



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOPATOLOGÍA
CÁTEDRA DE MICROBIOLOGÍA

**COMPARACIÓN DE LA EFECTIVIDAD
ANTIMICROBIANA DEL HIPOCLORITO DE SODIO Y
EL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO APLICADOS COMO
AGENTES DESINFECTANTES EN LAS LÍNEAS DE
AGUA DE LAS UNIDADES DENTALES.**

Autores: Arroyo V. José H.

Durán C. Carla C.

Tutor: MSc. Alvarado Carmen

Cotutor: MSc. Varela Yasmin

Mérida – Venezuela, octubre del 2019



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOPATOLOGÍA
CÁTEDRA DE MICROBIOLOGÍA

**COMPARACIÓN DE LA EFECTIVIDAD
ANTIMICROBIANA DEL HIPOCLORITO DE SODIO Y
EL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO APLICADOS COMO
AGENTES DESINFECTANTES EN LAS LÍNEAS DE
AGUA DE LAS UNIDADES DENTALES.**

Trabajo Especial de Grado para optar al título de Odontólogo

Autores: Arroyo V. José H.

Durán C. Carla C.

Tutor: MSc. Alvarado Carmen

Cotutor: MSc. Varela Yasmin

Mérida – Venezuela, octubre del 2019

DEDICATORIA

El presente Trabajo Especial de Grado lo dedicamos principalmente a Dios, por darnos la fuerza y destreza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados, el título como Odontólogo.

A nuestros padres por su amor, trabajo, apoyo y sacrificio en todos estos años de carrera universitaria, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí convertidos en lo que somos.

A nuestros hermanos, primos, tíos y abuelos por estar siempre presentes, acompañándonos y dándonos el apoyo moral a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

A nuestros amigos, que pasaron de ser compañeros de estudio a los hermanos que la universidad nos regaló, gracias por todo su apoyo incondicional durante esta dura pero divertida carrera, sin ustedes no hubiese sido lo mismo.

www.bdigital.ula.ve

AGRADECIMIENTOS

Al culminar exitosamente este TEG, presentamos nuestros más sinceros agradecimientos:

A nuestra tutora la Prof. Carmen Alvarado, por aceptarnos como sus tesistas y habernos brindado todo su tiempo, conocimiento y dedicación.

A nuestra cotutora la Prof. Varela Jazmín, por aceptar ser la cotutora y apoyarnos a seguir adelante.

Al Laboratorio de Microbiología de Alimentos “Dra. Cándida Díaz” (del Departamento de Microbiología de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes) y a la Dra Cándida Díaz por permitirnos el espacio y el instrumental para desarrollar el experimento. Un agradecimiento muy especial para el Sr Carlos Betancourt que con su apoyo en el laboratorio además de sus siempre bienvenidas bromas y palabras de aliento, ayudo a que tantas horas en el laboratorio fueran más tolerables.

A todos los compañeros de estudio y personal universitario que nos apoyó e hicieron que el trabajo se realizara con éxito, en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xii
RESUMEN	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1 El problema	3
1.2 Objetivos de la investigación	6
1.2.1 Objetivo general	6
1.2.2 Objetivos específicos	6
1.3 Hipótesis.....	6
1.4 Justificación.....	7
CAPÍTULO II.....	10
MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 Antecedentes	10
2.1.1 Estudios y análisis microbiológicos del agua proveniente de las líneas de agua de la unidad dental:.....	10
2.1.2 Hipoclorito de sodio usado como agente desinfectante en las líneas de agua de las unidades dentales:.....	14
2.1.3 Peróxido de hidrógeno usado como agente desinfectante en las líneas de agua de las unidades dentales:.....	19
2.2 Bases conceptuales	25
2.2.1 Unidad dental	25

2.2.1.1	Sistema de distribución del agua de la unidad dental	26
2.2.2	Contaminación del agua de las unidades odontológicas.....	27
2.2.2.1	Conceptos básicos de microbiología	29
2.2.2.2	Principales agentes contaminantes	31
2.2.2.3	Indicadores de la contaminación	34
2.2.2.4	Criterios microbiológicos del agua para uso odontológico	35
2.2.2.5	Medios de cultivo bacteriano.	36
2.2.2.6	Método usado para el análisis microbiológico del agua.....	37
2.2.3	Prevención de la contaminación de las unidades dentales.....	40
2.2.3.1	Objetivos del control de las infecciones en odontología	41
2.2.3.2	Mecanismos o dispositivos que pueden implementarse para mejorar la calidad del agua de las unidades.....	41
2.2.3.3	Desinfectantes químicos:	44
2.2.3.4	Implicaciones clínicas de la contaminación en el agua.	52
2.2.3.5	Mantenimiento y monitoreo del agua de la unidad odontológica 54	
CAPÍTULO III.....		56
MARCO METODOLÓGICO		56
3.1	Tipo y diseño de investigación.....	56
3.2	Unidades de estudio y muestra.....	57
3.2.1	Unidades de estudio	57
3.2.2	Muestra	57
3.3	Sistemas de variables	58
3.4	Técnicas para la recolección de datos.....	58
3.5	Materiales, equipos, instrumentos y procedimiento:	59
3.5.1	Materiales, equipos e instrumentos:	59
3.5.2	Procedimiento:.....	60

3.5.2.1	Realización de prueba piloto:.....	60
3.5.2.2	Preparación de medios de cultivo:	61
3.5.2.3	Muestreo:	62
3.5.2.4	Recolección de la muestra pre-desinfección:.....	62
3.5.2.5	Protocolo de desinfección:.....	63
3.5.2.6	Recolección de la muestra post-desinfección inmediata:	65
3.5.2.7	Traslado y procesamiento de la muestras al laboratorio:	65
3.5.2.8	Análisis Microbiológico de las muestras:.....	65
3.5.2.9	Recolección de la muestra de agua post-desinfección mediata a las 48 horas: 68	
3.6	Principios éticos:	68
3.7	Análisis de resultados:	69
CAPÍTULO IV		70
RESULTADOS		70
4.1	Presentación de los resultados.....	70
4.1.1	Efecto del tratamiento desinfectante sobre Bacterias Aerobias Mesófilas: 71	
4.1.2	Efecto del tratamiento desinfectante sobre Mohos:.....	71
4.1.3	Comparación de la contaminación inicial por Bacterias Aerobias Mesófilas con respecto al sitio de toma de la muestra:	72
4.1.4	Comparación de la contaminación inicial por Mohos con respecto al sitio de toma de la muestra:	73
4.1.5	Presencia de Salmonella	74
4.1.6	Pruebas estadísticas	74
4.1.6.1	Prueba de Friedman.....	75
4.1.6.2	Prueba de Kruskal-Wallis	76
CAPÍTULO V.....		78
DISCUSIÓN.....		78

CAPÍTULO VI	82
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
6.1 Conclusiones	82
6.2 Recomendaciones	83
REFERENCIAS.....	85
APÉNDICE 1: Hoja de registro para la recolección de datos.	107
APÉNDICE 2: Fotografías del procedimiento.	109
APÉNDICE 3: Salidas originales de la Prueba de Friedman para Bacterias Aerobias Mesófilas:	112
APÉNDICE 4: Salida original de la Prueba de los rangos con signo Wilcoxon:	114
APÉNDICE 5: Salidas originales de la Prueba de Friedman para Mohos:.....	114
APÉNDICE 6: Salida original de la Prueba de Kruskal-Wallis:.....	116
APÉNDICE 7: Salida original de la Prueba de Mann-Whitney:.....	116

www.bdigital.ula.ve

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Efecto del tratamiento desinfectante sobre las Bacterias Aerobias Mesófilas. **¡Error! Marcador no definido.**

Gráfico 2. Efecto del tratamiento desinfectante sobre Mohos. **¡Error! Marcador no definido.**

Gráfico 3. Comparación de la contaminación inicial por Bacterias Aerobias Mesófilas con respecto al sitio de toma de la muestra **¡Error! Marcador no definido.**

Gráfico 4. Comparación de la contaminación inicial por Mohos con respecto al sitio de toma de la muestra..... 76

www.bdigital.ula.ve

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imágenes de un microscopio electrónico de barrido tomadas de Marais y Brözel ¹⁰⁸	34
Figura 2. Dilución de la muestra para recuento en placa de células viables. Figura tomada de Liébana ¹¹¹	38
Figura 3. Descripción del sembrado en superficie y en profundidad. Tomado del Blog Escritorio Biológico ¹³⁶	39
Figura 4. Aislamiento de bacterias por estría cruzada. Tomado del blog Mundo Rhizobium ¹³⁷	39

www.bdigital.ula.ve

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Géneros bacterianos más frecuentes aislados en las líneas de agua en unidades dentales.	32
Tabla 2. Cronograma de trabajo.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3. Prueba de Friedman para bacterias aerobias mesófilas.	76
Tabla 4. Prueba de Friedman para Mohos.	76
Tabla 5. Prueba de Kruskal-Wallis de bacterias aerobias mesófilas y mohos a las 48 horas de la aplicación del desinfectante.	77
Tabla 6. Prueba Posteriori de Mann-Whitney.	77

www.bdigital.ula.ve



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOPAOLOGÍA
CÁTEDRA DE MICROBIOLOGÍA

**COMPARACIÓN DE LA EFECTIVIDAD ANTIMICROBIANA DEL
HIPOCLORITO DE SODIO Y EL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO
APLICADOS COMO AGENTES DESINFECTANTES EN LAS LÍNEAS DE
AGUA DE LAS UNIDADES DENTALES.**

Trabajo Especial de Grado para optar al título de Odontólogo

Autores: Arroyo V. José H.
Durán C. Carla C.
Tutor: MSc. Alvarado Carmen
Cotutor: MSc. Varela Yasmin
Mérida – Venezuela, 2019

RESUMEN

Dentro de las ciencias de la salud el personal que trabaja en el área odontológica es considerado de alto riesgo para adquirir enfermedades infectocontagiosas, provocadas por microorganismos patógenos. Uno de los medios de transmisión de los de estos es el agua, la cual circula a través de la superficie interna de las líneas de agua de la unidad dental contaminándolas, lo que constituye un riesgo para el personal dental y pacientes. El presente estudio tuvo como propósito evaluar el efecto del hipoclorito de sodio y el peróxido de hidrógeno como desinfectantes, en la disminución de la carga microbiana del agua proveniente de las unidades dentales. Se desarrolló una investigación comparativa experimental, seleccionando 6 unidades dentales y recolectando muestras de agua del reservorio de la unidad dental, la salida de agua de la turbina y de la jeringa triple, tomando la muestra antes del protocolo de desinfección, luego de la desinfección y transcurridas 48 horas. Se consiguió como resultado altos índices de contaminación por bacterias aerobias mesófilas y de mohos. Estadísticamente se aplicó la prueba de Friedman para evaluar el efecto de cada tratamiento por separado, encontrándose valores de p estadísticamente significativos tanto para bacterias aerobias mesófilas como para mohos. También se aplicaron las pruebas de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney obteniendo que ambos tratamientos fueron efectivos los contajes microbianos en las unidades dentales. Se concluye que los dos tratamientos probados fueron eficaces para la disminución de la carga microbiana.

Palabras Clave: líneas de agua de la unidad dental, desinfección del agua, hipoclorito de sodio, peróxido de hidrógeno.

INTRODUCCIÓN

La práctica odontológica diaria tiene como consecuencia la exposición a factores de riesgo ocupacional, siendo considerado el mismo ambiente clínico como un área de alto riesgo a la exposición a microorganismos patógenos. Es por ello que el personal de salud, siendo coherente con la función que tiene de preservarla, es responsable de emplear todas aquellas medidas a su alcance para evitar la transmisión de enfermedades¹.

La contaminación y la posterior infección se puede originar de diferentes fuentes, desde el enfermo que puede ser el paciente o el personal odontológico, superficies e instrumental contaminado, o la contaminación que proviene del suministro externo del agua con la cual es surtida la unidad dental, suministrada por el servicio de agua municipal. Esta puede estar colonizada por microorganismos los cuales al entrar en contacto con la superficie interna de las líneas de agua de la unidad dental se adhieren y comienzan un proceso de formación de biopelícula para la protección de los microorganismos y su posterior proliferación. Esto contamina las tuberías, sobre todo en periodos de reposo o inactivación, como ocurre en fines de semana, durante la noche o periodos vacacionales.

En vista de las grandes fallas que actualmente sufre la potabilización del agua municipal y de su respectiva monitorización, esta no cumple con los estándares actuales para uso odontológico, es por esta razón que además de las respectivas medidas de control de infección, deben aplicarse métodos adicionales para mejorar la calidad del agua con la cual es surtida la unidad dental, tanto para la monitorización de los conteos de microorganismos como para la disminución de los niveles de contaminación.

A pesar de estar reportado ampliamente en la literatura el uso de distintos métodos y agentes desinfectantes para reducir o eliminar la contaminación bacteriana en las líneas de agua de las unidades dentales, el personal de la salud no parece estar consciente de esta forma de contaminación ni de los métodos para tratarla, ya sea por desconocimiento o no darle la importancia debida.

Es así como se surge la necesidad de realizar análisis periódicos de los niveles de contaminación presentes en las líneas de agua de las unidades dentales y en las áreas de contacto del personal y pacientes dentro del consultorio odontológico, con la finalidad de garantizar la calidad de los servicios y reducir el posible riesgo infeccioso². Además, se debe poner en práctica un protocolo de desinfección fácil, económico y eficaz que ayude a cumplir con los estándares microbiológicos de la calidad del agua para uso odontológico.

Es importante entonces, que los operadores, asistentes y demás personal odontológico tengan conocimiento sobre este tipo de contaminación y sus posibles consecuencias.

