

Calidad Microbiológica del agua en unidades odontológicas de la Universidad del Magdalena

Microbiological quality of water in dental units of Magdalena University

José Amable Araujo Blanco^{1,a,b,c}, Rosa Lia Bustillo Verbel^{2,a}, Angela Edih Coral Cordoba^{3,a}, Julio Cesar Mazenet González^{4,b}, Shirley Patricia García Navarro^{5,b}, Isaac Romero Borja^{6,c}, Carlos Samuel España Rangel^{7,c}, Jorge Homero Wilches Visbal^{8,a}

Resumen

Introducción. El agua en unidades dentales debe cumplir con normativas nacionales e internacionales en cuanto a la calidad microbiológica óptima para ser usadas con fines de salud oral. **Objetivos.** Evaluar la calidad microbiológica del agua en las clínicas odontológicas. **Métodos.** Las muestras fueron colectadas de grifos del área de esterilización y jeringas triples de las estaciones de trabajo dental, aplicando el método aleatorio simple, tomando en consideración las normas internacionales y nacionales. Una vez colectadas fueron tratadas y evaluadas por el método estándar de filtración por membrana utilizando el medio Chromocult Agar, se calculó el promedio y % de UFC para *E. coli* y coliformes totales en las unidades odontológicas de la clínica y se comparó con la normativa vigente. **Resultados.** El promedio de Unidades Formadoras de Colonia (UFC) por cada 100 ml para *E. coli* y coliformes totales fue de 2 UFC en el primer piso. En el segundo piso, el promedio para *E. coli* fue de 5,727 UFC y para coliformes totales fue de 2,182 UFC. Se observó ausencia total del 36% *E. coli* y 14% totales en el primer piso y en el segundo piso 36% *E. coli* y 11% de coliformes totales. **Conclusiones.** El estudio de calidad del agua en unidades dentales cumple con estándares internacionales y nacionales. Se propuso la implementación de un programa HACCP y la instalación de sistemas de ósmosis inversa para asegurar altos estándares en salud oral.

1. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7247-901X>

2. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0935-9269>

3. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6676-7736>

4. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4267-4597>

5. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6541-6889>

6. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8409-1039>

7. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-2015-582X>

8. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3649-5079>

^a Universidad del Magdalena, Facultad de Ciencias de la Salud, Programa de Odontología. Santa Marta, Colombia.

^b Universidad del Magdalena, Laboratorio de Microbiología. Santa Marta, Colombia.

^c Universidad del Magdalena, Laboratorio de Calidad del Agua, Santa Marta Colombia.

Autor de correspondencia: José Amable Araujo Blanco - jaraujo@unimagdalena.edu.co

► <https://doi.org/10.22490/24629448.8556>

Recibido: 06/03/2024
Aceptado: 20/04/2024

Palabras clave: odontología, calidad microbiológica del agua, microbiología del agua, coliformes, APPCC (DeCS).

Abstract

Introduction. Water in dental units must comply with national and international regulations regarding optimal microbiological quality to be used for oral health purposes. **Objectives.** Evaluate the microbiological quality of water in dental clinics. **Methods.** Samples were collected from taps in the sterilization area and triple syringes from the dental workstations, applying the simple random method, taking into consideration international and national standards. Once collected, they were treated and evaluated by the standard membrane filtration method using Chromocult Agar medium. The average and % CFU for *E. coli* and total coliforms in the dental units of the clinic were calculated and compared with the regulations. **Results.** The average Colony Forming Units (CFU) per 100 ml for *E. coli* and total coliforms was 2 CFU on the first floor. On the second floor, the average for *E. coli* was 5,727 CFU and for total coliforms it was 2,182 CFU. A total absence of 36% *E. coli* and 14% total coliforms was observed on the first floor and 36% *E. coli* and 11% total coliforms on the second floor. **Conclusions.** The study of water quality in dental units complies with international and national standards. The implementation of a HACCP program and the installation of reverse osmosis systems was proposed to ensure high standards in oral health.

Keywords: odontology, microbiological quality of water, water microbiology, coliforms, HACCP (DeCS).

Introducción

A menudo el agua se encuentra contaminada por una amplia gama de microorganismos (bacterias, hongos, virus, protozoarios, entre otros) de los cuales se informan diversas prevalencias (1). Debido a esto la calidad del agua que es utilizada en espacios de atención al público en el área de salud

oral es uno de los elementos de interés dentro de los criterios de salud integral, motivo por el cual el agua que es utilizada por el personal de salud dental debe cumplir los estándares regulatorios internacionales y nacionales establecidos para agua potable y consumo humano.

