



Artículo Especial

Normativas de calidad de agua para la vigilancia de microorganismos de transmisión hídrica en Argentina y países limítrofes.

Francisco P. Marsilli Cóceres I, Luis A. Merino I-2, Liliana S. Lösch* I-2

1 - Cátedra de Microbiología e Inmunología. Facultad de Medicina, Universidad Nacional del Nordeste. Moreno 1240. CP 3400.

2- Área de Bacteriología. Instituto de Medicina Regional. Universidad Nacional del Nordeste. Av. Las Heras 727. CP 3500 Resistencia, Chaco.

silvinalosch@gmail.com

Fecha de recepción: 18/03/2024
Fecha de aceptación: 02/05/2024

RESUMEN

Las enfermedades transmitidas por el agua incluyen patógenos como bacterias, virus y parásitos que pueden propagarse a través del agua contaminada e ingresar a nuestro cuerpo por ingestión, contacto o inhalación. Entre los microorganismos emergentes que utilizan esta última vía se encuentra diferentes especies del género *Legionella*.

Las especies del género *Legionella* poseen una presencia ubicua en ecosistemas acuáticos de agua dulce y en biofilms relacionados a los mismos. Las infecciones por estos microorganismos pueden presentarse como: infección pulmonar o "Enfermedad del Legionario" y la forma no neumónica llamada "Fiebre de Pontiac", cuya transmisión se da por la inhalación de aerosoles generados por fuentes contaminadas.

La vigilancia y el monitoreo ambiental de *Legionella* spp son cruciales para evaluar riesgos e identificar estrategias para su control. En Argentina los requisitos de aptitud microbiológica del agua destinada al consumo humano están establecidos por el Código Alimentario Argentino (CAA).

Palabras clave: *Legionella* – Normativas - Calidad de Agua

Abstract

Waterborne diseases include pathogens such as bacteria, viruses and parasites that can spread through contaminated water and enter our bodies through ingestion, contact or inhalation.

Emerging microorganisms that are transmitted by inhalation include different species of the genus *Legionella*.

Legionella species are ubiquitous in freshwater aquatic ecosystems and biofilms. Infections by these microorganisms can occur as pulmonary infection or "Legionnaires' disease" and the non-pneumonic form called "Pontiac fever". Its transmission occurs through inhalation of aerosols generated by contaminated water sources.



Surveillance and environmental monitoring of *Legionella* spp. are crucial to assess risks and identify strategies for its control. In Argentina, the Argentinean Food Code (CAA) establishes microbiological suitability requirements for water intended for human consumption.

Key words: *Legionella* - Water Quality - Regulations

Resumo

As doenças transmitidas pela água incluem agentes patogênicos como bactérias, vírus e parasitas que podem propagar-se através da água contaminada e entrar nos nossos corpos por ingestão, contato ou inalação. Entre os microrganismos emergentes que utilizam esta última via encontram-se diferentes espécies do gênero *Legionella*.

As espécies de *Legionella* estão presentes de forma onipresente nos ecossistemas aquáticos de água doce e nos biofilmes associados. As infecções por estes microrganismos podem ocorrer sob a forma de: infecção pulmonar ou "doença dos legionários" e a forma não-pneumônica denominada "febre de Pontiac". Sua transmissão é dada por inalação de aerossóis gerados por fontes contaminadas.

A vigilância e a monitorização ambiental da *Legionella* spp. são cruciais para avaliar os riscos e identificar estratégias para o seu controle. Na Argentina, os requisitos de adequação microbiológica da água destinada ao consumo humano são estabelecidos pelo Código Alimentar Argentino (CAA).

Palavras-chave: *Legionella* - Regulamentos - Qualidade da água.

EXTENSO

La calidad del agua potable es primordial para la salud pública pero a pesar de las mejoras de las últimas décadas el acceso a la de buena calidad sigue siendo una cuestión crítica. La Organización Mundial de la Salud estima que casi el 10% de la población mundial no tiene acceso a fuentes mejoradas de agua potable y al mismo tiempo que el 80% de enfermedades humanas son transmitidas por el agua, e incluyen patógenos como bacterias, virus y parásitos que pueden propagarse a través del agua contaminada e ingresar a nuestro cuerpo por ingestión, contacto o inhalación. Entre los microorganismos emergentes que utilizan esta última vía se encuentra diferentes especies del género *Legionella* (1,2).