Este trabajo de investigación se realizó con la finalidad de determinar cuál de dos agentes desinfectantes era más efectivo en cuanto a la disminución de la carga microbiana en las líneas de agua de la unidad dental, siendo estos el hipoclorito de sodio y el peróxido de hidrógeno. Se desarrolló una investigación de tipo comparativa-experimental, en la cual fueron seleccionadas 6 unidades dentales del área clínica de Endodoncia perteneciente a la Clínica Integral del Adulto de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes, por medio de un muestreo no probabilístico y a conveniencia del investigador, recolectándose muestras de agua pre-desinfección, post-desinfección inmediata y a las 48 horas.

Dicho trabajo está estructurado en seis capítulos a seguir: el primer capítulo se trata del planteamiento del problema comprendido por el problema, los objetivos generales y específicos, las hipótesis y la justificación de la investigación; el segundo capítulo se trata del marco teórico comprendido por antecedentes y bases conceptuales, el tercer capítulo se trata del marco metodológico comprendido por tipo y diseño de investigación, unidades de estudio y muestra, sistema de variables, técnica e instrumento de recolección de datos, materiales y procedimiento, principios éticos, plan de análisis de resultados y el cronograma de trabajo; el cuarto capítulo que contiene la presentación de los resultados obtenidos de la investigación; el quinto capítulo que trata sobre la discusión, y finaliza con el sexto capítulo que habla sobre las conclusiones y recomendaciones del estudio.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 El problema

El control de infección es una necesidad en los tratamientos odontológicos³, siendo su objetivo minimizar el riesgo de exposición a potenciales patógenos y crear un ambiente de trabajo seguro para tratar a los pacientes⁴.

El control de infección ha sido uno de los temas más controversiales en la odontología desde hace varios años y, sin duda, los profesionales de la odontología están de acuerdo en que el estudio de las rutas de transmisión de infecciones tiene un papel importante en los métodos preventivos y en el control de las infecciones⁵.

Uno de los medios de transmisión de los microorganismos patógenos es el agua, la cual es empleada a través de la unidad dental, en el desarrollo de la mayoría de las actividades clínicas por parte del odontólogo⁶. Por ejemplo, se utiliza como refrigerante y controlador de temperatura en piezas de mano, jeringas triples, en procedimientos con instrumentos ultrasónicos y para la irrigación directa de la cavidad bucal del paciente^{5,7,8}, asimismo, el agua de la unidad dental puede ser ingerida o el aerosol producido por el instrumental rotatorio inhalado^{9,10}, pudiendo además originar la contaminación de las heridas quirúrgicas^{11,12}, siendo una fuente potencial de infección tanto para el personal odontológico como para los pacientes¹³.

El equipo odontológico está constituido por delgados tubos de plástico llamados líneas de agua⁴. En una unidad dental moderna, esos tubos pueden comprender varios metros con un diámetro interior de unos pocos milímetros en los que ésta puede estancarse cuando el equipo no se está utilizando¹⁴. Si el agua de la unidad dental está contaminada, ésta pasará al área de trabajo creando un riesgo para el personal que labora diariamente en estos servicios, al igual que para los pacientes que acuden a estos

centros de salud¹⁵. De esta manera, se esperaría que el agua empleada en la práctica odontológica no estuviera cargada de microorganismos patógenos y, que por el contrario, fuera potable⁷, aunque generalmente es suministrada del sistema de distribución municipal^{8,16,17}.

El agua suministrada por los dispositivos que forman parte de la unidad dental no es estéril y se ha demostrado que contiene un gran número de bacterias¹⁸, las cuales pueden originarse a partir de la succión de microorganismos de la boca del paciente^{19,20}, derivar de la multiplicación de microorganismos contenidos en el suministro de agua o en las biopelículas presentes en las líneas de agua de la unidad dental²¹⁻²³, las cuales han sido relacionadas con infecciones de tipo nosocomial²⁴, reacciones alérgicas, asma, conjuntivitis y otros problemas respiratorios y del tracto entérico^{16,44}.

La proliferación microbiana dentro de las líneas de agua es inevitable y está asociada principalmente con la formación de biopelícula²², siendo ésta importante porque protege a los microorganismos de los efectos del calor y de los productos químicos, reduciendo así su susceptibilidad a los procesos de desinfección⁹, aumentando su resistencia a los desinfectantes³⁴ y también fomentando su proliferación⁷⁰, representando un riesgo bajo pero actual de infección²², esto se vuelve bastante significativo cuando se tratan pacientes sistémicamente susceptibles e inmunocomprometidos^{11,71-73}.

La presencia de contaminación microbiana en el agua de las unidades dentales fue reportada por primera vez por Blake²⁶ hace más de 50 años siendo confirmado este descubrimiento por otros investigadores²⁷⁻³¹, reconocida actualmente por la comunidad científica³². En los años transcurridos desde ese hallazgo, se han llevado a cabo investigaciones para descubrir potenciales bacterias patógenas en las líneas de agua de las unidades dentales y métodos para controlar dicha contaminación²⁹. Distintos estudios^{2,3,5,33-36} comprueban la contaminación en muestras de agua, encontrando distintas especies de microorganismos como: *Legionella*^{16,34-40}, *Pseudomonas*^{2,35,40-42}, *Salmonella*⁴³, *Mycobacterium*^{27,34,41}, *Moraxella*^{21,27,34}, *Klebsiella*^{12,27}, *Flavobacterium*^{12,34}, *Escherichia*^{35,44}, *Candida*¹⁶, *Staphylococcus*³⁴, entre otros. Un estudio publicado por Chacón y cols⁴⁵ en el año 2008 y realizado en la Clínica Integral

del Adulto de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes, en el cual se tomaron muestras del agua provenientes de las líneas de agua y suministros externos de unidades dentales de dicha clínica, se demostró la presencia de *P. aeruginosa* y *P. fluorescens*, entre otros microorganismos patógenos al ser humano.

La necesidad de aplicar a las líneas que surten las unidades dentales con sistemas de desinfección, a fin de minimizar la contaminación microbiana y la formación de biopelícula, ya ha sido ampliamente discutida a lo largo de los años⁴⁶, además se ha evaluado la eficacia de diferentes tratamientos químicos y protocolos de desinfección, aplicados de forma continua^{13,47-50} o intermitente^{13,49,51-53} para su uso en unidades dentales⁵⁴. Algunos métodos publicados para la reducción y eliminación de la contaminación microbiana en las líneas de agua de las unidades dentales⁵⁵ son: los desinfectantes^{12,13,56}, reservorios independientes^{12,13}, activación del flujo de agua o purga^{9,12,13,44}, válvulas antiretracción^{12,13,57,44}, filtración^{12,13,44,58}, radiación ultravioleta⁵⁹, agua destilada o esterilizada¹³, sistemas autoclavables¹², entre otros.

Distintas investigaciones han sugerido mayormente el uso de desinfectantes para la descontaminación de las líneas de agua de la unidad dental, como lo serían: hipoclorito de sodio^{12,13,44,60}, peróxido de hidrógeno^{11-13,44,61,62}, clorhexidina^{11,13,44,60,63}, povidona yodada^{44,60,63,64}, ácido etilendiaminotetraacético^{60,65}, ácido peracético^{11,13,51,52}, ozono^{12,19,63}, glutaraldehído^{19,66,67}, entre otros desinfectantes e incluso el uso de extractos de plantas como el aloe vera^{68,69}; reportando el logro de agua libre de bacterias por una semana o más cuando las líneas de agua son desinfectadas⁵⁵.

Estudios han comparado la actividad del hipoclorito de sodio y el peróxido de hidrógeno en los cuales se aprecia una controversia en los resultados sobre la eficacia en la reducción de los microorganismos y de la biopelícula, mientras que unos afirman que el peróxido de hidrógeno no elimina completamente las bacterias viables ni la biopelícula en comparación con el hipoclorito de sodio⁶⁰, otros dicen que los productos que contienen hipoclorito de sodio o peróxido de hidrógeno disminuyen la carga microbiana por igual a ≤ 200 UFC/mL⁴⁹ o incluso reducen al 100% la carga microbiana y la cobertura de la biopelícula¹⁸.

Teniendo en cuenta la información descrita anteriormente, surge la siguiente interrogante, ¿Cuál desinfectante entre el hipoclorito de sodio y el peróxido de hidrógeno es más efectivo para la desinfección de las líneas de agua de las unidades dentales?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Comparar la efectividad antimicrobiana del hipoclorito de sodio y el peróxido de hidrógeno aplicados en las líneas de agua de las unidades dentales.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar los contajes de bacterias aerobias mesófilas en el agua antes y después de tratar las líneas de agua de las unidades dentales con los desinfectantes hipoclorito de sodio y peróxido de hidrógeno.
- Determinar los contajes de mohos y levaduras en el agua antes y después de tratar las líneas de agua de las unidades dentales con los desinfectantes hipoclorito de sodio y peróxido de hidrógeno.
- Identificar la presencia de *Salmonella sp.* en el agua antes y después de tratar las líneas de agua de las unidades dentales con los desinfectantes hipoclorito de sodio y peróxido de hidrógeno.
- Precisar la carga microbiana del agua de las unidades dentales 48 horas después de la aplicación de los desinfectantes hipoclorito de sodio y peróxido de hidrógeno en las líneas de agua de la unidad dental.

1.3 Hipótesis

H₁: la implementación del hipoclorito de sodio y de peróxido de hidrógeno como agentes desinfectantes disminuirá la contaminación microbiana presente en las líneas de agua de las unidades dentales.

H₀: la implementación del hipoclorito de sodio y de peróxido de hidrógeno como agentes desinfectantes no disminuirá la contaminación microbiana presente en las líneas de agua de las unidades dentales.

1.4 Justificación

En las salas clínicas de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes se reciben a diario cientos de pacientes a quienes se les practican diversos tratamientos en los cuales es requerida el agua de la unidad dental, entre ellos niños, adultos y personas de la tercera edad, todos ellos con distintas condiciones de salud, como los que tienen su sistema inmunológico comprometido^{35,61}, pacientes pediátricos³, ancianos, diabéticos, fumadores, con alcoholismo, pacientes con trasplante de órganos, transfundidos o pacientes que reciben quimioterapia y radioterapia^{5,11,55,71}. El agua empleada puede estar contaminada, ya que atraviesa un sistema de distribución de tuberías hasta llegar a la unidad dental, y es común que a estas tuberías o a los reservorios no se les dé el debido mantenimiento y desinfección, permitiendo la acumulación de bacterias y la posterior formación de una biopelícula bacteriana, la cual se ve favorecida en periodos de inactividad de la unidad, siendo necesario aplicar medidas para estudiar los posibles microorganismos e introducir soluciones para proteger a los pacientes más susceptibles.

El agua utilizada en tratamientos odontológicos debe contener recuentos de colonias tan bajas como sean posibles⁴³. La Asociación Dental Americana (ADA) en el año 2000, recomienda que el agua utilizada en procedimientos no quirúrgicos no exceda de 200 unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL)^{27,30,35,55,75}, al igual que también se recomienda el uso de suministros de agua estériles para procedimientos quirúrgicos¹².

La desinfección de las líneas de agua representa una contribución a los protocolos de control de infección de cualquier tratamiento, por lo tanto, además de que la desinfección puede ser tomada como una medida de prevención odontológica, la misma tiene un papel importante en la conservación de la salud del paciente; además, esta contaminación crea un riesgo también para el personal odontológico, quienes

estarán en continua exposición al agua y aerosoles generados por el instrumental rotatorio en los diversos procedimientos que se ejecutan en la clínica, sin embargo, estudios realizados previamente^{10,35,76,77}, indican que algunos odontólogos no son conscientes de dicha contaminación o del riesgo que representa para la salud del equipo dental y de los pacientes.

A pesar de que se observa en la literatura publicada que existe la controversia sobre cual desinfectante es más eficaz en cuanto a la reducción de la carga microbiana, algunos indican que el hipoclorito de sodio ha dado buenos resultados, pero se reportan problemas de corrosión de partes de la unidad dental^{17,29,78} e irritación de piel y mucosas^{78,80-82} cuando entran en contacto con éstas, a diferencia del hipoclorito de sodio, el peróxido de hidrógeno reporta en menor proporción el problema de la corrosión de las líneas de agua de la unidad dental⁷⁹ y si está diluido o a bajas concentraciones no produce irritación en las mucosas⁸³, representado un riesgo menor para el equipo dental y pacientes en comparación al hipoclorito de sodio. Es por esta razón que se necesita hacer una evaluación para verificar la efectividad de ambos desinfectantes, y si peróxido de hidrógeno posee buenas propiedades y la capacidad de disminuir la contaminación microbiana de igual forma que lo realiza el hipoclorito de sodio, pudiendo ser un aporte importante para comenzar a usar el peróxido de hidrógeno en lugar del hipoclorito de sodio para la limpieza de las unidades dentales, evitando así la posible irritación de mucosas al contactar con ellas, y de no ser así, el hipoclorito de sodio podría usarse con periodos de tiempo más distanciados y menores concentraciones, pero trae como consecuencia el retorno de la contaminación microbiana.

Por otro lado, aunque se ha reportado en la literatura la utilización de diversos métodos y de diferentes agentes desinfectantes para reducir o eliminar la contaminación bacteriana en las líneas de agua de las unidades dentales, en la Facultad de Odontología no se han implementado normas o protocolos a seguir para el mantenimiento y la desinfección de las líneas de agua de las clínicas, ya sea por desconocimiento o falta de interés, aun sabiendo por un estudio previo² que la contaminación existente es de altos niveles. Por tal motivo, es imperativo que el

personal odontológico esté actualizado en el conocimiento de esta forma de contaminación y de los posibles métodos para disminuirla minimizando el riesgo de contaminación y posterior incremento del número de microorganismos en las líneas de agua de la unidad dental, escogiendo el método o la combinación de métodos más efectiva, que no ocasione daños a las distintas partes de la unidad dental, si llega a estar en contacto con las mucosas del paciente no irritarlas, que sea de fácil aplicación, económico, entre otros requerimientos.

