



LA FORMACIÓN DE INGENIEROS:
UN COMPROMISO PARA EL
DESARROLLO Y LA SOSTENIBILIDAD

www.acofi.edu.co/eiei2020

15 al 18
DE SEPTIEMBRE

20
20

ESTADO DEL ARTE DE LA *LEGIONELLA PNEUMOPHILA* EN AGUAS TERMALES

Rojas Martha, Sánchez Yuly

**Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
Bogotá D.C., Colombia**

Resumen

En este artículo se presenta una revisión bibliográfica sobre la *Legionella Pneumophila* en aguas termales, bacteria transmitida por el agua y causante de la enfermedad del legionario, la cual puede ser mortal para quien la adquiera y estar presente en los balnearios naturales que utilizan agua de manantial termal, así como en jacuzzis mal operados, equipos asociados a sistemas de calentamiento y ventilación de aire acondicionado.

En las aguas termales de Colombia no se referencian estudios y la normativa que regula estas aguas se encuentran en Proyecto de Ley en el Senado; por esta razón se recurrió a consultar reglamentación internacional para la *Legionella Pneumophila*, en la cual, se evidencia que en algunos países se tiene un límite aceptable para la presencia de esta y en otros se exige su ausencia total.

Palabras clave: *Legionella Pneumophila*; agua termal; microorganismo patógeno

Abstract

This article presents a bibliographic review on Legionella Pneumophila in hot springs, a water-borne bacterium that causes Legionnaires' disease, which can be fatal for those who acquire it and be present in natural spas that use spring water. thermal, as well as in poorly operated jacuzzis, equipment associated with heating and ventilation systems of air conditioning.

In the thermal waters of Colombia, no studies are referenced and the regulations that regulate these waters are found in the Senate Bill; For this reason, we resorted to consulting international

regulations for Legionella Pneumophila, in which it is evident that in some countries there is an acceptable limit for the presence of this and in others its total absence is required.

Keywords: *Legionella Pneumophila; thermal water; pathogenic microorganism*

1. Introducción

Las aguas termales en Colombia son aprovechadas con fines recreativos, terapéuticos y medicinales atribuyéndoseles beneficios para la salud. Sin embargo, actualmente en Colombia no se cuenta con una normatividad que establezca los estándares mínimos de calidad del agua termal y actividades de control que se deben realizar para garantizar condiciones óptimas al momento de su uso (Chivata, N., 2016).

Las *Legionellas* son bacilos gramnegativos, no formadores de esporas, móviles, aerobios, que pueden vivir libremente o dentro de amebas y otros protozoos o en biopelículas. *Legionella spp.* son bacterias heterotróficas que se encuentran en una amplia gama de ambientes acuáticos y alcanzan a proliferar en temperaturas superiores a los 25 ° C; pueden estar presentes en grandes cantidades en balnearios naturales que usan agua termal, crecer en jacuzzis mal operados, equipos asociados y sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (WHO, 2006).

La transmisión de *Legionella* es aérea y la vía de entrada al organismo humano es a través del sistema respiratorio, generalmente mediante la inhalación de aerosoles (dispersión de gotas de agua en el aire) que contienen la bacteria, generados por sistemas de agua contaminados (Ausina et al., 2005).

El siguiente documento presenta un estado del arte de la *Legionella Pneumophila*, con el fin de conocer la importancia de este patógeno en aguas termales.

2. Metodología

Para realizar el estado del arte de la *Legionella Pneumophila* en aguas termales se realizó una recopilación bibliográfica en diferentes bases de datos como: Scopus, Google Scholar, Science Direct, Organización Mundial de la Salud y literatura científica, utilizando criterios de búsqueda relacionados con: *Legionella Pneumophila* en hot spring y en thermal water, donde se encontraron alrededor de 120 artículos con el tema y se clasificaron con máximo 10 años de antigüedad, así se eligieron alrededor de 22 artículos específicamente, con los cuales se realizó una matriz de recopilación bibliográfica especificando título, autor, abstract, metodología, conclusiones y referencia de cada uno para el procesamiento de la información.

Tras esta revisión bibliográfica, también se consultó normativa para aguas termales en diferentes países o ciudades, donde se buscaban las exigencias para los centros recreativos de agua termal respecto a la presencia o no de la bacteria.

Estado del arte

La *Legionella pneumophila* fue identificada por primera vez en 1976 en Filadelfia, en la Convención de la Legión Americana donde participaban alrededor de 182 personas de las cuales 29 murieron (Ghraiiri et al., 2013).

