri*, *Bacillus* spp y *Kurthia* spp, en la piscina mediana se encontró seis especies: *Pseudomonas stutzeri*, *Vibrio alginolyticus*, *Bacillus* spp, *Corynebacterium* spp, *Pseudomonas* spp, y *Brevibacterium* spp; en la piscina pequeña se encontró tres especies: *Vibrio alginolyticus*, *Bacillus* spp y *Acinetobacter iwoffii*.

El género predominante en el balneario Ilaló fue *Bacillus* spp, con un 31 % de frecuencia de aislamiento, estos son bacilos Gram positivos o Gram variables, catalasas variables, movilidad por lo común positiva,

oxidasa variable, O/F de la glucosa: Fermentativos u Oxidativos o ambos, con temperatura óptima de crecimiento de 35 °C (MacFaddin, 2004).

En el estudio realizado por Naranjo (2015), en las aguas termales del balneario “Termas la Merced”, ubicado en la parroquia La Merced, perteneciente a la Provincia de Pichincha, Ecuador, menciona la presencia de especies bacterianas Gram negativas tales como *Brevundimonas diminuta*, *Citrobacter amalonaticus*, *Aeromonas schubertii*, *Budvicia aquatica*, *Xenorhabdus beddingii*, *Acinetobacter haemolyticus*, *Pseudomonas stutzeri* y de bacterias Gram positivas como *Bacillus spp.*, resultado diferente a los obtenidos en la presente investigación y que refuerza lo indicado por De la Rosa y Mosso (2000), de que la población microbiana de cada manantial termal es única y específica.

De igual forma, Núñez (2015), en el estudio microbiológico realizado de las aguas Termo mineromedicinales del balneario “El Salado” ubicado en baños de Agua Santa en la Provincia de Tungurahua, Ecuador, menciona la presencia de especies bacterianas tales como: *Bacillus spp.*, *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*, *Enterobacter gergoviae*, *Budvicia aquatica*, *Cedecea davisae*, *Shewanella putrefaciens*, *Edwardsiella ictaluri*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus spp* y *Staphylococcus aureus*.

Los resultados obtenidos en los diferentes estudios microbiológicos de las aguas termales del Ecuador, son semejantes a los que encontramos en el balneario Ilaló, en lo que se refiere a los géneros mayoritarios, sin embargo, varían en la diversidad y la frecuencia de aislamiento, lo cual ratifica lo postulado por diversos autores en el sentido de que cada manantial de agua termal posee una población microbiana característica y que depende de las condiciones fisicoquímicas del agua (De la Rosa y Mosso, 2000; Andueza et al., 2018).

Caracterización biotecnológica

En el balneario se determinó que las 11 especies bacterianas identificadas presentan propiedades lipolíticas y tienen la capacidad para degradar hidrocarburos y ser resistentes a altas concentraciones de plomo, 10 especies presentan propiedades amilolíticas, 9 especies presentan propiedades proteolíticas y 2 especies presentan propiedades celulíticas.

Se pudo determinar que la mayoría de las bacterias identificadas, consumen la fuente de carbono proporcionada en cada medio, es decir: almidón, gelatina, celulosa, aceite, plomo y derivados del petróleo, siendo estos los principales compuestos que se encuentran en abundancia en la naturaleza que, al presentarse en grandes proporciones actúan como contaminantes para el ambiente (Buitrago et al., 2014).

Realizando la caracterización biotecnológica de las cepas bacterianas de las aguas termales del balneario Ilaló, se encontró que las bacterias amilolíticas capaces de producir estas enzimas fueron: *Bacillus spp.*, *Corynebacterium spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Vibrio alginolyticus*, *Pseudomonas stutzeri*, *Acinetobacter iwoffii*, *Moraxella spp.*, *Kurthia spp.*, *Enterobacter agglomerans*, *Brevibacterium spp.*. Además, se encontró que las bacterias celulolíticas capaces de producir estas enzimas fueron: *Vibrio alginolyticus*, *Pseudomonas stutzeri*.