Por estas razones es necesario llevar a cabo un estudio de cuantificación de los microorganismos provenientes de las líneas de agua de las unidades dentales, para posterior a esto probar los desinfectantes, siendo estos hipoclorito de sodio y peróxido de hidrógeno, y analizar los resultados en función de definir cuál desinfectante tiene las mejores características, ya que se ha visto la necesidad de dar un mantenimiento periódico con la finalidad de garantizar una atención odontológica de calidad; pudiendo dar paso, a la posterior realización de monitoreos microbiológicos periódicos de las aguas y un protocolo de prevención y control de infecciones en la Facultad de Odontología en el cual se implemente la aplicación de medidas higiénicas del agua que circula por las líneas de agua de las unidades dentales, disminuyendo de esta manera el riesgo a infecciones y protegiendo la salud de los pacientes, estudiantes y personal que labora en dicha institución.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentan los antecedentes relacionados con el tema de investigación y el marco teórico basado en conceptos e información de interés y pertinencia para la investigación.

2.1 Antecedentes

En este capítulo se incluyen estudios previos que guardan relación con la presente investigación. A continuación se citan algunas investigaciones que se han realizado con la finalidad de estudiar la contaminación microbiana proveniente de las líneas de agua de la unidad dental, así como el proceso de desinfección de las mismas. De esta forma, se procederá a presentar dichos estudios de forma temática en 3 partes, la primera con estudios donde se reportan el análisis microbiológico en el agua proveniente de las líneas de la unidad dental, la segunda donde se reporta el uso de hipoclorito de sodio como agente desinfectante y la tercera donde se reporta el uso de peróxido de hidrógeno también como agente desinfectante.

2.1.1 Estudios y análisis microbiológicos del agua proveniente de las líneas de agua de la unidad dental:

En esta sección se procede a desarrollar los antecedentes relacionados a estudios y análisis microbiológicos de las líneas de agua de la unidad dental, dichos antecedentes se ordenaran de forma cronológica de los más antiguos a los más recientes, a excepción del artículo de Chacón y cols.² el cual se colocará de primero por su relación con el tema, ya que es considerado el predecesor del presente estudio por haber sido

desarrollado en la Facultad de Odontología de La Universidad de Los Andes, comprobando la contaminación microbiana.

Chacón y cols.² en el año 2008, realizaron una investigación que tuvo como propósito la evaluación de la presencia de especies de *Pseudomonas* en las líneas de agua de las unidades dentales. Este estudio fue realizado en la Clínica Integral del Adulto de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes. Luego de la jornada de trabajo se recogieron 25 muestras de agua a partir de las piezas de mano, los contenedores de agua anexos y la fuente de suministro externo de agua, procediendo a recolectar 500 mL en frascos de vidrio estériles con tapa de rosca. Para la determinación de *Pseudomonas* las muestras fueron enviadas al laboratorio para la inoculación de las muestras en Caldo Asparagina, los cultivos con crecimiento bacteriano y fluorescencia positiva, fueron transferidos a agar Cetrimida. Las colonias aisladas fueron sometidas a pruebas de identificación bioquímica, además se determinó la calidad microbiológica a través de las pruebas para determinación de coliformes fecales y de bacterias aerobias mesófilas. En el 100% de las muestras recolectadas resultaron con crecimiento bacteriano positivo en Caldo Asparagina; por su parte, la determinación del crecimiento en agar Cetrimida resultó positiva para el 12% de las muestras estudiadas, siendo identificadas: *P. aeruginosa*, *P. fluorescens*, *Flavobacterium odoratum*, *Moraxella lacunata* y *Burkholderia cepacia*. En cuanto a la calidad microbiológica de las muestras de agua, se determinó ausencia de coliformes en todas las muestras y presencia de altas cargas de microorganismos mesófilos solo en el agua proveniente de jeringa triple, turbina y dispositivos contenedores. Los autores concluyen que especies de *Pseudomonas*, entre otras bacterias gram negativas no fermentadoras, pueden ser aisladas con frecuencia a partir del agua utilizada en los sistemas de irrigación de la unidad dental, debido a que los parámetros de control microbiológico para el agua de consumo humano, proveniente del surtidor municipal, no garantizan la ausencia de este tipo de patógenos oportunistas, que podrían alcanzar niveles de colonización potencialmente riesgosos para el ser humano y generar un elevado riesgo de infecciones cruzadas en el ambiente odontológico.

Whitehouse y cols.⁴⁰ en el año 1991, publican un estudio en el cual investigan la presencia de biopelícula en las líneas de agua y su contribución con la contaminación microbiana de la unidad dental. Para el estudio seleccionaron 11 unidades dentales de una Facultad de Odontología de forma aleatoria. Se realizó una toma de muestra inicial observando la contaminación y procediendo a un lavado continuo de las líneas de agua durante 20 minutos para la reducción de los niveles de contaminación y se apagaron las unidades dentales durante 48 horas para permitir la recontaminación. Lo siguiente fue monitorear la velocidad de la recontaminación mediante la recolección de las muestras de agua para su análisis por distintos intervalos de tiempo, además de la toma de muestras de tuberías de las líneas de agua de cada unidad dental. En los resultados de la recontaminación todas las unidades fueron positivas a las 24 horas, resultado similar se encontró para las muestra de las tuberías que a las 24 horas todas mostraban presencia de contaminación. Los autores indican la similitud de los perfiles microbianos de la unidad dental y las muestras de las tuberías, además indican que una fuente importante de contaminación bacteriana del agua de la unidad dental es la omnipresente biopelícula en las tuberías de la unidad dental.

Restrepo y cols.⁷ en el año 2012, realizaron una investigación para comprobar la presencia de bacterias y hongos aerobios o anaerobios en las líneas de agua de las unidades dentales. Se seleccionó la muestra de 11 de 89 unidades dentales de una clínica odontológica privada en la ciudad de Medellín, Colombia. Se recolectó 500mL de agua por cada unidad para su análisis, el cual consistió en la búsqueda de coliformes totales (bacterias de la familia *Enterobacteriaceae*) y fecales. El recuento de microorganismos mesófilos osciló entre 40 UFC y más de 200 UFC. No se encontraron coliformes totales ni fecales. En 6 líneas de agua se aisló la *Aeromonas salmonicida* que corresponde a un 54.5%. En 3 líneas se encontró *Actinobacillus sp* que corresponde a un 27.3% y en las otras dos líneas se aisló la *Pseudomonas maltophilia* representando un 18.2%. La contaminación microbiana en las líneas de agua de las unidades dentales indica la formación de una biopelícula madura, sin embargo, no hubo aislamiento de

coliformes totales ni fecales demostrando así un adecuado tratamiento de aguas para éstas líneas de agua.

Arvand y Hack³⁶ en el año 2013, publicaron un estudio en el cual evaluaron la calidad microbiana del agua procedente de unidades dentales que fueron analizadas en sus laboratorios entre 2009 y 2011. Además, se evaluó la tasa de éxito de las medidas de descontaminación realizadas en unidades que habían revelado resultados insatisfactorios en el análisis periódico. Un total de 90 muestras fueron recogidas de 56 unidades dentales en 22 prácticas dentales en diferentes distritos de Hesse en Alemania, en conjunto, se analizaron 2 muestras de 34 unidades dentales (de turbina o jeringa triple y del dispensador de llenado de vasos) y sólo una de 22 unidades. Las muestras se recogieron generalmente durante las horas de trabajo de rutina en un día de la semana por un equipo especializado. Se recogieron aproximadamente 250 mL de agua y se sometieron a análisis para *Legionella sp.*, *P. aeruginosa* y el recuento total de colonias aerobias. De las 90 muestras analizadas, 25 (27,8%) estaban contaminadas con *Legionella sp.*, tres muestras (3,5%) estaban contaminadas con *P. aeruginosa*, y 15 (17%) mostraron un aumento en el número total de colonias (> 100 UFC/mL). En conjunto, 32 (35,6%) de las 90 muestras no cumplían con las normas alemanas sobre el agua potable. En resumen, los resultados muestran una alta tasa de contaminación microbiana, especialmente con *Legionella sp.*

Lisboa y cols.³² en el año 2014, realizaron un estudio en el que evaluaron la calidad del agua en unidades dentales del sistema público odontológico de Maceió en Brasil, mediante un análisis cuantitativo de la contaminación por coliformes totales, *Escherichia coli*, bacterias heterotróficas y hongos filamentosos. Se recolectaron muestras de agua de seis clínicas dentales del Departamento de Salud ubicadas en distintas partes de la ciudad. Se recogió agua de los siguientes sitios: jeringa triple, pieza de mano de alta velocidad, tubo de pieza de mano de alta velocidad sin pieza de mano acoplada, reservorio y la fuente de agua que suministra el depósito. La jeringa triple y la pieza de mano de alta velocidad se encendieron y se dejó que el agua

funcionara durante 10 segundos antes de recoger. Se tomó 200 mL de agua de cada sitio en las seis unidades dentales y se le realizó el respectivo análisis microbiológico. *E. coli* no se detectó en ninguna de las muestras de agua analizadas. Sin embargo, nueve de las treinta muestras (30%) mostraron coliformes totales. Todas las unidades dentales tenían al menos tres sitios en los que las bacterias heterotróficas superaban el límite de 500 UFC/mL. Los hongos filamentosos fueron aislados del 70% de las muestras (21/30), los géneros más frecuentes fueron *Acremonium* (46,7%), *Exophiala* (14,7%), *Penicillium* (9,4%) y *Aspergillus* (8,9%), otros géneros tenían frecuencias por debajo del 5%. Todos los géneros aislados incluyen especies potencialmente patógenas. Para mantener la esterilidad de las líneas de agua de la unidad dental es esencial tener una buena fuente de agua y un desinfectante eficaz. En este estudio, el agua entregada a la mayoría de los pacientes era pobre de calidad y se consideró una fuente potencial de infección cruzada.

2.1.2 Hipoclorito de sodio usado como agente desinfectante en las líneas de agua de las unidades dentales:

En esta sección se procede a desarrollar los antecedentes relacionados a estudios que empleen el hipoclorito de sodio como agente desinfectante, dichos antecedentes se ordenaran de forma cronológica de los más antiguos a los más recientes.

Fiehn y Henriksen⁸⁴ en el año 1988, publicaron un estudio en el cual desarrollaron un método de desinfección simple con hipoclorito de sodio para reducir el contenido de bacterias en el sistema de agua de las unidades dentales a un nivel aceptable. El estudio se llevó a cabo en la escuela dental de Copenhagen la cual disponía de 250 unidades dentales seleccionándose 8 unidades. Las muestras de agua fueron tomadas de la refrigeración que suministraban los scalers ultrasónicos y del agua que suministraba al dispensador de llenado de vasos, dejando correr el agua de 15-30 segundos antes de tomar la muestra. La desinfección del sistema de agua se llevó a cabo mediante la adición de hipoclorito de sodio al agua de la tubería cerca de la toma

de agua principal de la institución, a una hora fija (en tres modalidades: la primera de forma intermitente por una semana con una alta concentración de cloro, la segunda de forma continua por 17 días a baja concentración y la tercera de forma intermitente una vez al día por 20 días a una baja concentración). La cantidad de cloro que se añadió al agua fue regulada automáticamente por una bomba que suministraba el cloro al agua del tubo y controlada a través de un clorómetro, que mostraba la concentración de cloro en ppm. Las unidades fueron activadas y puestas en funcionamiento simultáneamente con la activación de la bomba de cloro, dejando pasar el agua clorada por todo el sistema de tuberías de las unidades. Posteriormente, todas las tuberías de agua de los edificios fueron enjuagadas con agua libre de cloro, también regulada automáticamente. En los resultados de la cloración solo una vez por 40 minutos, se puede observar una cantidad considerable de 150 a 1300 UFC/mL antes de la cloración, a los dos días se ve un descenso marcado de las mismas, pero a los 5 días de la cloración las UFC vuelven a los niveles antiguos o más altos; en los resultados correspondientes a la cloración continua por 17 días se observa que las altas dosis iniciales de hipoclorito de sodio eliminaron las bacterias en el agua de la unidad, el número de bacterias en el agua varió durante el período experimental de 17 días; en la desinfección intermitente una vez al día se mantuvieron los valores notablemente bajos. Con este estudio se demuestra que si se desea usar un alto nivel de cloración debe repetirse al menos dos veces por semana, siendo deseable que se realice a diario con un bajo nivel de concentración y que una interrupción de un fin de semana no requiere el alto nivel de cloración.

