

## Calidad microbiológica del agua para hemodiálisis

### Microbiological Quality of Water for Hemodialysis

Irene Fiterre Lancis<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0002-8400-3422>

Milagros de la Caridad Torres Echevarría<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4856-9103>

Bárbara Castillo Rodríguez<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0814-1820>

Dainez Simón Fis<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7924-5403>

Nancy Leidi Sabournin Castelnau<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-6367-397X>

Jorge Luis Herrera Páez<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0850-4329>

Isis Martínez Pacheco<sup>4</sup> <https://orcid.org/0000-0003-3923-0834>

<sup>1</sup>Instituto de Nefrología "Dr. Abelardo Buch López", Departamento de Epidemiología. La Habana, Cuba.

<sup>2</sup>Instituto de Nefrología "Dr. Abelardo Buch López", Laboratorio de Microbiología. La Habana, Cuba.

<sup>3</sup>Instituto de Nefrología "Dr. Abelardo Buch López", Departamento de Electromedicina. La Habana, Cuba.

<sup>4</sup>Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM). La Habana, Cuba.

\*Autor para la correspondencia: [epinefro@infomed.sld.cu](mailto:epinefro@infomed.sld.cu)

#### RESUMEN

**Introducción:** El elevado costo del tratamiento sustitutivo de la enfermedad renal crónica representa un reto para los sistemas de salud y la exigencia de la calidad del agua de la hemodiálisis aumenta con el transcurso de la historia de la hemodiálisis. **Objetivo:** identificar los indicadores microbiológicos del agua para hemodiálisis ambulatoria.

**Métodos:** Estudio descriptivo de resultados microbiológicos de 150 muestras de agua de la planta de hemodiálisis ambulatoria del Instituto de Nefrología “Dr. Abelardo Buch López” en el periodo de enero de 2019 a abril de 2020. Las muestras se analizaron en el laboratorio de microbiología de agua del Instituto de Higiene, Epidemiología y Microbiología, La Habana, mediante métodos descritos en el texto. Se utilizó estadística descriptiva.

**Resultados:** De las muestras de agua analizadas 92 % (n=138) fueron microbiológicamente satisfactorias, 8 % (n=12) que no cumplieron los requisitos se registraron en los primeros seis meses del año 2019. En la totalidad de los informes de positividad o alerta, se procedió a la limpieza y desinfección del sistema de tratamiento. No se comprobó presencia de *Pseudomonas aeruginosa* en las muestras. No hubo incidencia de infecciones asociadas con el tratamiento de hemodiálisis. La determinación de endotoxinas no se realizó en el período.

**Conclusiones:** La mayoría de los informes microbiológicos recibidos en el período de estudio cumplieron las normas establecidas. La vigilancia de la calidad del agua para hemodiálisis permite la ejecución de acciones preventivas, lo cual es determinante en el proceso de diálisis y para la calidad de vida de los pacientes.

**Palabras clave:** enfermedad renal crónica; agua de hemodiálisis; conteo total de heterótrofos; *Pseudomona aeruginosa*.

## ABSTRACT

**Introduction:** The high cost of replacement therapy for chronic kidney disease poses a challenge to the health systems, and a better quality of the water for hemodialysis is required over time.

**Objective:** To identify the microbiological indicators of the water for outpatient hemodialysis

**Methods:** A descriptive study based on the microbiological results of 150 samples of water from the outpatient hemodialysis water station at the Institute of Nephrology “Dr. Abelardo Buch López”, from January 2019 to April 2020. Samples were analyzed in the water microbiology laboratory at the Institute of Hygiene, Epidemiology and Microbiology, Havana by methods described in the text. Descriptive statistics was used.

**Results:** Of the water samples analyzed, 92% (n=138) were microbiologically satisfactory, 8% (n=12) did not meet the requirements and were registered in the first half of 2019. In the event of a positivity or alert report, the treatment system was all cleaned and disinfected in each case.

*Pseudomonas aeruginosa* was not identified in the samples. No infection was associated with the hemodialysis treatment. Endotoxin determination was not performed in this period.