Sobre la calidad con fines odontológicos, estado del arte

En las estaciones de trabajo y unidades dentales (DCU), el agua se utiliza para irrigación y enjuague, así como para enfriar los instrumentos conectados al sistema de líneas de agua (DUWL). Estas líneas de plástico pueden contaminarse con microorganismos del suministro de agua, lo que resulta en contaminación frecuente del agua en las DCU (2). El control de infecciones dentales por esta vía es un tema debatido entre dentistas, con escasa documentación y falta de consenso (3). Desde los años 60 se reportó este problema, persistiendo en las décadas posteriores. En 1997, la OSAP estableció pautas para la calidad del agua en unidades dentales. En el 2000, se convocó una reunión internacional auspiciada por el NIDCR, con participación de la ADA, FDA, CDC, OMS, Departamento de Defensa de EE. UU., academia y empresas privadas. Aunque no se documentaron transmisiones de enfermedades a través de líneas de agua dentales, existe evidencia de mala calidad microbiológica del agua para pacientes las directrices buscan mejorar y monitorizar la calidad del agua en procedimientos dentales, brindando información a fabricantes de dispositivos de tratamiento y agentes químicos para cumplir con las recomendaciones (4).

En 2003, la CDC emitió directrices para el control de infecciones en entornos de

atención dental, abordando líneas de agua, biofilm y calidad del agua (5). En 2015, ISO creó la norma ISO 16954:2015 para pruebas de biopelículas en líneas de unidades dentales, aunque es compleja de implementar debido a sus requisitos de gestión, microorganismos y equipos (6). El ADA luego adoptó estándares que exigen menos de 500 UFC/ml de bacterias heterótrofas en el agua de unidades dentales, proponiendo filtración, tratamientos químicos, válvulas anti-retracción, fuentes separadas de agua, no hervir y monitoreo (7). En 2018, la FDA estableció pautas para el uso seguro del agua potable en procedimientos dentales (8). A pesar de los diversos ensayos anteriores, fue hasta el 2018 cuando se creó el primer documento con mayor consenso por la agencia ADA, quien desarrolló el libro blanco con recomendaciones sobre la calidad del agua de la unidad dental, tomando en cuenta la seguridad, asepsia y prevención, la información hasta esa fecha, muestra que existe evidencia irrefutable de que el agua suministrada a la mayoría de los pacientes dentales es de mala calidad microbiológica y a menudo no cumple con los estándares de agua potables, esto hace que el personal dental y un número creciente de pacientes dentales en especial los inmunocomprometidos se encuentren expuestos a microorganismos patógenos y resistentes, que puedan generar disbiosis en la ecología oral, como resultado de la aerosolización del agua en la unidad dental (9).

Reportes sobre la calidad del agua con fines odontológicos

Las unidades dentales utilizan agua para tratamientos y refrigeración de instrumentos (10). Las líneas de agua, compuestas por tubos y piezas de plástico de calibre estrecho, suelen estar contaminadas con microorganismos del suministro de agua (11). Los reportes mundiales muestran la existencia de microorganismos en las líneas de agua de las unidades dentales que forman biopelículas conformadas por grupos heterogéneos de microorganismos y que varían en prevalencia (1).

Existen tres estándares globales para la calidad del agua en unidades dentales (12). La Asociación Dental Americana (ADA) propone ≤ 200 UFC/ml de bacterias heterótrofas (7). El Centro de Control y Prevención de Enfermedades (CDC) sugiere ≤ 500 UFC/ml para procedimientos no quirúrgicos (5). En la Unión Europea (UE), no hay una norma específica, pero se adopta <100 UFC/ml a 22°C y <20 UFC/ml a 37°C para la línea de agua dental (13). Los análisis indican una prevalencia mundial de microorganismos del 77% al 96%, promediando en un 86% para ADA, CDC y C-100 (1). Sin embargo, la variación depende de factores diversos, incluyendo falta de documentación, especialmente en países menos desarrollados. En Colombia se han realizado diversos estudios que muestran evaluaciones de bacterias heterotróficas. De

igual manera diversos estudios muestran la presencia variable de Coliformes totales y *Escherichia coli* en el agua de las unidades dentales que varían según el lugar como la botella de la unidad, la pieza de mano, y la línea de agua que alimenta la unidad y otros espacios de interés que influyen en la calidad del agua que es utilizada en las unidades dentales (14).