En el trabajo realizado por Andueza et al. (2018) en las aguas termales del cantón Baños en la Provincia de Tungurahua, se menciona que las bacterias amilolíticas pertenecen a las especies *Psychrobacter immobilis*, *Alcaligenes latus* y *Staphylococcus spp.*; las bacterias celulíticas pertenecen a las especies *Peptostreptococcus saccharolyticu*.

Estas bacterias con actividades proteolíticas, amilolíticas, celulolíticas son de gran interés ecológico, debido a que intervienen en los procesos biogeoquímicos del carbono. Estos microorganismos poseen diversas capacidades metabólicas, transformando los compuestos orgánicos en inorgánicos lo que contribuye a la autodepuración de las aguas. Siendo posible su utilización para diseñar procesos de biorremediación de aguas residuales (De La Rosa et al., 2015; Medina-Ramírez et al., 2017).

CONCLUSIONES

Los valores de conductividad eléctrica, pH y temperatura obtenidos, confirman que se trata de aguas termales de tipo bicarbonatada magnésica, alcalinas y de mineralización excesiva.

En relación con los valores obtenidos en la parte microbiológica, los mismos señalan la presencia de una microbiota escasa, lo cual indica que la calidad sanitaria de estas aguas es buena, por lo que el balneario Ilaló no presenta problemas de higiene y de contaminación del agua por bacterias, durante el periodo que se realizó el estudio.

Las bacterias que demostraron tener actividades proteolíticas, amilolíticas, celulolíticas pueden ser utilizadas para diseñar procesos de biorremediación de aguas residuales y en otros procesos biotecnológicos.

Se concluye que las aguas termales del balneario Ilaló, presentan una diversidad microbiana escasa pero diversa con propiedades biotecnológicas aprovechables.

REFERENCIAS

- Andueza, F. (2007). *Diversidad Microbiana de las Aguas Mineromedicinales de los Balnearios de Jaraba*. [Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. Madrid. España.
- Andueza, F., Albuja, A., Arguelles, P., Escobar, S., Espinoza, C., Araque, J. & Medina, G. (2015). Antimicrobial resistance in strains *Pseudomonas aeruginosa* isolated from thermal Waters at Chimborazo, Ecuador. *Rev. Anal. Real Acad. Farm.*, 81, 158-163.
- Andueza, F., Aguirre, M., Arciniegas, S., Parra, Y., Escobar, S., Medina, G., Araque, J. (2018). Calidad bacteriológica del agua de los manantiales termales del balneario “Santa Ana” Cantón Baños, Tungurahua, Ecuador. *Rev. Perspectiva*, 19 (4), 529-536.
- Andueza, F., Cauchala, S., Vinuela, R., Escobar, S., Medina-Ramírez, G., Araque, J. (2020a). Calidad microbiológica de las aguas termales del Balneario “El Tingo”. Pichincha. Ecuador. *Revista Ars Pharmaceutica*, 61 (1), 1-9. <http://dx.doi.org/10.30827/ars.v61i1.8378>.
- Andueza, F., Araque, J., Parra, Y., Arciniegas, S., Guilla, R., Escobar, S., Medina, G. (2020b). Diversidad bacteriana en aguas mineromedicinales del balneario “Urauco”. Pichincha. Ecuador. *An. Real Acad. Farm.*, 90 (1), 9 – 18. <http://dx.doi.org/10.15568/anranf.2020.89.or01>
- Barrow, G. and Feltham, R. (eds.) (2003). *Manual for the identification of medical bacteria*. Edición 3, Cambridge University Press. Cambridge. UK.
- Benavides, C. (2017). *Ánalisis microbiológico de las aguas termales en la comunidad Cunuyacu ubicado en la parroquia Pastocalle perteneciente a la Provincia de Cotopaxi*. [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Riobamba. Ecuador.
- Burbano, N., Becerra, S. & Pasquel, E. (2013). *Aguas termo minerales del Ecuador*. INAMHI. Quito Ecuador. <https://issuu.com/inamhi/docs/termalismo> [Recopilado: 12/02/2020].
- De la Rosa, M., Andueza, F., Sánchez, A., Rodríguez, M., Mosso, M. (2004). Microbiología de las aguas mineromedicinales de los Balnearios de Jaraba. *Rev. Anal. Real Acad. Farm.*, 26, 521-542.
- De la Rosa, M., Pintado, C., Rodríguez, C., Mosso, M. (2009). Microbiología del manantial mineromedicinal del Balneario Alicún de las Torres. *Rev. Anal. Real Acad. Farm.*, 75 (E), 763-780.
- De la Rosa, M., Pintado, C., Rodríguez, C. (2015). Microbiología del agua mineromedicinal del Balneario de Villavieja. *Rev. Anal. Real Acad. Farm.*, 81, 54-63.
- De la Rosa, M., & Mosso, M. (2000). *Diversidad microbiana de las aguas minerales termales*. En: Panorama actual de las aguas minerales y mineromedicinales de España, 153-158. Ed. A. López y J.L. Pinuaga. Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid. España.