Las especies del género *Legionella* poseen una presencia ubicua en ecosistemas acuáticos de agua dulce y en biofilms relacionados a los mismos. Desde estas fuentes *Legionella* puede pasar a colonizar la red de distribución e incorporarse a los tanques de almacenamiento del agua potable o bien otros sistemas como las torres de refrigeración (3,4).

El género *Legionella*, miembro de la familia *Legionellaceae*, está constituido por 63 especies las que se conforman a su vez por más de 70 serogrupos. Si bien más de la mitad de las especies causan patología en el hombre *L. pneumophila* origina más del 90% de las infecciones y en 1977 fue relacionada por primera vez a cuadros de neumonía. Actualmente se la considera como un patógeno oportunista y emergente de creciente importancia a nivel mundial. Las especies *L. pneumophila*, *L. anisa*, *L. dumoffii*, *L. micdalei*, *L. bozemani*, entre otras, fueron implicadas como agentes etiológicos de enfermedad humana y recuperadas de sistemas de agua (3,5).

Las infecciones por estos microorganismos se presentan bajo tres formas clínicas diferenciadas: la infección pulmonar o "Enfermedad del Legionario", la forma no neumónica conocida como "Fiebre de Pontiac" y la legionelosis extrapulmonar. La trasmisión de este microorganismo se produce por la inhalación de aerosoles generados por fuentes ambientales contaminadas (5). Los casos de legionelosis se han incrementado en Europa y Estados Unidos en los últimos años y esta situación no es ajena a



Argentina, lo que llevó a que la legionelosis sea un evento bajo vigilancia en el Sistema Integrado de Información Sanitaria Argentino (5–7).

Los sistemas de agua potable son la principal fuente de *Legionella* spp, microorganismo responsable del 57,6% de los brotes de enfermedades relacionadas con el agua potable en Estados Unidos en el año 2011 (8). Los brotes asociados con agua potable y no potable aumentaron la conciencia pública, exigieron atención y estimularon las acciones destinadas a la vigilancia de este microorganismo (9). El monitoreo de este patógeno en sistemas de distribución y almacenamiento de agua se realizó en diferentes países (10). En la región NEA de Argentina se detectó la presencia de *L. pneumophila* en 34,9% de los depósitos de agua tratada (11).

Las normativas de calidad de agua potable contemplan parámetros que pueden variar entre países y regiones. Los enfoques cambian de acuerdo a necesidades y capacidades de implementación debiendo establecerse un juicio sobre la seguridad y los niveles de riesgo para determinar una calidad aceptable para consumo humano (2). Garantizar la seguridad microbiana del suministro de agua potable se basa en el uso de múltiples barreras, incluida la protección de los recursos hídricos, la selección y operación de una serie de pasos de tratamiento y establecer una gestión controlada de los sistemas de distribución desde la captación hasta el consumidor para prevenir la contaminación del agua (2,9).

Argentina y los países limítrofes, Paraguay, Uruguay, Bolivia, Chile y Brasil, establecieron sus propias normativas de revisión periódica, utilizando como principal referencia las Guías de la OMS para calidad del agua potable (12–17). En la Tabla 1 se presentan los parámetros de calidad de agua adoptados por cada uno de los países previamente citados. Entre los principales parámetros microbiológicos de calidad de agua contemplados por los países se encuentran:

- **Coliformes totales:** son un grupo de bacterias Gram negativas, aerobias y anaerobias facultativas, no formadoras de esporas, fermentadoras de lactosa a 35° que producen ácido y gas (CO₂), con actividad β-galactosidasa. La presencia de coliformes totales es un indicador que la muestra de agua potable puede estar contaminada con agua residual o productos en descomposición. La OMS establece que las bacterias coliformes totales no son aceptables como indicador de la calidad sanitaria de los suministros de agua, particularmente en áreas tropicales (2). Este parámetro fue adoptado dentro de las normativas de calidad de agua por Argentina y todos los países limítrofes a ella (Tabla N°1) (12–17).
- **Coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*:** las bacterias coliformes termotolerantes, anteriormente denominadas coliformes fecales, se integran en el grupo de las coliformes totales, tienen la capacidad de fermentar lactosa a 44–45°C, con producción de ácido y gas (CO₂). Entre una de las especies que pertenece a este grupo de coliformes se encuentra *Escherichia coli*, con actividad negativa a la ureasa y oxidasa, tiene la capacidad de crecer en medios selectivos a 44–45°C generando ácido y gas (CO₂) a partir de la fermentación de lactosa, se diferencia de otros coliformes por su capacidad de producir indol a partir de triptófano y con actividad β-glucuronidasa. Se considera el mejor indicador para determinar la presencia de contaminación fecal en una muestra de agua potable. La OMS propone como valor guía para la verificación de la calidad microbiana del agua potable a *E. coli* o los coliformes termotolerantes, para los cuales propone la no detección en 100 ml de muestra evaluada (2). Tanto Argentina como los países limítrofes, adoptan uno o los dos parámetros microbiológico dentro de sus normativas como indicador de contaminación fecal (Tabla N°1) (12–17).
- **El recuento de bacterias heterótrofas,** aerobias o anaerobias facultativas, mesófilas, capaces de desarrollar en presencia de oxígeno a una temperatura comprendida entre 20°C y 45°C con una óptima entre 30°C y 40°C estima la microbiota total sin especificar tipos de microorganismos y refleja la calidad sanitaria del agua y los cambios que se producen por el tratamiento y



distribución del agua. Este recuento de colonias es útil para evaluar la eficacia del proceso de tratamiento de las aguas destinadas al consumo humano e indica la limpieza y el estado de los sistemas de distribución (2,18). En Argentina y Paraguay se utiliza como parámetro microbiológico las bacterias mesófilas con un criterio de aceptación de $\leq 500\text{UFC/ml}$ (14,16). Bolivia y Uruguay mediante las heterotróficas con un recuento esperado de $\leq 500\text{UFC/ml}$ (15,17)), mientras que Brasil y Chile no la integran en sus normativas (Tabla N°1) (12,13).

- ***Pseudomonas aeruginosa***: son bacilos gramnegativos, aerobios estrictos, utilizan glucosa y otros hidratos de carbono de forma oxidativa. Es una bacteria ambiental por lo que puede multiplicarse fácilmente en ambientes acuáticos y aguas residuales. Las infecciones por este microorganismo tienden a ocurrir a través de solución de continuidad en la piel o inhalación de agua, suelos contaminados y en cualquier sitio donde puede acumularse humedad como: traqueotomías, catéteres, sondas, quemaduras y heridas cutáneas. También tiene implicancia en infecciones urinarias y respiratorias bajas; pudiendo ésta última ser potencialmente grave en personas inmunocomprometidas (2,10). Este parámetro está contemplado en las normativas de calidad de agua de Argentina, Paraguay, Bolivia y Uruguay (14–17).

Como se mencionó en párrafos anteriores en las enfermedades causadas por microorganismos transmitidas por el agua, éstos pueden ingresar al huésped por ingestión, inhalación o aspiración y por contacto. Las normativas de calidad de agua de Argentina y los países limítrofes sólo contemplan a aquellos que ingresan por ingestión, sin embargo la seguridad microbiana del agua potable no se relaciona únicamente con la contaminación fecal (2). Si bien la calidad del agua potable está regulada y monitoreada en muchos países, los nuevos conocimientos inducen la revisión de guías, normas y/o directrices de forma casi permanente, tanto para los contaminantes regulados como para los recientemente identificados, como es el caso de *Legionella* spp. en nuestro país (1,5). En Argentina el primer brote intrahospitalario de Enfermedad del Legionario (EL) se documentó en una unidad de cuidados intensivos de un hospital de la provincia de Buenos Aires. Cipolla y col. reportan casos de EL en pacientes de distintos hospitales en el período comprendido entre 2016-2021. En el año 2023 se presentó un nuevo brote en San Miguel de Tucumán, en tanto que en la región NEA se reporta la presencia de *L. pneumophila* en los depósitos domiciliarios de agua potable (5,11,19).