Aspectos microbiológicos sobre el agua con fines odontológicos

Se han encontrado una variedad de microorganismos como bacterias, hongos, protozoarios, y virus en muestras de agua y en las superficies de las líneas de DUWL formando estructuras heterogéneas complejas de biopelículas con alta diversidad microbiana que conforman un microbioma altamente estructurado, diversos trabajos muestran reportes de diversos grupos microbianos, presentes en los Dominios Bacteria y Eukarya. Los microorganismos del Dominio bacteria son variados, y pueden presentarse de forma aislada o como sucesiones de patógenos oportunistas con grupos primarios de *Pseudomonas spp.* (15); posteriormente, *Pasteurella*, *Moraxella*, *Ochrobactrum*, *Aeromonas spp.*, *Flavobacterium* y *Acinetobacter spp.* (16) quienes ha sido los primeros en observarse en la colonización de las líneas de las unidades dentales, así como también *Legionella spp.* y *Mycobacterium spp.* (17). Por su parte *Legionella spp.* presenta una amplia gama de tasa de recuperación

del 0% al 100% según las características del sistema de suministro, diseño y modelo de la unidad dental (18), así como patógenos oportunistas como *Acinetobacter* y *Pseudomonas aeruginosa* (19) que muestra prevalencia del 68% (20). También se han reportado microorganismos del grupo de *Streptococcus mutans* como *Streptococcus mitis*, *Streptococcus salivarius*, stafilococos como *Staphylococcus cohnii*, *Staphylococcus warneri*, o enterobacterias tales como *Klebsiella*, *Enterococcus faecalis*, *Enterobacter cloacae*, y demás representantes de la familia enterobacteriaceae, incluyendo a la especie indicadora *Escherichia coli*. De igual manera otros reportes muestran bacilos Gram Negativos como *Serratia marcescens*; *Aeromonas spp.*, *Flavobacterium spp.*, *Moraxella spp.*, así como también bacterias Gram positivas como *Bacillus subtilis* (19).

Las líneas de DUWL albergan representantes del Reino Fungi, incluyendo *Candida albicans*, *Candida guilliermondii* y *Candida glabrata*, así como *Rhodotorula spp.* y *Trichosporon spp.*(21). Protozoarios, como las amebas de vida libre *Acanthamoeba spp.* o *Hartmannella spp.* pueden funcionar como potenciales vectores de otros microorganismos aumentando su supervivencia dentro la biopelícula y el agua de las unidades dentales manteniendo en su interior géneros bacterianos de *Legionella spp.* y *Pseudomonas spp.*,(22) y diversas especies fúngicas de *Candida* en *Hartmannella spp.* (23). Además, se documenta la presencia de virus en el agua de unidades dentales, representando

un riesgo de infección cruzada (24). Estas biopelículas actúan como reservorios de contaminación en los sistemas de agua, generando microambientes propicios para el crecimiento microbiano y formando una matriz extracelular (22). Estas estructuras pueden liberarse y dispersarse a través de los rociadores, pudiendo afectar la salud de pacientes y personal dental (25).

En la actualidad, diversos trabajos evalúan la calidad del agua en unidades dentales, analizando bacterias heterótrofas, coliformes totales y *E. coli*. Esto busca garantizar la conformidad con las normativas vigentes y aplicar protocolos de monitoreo dentales (26). Es esencial considerar posibles fuentes de contaminación, como alcantarillado público y sistemas de plomería. Este estudio, parte de la unidad curricular de Microbiología del Programa de Odontología de la Universidad del Magdalena, se enfocó en analizar la calidad microbiológica del agua en las clínicas odontológicas. Se implementaron medidas correctivas y se desarrolló un protocolo de desinfección para cumplir con las normativas nacionales y garantizar altos estándares de salud oral.

Materiales y métodos

Normativa y Estándares

Se siguieron parámetros internacionales, como la norma 9308-1 del 2016 para detectar y enumerar *E. coli* y bacterias coliformes totales en agua. A nivel nacional, se consideró la resolución 3100 del 2019, y las resoluciones 4445 de 1996 y 2115 del 2007 para servicios odontológicos y agua potable en unidades dentales. Se aplicaron rigurosamente las normas técnicas colombianas, NTC-ISO 5667-14:1999 para asegurar la calidad en el muestreo y el manejo ambiental del agua. NTC 5242:2002 para la detección de coliformes y *Escherichia coli* usando filtración con membrana. GTC 84:2003 para la validación de métodos de análisis microbiológicos.