Karpay y cols.⁷⁵ en el año 1999, publicaron un estudio en el que evaluaron el uso de agua clorada a 3 ppm como fuente de agua en las unidades dentales usándola en combinación con tratamientos semanales de cloro de 5,000 ppm. Fueron seleccionadas 10 unidades dentales conectadas a la red de agua municipal usadas por 25 años aproximadamente. Luego se procedió a recoger 100 mL de muestras de agua y 1cm de tubería para su análisis microbiológico. De dos unidades dentales se tomaron las muestras del primer chorro de agua, en las siguientes 4 unidades se hizo un lavado o

flujo de agua de 2 minutos y en las últimas 4 unidades un lavado de 4 minutos. Seguidamente se instaló un sistema de agua separado en cada unidad y se vaciaron todos los reservorios y líneas de agua purgando con aire, y fue llenado el reservorio con una solución 1:10 de lejía doméstica (una parte de lejía con nueve partes de agua del grifo para lograr una concentración de cloro libre de aproximadamente 5,000 ppm) permitiendo un tiempo de contacto de 10 minutos. Luego el reservorio se retiró, se vació, se enjuagaron las líneas de agua de la unidad dental. Al reservorio se le colocó una gota (aproximadamente 0.05 mL) de lejía doméstica sin diluir usando un gotero de plástico y se llenó con 750 ml de agua del grifo, produciendo aproximadamente 3.0 ppm de cloro libre, estando la unidad lista para su uso. El procedimiento se repitió por cinco días, y luego todos los lunes por la mañana antes de que comenzara la primera cita del día. Al final de cada día de la clínica, las botellas se vaciaron y las líneas se purgaron con aire y se dejaron secar. Cada viernes por la tarde, se recolectaron muestras de agua para determinar la contaminación bacteriana, cada muestra de 100 ml de la jeringa triple de 5 unidades dentales por seis semanas y de las 5 restantes por cinco semanas, para un total de 55 muestras. Como resultado se obtuvo que un recuento promedio de más de 113,000 UFC/mL en las muestras iniciales, y entre las tomadas después del tratamiento periódico con hipoclorito de sodio 1:10 siempre se analizaron a menos de 10 UFC/mL, con 61.8% (34 de 55) de las pruebas que mostraron cero UFC/mL. Los autores concluyen que lograron el objetivo de la ADA de una contaminación del agua de la unidad dental por debajo de 200 CFU/mL, y el logro óptimo de los objetivos de calidad del agua dental puede requerir una combinación de enfoques, incluidos los regímenes combinados de tratamiento químico continuo e intermitente.

Kotaka y cols.²¹ en el año 2012, publicaron un estudio en donde evaluaron la calidad bacteriológica del agua utilizada en unidades dentales a través del recuento total de bacterias heterotróficas para verificar la capacidad de adherencia al poliestireno y la actividad antimicrobiana de diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio y clorhexidina contra las bacterias aisladas. Se recogieron muestras de agua de 25

unidades dentales, siendo 15 de las Universidades Clínicas Dentales (unidades 1 - 15), cuatro del Centro Universitario de Bienestar Comunitario (unidades 16 - 19) y seis de la Asociación Dental (unidades 20-25). Se recogieron aproximadamente 100mL de agua de la jeringa triple y del reservorio de agua de cada unidad dental. Se realizó una activación el flujo de agua o purga de 20 a 30 segundos antes de la recolección de agua de la jeringa triple. Los reservorios se desconectaron de las unidades para la recolección de agua y, para neutralizar el cloro residual de las muestras de agua tratada con cloro para su posterior análisis microbiológico. Se utilizaron soluciones de hipoclorito de sodio de diferentes concentraciones: 0,06%, 0,12%, 0,25% y 0,5%. Se usaron soluciones de clorhexidina en las siguientes concentraciones: 0,03%, 0,06% y 0,12%. El promedio de recuento obtenido en las muestras de agua de los reservorios fue de $4.0 \times 10^4 \pm 1.0 \times 10^5$, en las jeringas triples el promedio fue de $8.4 \times 10^4 \pm 1.1 \times 10^5$. *Methylobacterium spp.* fue el mayor porcentaje del género aislado (19,7%), seguido de *Moraxella spp.* (15,2%) y *Acinetobacter spp.* (13,6%). De las cepas estudiadas, el 85,04% mostró una baja adherencia al poliestireno, sólo 1 mostró adherencia fuerte y 7 mostraron adherencia moderada. El hipoclorito de sodio a una concentración del 0,06% inactivó el 56,1% de las cepas y el 89,4% al 0,12%. Todas las cepas se inactivaron al 0,25%. El 72,7% de las cepas sometidas a ensayo se inactivaron con clorhexidina al 0,03%, 90,9% al 0,06% y 98,5% al 0,12%. De acuerdo con los resultados, este trabajo indica una necesidad de tratamiento del agua utilizada en unidades dentales y de proporcionar información sobre el problema de contaminación de las líneas de agua.

Kathariya y cols.⁸⁵ en el año 2013, realizaron una investigación para estudiar la eficacia de los desinfectantes comúnmente disponibles en la práctica dental, como la clorhexidina al 0,2% y el hipoclorito de sodio al 3%. El estudio se realizó en el departamento de Pediatría y Odontología Preventiva del Rural Dental College en Maharashtra, India. Para el estudio se utilizaron dos unidades dentales de aproximadamente 5 años de edad. Se recogieron muestras aleatorias de agua (20 mL) del reservorio de agua, turbinas y jeringa triple y se sometieron a análisis

microbiológico. Se usó el hipoclorito de sodio al 3% en una unidad dental y la clorhexidina al 0,2% en la otra unidad. Se colocaron los desinfectantes en el reservorio de agua de cada unidad y una vez que el desinfectante circuló por las tuberías de las líneas de agua y salió de los otros extremos, la solución desinfectante se dejó en la unidad durante la noche. Las muestras se recogieron en el día 3, 5, 7, 12, 15 y 17 después del tratamiento con el desinfectante, enviando las muestras para el análisis microbiológico. Los resultados del estudio mostraron que antes de la aplicación del desinfectante, las *Pseudomonas* formaban el grueso de las bacterias con un conteo de más de 10^5 colonias/100 mL de agua, seguidas de bacilos aeróbicos formadores de esporas de 10^3 colonias y muy pocas colonias de *Micrococci*. Después de la aplicación de los desinfectantes, las muestras del día 3, 5, 7 y 12 día mostraron cero crecimiento bacteriano. La muestra del día 15 mostró un cierto crecimiento bacteriano y la muestra del día 17 mostró un crecimiento innumerable de bacterias especialmente especies de *Pseudomonas*. No se demostró crecimiento bacteriano en el presente estudio durante 14 días con el uso de clorhexidina al 0,2% e hipoclorito de sodio al 3%. Sobre la base de los resultados del estudio se puede recomendar el uso de clorhexidina e hipoclorito de sodio para enjuagar las unidades dentales una vez cada 15 días en la práctica dental rutinaria.

Calderin y cols.⁸⁶ en el año 2018, publicaron un estudio en el cual comparan el efecto antimicrobiano del hipoclorito de sodio al 5% con el digluconato de clorhexidina al 2% durante la desinfección de las líneas de agua de las unidades dentales en la Clínica Odontológica Integral de la Universidad Nacional de Chimborazo. Para el estudio se utilizaron las 10 unidades que se encontraban operativas para el momento, recolectando las 10 muestras iniciales antes del proceso de desinfección y trasladando las muestras al laboratorio para su procesamiento microbiológico. Para el proceso de desinfección 5 unidades se trataron con hipoclorito de sodio al 5% y las 5 restantes con digluconato de clorhexidina al 2%, se procedió a remover el reservorio de la unidad y eliminar el agua contenida en las líneas de agua, luego fue lavado y desinfectado los reservorios con los desinfectantes respectivos y fueron colocados en la unidad haciendo

fluir el agua por un minuto para que recorriera todas las tuberías, finalmente se reemplazó el contenido del reservorio por agua estéril dejándola fluir por un minuto y luego tomando la segunda muestra de agua. Como resultado se obtuvo que la prueba antes de la descontaminación superaban los niveles de contaminación recomendables establecidos en 200 UFC/mL, y luego de la desinfección en ambos grupos los niveles bajaron a 0 UFC/mL, excepto en un unidad tratada con digluconato de clorhexidina que tenía presencia de 2 UFC/mL, aunque la prueba estadística ANOVA estableció que no existen diferencias significativas ya que ambos son igualmente efectivos. Los autores concluyen que el uso de hipoclorito de sodio al 5% y de digluconato de clorhexidina al 2% demostró la efectividad de estas sustancias como antimicrobianos en la desinfección de los sistemas de irrigación de las unidades dentales.

2.1.3 Peróxido de hidrógeno usado como agente desinfectante en las líneas de agua de las unidades dentales:

En esta sección se procede a desarrollar los antecedentes relacionados a estudios que empleen el peróxido de hidrógeno como agente desinfectante, dichos antecedentes se ordenaran de forma cronológica de los más antiguos a los más recientes.

Linger y cols.⁸⁷ en el año 2001, realizaron un estudio para investigar el uso de una formulación desinfectante desarrollada recientemente a base de peróxido de hidrógeno y un protocolo para reducir la colonización y el crecimiento de bacterias heterotróficas en las líneas de agua de las unidades dentales sin ser tratadas previamente. Se seleccionaron aleatoriamente 23 unidades dentales, de las cuales 3 de las unidades y el agua del grifo servían como controles. Se tomaron 24 muestras de agua al inicio y una vez a la semana durante cinco semanas. El tratamiento se inició aplicando a las líneas de agua un desinfectante de peróxido de hidrógeno al 0.5% (Sterilex Ultra®, The Sterilex Corp.) durante tres noches consecutivas, luego se implementaron protocolos de tratamiento semanal de rutina. Las líneas de agua se enjuagaron durante 30 segundos, y posteriormente se recogieron muestras de la jeringa triple en tubos de

ensayo estériles, y fuer trasladadas las muestras al laboratorio para su respectivo análisis microbiológico. Los reservorios de agua fueron vaciados y se colocó la solución desinfectante, la cual resultó ser de color rosa siendo más fácil para el operador observarla, siendo accionada la jeringa triple para que fluyera a través de las tuberías. La solución química permaneció en las unidades durante la noche. Antes de la clase al día siguiente, se vaciaron los reservorios de las unidades, se volvió a llenar con agua del grifo y se enjuagó las líneas por 60 segundos. El control del agua del grifo tenía un recuento promedio de 0 UFC/mL, las tres unidades control tenían un recuento mediano de 8.440 UFC/mL y las 20 unidades dentales tratadas tenían un recuento mediano de 9.760 UFC/mL. En la semana 1, 19 de las 20 unidades dentales tratadas tenían un recuento de menos de 200 UFC/mL, y para la semana 4, el recuento mediano para todas las unidades tratadas fue de 0 UFC/mL. La medición en la semana 5 mostró que la reducción a menos de 200 UFC/mL se había mantenido, comparado a las 3 unidades control que mantuvieron el recuento de UFC/mL. Siguiendo los parámetros de este estudio, se encontró que un desinfectante a base de peróxido de hidrógeno alcanzó el objetivo de la ADA de no más de 200 UFC/mL de bacterias heterótrofas y mesófilas de salida no filtrada.

Tuttlebee y cols.⁷³ en el año 2002, publicaron un estudio en el cual el objetivo fue investigar y caracterizar el nivel de contaminación bacteriana en la salida de agua de la unidad dental en el Hospital Dental de Dublín, y de comparar la capacidad de dos desinfectantes a base de peróxido de hidrógeno (Sterilex® Ultra y Sanosil®) en la reducción de las cargas bacterianas a ≤ 200 UFC/mL. Veinte unidades dentales del hospital fueron incluidas en este estudio, usando 10 unidades como control; las muestras fueron tomadas de la jeringa triple y el dispensador de agua, la mañana antes de la desinfección e inmediatamente después de la desinfección. De las 10 unidades dentales restantes, las líneas de agua de seis fueron desinfectadas semanalmente con el desinfectante Sterilex Ultra® (un polvo a base de peróxido de hidrógeno), mientras que las otras cuatro fueron desinfectadas semanalmente con Sanosil® (desinfectante liquido listo para usar que contiene peróxido de hidrógeno al 1% y plata al 0,001%).

La eficacia del desinfectante de peróxido alcalino Sterilex Ultra® se evaluó durante un período de 20 semanas, mientras que la eficacia del Sanosil® se evaluó por 8 semanas. Inicialmente el agua de salida de las líneas de agua de la jeringa triple y dispensador de agua de las 10 unidades de control produjo una alta densidad de células bacterianas con un promedio de conteos bacterianos de 57000 UFC/mL y 7100 UFC/mL, respectivamente. Las densidades medias de agua de salida de las líneas de agua de la jeringa de triple y los dispensadores de agua de las unidades dentales desinfectadas con Sterilex Ultra® fueron 35 UFC/mL y 29 UFC/mL, respectivamente; de las unidades dentales desinfectadas con Sanosil® fueron 59 UFC/mL para jeringa triple y 49 UFC/mL para el dispensador de agua. En el caso de dos de las seis unidades de ensayo desinfectadas con Sterilex Ultra® y dos de las cuatro unidades de ensayo desinfectadas con Sanosil®, se discontinuó la desinfección semanal después de siete semanas y cinco semanas, respectivamente, para determinar cuándo volvió la densidad bacteriana a los niveles pre-desinfección. Dentro de las tres semanas siguientes a la interrupción de la desinfección semanal, la densidad bacteriana media en agua de las líneas de agua de las unidades dentales desinfectadas con Sterilex Ultra® aumentó a una densidad media promedio de 1100 UFC/mL a 6500 UFC/mL. Mientras que de las unidades dentales desinfectadas con Sanosil® aumentaron a una densidad media promedio de 12 800 UFC/mL a 6100 UFC/mL. Estos resultados indicaron que una desinfección una vez a la semana de las unidades dentales con Sterilex Ultra® o Sanosil® es suficiente para mantener una buena calidad del agua de salida de la unidad dental, pero que esta calidad sólo puede mantenerse mediante una desinfección constante una vez por semana.