**Conclusions:** Most of the microbiological reports received during the study period met the established standards. Monitoring the quality of water for hemodialysis allows the implementation of preventive measures that are critical for the dialysis process and the quality of life of the patients.

**Keywords:** chronic kidney disease; water for hemodialysis, heterotrophic plate count; *Pseudomonas aeruginosa*

Recibido: 17/12/2021

Aceptado: 25/04/2022

## Introducción

La enfermedad renal crónica (ERC) es un problema epidemiológico mundial y la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS) y la Sociedad Latinoamericana de Nefrología e Hipertensión (SLANH) llaman a prevenir la ERC y a mejorar el acceso a su tratamiento.<sup>(1)</sup> En la actualidad se considera a esta enfermedad como una epidemia que afecta a más de 10 % de la población mundial. Se estima unos 720 000 000 de pacientes afectados aproximadamente.<sup>(2)</sup>

En la etapa terminal de la ERC, el riñón es insuficiente para cubrir los requerimientos vitales del medio interno, el paciente puede presentar uno o más factores de riesgo y necesita de tratamiento renal sustitutivo mediante hemodiálisis, diálisis peritoneal y trasplante renal. Los pacientes con ERC terminal y en tratamiento de hemodiálisis tienen afectada su calidad de vida, y aun cuando la terapia pueda mejorar los síntomas, la enfermedad sistémica causante de la enfermedad renal sigue su avance y por tanto, la afectación de otros órganos.<sup>(3)</sup>

El medio ambiente inanimado hospitalario guarda relación con las infecciones nosocomiales y puede contribuir a casos esporádicos de brotes de enfermedad en las instituciones.<sup>(4)</sup>

La incidencia de infecciones graves entre los pacientes que reciben hemodiálisis sigue siendo elevada. La aparición de infecciones en las instalaciones de hemodiálisis a menudo se debe a

prácticas de control subóptimas, por lo que la utilización de 100 % de las pautas de control recomendadas es esencial para prevenirlas en esta población vulnerable.<sup>(5)</sup>

La calidad microbiológica del agua para el tratamiento de hemodiálisis a pacientes con ERC terminal es de gran importancia, dirigida a evitar o minimizar el riesgo de infección. Los pacientes reciben tratamiento de hemodiálisis tres veces a la semana y la sangre del paciente se pone en contacto con alrededor de 150 L del líquido de diálisis a través de una membrana semipermeable del capilar de hemodiálisis. Por lo que se debe generar un agua tratada que permita la producción de un líquido de diálisis seguro para su uso. Cada paciente consume el equivalente a 23 400 L de agua al año.<sup>(6,7)</sup>

El elevado costo del tratamiento sustitutivo de la ERC es un importante reto para todos los sistemas de salud, costo que incluye la vigilancia de la calidad del agua utilizada mediante determinaciones periódicas de indicadores de calidad en laboratorios especializados. La calidad del agua utilizada para la hemodiálisis debe ser superior a la del agua de consumo, por lo que se somete a tratamientos para reducir al mínimo los contaminantes posibles. La OMS hace énfasis en el enfoque de riesgo en unidades de hemodiálisis.<sup>(8)</sup>

En Cuba, el tratamiento sustitutivo de la función renal mediante hemodiálisis se realiza en los hospitales. Los pacientes acuden en días alternos a recibir el tratamiento por un promedio de tres a cuatro horas, por lo que es importante tener en cuenta el medio ambiente hospitalario.<sup>(9)</sup>

Actualmente existen en Cuba 56 unidades de hemodiálisis ambulatoria y 2900 pacientes reciben este tipo de terapia según informe del Centro Nacional Coordinador de Diálisis y Trasplante de Cuba. El Instituto de Nefrología (INEF) “Dr. Abelardo Buch López” cuenta con un sistema de tratamiento de agua de hemodiálisis destinado a los pacientes del sistema de hemodiálisis ambulatoria, con 24 riñones artificiales, que prestan servicio a 100 pacientes como promedio anual. A pesar del aumento de los recursos que se destinan a la atención de los pacientes sometidos a hemodiálisis periódica, la mortalidad entre ellos es alta; entre las causas, ocupan el primer lugar las cardiovasculares, seguidas de las infecciones.<sup>(10)</sup>