Zona de Estudio y Muestreo

Se investigaron las clínicas odontológicas de la Universidad del Magdalena, con 36 unidades dentales distribuidas en dos pisos. Se empleó muestreo aleatorio simple y se registraron resultados en tablas de contingencia para detectar coliformes y *E. coli*. Las muestras se recolectaron en envases estériles, bajo medidas de bioseguridad, siguiendo la normativa y procedimientos estándar.

Identificación de Microorganismos:

Se usó el medio de cultivo Chromocult Agar para coliformes (CCA) Merck Millipore, se-

gún el estándar ISO 9308-1 del 2014, para detectar y enumerar *E. coli* y bacterias coliformes totales. La identificación siguió las especificaciones del fabricante.

Gestión de la Calidad

Se implementó un programa HACCP para las líneas de agua de las unidades dentales, instalando 2 sistemas de ósmosis inversa en conformidad con estándares internacionales (27).

Análisis Estadístico

Los resultados se organizaron en tablas de contingencia y se sometieron a prueba de análisis de la varianza, considerando diferencias significativas para $p < 0,05$.

Laboratorios y Espacios de análisis

Las muestras recolectadas en las Clínicas de la Universidad del Magdalena fueron inicialmente procesadas por el laboratorio de microbiología de investigación y docencia. Posteriormente, se remitieron al laboratorio de calidad de agua de la misma universidad, encargado de labores de servicio, tanto públicas como privadas. Los resultados obtenidos guiaron la presentación de una exposición de motivos ante el comité científico y ético. Luego, la Dirección del Programa de Odontología aprobó un programa de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP), el cual fue posteriormente sometido a las

instancias del gobierno universitario para su implementación y desarrollo.

Resultados

Los resultados muestran la cantidad de especies de bacterias coliformes totales y *E.*

coli detectadas en las clínicas de la Universidad del Magdalena en los diversos pisos y espacios muestreados:

Tabla 1. Unidades muestreadas en las clínicas de Universidad del Magdalena, para la presencia o ausencia en UFC / 100 ml de *E. coli* y Coliformes totales

| | Unidad | <i>E. coli</i> (UFC / 100 ml) (p) | Coliformes Totales (UFC / 100 ml) (p) | 0 UFC / 100 ml para <i>E. coli</i> - % (a) | 0 UFC / 100 ml para Coliformes totales - % (a) |
|--------------|--------------|-----------------------------------|---------------------------------------|--|--|
| Primer Piso | 1 | 3 | 1 | | |
| | 2 | 0 | 3 | + a | |
| | 4 | 1 | 2 | | |
| | 5 | 1 | 1 | | |
| | 6 | 0 | 2 | + a | |
| | 7 | 3 | 3 | | |
| | 12 | 0 | 0 | + a | + ab |
| | 13 | 4 | 1 | | |
| | 16 | 0 | 0 | + a | + ab |
| | 17 | 1 | 8 | | |
| | 18 | 2 | 0 | + a | |
| | 19 | 11 | 1 | | |
| | 20 | 1 | 3 | | |
| | 24 | 1 | 3 | | |
| | TOTAL | 28 | 28 | 5/14 - 36% | 2/ 14- 14% |
| Segundo Piso | 1 | 0 | 0 | + a | +ab |
| | 2 | 10 | 1 | | |
| | 3 | 4 | 3 | | |
| | 4 | 8 | 4 | | |
| | 5 | 2 | 0 | + a | |
| | 6 | 4 | 5 | | |
| | 7 | 4 | 0 | + a | |
| | 8 | 10 | 1 | | |
| | 9 | 8 | 1 | | |
| | 10 | 5 | 0 | + a | |
| | 11 | 8 | 2 | | |
| | TOTAL | 63 | 17 | 4/11- 36% | 1/ 11- 9% |

| | Unidad | <i>E. coli</i> (UFC / 100 ml) (p) | Coliformes Totales (UFC / 100 ml) (p) | 0 UFC / 100 ml para <i>E. coli</i> - % (a) | 0 UFC / 100 ml para Coliformes totales - % (a) |
|------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|--|--|
| Zona de Esterilización | Piso 1 Toma 1 (Lado derecho) | 1 | 2 | | |
| | Piso 1 Toma 2 (Lado izquierdo) | 3 | 2 | | |
| | Piso 2 Toma 1 (Agua de pozo) | 0 | 8 | +a | |
| | Piso 2 Toma 2 (Agua de alberca) | 6 | 4 | | |
| | TOTAL | 10 | 16 | 1/4 - 25% | - |

(p) presencia de *E. coli* y coliformes totales (a) ausencia de *E. coli* y Coliformes totales, (a) y (ab) unidades dentales que presentaron 0 UFC / 100 ml.