Zanetti y cols.⁶¹ en el año 2003, evaluaron la eficiencia descontaminante del peróxido de hidrógeno, ya que se puede adquirir fácilmente y produce residuos inocuos. Los ensayos se llevaron a cabo en una unidad piloto, tomando las muestras directamente de la turbina. Primero las línea de agua de la unidad dental se llenaron completamente con 10 mL de solución fisiológica contaminada con un cultivo de caldo de microorganismos de ensayo (*Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus*). Después de 15 horas se recogió 2mL de la muestra de la solución contaminada de la

unidad. Inmediatamente después, el circuito se vació completamente y se volvió a llenar con una solución de peróxido de hidrógeno al 3% diluido 1:4 con agua destilada estéril, dejando actuar durante 15 minutos. La solución se eliminó completamente y el circuito se llenó con agua del suministro municipal, y se tomó otra muestra. Se dejó que el agua funcionara durante 12 horas. El circuito se vació y se llenó de nuevo con el desinfectante, que se retiró después de 15 minutos de contacto, de modo que el circuito pudiera permanecer vacío durante toda la noche (aproximadamente 12 horas). A la mañana siguiente, el circuito se llenó de agua y se recogió otra muestra. Se repitió el procedimiento durante dos días más, y el circuito quedó vacío durante el fin de semana. El lunes siguiente, se llenó el circuito y se tomó una muestra, repitiendo los procedimientos anteriores durante 7 días más. El número de *Staphylococcus aureus*, sin desinfección, se redujo en la primera semana y se mantuvo bastante bajo durante todo el período siguiente, aunque se registraron ligeros aumentos después del fin de semana. Por otro lado, *Pseudomonas aeruginosa* disminuyó gradualmente durante la primera semana, pero volvió a subir durante el fin de semana. En conclusión, bajo las condiciones experimentales actuales, la prueba de bacterias tratadas con peróxido de hidrógeno cayó de 6 a 4 log. Estos resultados parecen indicar que el desinfectante es capaz de mantener bajo control la contaminación, ya que el tratamiento se repite diariamente, antes de comenzar el trabajo, y especialmente después de largas interrupciones.

Szymańska⁸⁸ en el año 2006, evaluó la contaminación micológica de las líneas de agua de la unidad dental y la evaluación de la influencia de un producto desinfectante, agente que contiene peróxido de hidrógeno, sobre la calidad micológica de las líneas de agua. El estudio incluyó 25 unidades dentales ubicadas en clínicas dentales públicas. Se recogieron muestras de agua de los reservorios de la unidad, de piezas de mano de alta velocidad y muestras de la biopelícula formada en las paredes interiores de las líneas de agua de cada unidad, para su posterior análisis microbiológico. Las muestras análogas de las líneas de agua se tomaron dos veces antes de la desinfección, y 15 días después del procedimiento de desinfección. Para la descontaminación el desinfectante

utilizado era un agente que contenía peróxido de hidrógeno al 6%, cuya acción se ve potenciada por iones de plata, se aplicó siguiendo las instrucciones del fabricante. El procedimiento de desinfección comprendía 2 etapas. En primer lugar, las líneas de agua de la unidad dental se sometió a una desinfección intensiva con peróxido de hidrógeno al 0,25%, que se mantuvo presente en todos los elementos de las líneas de agua durante 30 minutos debido a un flujo continuo de agua desde el depósito hasta las piezas de mano. La segunda etapa consistió en la presencia constante de 0,02% de peróxido de hidrógeno en las líneas de agua de la unidad dental. Antes de la desinfección los hongos se encontraron en 12 muestras de agua de los reservorios (48%), en 16 muestras de agua de las piezas de mano (64%) y en 11 muestras de biopelícula (44%), estando entre ellos especies de *Candida* y otros hongos. Luego de la desinfección se encontraron hongos en 6 muestras de agua de los reservorios (24%), en 7 muestras de agua de piezas de mano (28%) y en 6 muestras de biopelícula (24%), prevaleciendo entre los hongos hallados *Candida albicans*. Se demostró que el método de desinfección utilizado causó una disminución significativa en la concentración del hongo total en el agua del reservorio, en el agua que fluye de una pieza de mano de alta velocidad y en la biopelícula, confirmando la eficacia antimicótica de un procedimiento de desinfección con el uso de peróxido de hidrógeno.

O'Donnell y cols.¹⁴ en el año 2006, evaluaron la efectividad de un sistema avanzado de limpieza del agua de la unidad dental para controlar la biopelícula en un período de 12 meses, empleando un régimen de desinfección una vez por semana con dos formulaciones de un desinfectante que contiene peróxido de hidrógeno e iones de plata (Planosil® y Planosil Forte®). En el estudio se utilizaron unidades marca Planmeca equipadas con el nuevo Sistema Integrado de Gestión del Agua Planmeca, instaladas en la Clínica de Cirugía Oral en el Hospital Dental de Dublín desde diciembre de 2003. La unidad dental se desinfectó una vez por semana, el mismo día de cada semana, después de la sesión clínica de la tarde. Antes de la desinfección las líneas de agua de la unidad no fueron desinfectadas durante un período de 4 semanas para permitir que la biopelícula se formara naturalmente, luego fueron inicialmente

desinfectadas con Planosil® durante un período de 10 semanas y luego con Planosil Forte® durante un período adicional de 40 semanas. Las muestras de agua (aproximadamente 50 mL) fueron tomadas de la línea de agua de la jeringa triple antes de la desinfección e inmediatamente después de cada desinfección con ambos desinfectantes, para su posterior análisis microbiológico. También se tomaron de dos a tres muestras de agua adicionales en días separados cada semana entre los ciclos de desinfección. La calidad microbiana del agua de la red se probó el día en que la unidad dental se conectó inicialmente a la red eléctrica y en cinco ocasiones a lo largo del período del estudio de 55 semanas y se encontró que contenía niveles bajos de bacterias con una media promedio de 77 UFC/mL. Durante el período de 4 semanas después de la conexión al suministro de agua de la red, la densidad bacteriana en el agua de salida aumentó constantemente y alcanzó 15.400 UFC/mL para el día 28. Luego, cada una de las 10 semanas que fue desinfectada con Planosil® tuvo una densidad bacteriana notablemente reducida de 26 UFC/mL, entre las desinfecciones el promedio fue de 384 UFC/mL. Catorce días después de la desinfección final con Planosil® la densidad bacteriana aumentó a 8600 UFC/mL. Luego de iniciada la desinfección semanal con Planosil Forte® la densidad bacteriana fue de 18 UFC/mL, aumentando durante cada desinfección semanal y 7 días después de la desinfección fue 112 UFC/mL. En conclusión, los resultados de este estudio demuestran que la unidad dental Planmeca® equipado con el nuevo Sistema Integrado de Gestión del Agua Planmeca automatizado mantiene de manera eficaz y consistente la calidad del agua de salida por debajo del estándar recomendado de ADA hasta 7 días con desinfección una vez por semana con Planosil Forte®.

Alwarid y cols.⁸⁹ en el año 2018 publicaron un artículo que tenía como objetivo principal el estudiar los efectos del alcohol y el peróxido de hidrógeno en la determinación del alcance de la contaminación microbiana en las líneas de agua de la unidad dental. El estudio incluyó ciento veinte muestras de agua que se tomaron de las líneas de agua de las unidades dentales en las Clínicas del Colegio de Odontología de la Universidad de Babilonia. Las muestras de agua se sometieron a diferentes métodos

para identificar bacterias mediante el método bacteriológico tradicional. Después de obtener muestras de agua de referencia, las unidades de agua de la unidad dental se trataron con alcohol al 96% y peróxido de hidrógeno al 1% donde se usaron los dos desinfectantes en el tratamiento y se comparó su efecto inhibidor. La tasa más alta de contaminación de todas las muestras de agua se encontró en el reservorio, teniendo una diferencia significativa cuando se trató con desinfectantes, encontrándose que el peróxido de hidrógeno era el más efectivo para reducir la contaminación microbiana. Concluyendo que la mejora de la calidad del agua de las líneas de agua de la unidad dental es de considerable importancia.

2.2 Bases conceptuales

2.2.1 Unidad dental

En odontología, la unidad dental es el elemento más importante del equipo necesario para la práctica de la odontología y está clasificada como un dispositivo médico según la Directiva de dispositivos médicos de la Unión Europea⁹⁰. Su función original era simplemente para proporcionar apoyo a los pacientes, mientras que permite un fácil acceso a la cavidad oral por los clínicos realizando procedimientos dentales. A lo largo de las décadas, las unidades dentales han evolucionado considerablemente, combinando todos los elementos esenciales de funcionamiento en un único y compacto montaje. Las unidades dentales modernas consisten en una variedad de sistemas de equipos complejos e integrados que proporcionan los servicios (por ejemplo, suministro de aire, agua y energía eléctrica) e instrumentos necesarios para una amplia gama de procedimientos dentales^{46,74,91}.

El equipo dental se encuentra constituido por la base, el sillón anatómico y la unidad dental propiamente dicha⁹²:

- ✓ **Base:** se encuentra en el suelo, en esta se encuentran las instalaciones eléctricas, las tuberías de agua potable y agua residual⁹².

- ✓ **Sillón anatómico:** es donde se recuesta el paciente para su atención y realización del tratamiento dental, está constituido por el cabezal, respaldo, asiento, apoyabrazos y apoyapiés. El sillón se encuentra tapizado con un material de fácil limpieza y sin costuras para evitar la acumulación de suciedad⁹².
- ✓ **Unidad dental:** en esta se encuentra igualmente una serie de mangueras las cuales contienen las instalaciones eléctricas, de agua y de aire requeridas para el correcto funcionamiento del instrumental rotatorio o piezas de mano (turbina, micromotor y turbina quirúrgica)^{93,94}, la jeringa triple^{92,95}, escupidera y dispensador de agua para el llenado de vasos, eyector de saliva, unidad o bandeja porta instrumentos⁹⁶, lámpara de iluminación^{95,96}, reservorio o recipientes de agua independientes⁹⁷, además de instrumental anexo como lámpara para fotocurado, pulpómetro, cámara intraoral⁹² y raspadores o scaler ultrasónicos que emplea igualmente el agua para su activación y refrigeramiento⁹⁸.

2.2.1.1 Sistema de distribución del agua de la unidad dental

El agua en la unidad dental se utiliza principalmente para refrigerar una serie de instrumentos asociados a la misma unidad dental y también para irrigar las superficies de los dientes durante los procedimientos dentales⁹⁹, ya que si la operación genera mucho calor puede ser perjudicial para los dientes. Esta agua también es utilizada para el enjuague bucal de los pacientes¹⁰⁰ y para lavar la escupidera de la unidad dental después del enjuague^{46,74}.

El agua llega a la consulta de odontología a partir del abastecimiento municipal o de pozos¹⁰¹, entrando en la unidad dental por medio de una red de delgados tubos de plásticos de calibres estrechos e interconectados llamados líneas de agua de la unidad dental^{31,46,74,102,103}, en la cual el agua puede circular en un sistema abierto, donde su fuente es un suministro de agua municipal, o en un sistema cerrado, donde el agua se toma de un contenedor perteneciente a la unidad⁴, para irrigar y permitir el

funcionamiento de las piezas de mano, el scaler ultrasónico, la jeringa triple y la escupidera².

El equipo se encuentra acoplado mediante un sistema de tuberías, las mismas pueden ser de plástico u otro material sintético, cuyo diámetro oscila de 1/8 a 1/16 pulgadas, alimentadas de un reservorio de agua o conectadas a la red de suministro de agua potable⁸⁶, compuesto por aproximadamente 6 metros de tubería flexible de poliuretano¹⁰⁴. En una unidad dental moderna, la red de líneas de agua puede comprender varios metros de tuberías de plástico con un diámetro interior de unos pocos milímetros en los que el agua puede estancarse cuando el equipo no se está utilizando¹⁴.

Las pautas de la *British Dental Association* (BDA por sus siglas en inglés) alientan a los odontólogos a la activación del flujo de agua de todas las líneas de agua por la mañana y entre cada paciente durante 20-30 segundos, que pueden consumir hasta 300 mL por día. Sin embargo, el agua estará estancada durante la mayor parte del día, durante la noche (16 horas aproximadamente) y los fines de semana (64 horas)¹⁰⁴, esto se puede reducir sustancialmente quitando las piezas de mano y dejar correr agua por los conductos durante varios minutos¹⁰⁵, también es recomendado vaciar el recipiente que contiene agua, esperar a que solo salga aire de las mangueras y dejar toda la noche las líneas secas (sin agua ni humedad)⁷⁹.

2.2.2 Contaminación del agua de las unidades odontológicas

En los centros de atención en salud, es indispensable contar con un suministro continuo de gran cantidad de agua segura¹⁰⁶. La calidad del agua de la unidad dental es de considerable importancia para los pacientes y proveedores de servicios de salud dental debido a que están expuestos al agua y a los aerosoles generados por los equipos de la unidad dental durante la práctica rutinaria³².

Numerosos estudios resaltan la importancia de la calidad del agua de las líneas de agua para proteger al personal de odontología y a los pacientes, especialmente aquellos inmunocomprometidos^{71,105} (por ejemplo, personas mayores, fumadores, pacientes con

VIH o cáncer, personas con diabetes, alcoholismo, entre otros)^{86,102}, ya que la dosis infecciosa necesaria para establecer la infección en este tipo de pacientes es generalmente menor que para niños y adultos sanos. Por lo tanto, cualquier solución a este problema debe ser satisfactoria para todos los pacientes, independientemente de su estado de salud¹⁷.

La contaminación microbiana de las líneas de agua de la unidad dental fue reportada por primera vez por Blake en 1963^{71,99,102,107}, desde entonces se sabe que el agua que se suministra desde las unidades dentales a las piezas de mano y las salidas de la jeringa triple está altamente contaminada con microorganismos¹⁰⁸. Muchas de estas especies de microorganismos potencialmente patógenas y no patógenas han sido bien documentadas⁵², y aunque las bacterias son los agentes más estudiados en el agua de las unidades odontológicas, se han reportado otros agentes infecciosos como priones, virus, hongos y protozoos¹⁰⁰.