La exigencia sobre la calidad del agua y del líquido de diálisis aumenta a lo largo de la historia de la hemodiálisis, sin embargo, no existe armonización internacional en los criterios respecto a los límites microbiológicos recomendados, los medios de cultivo empleados y del tiempo de incubación.<sup>(6,11)</sup>

La vigilancia de la calidad del agua incluye criterios físicos, químicos y microbiológicos. Los primeros con una periodicidad bianual y los segundos quincenales. El control microbiológico debe efectuarse al menos una vez al mes. En las unidades de hemodiálisis, no existe consenso internacional sobre los puntos de muestreo del agua.<sup>(6)</sup>

La calidad del agua que se emplea para el tratamiento en las unidades de hemodiálisis es controlada por la propia institución y por la red de centros y unidades de higiene, epidemiología y microbiología de Cuba; en el 2010 se desarrolló una guía para el control sanitario de la calidad del agua con el fin de perfeccionar su vigilancia y contribuir a la mejora continua de los servicios de hemodiálisis.<sup>(11)</sup> El agua es tratada por la planta para que sea apropiada para las hemodiálisis, para la preparación del líquido de dializado, para el reprocesamiento de dializadores, la preparación de concentrados y del líquido de sustitución en las terapias convectivas en línea.<sup>(12)</sup>

Los avances técnicos en los sistemas de tratamiento del agua logran que su calidad, en cuanto a contaminación por partículas y solutos, sea buena, sin embargo, no ha sucedido así con la contaminación bacteriana y por endotoxinas (ET), que continúa persistiendo como un problema importante en las unidades.<sup>(13)</sup> Por ello, la vigilancia que se ejerza sobre el sistema de tratamiento del agua para hemodiálisis permite la detección temprana de contaminantes para acometer las acciones de desinfección oportunas.

Se realiza este trabajo con el objetivo de identificar los indicadores microbiológicos del agua para hemodiálisis ambulatoria.

## **Métodos**

El instituto de nefrología (INEF) es un hospital de tercer nivel. centro de referencia nacional, perteneciente al Ministerio de Salud Pública de Cuba (MINSAP). Tiene un servicio de hemodiálisis que atiende fundamentalmente a pacientes del municipio capitalino Boyeros, además de pacientes referidos de otros centros y provincias del país, en su condición de centro de referencia.

Se realizó un estudio descriptivo mediante la compilación y análisis de los informes de los resultados microbiológicos de 150 muestras de agua de la planta del sistema de hemodiálisis

ambulatoria del INEF en el periodo comprendido entre el 1ro. de enero de 2019 y el 30 de abril de 2020, colectadas durante las inspecciones realizadas.

El proceso de toma de muestra se realizó por el técnico de higiene y el operario de la planta, supervisados indistintamente por otro integrante del departamento de epidemiología (la enfermera vigilante epidemiológica o el jefe del departamento). Se realizó la toma de las muestras de agua en los siguientes puntos:

1. Entrada a la planta
2. Salida del carbón
3. Retorno de la ósmosis salón 1
4. Retorno de la ósmosis salón 5
5. Salida de la ósmosis
6. Electromedicina

La planta de tratamiento es una AQUA B de fabricación Fresenius y producción alemana, con más de cinco años de explotación que moviliza alrededor de 3000 L/h y produce un agua de perneado con 98 % de calidad.<sup>(14)</sup>

Para evaluar la calidad microbiológica del agua, la totalidad de las muestras en estudio se enviaron al laboratorio del Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM), y se analizaron para la determinación de *Pseudomonas aeruginosa* y para el conteo total de heterótrofos (CTH), según documentos establecidos.<sup>(12,15,16)</sup>

La técnica de tubos múltiples se utilizó para la detección de *Pseudomonas aeruginosa* con incubación de 48 h a 37 °C, el medio de cultivo utilizado fue caldo asparagina. Para el CTH se utilizó la técnica de placa vertida con un periodo de incubación de 24 h a 37 °C en medio de cultivo de agar triptona soya. La guía cubana para la vigilancia de la calidad físico-química y microbiológica de agua para hemodiálisis <sup>(11)</sup> utiliza como límites máximos admisibles los siguientes:

- Conteo total de CTH: menos de 200 UFC/mL y como nivel de alerta 50 UFC/mL para acometer las acciones de desinfección.
- *Pseudomonas aeruginosa*: < 2 NMP/100mL.