En el primer piso (Tabla 1), se evaluaron 14 unidades dentales, cada una identificada con un número. El promedio total de UFC / 100 ml para *E. coli* y coliformes totales fue de 2. En 5 unidades (Unidad 2, 6, 12, 16 y 18) se registró una ausencia total de *E. coli*, lo que representa el 36% de las unidades evaluadas. Además, 2 unidades (Unidad 12 y 16) mostraron ausencia total de coliformes totales, equivalente al 14,29% del total. Estas mismas unidades presentaron ausencia total tanto para *E. coli* como coliformes totales, representando el 14,29% del total. El número total de UFC evaluados

fue de 28, con un promedio de 2 UFC / 100 ml. Segundo piso (Tabla 1), el promedio de UFC / 100 ml fue de 5,727 para *E. coli* y 2,182 para coliformes totales. Cuatro unidades (Unidad 1, 5, 7 y 10) presentaron 0 UFC / 100 ml para *E. coli*, representando el 36,36% del total de unidades evaluadas. La Unidad 1 tuvo ausencia total tanto para *E. coli* como coliformes totales, con un 9%. Al analizar las estaciones centrales de esterilización de ambos pisos (Tabla 1), se observó que, el segundo piso, toma 1 (agua de pozo) mostró 0 UFC / 100 ml para *E. coli*, representando el 25%.

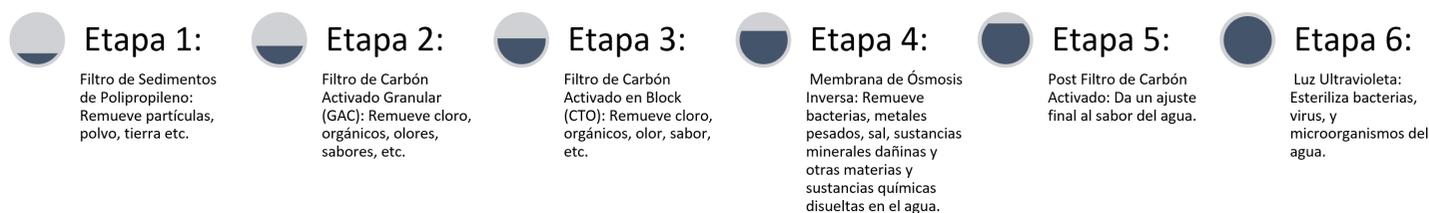


Figura 1, Etapas de los sistemas de Osmosis inversa instalados para el programa de control y gestión del agua de las clínicas odontológicas de la Universidad del Magdalena (**).

** Las diversas etapas se desarrollan con un programa HACCP, que incluye un proceso de formación de personal (A), la identificación de los peligros (B), el establecimiento de puntos críticos de control (PCC) (C), y la creación de procedimientos de control, vigilancia y monitoreo permanente (D).

Discusión

Evaluar la calidad microbiológica del agua que es utilizada en las unidades dentales es de interés para conocer si es apta para el consumo humano, y no presenta un riesgo para la salud, de igual manera esta práctica de control y vigilancia permite tomar correctivos para mejorar dicha calidad, este primer análisis de las clínicas odontológicas de la Universidad del Magdalena, del Programa de Odontología (tabla 1), muestran resultados de la presencia de especies microbianas detectadas con el Chromocult Agar para coliformes, (CCA) Merck Milipore según la norma ISO 9308-1, para *E. coli* y coliformes totales similar a lo propuesto por otros estudios en donde se establece su presencia (26) y prevalencias variables de *E. coli* (4) y coliformes (14). El promedio del estudio para la presencia de *E. coli* y coliforme fue variable entre 2 - 5 UFC / 100 ml desde las clínicas en su primer piso, segundo y las zonas de esterilización. Los resultados obtenidos de la unidades dentales del primer piso muestran valores promedios de UFC / 100 ml relativamente bajos y se encuentran dentro de estándares aceptables establecidos en otros estudios (9). El promedio para el segundo piso fue mas alto para *E. coli* (5727 UFC / 100 ml) en comparación con el primer piso esto sugiere una mayor contaminación de *E. coli* en las unidades dentales del segundo piso por lo que es de interes el monitoreo regular de la calidad del agua(6) en todas