La contaminación microbiana en las líneas de agua puede suceder de muchas maneras: (1) La falla de las válvulas anti-retracción en las piezas de mano de alta velocidad o las jeringas triple podrían provocar un reflujo de fluidos de la cavidad oral a las líneas de agua; (2) El diámetro reducido de las líneas de agua causaría una baja velocidad del agua además del poco flujo utilizado para procedimientos odontológicos, lo que favorece la deposición de microorganismos en la superficie luminal de las líneas de agua; (3) El estancamiento del agua en las líneas de agua fomenta la formación y el crecimiento de la biopelícula cuando no se utiliza la unidad dental; (4) Calentar el agua de salida de la unidad dental puede agravar selectivamente el crecimiento de especies bacterianas particulares; (5) La calidad del agua de la fuente, que generalmente es agua municipal, también puede causar la contaminación microbiana. Los patógenos oportunistas pueden crear biopelículas en la pared interna de las tuberías y luego ingresar a la cavidad bucal directamente a través de piezas de mano de alta velocidad o jeringas triple. Esto puede aumentar el riesgo de infección cruzada entre los pacientes y el personal de atención de la salud dental, por lo que la calidad del agua de las líneas de agua de la unidad dental debe monitorearse de cerca^{15,99,102}.

Adicionalmente, las partes mojadas o húmedas de los dispositivos médicos favorecen el establecimiento y el crecimiento de las biopelículas microbianas²². Muchos de estos microorganismos provienen del agua o de la biopelícula que se forma en la superficie de las piezas de mano por su constante exposición a la humedad⁴³, proporcionando un ambiente propicio para el crecimiento y la proliferación de biopelículas⁹¹.

2.2.2.1 Conceptos básicos de microbiología

Para estudiar la relación que existe entre calidad de agua y salud humana, es necesario introducir el concepto de *microbiología*, que es una rama de la biología que estudia seres vivos de tamaño microscópico que existen como células aisladas o asociadas¹⁰⁹. Incluye el estudio de las bacterias (bacteriología), los virus (virología), levaduras y hongos (micología), los protozoarios (protozoología), de algunas algas y otras formas de vida^{110,111}. En general, los microorganismos a diferencia de los macroorganismos, son capaces de llevar a cabo procesos de crecimiento, generación de energía y reproducción, independientemente de otras células sean del mismo tipo o diferentes¹⁰⁹.

Los siguientes conceptos relacionados con los microorganismos son de interés para la presente investigación:

- **Bacterias:** las bacterias son células procariotas conocidas por no poseer un verdadero núcleo ya que su ácido desoxirribonucleico no está separado del citoplasma por una cubierta nuclear. Todas las bacterias son unicelulares, aunque en algunos casos pueden formar agregados y parecer multicelulares. La mayoría de las bacterias patógenas y las contaminantes como las coliformes totales y fecales, están comprendidas entre las bacterias aerobias (necesitan obligatoriamente el oxígeno y no pueden crecer en su ausencia) mesófilas (20 a 40°C)¹¹¹, utilizadas como indicador de contaminación en general.

- **Coliformes:** son un grupo de microorganismos que comprenden varios géneros de la familia Enterobacteriaceae. Este grupo de microorganismos se encuentra ampliamente difundido en la naturaleza, agua y suelo, además, son habitantes normales del tracto intestinal del hombre y animales de sangre caliente. El grupo de bacterias coliformes totales comprende todos los bacilos Gram negativos aerobios o anaerobios facultativos, oxidasa negativa, no esporulados, que fermentan la lactosa con producción de gas y ácido en un lapso máximo de 48 horas a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Este grupo está conformado por muchos géneros entre los que se encuentran: *Enterobacter*, *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Serratia* y *Salmonella*^{105,113,114}.
- *Salmonella*: este es un grupo extremadamente grande de bacilos gramnegativos que se pueden distinguir de la flora normal de intestino por medio de criterios bioquímicos y antigénicos. El reservorio primario para *Salmonella* es el tubo intestinal de muchos animales, como las aves y animales de granja. Los humanos se infectan a través de la ingestión de alimentos o agua contaminada con heces de animales con *Salmonella*. La gastroenteritis es el tipo más común de infección causadas por *Salmonella*. Igualmente, se puede originar fiebre tifoidea originada por *S. typhi* (inflamación del intestino delgado e inflamación de los ganglios linfáticos regionales) y septicemia por *Salmonella*, generalmente causada por *S. choleraesuis*¹¹⁰. La mayor parte de las bacterias entéricas al cultivarse forman colonias lisas, circulares, convexas, con bordes bien diferenciados¹¹².
- **Hongos:** los hongos son células eucariotas con un verdadero núcleo separado del citoplasma celular por una membrana bien definida¹¹⁰, crecen como una masa de filamentos ramificado y entrelazado, conocido como hifas. La mayor parte de los hongos son aerobios obligados o facultativos. Clásicamente se utiliza agar de Sabouraud para el aislamiento y

crecimiento de los hongos, este contiene glucosa y peptona modificada, y no apoya fácilmente el crecimiento de las bacterias¹¹².

- **Levaduras:** son los hongos microscópicos formados por una célula única¹¹⁰, por lo general de forma esférica o elipsoide cuyo diámetro varía de 3 a 15 micras. La mayoría de las levaduras se reproducen por gemación¹¹², formando proyecciones en la madre que, cuando maduran, se separan para formar células hijas¹¹⁰. Algunas especies producen yemas que típicamente no se desprenden y se alargan, produciendo cadenas de células alargadas llamadas pseudohifas. Las colonias de levaduras comúnmente son blandas, opacas, de 1 a 3mm de longitud y de color cremoso¹¹².
- **Mohos:** son los hongos multicelulares y son considerablemente más complejos que las levaduras. El moho crece en forma característica como ramificaciones en forma de cabellos¹¹⁰, llamadas colonias filamentosas multicelulares¹¹², y la mayor parte de ellos genera esporas sexuales y asexuales¹¹⁰. Estas colonias consisten en túbulos cilíndricos ramificados denominados hifas, cuyo diámetro varía de 2 a 10 micras. La masa de hifas enmarañadas que se acumula durante el crecimiento activo es un micelio¹¹².

2.2.2.2 Principales agentes contaminantes

Las unidades dentales son un reservorio para patógenos potenciales de origen humano o ambiental, y se cree que los instrumentos dentales son responsables de la transmisión de microorganismos por contacto directo o por esparcimiento a través de aerosoles creados por el instrumental rotatorio¹⁰³. Se han aislado e identificado varios microorganismos en las líneas de agua de las unidades dentales, la mayoría de estos son bacterias heterótrofas mesófilas típicas¹¹⁵.

Dentro de los microorganismos aislados se han encontrado diversos géneros bacterianos, los más comunes se presentan a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1. Géneros bacterianos más frecuentes aislados en las líneas de agua en unidades dentales.

Género bacteriano	Género bacteriano
<i>Legionella</i> ^{34-39,99,107,115-118}	<i>Streptococcus</i> ^{99,118-120}
<i>Leptospira</i> ¹¹⁶	<i>Pseudomonas</i> ^{99,116-119,121}
<i>Mycobacterium</i> ^{99,116,117}	<i>Escherichia</i> ^{35,44,116,121}
<i>Staphylococcus</i> ^{34,99,116,118,119}	<i>Bacillus</i> ^{116,119,122}
<i>Sphingomonas</i> ^{116,122}	<i>Geobacter</i> ¹¹⁶
<i>Moraxella</i> ^{116,122}	<i>Flavobacterium</i> ^{12,34,116}
<i>Enterobacter</i> ¹²¹	<i>Klebsiella</i> ^{12,27,115,121}
<i>Salmonella</i> ⁴³	<i>Achromobacter</i> ⁴²

Fuente: Autoría propia.

Otros microorganismos frecuentemente encontrados en el agua de las unidades dentales son: especies de amebas como *Acanthamoeba*¹²³, *Naegleria*, *Hartmanella*, *Vahlkampfia* y *Vanella*⁵², especies de protozoos de alta resistencia como *Cryptosporidium*⁵⁵. Además de especies de hongos como *Candida*^{16,117,124}, *Exophiala*¹¹⁵, *Cryptococcus*, *Cladosporium*¹⁶, *Penicillium*, *Acremonium*, *Paecilomyces* y *Aspergillus*^{16,125}.

Aunque, estos no son solo microorganismos del suministro principal de agua, sino también aquellos que son succionados de la boca del paciente^{20,48,71,19}, que ocurre cuando se genera una presión negativa al detener el equipo^{71,103} permitiendo el ingreso de la saliva, sangre o detritos al interior de la manguera y luego serán expelidos otra vez cuando se encienda el rotor generando la contaminación cruzada⁹³. Representando además un reservorio de microorganismos potencialmente patógenos para los humanos¹⁰², y pudiendo causar enfermedades con diferentes niveles de gravedad, desde una gastroenteritis simple hasta cuadros graves de diarrea, disentería, hepatitis o fiebre tifoidea¹⁰⁵.

Los microorganismos están presentes en las líneas de agua de la unidad dental distribuidos en dos tipos de comunidades diferentes. Una comunidad bacteriana existe

en la propia agua y se conoce con el nombre de microorganismos del plancton (de flotación libre), la otra comunidad existe en una forma sésil, unida a las paredes interiores de los conductos de agua, y se denomina biopelícula¹⁰¹.

Las biopelículas consisten en células bacterianas inmovilizadas en una matriz de polímero orgánico que a menudo es altamente resistente a la eliminación, protegiendo a las bacterias de ser arrastradas por el flujo de agua y de los tratamientos antimicrobianos²³. Estructuralmente tienen poros que permiten el paso de nutrientes a los microorganismos en dicha colonia, con lo cual se facilita la producción de polisacáridos que protegen a las células de cualquier agresión. Los microorganismos localizados en la parte más externa de la película, así como fragmentos de ésta, pueden ser arrastrados por el flujo de agua, contaminando los sistemas de irrigación en las unidades dentales¹⁰⁰.

Las líneas de agua de las unidades dentales proporcionan un ambiente adecuado para la multiplicación microbiana y la formación de una biopelícula que puede estar compuesta principalmente de bacterias, además de hongos, protozoos y amibas^{10,16,17,57,85}, formando biopelículas tenaces en las paredes del tubo en la unidad¹²⁶.

En la figura 1 tomada de la publicación de Marais y Brözel¹⁰⁸, se aprecia una vista en un microscopio electrónico de barrido, en la cual se observa la aparición de una biopelícula bien desarrollada en la superficie interna del tubo en una unidad dental.

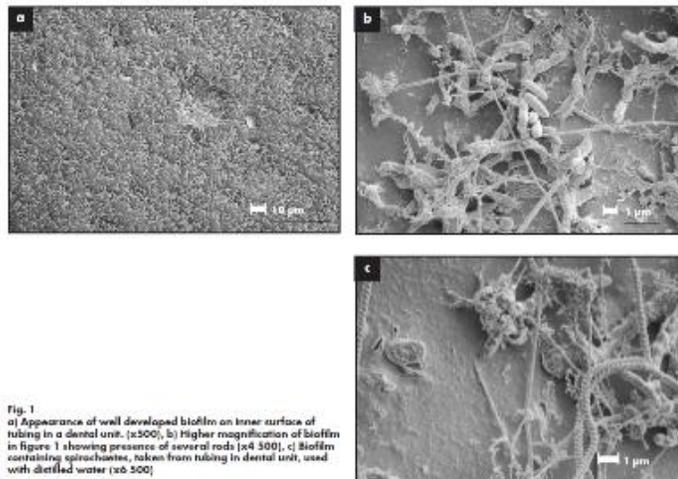


Figura 1. Imágenes de un microscopio electrónico de barrido tomadas de Marais y Brözel¹⁰⁸. En la imagen A se observa la aparición de una biopelícula bien desarrollada y en la imagen B y C se observa la misma biopelícula con mayor aumento, conteniendo bacilos y espiroquetas.

Es preciso señalar que, la biopelícula estará continuamente contaminando las líneas de agua de la unidad dental y expulsando microorganismos a la cavidad oral del paciente donde se generan aerosoles que pueden contaminar el ambiente, las superficies, los instrumentos y al personal de salud, lo que representa un riesgo en salud pública¹⁰⁰.

2.2.2.3 Indicadores de la contaminación

Para efectuar la evaluación del agua, se recurre a indicadores de la calidad sanitaria del agua los cuales son sustancias químicas¹⁵ o microorganismos que tienen en común a microorganismos patógenos su comportamiento, procedencia, concentración, hábitat y reacción a factores externos¹²⁷. Los microorganismos indicadores de contaminación están siendo utilizados como elementos clave en la determinación y control de la calidad del agua debido a que funcionan como signos de advertencia de cambios o alteraciones en el agua¹¹³.

Estos microorganismos indicadores deben cumplir ciertos requisitos como ser fáciles de aislar y crecer en el laboratorio, ser relativamente inocuos para el hombre y animales¹¹³. Se usan como microorganismos indicadores de calidad sanitaria los

siguientes grupos: coliformes totales, coliformes termotolerantes (anteriormente denominados fecales), aerobios mesófilos, *Escherichia coli*, entre otros^{100,113,128}, funcionan como indicadores del grado de seguridad del agua y pueden ser fácilmente comparados con los estándares usados nacional e internacionalmente (500 UFC/ml para recuento total de bacterias aeróbicas heterotróficas y 0 UFC /100 ml para recuento de coliformes y *E. coli*)¹⁰⁰.