Los informes emitidos se analizaron en el INEF y se procedió a las acciones pertinentes de limpieza y desinfección del sistema de tratamiento.

El estudio se desarrolló conforme con los principios éticos de la Declaración de Helsinki actualizada en la 64va. Asamblea General de la Asociación Médica Mundial en Fortaleza, Brasil, 2013.<sup>(17)</sup> El componente observacional del estudio no generó conflicto ético, se garantizó la confidencialidad de la información obtenida y fue aprobado por el consejo científico del INEF “Dr. Abelardo Buch López”.

## Resultados

En el periodo de estudio se realizaron un total de 32 inspecciones a la planta de tratamiento de agua para hemodiálisis y se efectuó la toma de muestra para estudio microbiológico en 78 % de estas inspecciones (n= 25), con la toma 150 muestras de agua derivadas de los puntos identificados previamente en la planta y en la propia unidad de hemodiálisis.

De las muestras de agua analizadas 92 % (n=138) cumplieron con los parámetros establecidos al ser microbiológicamente satisfactorias. El nivel de alerta para efectuar desinfección fue informado en 6,6 % (n=10). El 1,3 % de las muestras (n= 2) no cumplió con los requisitos microbiológicos. Los dos puntos que no cumplieron los parámetros establecidos se ubicaron en retorno y salida de la ósmosis, correspondientes al salón 1 de la unidad de hemodiálisis.

En la totalidad de los informes de positividad o alerta, se procedió a la limpieza y desinfección del sistema de tratamiento. Estos informes se derivaron de 4 inspecciones realizadas en los primeros seis meses del año 2019 y correspondieron a agua colectada en los siguientes puntos: 8 situados

en retorno de la ósmosis en los salones, 1 en salida de la ósmosis y 3 en el cubículo de electromedicina.

No se notificó *Pseudomonas aeruginosa* en la totalidad de las observaciones.

No hubo incidencia de infecciones asociadas con el tratamiento de hemodiálisis durante todo el periodo.

Posterior a los primeros seis meses del 2019 y hasta el término del estudio, los informes mostraron que las muestras de agua colectadas cumplían con los requisitos establecidos.

No se realizó determinación de endotoxinas en el período.

## Discusión

Los contaminantes en el líquido de diálisis y la alta exposición al agua en diálisis, presuponen en los pacientes un riesgo de acumular sustancias tóxicas, proclives a complicaciones tanto agudas como crónicas, por lo que el seguimiento periódico de indicadores de calidad y de las acciones de limpieza y desinfección pertinentes repercuten favorablemente en la calidad del tratamiento de hemodiálisis.<sup>(18)</sup>

En la unidad de hemodiálisis ambulatoria del INEF se realiza la toma de muestra para estudio microbiológico cada quince días. Mundialmente no existe uniformidad sobre la periodicidad de análisis de las muestras de agua, así como de la frecuencia de la desinfección. Los controles bacteriológicos del agua se realizan en distintos puntos del sistema de tratamiento: del agua de la red o de aporte, de la entrada y salida del circuito de distribución, en las tomas de agua de los monitores de diálisis, escogidas de forma rotatoria.<sup>(6,11,18)</sup> En coincidencia con esto datos, las tomas de las muestras de agua al líquido de diálisis, al predializado y en las máquinas en el INEF se realizan de forma rotatoria.