la unidades dentales para garantizar la seguridad de los pacientes (28), Las tomas de las estaciones de esterilización de ambos pisos que presentaron resultados variables y tanto el agua de pozo como de la alberga pueden presentar riezos de contaminación bacteriana en especial a lo que respecta a coliformes totales (14). De igual manera las clínicas muestran niveles inferiores en comparación con otros estudios a nivel mundial que proponen prevalencias entre 77% hasta 96%, en los diferentes estándares (1). A pesar de ello es necesario tomar en cuenta la posible contaminación por manipulación y la proveniente desde la distribución del agua del alcantarillado público, así como también verse comprometida en la contaminación o aumento de la carga microbiana en las tomas y acoples hacia el sistema de mangueras que va hacia las unidades dentales (26), de hecho un estudio sobre el estado del recurso hídrico en el campus de la Universidad del Magdalena mostró que el bloque V, donde se encuentran las clínicas odontológicas tienen suministros de agua subterránea y de una fuente administrada por la empresa prestadora de servicios públicos que no es continua, con una presencia de coliformes totales de > 80 UFC / 100 ml para ese punto específico (29), de igual manera de forma adicional un estudio dentro de la clínica mostró la presencia del grupo de coliforme sobre la superficie de las lámparas y bandejas (30).

A pesar de lo antes expuesto diversas unidades dentales presentaron 0 UFC / 100 ml cumpliendo los estándares y requerimientos normativos, en el piso uno con 14-36%, en el piso 2 un 11% y en las zonas de esterilización hasta un 25%. Estos hallazgos sugieren que algunas unidades dentales pueden tener un mejor control de calidad del agua en comparación otras (2), y esta variabilidad en los resultados puede estar relacionada con el protocolo, mantenimiento y limpieza de las unidades dentales, así como también de la calidad del agua suministrada (1). A fin de cumplir la resolución número 3100 del 2019, en su literal 11.1.2 sobre el estándar de infraestructura en las edificaciones de uso exclusivo en salud y la normatividad vigente, se gestionó la calidad del agua, a través de una decisión ejecutiva de la dirección del Programa con la implementación de un programa HACCP (27) (figura 1) en el que se detectaron los peligros, puntos críticos y se aplicaron correctivos (4) con la implementación de 2 sistemas de osmosis inversa de 6 etapas para prevenir y mantener un control adecuado de la contaminación (2).

Conclusiones

En el estudio sobre la calidad microbiológica del agua en unidades dentales de la Universidad del Magdalena, se aplicaron rigurosos estándares internacionales y nacionales. Los resultados indican que, en general, se logra mantener una buena calidad

microbiológica del agua en las unidades dentales, aunque se observaron variaciones entre los pisos. La implementación de un programa HACCP y la instalación de sistemas de ósmosis inversa han contribuido significativamente a garantizar estándares de alta calidad en salud oral para pacientes, estudiantes y personal asistencial. Sin embargo, se sugiere un monitoreo continuo y medidas correctivas para mantener los niveles de calidad microbiológica dentro de los límites establecidos por la normativa vigente sugiriendo además un estudio del aeroplancton microbiano y superficies.

Agradecimiento

Quisiéramos expresar nuestro más sincero agradecimiento a la Universidad del Magdalena, específicamente al Programa de Odontología y a los laboratorios de Microbiología y Calidad del Agua, por brindarnos la oportunidad de utilizar sus instalaciones y por facilitarnos todo lo necesario durante nuestra investigación. También queremos agradecer a todas las personas que participaron activamente y contribuyeron con su conocimiento tanto en el desarrollo de esta investigación y en la redacción de este artículo. Su colaboración fue invaluable y fundamental para el éxito de nuestro trabajo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Referencias