La vigilancia y el monitoreo ambiental de *Legionella* spp son herramientas cruciales para evaluar riesgos e identificar estrategias para su control. Diversos países cuentan con directrices o normas para el control de *Legionella* en sistemas de agua como medida de prevención de legionelosis (20). En Argentina el Código Alimentario Argentino (CAA) es la normativa de alcance nacional que establece los requisitos de aptitud microbiológica del agua destinada al consumo humano están establecidos por el Código Alimentario Argentino (CAA), pero el análisis de *Escherichia coli* o de coliformes no son indicadores adecuados de la presencia o ausencia de este patógeno el cual se trasmite por vía inhalatoria a partir de una fuente contaminada (2,16,21). Esta misma situación se refleja en las normativas de los países limítrofes.

Las recientes experiencias y aprendizajes de los brotes producidos por *Legionella* en nuestro país deben utilizarse para el desarrollo de estrategias y controles de infección. Una correcta investigación debe incluir el estudio ambiental, microbiológico y epidemiológico. Al mismo tiempo es necesario garantizar el suministro de agua segura para prevenir casos, para lo cual se evidencia la necesidad de contar con normativa nacional para el control de aquellos microorganismos que se transmitan por la vía inhalatoria como es el caso de *Legionella* spp. Y de otras que contemplen los contaminantes emergentes que afecten la salud de las personas expuestas.



Tabla N°1: Parámetros microbiológicos para calidad de agua potable en Argentina y países limítrofes

País	Parámetro microbiológico	Criterio de aceptación
Argentina	Bacterias coliformes en 100 ml	n=1, c=0, Ausencia
	<i>Escherichia coli</i> en 100 ml	n=1, c=0, Ausencia
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> en 100 ml	n=1, c=0, Ausencia
	Bacterias mesófilas	< 500UFC/ml
Paraguay	Coliformestotales en 100 ml	0 UFC; <1,1 NMP; Ausencia
	Coliformes fecales o termotolerantes en 100ml	0 UFC; <1,1 NMP; Ausencia
	<i>Escherichia coli</i> en 100 ml	0 UFC; <1.1 NMP; Ausencia
	Bacterias mesófilas	<500UFC/ml
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> en 100 ml	0 UFC; < 2 NMP; Ausencia
Bolivia	Coliformes totales	<1 UFC/100 ml <2 NMP/100 ml
	Coliformes termotolerantes	<1 UFC/100 ml <2 NMP/100 ml
	<i>Escherichia coli</i>	<1 UFC/100 ml



		<2 NMP/100 ml
	Heterotróficas	≤ 500 UFC/ml
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<1 UFC/100 ml
	<i>Clostridium perfringens</i>	<1 UFC/100 ml
	<i>Giardia</i>	Ausencia
	<i>Cryptosporidium</i>	Ausencia
	Amebas	Ausencia
Uruguay	Coliformes totales	Ausencia en 100ml
	Coliformes fecales (termotolerantes) o <i>Escherichia coli</i>	Ausencia en 100ml
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausencia en 10 ml
	Bacterias aerobias heterotróficas	≤ 500 UFC/ml
Chile	Coliformes totales	Su análisis refiere al control mensual del servicio de agua potable
	<i>Escherichia coli</i>	Su análisis refiere al control mensual del servicio de agua potable. Ausencia
	Coliformes totales	Ausencia/100ml



Brasil	<i>Escherichia coli</i>	Ausencia/100ml
---------------	-------------------------	----------------

Aclaraciones: En Argentina n ó c refiere al límite especificado en el criterio de aceptación y la metodología de referencia correspondiente. NMP (número más probable), UFC/ml (unidades formadoras de colonias por mililitro)

Conflicto de intereses. Los autores no declaran conflictos de intereses.