El género *Legionella* se constituye por bacilos Gram negativos aerobios, incluidos hasta ahora en 59 especies que comprenden al menos 70 serogrupos, todos ellos considerados patógenos humanos potenciales, de los cuales la *Legionella Pneumophila* es la causa más común de legionelosis (Ghraiiri et al., 2013), la cual que puede ocurrir de dos formas: la enfermedad del legionario y la fiebre Pontiac, la primera es una causa poco común de neumonía con síntomas como escalofríos, dolor de cabeza, malestar y mialgia, la segunda es la forma no neumónica, con síntomas similares a los de la gripa (Guyard, C. & Low, D., 2010, pp. 3).

La *Legionella* es una bacteria capaz de sobrevivir en diferentes ambientes, teniendo como temperatura optima el rango entre los 20 °C y 45 °C, y soportando hasta los 70 °C (Forján et al., 2016), pero también se reconoce por ser capaz de subsistir en ambientes con poca disponibilidad de nutrientes, temperatura, oxígeno, salinidad y pH (Ohno et al., 2010), entrando en un estado de inactividad hasta encontrar condiciones más favorables (Ghraiiri et al., 2013). De igual manera se ha demostrado que la bacteria puede invadir protozoos como *Naegleria*, *Acanthamoeba castellanii*, *Vahlkampfia* entre otros, y parasitar en ellos en ausencia de nutrientes de apoyo, aprovechándose así de la capacidad que estos tienen de entrar en estado quístico para protegerse contra condiciones ambientales desfavorables como la desecación, el estrés osmótico, la falta de alimentos, el calor y los productos químicos biocidas (Taylor et al., 2009).

De acuerdo al Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades de los Estados Unidos, durante el periodo de 2000 a 2014, los funcionarios de salud pública de 46 estados y Puerto Rico informaron 493 brotes asociados con aguas recreativas tratadas, lo que resultó en al menos 27,219 casos y ocho muertes. Solo 624 casos fueron reportados por *Legionella*, responsable de al menos seis de las ocho muertes que ocurrieron después del 2004.

La bacteria también se puede extender a diferentes ambientes creados por el hombre y colonizar sistemas de abastecimiento de ciudades a través de las redes de distribución de agua u otros sistemas donde sea necesario el uso de agua para su funcionamiento (Real Decreto 865, 2003).

Reglamentación nacional e internacional para *Legionella Pneumophila* en aguas termales.

En Colombia, la normativa para aguas termales es insuficiente y no se establecen parámetros de calidad del agua específicos. En el artículo 6 del Decreto 554 de 2015, el Ministerio de Salud y Protección Social establece que, “Los parámetros generales físico - químicos y microbiológicos del agua no serán exigibles a los estanques que almacenen aguas termales y de usos terapéuticos. El Ministerio de Salud y Protección Social definirá dichos parámetros”.

Actualmente no se conocen los parámetros requeridos para evaluar la calidad del agua termal, sólo existe un proyecto de ley en el cual se establece que el agua termal debe estar libre de microorganismos indicadores de contaminación y la bacteria *Legionella Pneumophila* (Proyecto de Ley 065, 2017).

Partiendo de esto, se consultó normativa internacional para identificar las medidas de seguridad y parámetros límite para la presencia de *Legionella Pneumophila*, de tal forma que no se vea en riesgo la salud de los usuarios y trabajadores de los centros termales.

En la recopilación de información, se identificó que algunos países hacen referencia a guías para la presencia de *Legionella Pneumophila* en el agua en general incluyendo las aguas recreativas y termales, como se puede observar en la *Tabla 1*, donde se recopiló información de Dubái, Reino Unido, Italia, Japón, Canadá, la OMS y una guía Europea general más reciente.

GUÍAS							
ZONA	DUBAI	JAPÓN	R. UNIDO	ITALIA	OMS	CANADÁ	EUROPA
NORMATIV A	Directrices para el control de la legionela en los sistemas de agua.	Directrices del Ministerio de Salud, Trabajo y Bienestar de Japón, para la concentración de <i>L. Pneumophila</i> .	Enfermedad del legionario Orientación técnica de Salud y Seguridad.	Guía para la prevención y el control de la legionelosis.	Directrices para la seguridad de los ambientes acuáticos recreativos.	Pautas para la calidad del agua recreativa canadiense	Directrices técnicas europeas para la prevención, el control y la investigación de las especies de legionela.
AÑO	2010	2013	2014	2015	2006	2010	2017
PARÁMETRO							
<i>Legionella Pneumophila</i>	< 100 UFC/L	<10 UFC/100 ml.	< 100 UFC/L	< 100 UFC/L	<1/100 ml.	Libre de patógenos	Libre de patógenos

Fuente: Rojas, M.

En otros países como Portugal, España y Francia se establecen normativa para parámetros de *Legionella Pneumophila* (Ver *Tabla 2*).