1. Bayani M, Raisolvaezin K, Almasi-Hashiani A, Mirhoseini SH. Bacterial biofilm prevalence in dental unit waterlines: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*. 18 de marzo de 2023;23(1):158. doi: 10.1186/s12903-023-02885-4
2. O'Donnell MJ, Boyle MA, Russell RJ, Coleman DC. Management of dental unit waterline biofilms in the 21st century. *Future Microbiol*. octubre de 2011;6(10):1209-26. 10.1016/j.jdent.2009.06.001
3. Mills SE. THE DENTAL UNIT WATERLINE CONTROVERSY: DEFUSING THE MYTHS, DEFINING THE SOLUTIONS. *J Am Dent Assoc*. 1 de octubre de 2000;131(10):1427-41. doi: doi: <https://doi.org/10.2217/fmb.11.104>
4. Depaola LG, Mangan D, Mills SE, Costerton W, Barbeau J, Shearer B, et al. A review of the science regarding dental unit waterlines. *J Am Dent Assoc*. 1 de septiembre de 2002;133(9):1199-206. doi: 10.14219/jada.archive.2002.0361
5. Kohn WG, Harte JA, Malvitz DM, Collins AS, Cleveland JL, Eklund KJ. COVER STORY Guidelines for infection control in dental health care settings—2003. *J Am Dent Assoc*. enero de 2004;135(1):33-47. doi: 10.14219/jada.archive.2004.0019
6. Okubo K, Ito T, Okamoto K, Yamamoto I, Mizutani H, Kawata Y, et al. Evaluation of the simulator with automatic irrigation control system designed for countermeasures of internal contamination in dental unit water lines. *Heliyon*. junio de 2020;6(6):e04132. doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e04132
7. Meiller TF, Depaola LG, Kelley JI, Baqui AAMA, Turng BF, Falkler WA. DENTAL UNIT WATERLINES: BIOFILMS, DISINFECTION AND RECURRENCE. *J Am Dent Assoc*. 1 de enero de 1999;130(1):65-72. doi: 10.14219/jada.archive.1999.0030
8. Health C for D and R. Dental Unit Waterlines. FDA [Internet]. 15 de agosto de 2023 [citado 15 de septiembre de 2023]; Disponible en: <https://www.fda.gov/medical-devices/dental-devices/dental-unit-waterlines>
9. Mills SE, Porteous N, Zawada J. DENTAL UNIT WATER QUALITY: ORGANIZATION FOR SAFETY, ASEPSIS AND PREVENTION WHITE PAPER AND RECOMMENDATIONS—2018. 1(1). [Internet]. 15 de agosto de 2023 [citado 15 de septiembre de 2023]; Disponible en: <https://www.osap.org/assets/docs/resources/toolkits-topics/dental-unit-water-quality-organization-for-safety-asepsis-and-prevention-white-paper-and-recommendations-2018.pdf>
10. Siegel SC, Fraunhofer JAV. The effect of handpiece spray patterns on cutting efficiency. *J Am Dent Assoc*. 1 de febrero de 2002;133(2):184-8. doi: 10.14219/jada.archive.2002.0142
11. Barbeau J, Buhler T. Biofilms augment the number of free-living amoebae in dental unit waterlines. *Res Microbiol*. 1 de octubre de 2001;152(8):753-60. doi: 10.1016/s0923-2508(01)01256-6
12. ADA statement on dental unit waterlines. Adopted by the ADA Board of Trustees, December 13, 1995 and the ADA Council on Scientific Affairs, September 28, 1995. *Northwest Dent*. 1996;75(2):25-6. [citado 15 de septiembre de 2023]; Disponible en: <https://www.ada.org/resources/research/science-and-research-institute/oral-health-topics/dental-unit-waterlines>
13. Sands P, Galizzi P, editores. Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption (OJ L 330 05.12.1998 p. 32). En: Documents in European Community Environmental Law [Internet]. 2.a ed. Cambridge University Press; 2006 [citado 25 de septiembre de 2023]. p. 865-78. Disponible en: https://www.cambridge.org/core/product/identifier/CBO9780511610851A069/type/book_part
14. Ávila De Navia SL, Estupiñán Torres SM, Estupiñán Torres DM. Indicadores de calidad bacteriológica del agua en unidades odontológicas. *Rev Fac Med*. 29 de mayo de 2014;62(1):111-7. [citado 15 de septiembre de 2023]; Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v62n1/v62n1a14.pdf>
15. Costa D, Mercier A, Gravouil K, Lesobre J, Delafont V, Bousseau A, et al. Pyrosequencing analysis of bacterial diversity in dental unit waterlines. *Water Res*. septiembre de 2015;81:223-31. doi: 10.1016/j.watres.2015.05.065