Las normas paraguayas del Instituto de Previsión Social proceden a la desinfección de la planta de agua por lo menos tres veces al año y cada vez que los cultivos microbiológicos sean positivos.<sup>(19)</sup>

Este mismo instituto determina el nivel máximo permitido de CTH en 100 UFC/mL e igual que los límites microbiológicos utilizados en Cuba, el nivel de alerta lo fijan en 50 UFC/mL, que coincide además con los puntos seleccionados para la toma de las muestras de agua en el INEF.

Similar a los resultados de este trabajo, autores españoles<sup>(13)</sup> plantean calidad satisfactoria según los parámetros microbiológicos, mientras otros,<sup>(20)</sup> encuentran que más de 80 % de las muestras de agua no cumplían con los parámetros evaluados.

Los resultados del análisis del agua del servicio de hemodiálisis del INEF son similares al del servicio de hemodiálisis del Hospital General Provincial Universitario “Camilo Cienfuegos” de la provincia de Sancti Spíritus, Cuba.<sup>(9)</sup> Dicho informe concluye que los factores ambientales y microbiológicos indican que la calidad del agua utilizada en el proceso de atención de pacientes de hemodiálisis es satisfactoria y el peligro de riesgo en la planta de tratamiento se catalogó en la categoría de bajo riesgo. El estudio en el INEF no incluyó análisis de factores ambientales.

A pesar de que la presencia del género *Pseudomonas* en las unidades de hemodiálisis es frecuente, en ocasión de los resultados de este trabajo, no hubo presencia de *Pseudomonas*. Este microorganismo es una de las especies de mayor presencia en el agua para hemodiálisis y en infecciones hospitalarias a nivel nacional e internacional, es una bacteria patógena de notable importancia como causa de infecciones en pacientes hospitalizados e inmunodeprimidos, como es el caso de los pacientes con ERC terminal en hemodiálisis. En Cuba, esta especie se estudia en los sistemas de tratamiento de agua y está incluida entre los microorganismos indicadores en la guía para la vigilancia de la calidad sanitaria del agua para hemodiálisis.<sup>(21,22)</sup>

Todo lo anterior determina la importancia de la implementación y del cumplimiento de las medidas de bioseguridad en todo lo relacionado con la hemodiálisis y de los parámetros establecidos para los sistemas de tratamiento de agua, dado que, las membranas de ósmosis inversa de las plantas de tratamiento del agua para hemodiálisis sufren ensuciamiento biológico, mediante el cual las bacterias se depositan, adhieren y proliferan en la membrana y forman una biopelícula que puede generar obstrucción, daño en la membrana y permitir el traspaso de bacterias o componentes celulares, de endotoxinas, potencialmente dañinas para la salud de pacientes sometidos a este tratamiento. Las endotoxinas, no solo son responsables de la aparición de las llamadas reacciones a pirógenos, sino que además, condicionan una situación inflamatoria crónica que repercute a la larga en diversos aspectos clínicos de los enfermos.<sup>(18)</sup> Las endotoxinas son empleadas como un marcador de la calidad microbiológica; con esta determinación y la del CTH se determina la calidad y pureza microbiana del agua y del líquido de diálisis.

Todas las superficies dentro de un sistema de tratamiento y distribución de agua para hemodiálisis son susceptibles a la generación de una biopelícula.<sup>(23,24)</sup>

Durante el periodo de estudio no se detuvo la actividad de la unidad de hemodiálisis ambulatoria del INEF, por tanto, no fue necesario realizar el proceso de “puesta en marcha”. Algunos promueven que para habilitar las unidades de diálisis, es necesario contar al menos con dos estudios microbiológicos de las muestras de agua para hemodiálisis cuyos resultados cumplan con los niveles microbiológicos admisibles, con un intervalo mínimo entre las tomas de agua de 10 días.<sup>(13)</sup> Según los criterios de Puesta en Marcha de las Unidades de hemodiálisis cubanas, las guías plantean realizar tres estudios con frecuencia semanal del agua de la planta de tratamiento previos al inicio del funcionamiento, con resultados microbiológicos que cumplan con los requisitos establecidos.<sup>(16)</sup>

La limitación esencial en el desarrollo de esta investigación fue la no realización de las determinaciones de endotoxinas por problemas ajenos a nuestra institución.