NORMATIVA			
ZONA	PORTUGAL	ESPAÑA	FRANCIA
REGULACIÓN	MINISTERIOS DE ECONOMÍA Y SALUD Orden N.º 1220/2000 del 29 de diciembre.	Ministerio de Sanidad y Consumo «BOE» núm. 171, de 18 de julio de 2003.	Orden de 1 de febrero de 2010 relativa a la vigilancia de la <i>Legionella</i> en las instalaciones de producción, almacenamiento y distribución de agua caliente sanitaria
AÑO	2000	2003	2010
PARÁMETRO			
<i>Legionella Pneumophila</i>	Libre de patógenos	< 100 UFC/L	< 100 UFC/L

Fuente: Rojas, M.

El control de *Legionella* sigue principios generales similares a los planes de seguridad del agua aplicados a los suministros de agua potable y las autoridades responsables de la regulación de las instalaciones recreativas, las cuales deben garantizar la implementación de los planes de seguridad para evitar la proliferación de esta bacteria (WHO, 2006).

Las medidas de control importantes incluyen un diseño apropiado, para minimizar el área de superficie disponible dentro del sistema de piscinas y jacuzzis y las tuberías asociadas para reducir el área de posible colonización bacteriana, asegurando una desinfección adecuada residual en piscinas y bañeras de hidromasaje, mantenimiento y limpieza adecuados de los equipos y ventilación adecuada (WHO, 2006).

La colonización por *Legionella spp.* de los sistemas de agua es difícil de erradicar debido a la resistencia de estos microorganismos a los tratamientos de desinfección física y química comúnmente aplicada. Además, la composición química peculiar del agua del spa que determina sus propiedades terapéuticas impide en algunos casos el uso de desinfectantes químicos tradicionales que modificarían sus características al generar compuestos insolubles no deseados y / o subproductos de desinfección potencialmente tóxicos (Leoni, *at al.*, 2015).

Para los procesos de desinfección en aguas termales se puede recurrir a métodos no oxidativos como:

- i. **Intercambio de agua:** Este método consiste en realizar el reemplazo de agua termal, debido a que los balnearios requieren de métodos no oxidativos de tratamiento de agua (Sánchez, Y. & Rodríguez, C., 2019).
- ii. **Ozono:** La ozonización de un agua es un proceso químico que tiene como objetivo oxidar la materia orgánica y reducir el contenido de microorganismos, a través de la oxidación de sus membranas celulares (Camarena, G. & Ríos, D., 2013).
- iii. **Radiación UV:** Al igual que el ozono, el proceso de radiación UV purifica el agua que circula, sin dejar un desinfectante residual. Inactiva los microorganismos y descompone algunos contaminantes (por ejemplo, cloraminas) por fotooxidación, disminuyendo la demanda de oxidantes del agua purificada (WHO, 2006).

De igual manera existen otras formas de controlar el crecimiento de *Legionella Pneumophila* partiendo de la cultura de los bañistas, donde se exige el uso de las duchas antes de ingresar a las piscinas termales y así eliminar contaminantes como la transpiración, cosméticos y desechos orgánicos que pueden actuar como fuente de nutrientes para el crecimiento bacteriano y neutralizar los biocidas oxidantes; por otro lado la densidad de los bañistas y la duración de los jacuzzis también deben controlarse (WHO, 2006).

Resultados y Discusión

Según la información presentada se puede ver que en Colombia la regulación para aguas termales es nula, a pesar de que actualmente se tiene el proyecto de Ley 065 del 2017, el cual busca fomentar, orientar y regular el uso y aprovechamiento sostenible de las aguas termales, así como controlar su utilización en balnearios promoviendo su uso en turismo de bienestar. El proyecto de ley está más enfocado al turismo que a la calidad del agua termal, donde establece solo un artículo donde se menciona que las aguas termales deben estar exentas de microorganismos indicadores de contaminación, así como de la bacteria *Legionella Pneumophila*, por ser un riesgo para la salud.

Al revisar la normativa internacional, se encontraron criterios claros respecto al tratamiento de esta bacteria, en las cuales se determinan las directrices para el tratamiento del agua, ya sea para prevenir el crecimiento de la *Legionella* o para erradicarla del agua. En la mayoría de los casos se estipula que las aguas termales tienen un tratamiento diferente a las piscinas habituales por considerarse aguas naturales, pero no se muestra una distinción respecto a estas en los límites para la presencia de *Legionella Pneumophila* en términos de unidades formadoras de colonias (UFC) aceptables.

Conclusiones

Por razones culturales, en Colombia 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 con *Legionella Pneumophila*; por lo que es fundamental que en el país se realicen estudios sobre esta bacteria y se determinen protocolos adecuados para determinar su presencia tanto en fuentes hídricas como en pacientes y así poder tomar medidas correctivas.