Desde el punto de vista microbiológico, el examen de la calidad sanitaria del agua tiene por objeto determinar la presencia de ciertos grupos de bacterias, que revelen una contaminación reciente por materia fecal o materia orgánica, siendo el criterio más utilizado la determinación de la clase y número de microorganismos que ésta contiene. El grupo de bacterias coliformes ha sido siempre el principal indicador de calidad de los distintos tipos de agua. El número de coliformes en una muestra, se usa como criterio de contaminación y, por lo tanto, de calidad sanitaria de la misma¹²⁸. Al realizar las pruebas para determinar la contaminación fecal en el agua en un medio enriquecido con lactosa, si hay presencia de ácido y gas en los tubos luego de 48 horas de incubación a 35°C es evidencia de presencia de coliformes termotolerantes y por lo tanto, de contaminación fecal¹¹⁰.

2.2.2.4 Criterios microbiológicos del agua para uso odontológico

En la Gaceta Oficial de La República de Venezuela del 13 de febrero de 1998 se dictaron normas sanitarias con respecto a la calidad del agua potable, la cual señala que el agua potable no debe contener organismos heterótrofos aerobios en densidad mayor a 100 UFC/mL ni presencia de organismos coliformes totales ni termoresistentes¹²⁹. A pesar de esto, por medio de diferentes investigaciones realizadas en el estado Falcón en el año 2015¹³⁰, estado Vargas en el año 2005¹³¹, entre otros, se pueden ver valores fuera de lo permitido para coliformes fecales, aerobios mesófilos y coliformes totales.

La Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos de Norteamérica (FDA), desde 1995 promueve el desarrollo de métodos confiables para producir agua para el tratamiento bucodental con menos de 200 UFC/mL de bacterias acuáticas

heterotróficas mesofílicas. Esto se derivó de estándares de ingeniería establecidos en el campo de la hemodiálisis, donde las cuentas de bacterias superiores a 200 UFC/mL se han relacionado con reacciones pirógenas en pacientes. Mientras que es claro que el agua empleada en el tratamiento dental debe contener cuentas de colonias tan bajas como sea posible⁹⁷. La *American Dental Association* (ADA), recomendó que para el año 2000, que el agua utilizada en procedimientos no quirúrgicos debe contener no más de 200 UFC/mL^{55,132-134}

El Centro de Control y Prevención de Enfermedades (CDC por sus siglas en inglés) recomendó que la cantidad de bacterias en el agua utilizada como refrigerante o irrigante para procedimientos dentales no quirúrgicos debe tener un recuento de placa heterotrófica aeróbica de 500 UFC/mL¹³²⁻¹³⁵ al igual que La *American Waters Works Association*⁷⁹. Incluso se ha reconocido la importancia del uso de agua estéril para la irrigación de procedimientos quirúrgicos que involucren corte de tejido óseo; al igual que el *California Board of Dental Examiners* también ha dispuesto que para procedimientos quirúrgicos que involucren corte de tejidos duros o blandos se debe usar agua estéril⁵⁵.

2.2.2.5 Medios de cultivo bacteriano.

En el laboratorio, el desarrollo de los microorganismos se realiza en medios de cultivos que son ambientes artificiales diseñados por el hombre para proporcionar todas las sustancias necesarias para el crecimiento microbiano¹⁰⁹. El medio de cultivo consta de un gel o una solución que cuenta con los nutrientes necesarios para permitir, en condiciones favorables de pH y temperatura, el crecimiento de virus, microorganismos, células, tejidos vegetales o incluso pequeñas plantas. Según lo que se quiera hacer crecer, el medio requerirá unas u otras condiciones. El objetivo es aislar diferentes especies bacterianas, luego proceder a su identificación y llevar a cabo una serie de estudios complementarios⁹⁵.

Generalmente los medios de cultivo se presentan desecados en forma de polvo fino o granular antes de ser preparados; ya preparados pueden encontrarse en estado sólido,

semisólido o líquido¹⁰⁰. Los medios de cultivo líquidos se conocen como caldos y a partir de ellos, por el agregado de un agente solidificante estable como el agar, se preparan medios de consistencia sólida o semisólida, que se denominan medios sólidos o agarizados. El gelificante más usado es el agar-agar, que no funde hasta cerca de los 100°C y son pocos los microorganismos que lo hidrolizan, permitiendo su uso para la mayoría de los microorganismos¹⁰⁹.

Para promover el desarrollo microbiano, los medios de cultivo deben reunir ciertos requisitos para el tipo de microorganismo a estudiar⁹⁵:

- Contener nutrientes adecuados.
- Poseer humedad suficiente.
- Tener un pH ajustado.
- Estar estéril inicialmente.

2.2.2.6 Método usado para el análisis microbiológico del agua

Estos métodos consisten en análisis rutinarios para determinar por ejemplo, la presencia de coliformes en el agua, que incluyen una amplia variedad de bacilos aerobios y anaerobios facultativos Gram negativos y no esporulados, utilizados como indicador de la eficacia de tratamientos y para evaluar la limpieza e integridad de sistemas de distribución y la posible presencia de biopelículas. Las bacterias coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas, es por ello que su ausencia en el agua es un índice de que el agua es bacteriológicamente segura para la salud humana⁹⁵.

El método directo es el recuento en placa o en medio sólido, el cual no mide el número total de células sino únicamente las viables (recuento de células viables). Se efectúa en placas de Petri que contengan el medio de cultivo idóneo para el desarrollo del tipo de bacteria que se investiga. Se realiza mediante una siembra en masa de una cantidad conocida de la muestra problema; para ello debe distribuirse uniformemente el inóculo sobre la superficie del medio. Tras la inoculación apropiada se cuentan las colonias que crezcan, suponiendo que una bacteria al multiplicarse dará origen a una colonia o UFC (unidad formadora de colonias). Si se sospecha que la cantidad de

bacterias es elevada, habrá que efectuar una dilución de la muestra en solución fisiológica (figura 2)¹¹¹.

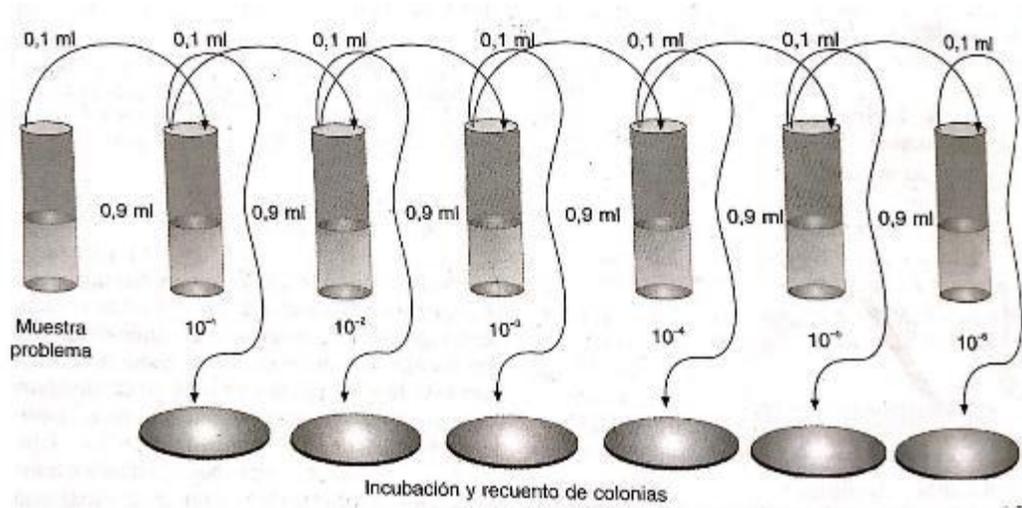


Figura 2. Dilución de la muestra para recuento en placa de células viables. Figura tomada de Liébana¹¹¹

Para ello se preparan diluciones y se siembra un determinado volumen en la superficie del medio contenido en las placas de Petri. Tras la inoculación correspondiente, se calcula el número de células viables aplicando la fórmula¹¹¹:

$$n^{\circ} \text{ de células viables} = \frac{n^{\circ} \text{ de colonias}}{\text{dilución} \times \text{volumen}}$$

Por ejemplo, si en la dilución 10^{-3} se cuentan 28 colonias, inoculando 0,1 mL en cada placa, el número de células viables en la muestra problema será de 28×10^4 UFC/mL. Como es obvio, deben elegirse aquellas placas en las que el recuento sea posible (sin crecimiento confluyente), hacer el cálculo con varias diluciones y al final establecer una media¹¹¹.

Para el aislamiento de microorganismos se dispone de distintos métodos, como por ejemplo el sembrado en placa en profundidad, también llamado siembra por vertido en placa como se demuestra en la figura 3; y el sembrado en superficie haciendo uso del

ansa de siembra llamado método de estría cruzada o estriado demostrado en la figura 4, o usando también varillas de vidrio acodadas o asa de Drigalsky, métodos seleccionados para el presente estudio. Luego de la siembra, las células al crecer en medios sólidos se encuentran inmóviles, por lo tanto, si algunas células se colocan sobre un medio gelificado, cada una crece y da una colonia aislada¹¹².



Figura 3. Descripción del sembrado en superficie y en profundidad. Tomado del Blog Escritorio Biológico¹³⁶.



Figura 4. Aislamiento de bacterias por estría cruzada. Tomado del blog Mundo Rhizobium¹³⁷.

Generalmente tras analizar un cultivo se realiza un conteo bacteriano con el fin de saber cuál es la densidad de población microbiana que se encuentra en el medio. El conteo bacteriano señala la magnitud de la población total bacteriana, en ese sentido se puede determinar por muchas técnicas que se basan en algunos de los siguientes tipos

de medida: cuenta celular (directamente al microscopio o mediante un contador electrónico de partículas o indirectamente con la cuenta de colonias), masa celular (en forma directa pesando el contenido celular del nitrógeno o indirectamente por turbidimetría, proporcional al número de células) y actividad celular (indirectamente relacionando el grado de actividad bioquímica al tamaño de la población bacteriana)¹⁰⁰.

Las colonias pueden surgir de pares, cadenas, agrupaciones o células individuales, todas ellas incluidas en el término "unidades formadoras de colonias" (UFC). El conteo final también depende de la interacción entre las colonias en desarrollo¹³⁸

2.2.3 Prevención de la contaminación de las unidades dentales

La odontología es considerada como una profesión de alto riesgo por el carácter médico de los actos que a diario son realizados¹³⁹. Los instrumentos contaminados, las superficies de los equipos y el agua en las clínicas dentales representan áreas infecciosas¹⁴⁰, es por esto que la prevención y el control de infecciones son de gran importancia a la hora de brindarle al paciente un servicio médico seguro. Tanto el paciente como el personal de servicios durante la práctica odontológica están continuamente expuestos al contacto con microorganismos, lo cual implica un riesgo en la transmisión de enfermedades infecciosas^{141,142}, ya sea por el contacto directo o indirecto con el instrumental, el equipo, aerosoles o superficies contaminadas, especialmente por fluidos corporales².

En años recientes, la atención se ha focalizado en el estudio y reconocimiento de una película bacteriana llamada biopelícula, que sería la principal fuente de contaminación en el agua de la unidad dental⁵⁵. Este factor debe tenerse debidamente en cuenta ya que los odontólogos están tratando a un número creciente de pacientes con compromiso médico e inmunocomprometidos que pueden infectarse fácilmente inhalando aerosoles contaminados producidos por las piezas de mano de alta velocidad de las unidades dentales o a través de heridas de la mucosa oral⁶¹.

Es por esto que la bioseguridad comprende un conjunto de medidas y disposiciones, que tienen como principal objetivo la protección humana, animal,

vegetal y ambiental¹⁴³, se ha constituido en una nueva área de la odontología y tiene la particularidad de dictar normas de conducta profesional que deben ser practicadas por todos los profesionales, en todo momento y con todos los pacientes¹⁴⁴. Se debe tener presente que las normas de bioseguridad redundan en beneficios tanto en el personal odontológico como en los pacientes¹³⁹.

2.2.3.1 **Objetivos del control de las infecciones en odontología**

De acuerdo con los organismos internacionales, la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Panamericana de la Salud (OPS), el Centro de Control y Prevención de enfermedades de los Estados Unidos de Norteamérica (CDC) y la Asociación Dental Americana (ADA), los objetivos son los siguientes:

- Ofrecer una práctica segura a pacientes y trabajadores de la salud.
- Evitar la diseminación, encubrimiento y preservación de enfermedades infecciosas dentro del consultorio odontológico.
- Disminuir los riesgos de contaminación y accidentes laborales.
- Cumplir con requisitos éticos, morales y legales del ejercicio profesional; y con leyes y reglamentos nacionales e internacionales⁹⁷.

La meta del control de la infección es eliminar o reducir la dosis de microorganismos que pueden transmitirse entre individuos o entre estos y las áreas contaminadas. Cuanto más reducida sea la dosis, mejores posibilidades habrá de prevenir la transmisión de la enfermedad¹⁰¹.