Se concluye que la mayoría de los informes microbiológicos recibidos en el período de estudio cumplieron las normas establecidas. La vigilancia de la calidad del agua para hemodiálisis permite la ejecución de acciones preventivas, lo cual es determinante en el proceso de diálisis y para la calidad de vida de los pacientes.

Se recomienda incluir el estudio de determinación de endotoxinas para mejor evaluación de la calidad del agua en la unidades de hemodiálisis .

## **Referencias bibliográficas**

1. Organización Panamericana de la Salud [Internet]. La OPS/OMS y La Sociedad Latinoamericana de Nefrología llaman a prevenir la enfermedad renal y a mejorar el acceso al tratamiento. OPS: Washington, D. C.; 2015 [acceso 24/12/2021]. Disponible en: [https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10542:2015-opsoms-sociedad-latinoamericana-nefrologia-enfermedad-renal-mejorar-tratamiento&Itemid=1926&lang=es](https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10542:2015-opsoms-sociedad-latinoamericana-nefrologia-enfermedad-renal-mejorar-tratamiento&Itemid=1926&lang=es)

2. Eckardt KU, Coresh J, Devuyst O, Johnson RJ, Köttgen A, Levey AS, *et al.* Envolving importance of kidney disease: from subspecialty to global health burden. *Lancet*. 2013 [acceso 17/02/2022];382(9987):158-69. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23727165/>
3. Romero N, Pérez P, Pérez J, Pérez K, Reyes J, Rodríguez A. Causas de enfermedad renal entre los pacientes de una unidad de hemodiálisis. *Rev Cubana Urol*. 2019 [acceso 17/02/2022];8(1). Disponible en: <http://revurologia.sld.cu/index.php/rcu/article/view/461/498>
4. Mariné Alonso MA, García Melían M. Lista de verificación para la identificación de peligros ambientales en unidades de hemodiálisis. *Rev Cubana Hig Epidemiol*. 2010 [acceso 17/02/2022];48(1):35-42. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032010000100005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032010000100005)
5. Vijayan A, Boyce JM. 100 % use of Infection Control Procedures in Hemodialysis Facilities. Call to Action. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2018;13(4):671-3. DOI: [10.2215/CJN.11341017](https://doi.org/10.2215/CJN.11341017)
6. González González MI. Enfoque actual sobre la calidad microbiológica del agua de hemodiálisis. *Rev Cubana Salud Pública*. 2012 [acceso 24/12/2021];38(3):451-62. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662012000300011&lng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662012000300011&lng=pt)
7. Nystrand R. Microbiology of water and fluids for hemodialysis. *J Chin Med Assoc*. 2008 [acceso 24/12/2021];71(5):223-9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1726490108701102>
8. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating first addendum, 4th ed + 1st add. Geneva: WHO; 2017. [acceso 02/03/2020];13(4):671-3. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/254636>
9. González Coca DB, Bonachea Peña RR, Cardoso García D, Gómez Pacheco R, Reyes Roque AC, Benítez Pérez MO. Morbilidad en pacientes hemodializados. *Arch Méd. Camagüey*. 2020 [acceso 17/02/2022];24(4):e7447. Disponible en: <http://revistaamc.sld.cu/index.php/amc/article/view/7447>
10. Pérez Escobar MM, Herrera Cruz N, Pérez Escobar E. Mortality of the adult in chronic hemodialysis. *Arch Méd Camagüey*. 2017 [acceso 11/12/2021];21(1):773-86. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDARTICULO=70390>