Bibliografía

1. Levallois P, Villanueva CM. Drinking water quality and human health: An editorial. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(4):6–9.
2. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. 4°. Ginebra, Suiza: World Health Organization; 2017. 380 p.
3. Burillo A, Pedro-Botet ML, Bouza E. Microbiology and Epidemiology of Legionnaire's Disease. *Infect Dis Clin North Am*. 2017;31(1):7–27.
4. Lau HY, Ashbolt NJ. The role of biofilms and protozoa in legionella pathogenesis: Implications for drinking water. *J Appl Microbiol*. 2009;107(2):368–78.
5. Cipolla L, Rocca F, Armitano R, López B, Prieto M. Legionnaires' disease in Argentina: Evolution of the laboratory diagnostic strategy. *Rev Argent Microbiol*. 2023;55(2):160–6.
6. Prussin AJ, Schwake DO, Marr LC. Ten questions concerning the aerosolization and transmission of Legionella in the built environment. *Build Environ*. 2017;123:684–95.
7. European Centre for Disease Prevention and Control. Legionnaires' disease. Annual Epidemiological Report for 2021. Stockholm; 2023.
8. Whiley H, Bentham R. Legionella longbeachae and Legionellosis. *Emerg Infect Dis*. 2011;17(4):579–83.
9. Petrisek R, Hall J. Evaluation of a most probable number method for the enumeration of Legionella pneumophila from North American potable and nonpotable water samples. *J Water Health*. 2018;16(1):57–69.
10. Wang H, Edwards M, Falkinham JO, Pruden A. Molecular Survey of the Occurrence of Legionella spp., Mycobacterium spp., Pseudomonas aeruginosa, and Amoeba Hosts in Two Chloraminated Drinking Water Distribution Systems. *Appl Environ Microbiol*. 2012;78(17):6285–94.
11. Lösch LS, Deluca GD, Medina MG, Yarros A, Weber M, Merino LA. Presencia de especies de Legionella en reservorios domiciliarios de agua de Resistencia Chaco, Argentina. *Rev Argentina Salud Pública*. 2019;10(40):19–25.
12. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria GM/MS N° 888. Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade [Online]. 2021. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_24_05_2021_rep.html
13. Instituto Nacional de Normalización INN Chile. Norma Chilena Oficial. NCh 409/1 Of 2005. Agua potable. Parte 1. Requisitos. [Online]. 2005. <https://ciperchile.cl/pdfs/11-2013/norovirus/NCh409.pdf>.
14. Organismo Nacional de Certificación y Normalización del Instituto Nacional de Tecnología N y M. Norma Paraguaya NP 24 001 80 agua potable especificaciones. 2011.
15. Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. UNIT 833:2008. Agua potable – Requisitos. [Online]. 2010. http://www.ose.com.uy/descargas/Clientes/Reglamentos/unit_833_2008_.pdf
16. Ministerio de Salud. ANMAT. Bebidas hídricas, agua y agua gasificada [Online]. Administración Nacional de Medicamentos Alimentos y Tecnología Médica, editor. Código Alimentario Argentino. CABA; 2023. <https://www.argentina.gob.ar/anmat/codigoalimentario>
17. Ministerio del Agua. República de Bolivia. Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Reglamento Nacional NB 512. [Online]. 2005. <http://www.anesapa.org/data/files/NB512-REGLAM-CtrlCalidadAguaCH.pdf>
18. Serrano-Suárez A, Dellundé J, Salvadó H, Cervero-Aragó S, Méndez J, Canals O, et al. Microbial and physicochemical parameters associated with Legionella contamination in hot water recirculation systems. *Environ Sci Pollut Res*. 2013;20(8):5534–44.
19. Dirección de Epidemiología. Ministerio de Salud de Argentina. BOLETÍN EPIDEMIOLOGICO NACIONAL. SEMANA EPIDEMIOLOGICA 35 [Online]. 2022. <https://bancos.salud.gob.ar/sites/default/files/2022-09/ben-617-se-35.pdf>
20. Van Kenhove E, Dinne K, Janssens A, Laverge J. Overview and comparison of Legionella regulations worldwide. *Am J Infect Control*. 2019;47(8):968–78.
21. World Health Organization. Legionella and the prevention of legionellosis. World Heal. World Health Organization, editor. Geneva, Switzerland.; 2007. 252 p.