- Fagundo, F., Cima, A. & González, P. (2007). *Revisión bibliografía sobre clasificación de las aguas minerales y mineromedicinales*. Centro Nacional de Termalismo Víctor Santamarina. http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacionbal/clasificacion_aguas_minerales.pdf [Recopilado: 04/02/2020].
- GADP La Merced. (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de La Merced 20122025*. La Merced. Ecuador
- Guaila, R. (2015). *Estudio microbiológico de los manantiales termales del balneario “Urauco” ubicado en la parroquia Lloa perteneciente a la provincia de Pichincha*. [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Riobamba. Ecuador.
- Guallpa, S. (2016). *Estudio microbiológico de las aguas termales del balneario Cununyacu ubicado en las faldas Noroccidentales del cerro Ilaló de la Parroquia Tumbaco perteneciente a la Provincia de Pichincha*. [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Riobamba. Ecuador.
- Gutiérrez, MG., Andueza, F., Araque, J., Lugo, A., Chacón, Z. (2018). Caracterización microbiológica y potencial biotecnológico de microorganismos aislados de las aguas termales de la Musuy, Municipio Rangel del Estado Mérida. Venezuela. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 38 (1), 27-32.
- Ibaza, D. (2018). *Biodiversidad microbiana de las aguas termales “Santagua de Chachimbiro” en la Provincia de Imbabura: búsqueda de microorganismos con propiedades biotecnológicas*. [Tesis de Grado, Universidad Central del Ecuador]. Quito. Ecuador.
- INAMHI. (2013). *Aguas termo minerales en el Ecuador*. Quito-Ecuador. <https://issuu.com/inamhi/docs/termalismo/3?e=0> [Recopilado: 05/02/2020].
- MacFaddin, J. (2004). *Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clínica*. Edición 3. Editorial Médica Panamericana S.A. Montevideo. Uruguay.
- Medina-Ramírez, G., Naranjo, K., Escobar, S., Araque, J., Djabayán, P., Andueza, F. (2016). Microbiota extremófila y resistomas ambientales de la fuente termal “Termas La Merced”. Quito. Ecuador. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 2 (7), 33-38. <https://doi.org/10.29166/revfig.v1i2.867>
- MicrogenTM. (2004). *Identificación de MicrogenTM GN-ID*. Camberley-Reino Unido. Disponible en: <http://www.medica-tec.com/chi/files/MICROGEN-GN-ID-MID64-641-65.pdf> [Recopilado: 19/02/2020].
- Naranjo, C. (2015). *Estudio microbiológico del manantial termal del balneario “Termas La Merced” ubicado en la parroquia La Merced perteneciente a la provincia de Pichincha*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia]. Riobamba. Ecuador.
- Núñez, S. (2015). *Estudio microbiológico de las aguas termo mineromedicinales del balneario “El Salado” de Baños de Agua Santa-Tungurahua*. [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Riobamba. Ecuador.
- Rodier, J. (1998). *Ánalisis de las aguas. Aguas naturales, aguas residuales, agua de mar*. 3ra Edición. Editorial Omega. Barcelona-España.
- Sacoto, D. (2019). *Microbiota del agua termal del Balneario Ilaló en la provincia de Pichincha-Ecuador y sus propiedades biotecnológicas e industriales*. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Quito. Ecuador.