11. García Melián M, González González MI, Mariné Alonso MA. Criterios para la vigilancia de la calidad química y microbiológica del agua para hemodiálisis. Rev Cubana Hig Epidemiol. 2013 [acceso 27/12/2021];51(2):192-202. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032013000200008&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032013000200008&lng=es)
12. Silva Tobar SD. Hemodiálisis: antecedentes históricos, su epidemiología en Latinoamérica y perspectivas para el Ecuador. Episteme. 2016 [acceso 08/12/2021];3(1):43–61. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6756334>
13. Pérez García R, García Maset R, González Parra E, Solozábal Campos C, Ramírez Chamond R, Martín Rabadán P, *et al.* Guía de gestión de calidad del líquido de diálisis (LD) (segunda edición, 2015). Nefrología (Madr.). 2016;36(3). DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.nefro.2016.01.003>
14. AquaBplus Reverse osmosis. Service Manual Edition: 04/12.11 Part no.: 636 333 1 Software version: 3.1x and higher 0123. Bad Homburg, Alemania: Fresenius Medical Care; 2020 [acceso 27/12/2021]. Disponible en: <https://pdfcoffee.com/aquabplussm041211sw031xen-pdf-free.html>
15. American Water Works Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23rd ed. EE. UU.: AWWA; 2017. [acceso 14/02/2022]. Disponible en: <http://dl.mozh.org/upload/StandardMethods23RD.pdf>
16. Mariné Alonso MA, García Melián M. Protocolos para la contratación y puesta en marcha de plantas de tratamiento de agua para hemodiálisis. Rev Cubana Hig Epidemiol. 2011 [acceso 1/3/02/2022];49(3):410-19. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032011000300009&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032011000300009&lng=es)
17. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la AMM-Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Brasil: Representación de la AMM; 2013. [acceso 01/03/2022]. Disponible en: <https://www.wma.net/es/policias-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
18. Sociedad Española de Nefrología (SEN). Calidad del líquido de diálisis y sus componentes: Agua y Concentrados. España: SEN; 2020 [acceso 11/12/2021]. Disponible en: <https://www.nefrologiaaldia.org/es-articulo-322>
19. Instituto de Prevención Social. Departamento de Epidemiología y SIS. Coordinación de Prevención y Control de IAAS. Normas de prevención de infecciones en hemodiálisis. Paraguay:

- IPS; 2017 [acceso 08/12/2021]. Disponible en: <https://portal.ips.gov.py/sistemas/ipsportal/archivos/archivos/1597324173.pdf>
20. Rodríguez Pérez AU, Delgado Pérez M, Dujarric Martínez MD. Vigilancia químico-bacteriológica de las aguas de sistemas de hemodiálisis en instituciones seleccionadas. Rev Cubana Hig Epidemiol. 2007 [acceso 07/12/2021];45(3). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032007000300006](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032007000300006)
21. Gómez D'Angulo YT, González González MI, Chiroles Rubalcaba S, García Cruce C. Calidad microbiológica del agua utilizada en la Unidad de Hemodiálisis del Instituto de Nefrología. Rev Cubana Hig Epidemiol. 2006 [acceso 21/02/2022];44(1). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032006000100003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032006000100003)
23. González González MI, García Melían M, Mariné Alonso MA. Importancia sanitaria de *Pseudomonas aeruginosa* en agua de hemodiálisis y su desinfección. Rev Cubana Salud Pública. 2014 [acceso 27/12/2021];40(2):201-14. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662014000200005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662014000200005)
24. Cuevas Giménez JP. Caracterización del Biofouling formado en membranas de ósmosis inversa presentes en sistemas de tratamiento de agua para uso en hemodiálisis [tesis]. Chile: Universidad de Concepción; 2019 [acceso 10/12/2021]. Disponible en: <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/1131>

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

### Contribuciones de los autores

*Conceptualización:* Irene Fiterre Lancis.

*Curación de datos:* Irene Fiterre Lancis, Dainez Simón Fis.

*Análisis formal:* Irene Fiterre Lancis.

*Investigación:* Irene Fiterre Lancis, Dainez Simón Fis.

*Metodología:* Milagros de la Caridad Torres Hechavarría, Bárbara Castillo Rodríguez, Isis Martínez Pacheco.

*Visualización:* Irene Fiterre Lancis.

*Redacción-borrador original:* Irene Fiterre Lancis, Nancy Sabournin Castelnau, Jorge Luis Herrera Páez.

*Redacción-revisión y edición:* Irene Fiterre Lancis, Isis Martínez Pacheco.