16. Zhang Y, Ping Y, Zhou R, Wang J, Zhang G. High throughput sequencing-based analysis of microbial diversity in dental unit waterlines supports the importance of providing safe water for clinical use. *J Infect Public Health*. 1 de mayo de 2018;11(3):357-63. doi: 10.1016/j.jiph.2017.09.017
17. Pankhurst CL, Johnson NW, Woods RG. Microbial contamination of dental unit waterlines: the scientific argument. *Int Dent J*. agosto de 1998;48(4):359-68. doi: 10.1111/j.1875-595x.1998.tb00697.x
18. Arvand M, Hack A. Microbial contamination of dental unit waterlines in dental practices in Hesse, Germany: A cross-sectional study. *Eur J Microbiol Immunol*. marzo de 2013;3(1):49-52. doi: 10.1556/EuJMI.3.2013.1.7
19. Wirthlin MR, Marshall GW, Rowland RW. Formation and decontamination of biofilms in dental unit waterlines. *J Periodontol*. noviembre de 2003;74(11):1595-609. doi: 10.1902/jop.2003.74.11.1595
20. Tuvo B, Totaro M, Cristina ML, Spagnolo AM, Di Cave D, Profeti S, et al. Prevention and Control of Legionella and Pseudomonas spp. Colonization in Dental Units. *Pathogens*. abril de 2020;9(4):305. doi: 10.3390/pathogens9040305
21. Mazari W, Boucherit-Otmani Z, El Haci IA, Ilahi A, Boucherit K. Risk assessment for the spread of Candida sp. in dental chair unit waterlines using molecular techniques. *Int Dent J*. diciembre de 2018;68(6):386-92. doi: 10.1111/idj.12401
22. Spagnolo AM, Sartini M, Cristina ML. Microbial Contamination of Dental Unit Waterlines and Potential Risk of Infection: A Narrative Review. *Pathog Basel Switz*. 13 de agosto de 2020;9(8):651. doi: 10.3390/pathogens9080651
23. Vanessa B, Virginie M, Nathalie Q, Marie-Hélène R, Christine I. Hartmannella vermiformis can promote proliferation of Candida spp. in tap-water. *Water Res*. 1 de noviembre de 2012;46(17):5707-14. doi: 10.1016/j.waters.2012.07.054
24. Artini M, Scoarughi GL, Papa R, Dolci G, De Luca M, Orsini G, et al. Specific Anti Cross-Infection Measures may Help to Prevent Viral Contamination of Dental Unit Waterlines: a Pilot Study. *Infection*. 1 de octubre de 2008;36(5):467-71. doi: 10.1007/s15010-008-7246-5
25. Hoogenkamp MA, Brandt BW, de Soet JJ, Crielaard W. An in-vitro dynamic flow model for translational research into dental unit water system biofilms. *J Microbiol Methods*. abril de 2020;171:105879. doi: 10.1016/j.mimet.2020.105879
26. Campuzano S, Jiménez L, Hernández DM. La formación de biopelículas y la calidad del agua en la consulta odontológica. *Nova*. 10 de septiembre de 2018;16(29):39-49. [citado 15 de septiembre de 2023]; Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v16n29/1794-2470-nova-16-29-00039.pdf>
27. Dyck A, Exner M, Kramer A. Experimental based experiences with the introduction of a water safety plan for a multi-located university clinic and its efficacy according to WHO recommendations. *BMC Public Health*. 13 de marzo de 2007;7(1):34. doi: 10.1186/1471-2458-7-34
28. Garg SK, Mittal S, Kaur P. Dental unit waterline management: historical perspectives and current trends. *J Investig Clin Dent*. noviembre de 2012;3(4):247-52. doi: 10.1111/j.2041-1626.2012.00135.x
29. Aguirre Forero SE, Carrillo Cantillo MM, Romero I, Piraneque Gambasica NV. Estado del recurso hídrico en el campus de la Universidad del Magdalena, Colombia. *Intropica*. 30 de junio de 2022;72-87. [citado 15 de septiembre de 2023]; Disponible en: <https://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/intropica/article/view/4557>
30. Zambrano Gari CC, Luna Fontalvo JA. Diversidad microbiana presente en el ambiente de la clínica odontológica de la universidad del Magdalena. *Intropica St Marta*. 2013;8:61-8. [citado 15 de septiembre de 2023]; Disponible en: <https://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/intropica/article/view/733/678>.

© 2024 – José Amable Araujo Blanco, Rosa Lia Bustillo Verbel, Angela Edih Coral Cordoba, Julio Cesar Mazenet González, Shirley Patricia García Navarro, Isaac Romero Borja, Carlos Samuel España Rangel, Jorge Homero Wilches Visbal.



Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Attribution (CC BY). Se permite el uso, distribución o reproducción en otros foros, siempre que se acredite al autor original y al propietario del copyright y se cite la publicación original en esta revista, de acuerdo con la práctica académica aceptada. No se permite ningún uso, distribución o reproducción que no cumpla con estos términos.