Por las características geográficas y geológicas del territorio colombiano se pueden encontrar diferentes tipos de fuentes termales, por lo que los tratamientos para eliminar o prevenir el crecimiento de la bacteria *Legionella Pneumophila* deben hacerse teniendo en cuenta las características de cada agua termal en particular, para que se garantice su efectividad en la eliminación de la bacteria, así como el menor cambio en su composición fisicoquímica.

Los establecimientos balnearios que presten servicios en donde se utilicen fuentes de agua termal, deben contar con estrictas medidas de mantenimiento y limpieza de sus instalaciones, así como medidas para los bañistas, para evitar que sustancias externas entren en contacto con el agua y permitan la proliferación de bacterias.

Referencias

Artículos de revistas

- Forján, E., García, M., Piñero, A., Forján, M. & Carrasco, R. (2016). Aspectos para considerar en una actualización de la normativa nacional en materia de legionelosis. SciElo, Volumen (57).
- Ghrairi, T., Chafar, N., Jarraud, S., Berjeaud, J., Hani, K. & Frere, J. (2013, Febrero 4). Diversity of legionellae strains from Tunisian hot spring water. Elsevier, Volumen (164), pp. 342-350.
- Guyard, C. & Low, D. (2010, 16 Junio). Legionella infections and travel associated legionellosis. Elsevier, Volumen (9), pp. 176-186.
- Leoni, E., Sanna, T., Zanetti, F. & Dallolio, L. (2015). Controlling Legionella and Pseudomonas aeruginosa re-growth in therapeutic spas: implementation of physical disinfection treatments, including UV/ultrafiltration, in a respiratory hydrotherapy system. J. Water and Health, pp. 996- 1005.

- Ohno, A., Kato, N., Yamada, K. & Yamaguchi, K. (2010). Factors Influencing Survival of *Legionella pneumophila* Serotype 1 in Hot Spring Water and Tap Water. *Applied and Environmental Microbiology*, Volumen (69), pp. 2540-2547.
- Taylor, M., Ross, K. & Bentham, R. (2009, Abril 14). *Legionella, Protozoa, and Biofilms: Interactions Within Complex Microbial Systems*. *Microb Ecol*, pp. 538-547.

Libros

- World Health Organization, WHO. (2006). *Microbial Hazards. Guidelines for safe recreational water environments* (Vol 2, pp. 40-41).

Memorias de congresos

- Sánchez, Y. & Rodríguez, C. (2019). Estado del Arte de la Calidad del Agua Termal. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería 2019. ACOFI.

Fuentes electrónicas

- Ausina, V., Catalán, V., Cercenado, E., Pelaz, C. (2005). Diagnóstico Microbiológico y Control de Legionelosis. Consultado el 27 de mayo de 2020 en <https://www.seimc.org/contenidos/documentoscientificos/procedimientosmicrobiologia/seimc-procedimientomicrobiologia20.pdf>
- Camarena, G. & Ríos, D. (2013). Aislamiento y Determinación de la Cinética de Inactivación de la *Escherichia Coli* con Ozono a Nivel Laboratorio. Consultado el 18 de mayo de 2020 en <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3709/Camarena%20Cipriano-Rios%20Huanay.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chivata, N. (2016). Determinación de Presencia de *Pseudomona Aeruginosa* y Medidas de Control en Aguas Termales. Consultado el 11 de mayo de 2020 en <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/569>
- Consultado el 20 de abril de 2020 en <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Legionella%20GuidelinesFinal%20updated%20for%20ECDC%20corrections.pdf>
- Grupo de trabajo europeo para las infecciones por Legionela. (2017). Directrices técnicas europeas para la prevención, el control y la investigación de las especies de legionela.
- Menghs G., Iddi B., Elikana A., Mehari T. & Budambula N., (2018). Potential human pathogenic bacteria in five hot springs in Eritrea revealed by next generation sequencing. Consultado el 1 de mayo de 2020 en <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194554>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2015). Artículo 6, Decreto 554. Consultado el 20 de abril de 2020 en <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=61202>
- Ministerio de Salud. (2015). Guía para la prevención y el control de la legionelosis. Consultado el 12 de mayo de 2020 en http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_2362_allegato.pdf

- Olsen E., (2019, Noviembre 4). Brotes de aguas termales en el complejo para personas mayores, baños. Consultado el 28 de mayo de 2020 en <https://www.legionnairesdiseasenews.com/2019/11/hot-springs-outbreaks-legionnaires/>
- Orden N.º 1. (2010, Febrero). Relativa a la vigilancia de la Legionella en las instalaciones de producción, almacenamiento y distribución de agua caliente sanitaria. Consultado el 2 de mayo de 2020 en [https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000021795143&dateTexte=&categorieLien](https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000021795143&dateTexte=&categorieLien=id)