2.2.3.2 **Mecanismos o dispositivos que pueden implementarse para mejorar la calidad del agua de las unidades**

Han sido publicados algunos métodos para la reducción o eliminación de la contaminación microbiana en la unidad de agua de los equipos dentales. La mayoría de estos requieren de cambios en la unidad dental, los que no han sido adoptados por los

profesionales debido al costo económico asociado⁵⁵. A continuación se nombrarán los más empleados:

a) **Desinfectantes químicos:** Según los documentos actuales de la Administración de Drogas y Alimentos los desinfectantes químicos son definidos como un agente químico que elimina un rango definido de microorganismos patógenos, pero no necesariamente todas las formas de vida microbiana, por ejemplo no elimina las esporas resistentes⁹⁷, teniendo efectos bactericidas, bacteriostáticos y la capacidad de eliminar las toxinas secretadas por los mismos⁹². Un mismo desinfectante puede ser bacteriostático bajo ciertas condiciones y bactericida bajo otra, determinado por la concentración del desinfectante, la duración de su acción, la temperatura de la desinfección, el número y tipo de microorganismos presentes y la naturaleza del material a desinfectar¹¹⁰; sin embargo, no generan agua estéril¹⁷.

b) **Sistemas autocontenedores de agua o reservorios independientes de agua:** Los depósitos independientes aíslan la unidad del agua municipal y permiten el uso de agua de calidad microbiológica conocida, además el usuario puede introducir limpiadores y germicidas para controlar o eliminar la formación de biopelículas dentro del sistema de suministro de agua. Los reservorios independientes se encuentran entre los dispositivos más económicos para tratar el agua, y los costos recurrentes de los productos químicos por lo general son mínimos. Adicionalmente, el tratamiento químico con reservorios independientes es el método de tratamiento de agua con el mayor apoyo en la literatura científica¹⁴⁵. Un sistema de reservorio independiente de agua aprobado por la FDA, recomienda usar agua limpia en el reservorio, eliminar cada noche el agua de los conductos de la unidad purgándolos con aire, desinfectar cada sistema los conductos de la unidad dental durante 10 minutos con una solución de hipoclorito de sodio al 0.5% (por ejemplo, una dilución de 1:10 de lejía comercial), seguida por purgado con aire y enjuague completo de

los conductos con agua para eliminar la lejía residual antes de reanudar el tratamiento con pacientes¹⁰¹.

- c) **Válvulas antirretracción o antiretorno:** las piezas de mano de la mayoría de las líneas de agua incorporan estas válvulas para reducir el retorno de los líquidos succionados de la cavidad oral⁷¹.
- d) **Activación del flujo de agua, purga mecánica o flushing:** consiste en descartar el primer chorro de agua de la jeringa triple y del spray de la turbina al principio de la consulta durante un minuto y 30 segundos entre paciente y paciente¹⁴⁶, el enjuague de las líneas de agua al principio y al final del tratamiento del paciente ha sido previamente defendido⁵². Sin embargo, la eficacia de la purga mecánica sola para controlar la contaminación microbiana en el agua de la unidad dental no está bien sustentada por la literatura científica²⁹. Aunque la purga puede reducir temporalmente el número de microorganismos suspendidos en las líneas de agua dental⁹⁷, no hay un efecto predecible sobre las biopelículas adheridas a las superficies de las tuberías^{19,97}.
- e) **Microfiltros:** son membranas filtrantes usadas para capturar microorganismos suspendidos en el agua⁵². Su duración es de uno a siete días y deben ser reemplazadas según las indicaciones del fabricante². Para uso odontológico estos filtros se instalan en las líneas de agua de la unidad cerca al punto de uso, ya sea de la jeringa triple o las piezas de mano, como un dispositivo adaptable. Algunas de estas membranas tienen pequeñas cantidades de yodo, para minimizar la formación de biopelículas⁵². Sin embargo, si la tubería ya está colonizada por biopelícula, estos filtros tendrán una influencia menor en la actividad microbiana¹⁷, además, se ha reportado que ciertos filtros en las tuberías no evitan la contaminación retrógrada y comprometen la eficiencia de la unidad dental, lo que provoca goteos y pérdida de flujo¹⁹.
- f) **Sistemas autoclavables:** Los sistemas de suministro de agua estériles omiten o reemplazan el sistema de agua de la unidad dental para

proporcionar irrigantes estériles para instrumentos quirúrgicos motorizados²⁹, utilizando mangueras desechables o esterilizables en autoclave, para reducir la formación de biopelículas, se hace con algunos tipos de piezas de mano y otros sistemas en cirugía oral o implantes². Estos sistemas suministran agua estéril si se limpian y utilizan correctamente. Una desventaja es la necesidad de un autoclave con suficiente capacidad para sostener el sistema¹⁷, además de costos de compra más altos y la necesidad de soluciones estériles empaquetadas¹⁴⁵.

2.2.3.3 Desinfectantes químicos:

Los desinfectantes actúan básicamente como desnaturalizantes o precipitantes de las proteínas de las células bacterianas¹⁴⁷ y deben ser empleados únicamente sobre las superficies de objetos inanimados o medios inertes ya que algunos son tóxicos y tienen la capacidad de destruir tejido vivo⁹². Sin embargo, algunos desinfectantes son corrosivos (por ejemplo, la lejía o cloro que nunca debe usarse sin diluir, el peróxido de hidrógeno y ácidos)⁷⁹. Los productos químicos pueden introducirse en los sistemas de agua de forma intermitente o continua²⁹:

- **Tratamiento químico intermitente:** como el aplicado de forma semanal¹⁰⁴. La mayoría de los regímenes de tratamiento intermitente usan concentraciones de desinfectantes potencialmente biocidas que también pueden eliminar la biopelícula. Algunos expertos se refieren a este enfoque como "tratamiento de choque". Una ventaja importante del uso químico intermitente es que el agente activo se purga del sistema antes del tratamiento del paciente²⁹ evitando algún tipo de reacción, además que elimina cualquier efecto adverso potencial que pueda tener el químico sobre la resistencia de la unión de los materiales dentales adhesivos¹⁰³. Las desventajas incluyen el potencial de los organismos de la biopelícula para sobrevivir entre los tratamientos, exposición potencial del personal a productos químicos y la posibilidad

de un impacto adverso en los componentes de metal, caucho y unidades dentales sintéticas²⁹.

- **Tratamiento químico continuo:** como el aplicado de forma diaria¹⁰⁴. El tratamiento continuo usa concentraciones menores de agentes potencialmente biocidas o biostáticas en el agua utilizada para el tratamiento del paciente. Los regímenes de tratamiento continuo también pueden emplear un tratamiento inicial de choque para inactivar o eliminar la biopelícula. Aunque el tratamiento continuo ofrece menos posibilidades de recolonización de las líneas de flotación, puede dañar el equipo. Dado que el agente siempre está presente y puede estar en forma de aerosol, se deben considerar los efectos de la exposición crónica en el trabajador de la salud. La fuerza de unión del esmalte y la dentina de los materiales adhesivos dentales también puede verse afectada²⁹.

Se debe tener en cuenta que la combinación de un tratamiento intermitente con concentraciones potencialmente biocidas de un desinfectante, seguida por la introducción continua de niveles bajos de un agente químico mínimamente tóxico, ofrece un potente efecto sinérgico⁷⁵.

A. Características ideales de los desinfectantes

Un desinfectante ideal deberá cumplir con los ciertos atributos para su elección^{92,147}, sin embargo, en la actualidad no hay un solo desinfectante que cumpla con todas las características.

- Poseer gran actividad desinfectante, aun cuando este diluido.
- Tener amplio espectro de acción sobre bacterias gramnegativas, grampositivas, bacterias alcohol-ácido resistentes, y gran variedad de hongos y virus.
- Tener efecto bactericida antes que bacteriostático.
- Provocar la eliminación de los microorganismos en corto tiempo.

- Tiene que ser estable y permanecer activo por varios meses.
- En presencia de materia orgánica permanecer estable.
- Debe penetrar fácilmente por lo que es necesario que presente una tensión superficial baja.
- Ser compatible con otras sustancias desinfectantes.
- El desinfectante no debe ser tóxico ni dañino en caso de que entre en contacto con el ser humano.
- No debe corroer las superficies sobre la que se aplica.
- Las cualidades organolépticas no deben ser desagradables.
- No dañar ropa ni paredes.
- La alteración de pH y temperatura no debe desnaturalizar el producto.
- Deben ser biodegradables.
- Poseer acción residual.
- Debe tener nivel microbiológico, nivel químico y nivel clínico sobre los microorganismos sin causar daño al paciente y operador.

B. Soluciones para la desinfección química

Existen diferentes tipos de desinfectantes químicos⁹², por esto los diferentes fabricantes de unidades dentales pueden recomendar productos específicos para ser utilizados en sus equipos¹⁰⁴. Idealmente, un proceso de tratamiento químico debería evitar tanto la contaminación inicial de las líneas de agua como el desarrollo de biopelículas, ser realizado fácilmente por el personal y ofrecer una protección continua⁷¹. A continuación se nombrarán los desinfectantes comúnmente utilizados en la desinfección de las líneas de agua:

- ❖ **Agentes oxidantes:** son productos que liberan gran cantidad de oxígeno, tienen efecto rápido porque combinan rápidamente el oxígeno con la materia orgánica volviéndolos inactivos⁹². Sus principales ventajas son su gran espectro de actividad, que incluye la eficacia

contra endosporas bacterianas y su falta de toxicidad ambiental después de su degradación completa¹⁴⁸. Entre los agentes oxidantes más usados encontramos el peróxido de hidrógeno, ozono y el ácido peracético⁹².

- **Peróxido de hidrógeno (H₂O₂):** conocido como agua oxigenada. Posee un alto nivel bactericida y viricida, su acción puede ser inhibida por la catalasa de algunas bacterias⁹². Actualmente se usa ampliamente como biocida, particularmente en aplicaciones donde su descomposición en subproductos no tóxicos es importante (agua y oxígeno). Por ejemplo, el peróxido de hidrógeno al 3% se usa ampliamente como antiséptico en heridas, al 6% en agua se usa como desinfectante de superficie en general¹⁴⁸ y al 6% con seis horas de exposición como esterilizante⁶². Por lo general, se informa que el mecanismo de actividad citotóxica del H₂O₂ se basa en la producción de radicales hidroxilos altamente reactivos a partir de la interacción del radical superóxido¹⁴⁸, teniendo capacidad oxidante¹¹⁰. Se ha probado *in vitro* que el radical hidroxilo y otras especies oxigenadas pueden actuar como potentes agentes oxidantes, que reaccionan con lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, pudiendo proponer que tales reacciones puedan explicar los efectos antimicrobianos del H₂O₂¹⁴⁸. Es un agente oxidante de efecto fugaz por ser descompuesto por las catalasas de los tejidos¹⁴⁷. El H₂O₂ presenta numerosas ventajas desde el punto de vista económico y operativo, los costos de operación son mucho más bajos que los sistemas tradicionales de desinfección del agua, al igual que los costos de inversión y el gasto en equipo. Además, tiene un bajo efecto corrosivo, ya que la corrosión de la tubería es un problema frecuente y no despreciable con los sistemas de desinfección basados en cloro⁶², sin embargo, también suele reportarse problemas de obstrucción de las líneas de agua con el empleo continuo del peróxido de hidrógeno⁹⁰. En general, no es tóxico para los humanos

ni el medio ambiente, no tiene sabor y no es mutagénico ni cancerígeno⁶².

- **Ozono:** es utilizado como desinfectante ya que tiene poder ante bacterias, protozoos y virus a las que inhibe su crecimiento. Su mecanismo de acción actúa por medio de la oxidación entorpeciendo la producción de ATP dificultando la respiración celular¹⁴⁷, por lo general las bacterias mueren con el ozono por medio de pérdida de citoplasma, en el caso de los virus el ozono inactiva la proteína de la cápside⁹².

- **Ácido peracético:** es bactericida, esporicida, viricida y fungicida a bajas concentraciones. El ácido peracético oxida y desnatura las proteínas y los lípidos de los microorganismos, lo que conduce a una desorganización de su membrana. Es un potente corrosivo para la piel y los ojos, usado al 1% puede causar tumores de la piel en ratones¹⁴⁷.

- ❖ **Halogenados:** los compuestos halogenados son un grupo de compuestos no metálicos que forman sales haloideas y que pertenecen al VII grupo del sistema periódico, caracterizados por su fuerte electronegatividad. Los compuestos clorados como el hipoclorito de sodio y los compuestos yodados como el yodo son los halógenos más utilizados como microbicidas en la clínica con propósitos antisépticos y desinfectantes¹⁴⁷.

- **Hipoclorito de sodio (NaOCl):** desinfectante líquido de nivel intermedio de acción rápida, es un potente esporicida, elimina bacterias gram positivas y gram negativas, hongos, virus envueltos (como el Virus de la Inmunodeficiencia Humana) y destruye virus desnudos (como el Virus de la Hepatitis B)^{92,149}, además resulta ser tuberculicida¹⁰¹. Químicamente, el NaOCl, es una sal formada de la unión de dos compuestos químicos, el ácido hipocloroso y el

hidróxido de sodio, que presenta como características principales sus propiedades oxidantes⁸². El mecanismo de acción se basa en la inactivación de las reacciones enzimáticas de ácidos nucleicos y desnaturalizando las proteínas de las células bacterianas. Las soluciones de NaOCl al 2% y al 5% son probablemente los compuestos liberadores de halógenos mejor conocidos y figuran entre los desinfectantes más antiguos¹⁴⁷. Sin embargo, su uso puede corroer los componentes metálicos y dañar el caucho o los materiales sintéticos de la unidad dental²⁹, además de poseer olor desagradable^{95,139}, causar hipersensibilidad dérmica a su contacto^{139,144} y alta toxicidad para los tejidos en piel y mucosas⁸⁰⁻⁸², puede necrosar el tejido y retardar la coagulación¹⁴⁷; sin embargo, al disminuir la concentración disminuye la citotoxicidad pero también su eficacia⁸⁰⁻⁸². Según los últimos trabajos de investigación, la mejor indicación del cloro o lejía doméstica en el consultorio para reducir la cantidad de bacterias en las líneas de agua es utilizarlo en los reservorios independientes de agua de las unidades dentales en una solución 2 partes por millón, lo que equivale a una concentración de 1:500^{95,144}, también se recomienda diluirlo 1:10¹⁰⁵. Además, estudios recientes respaldan su eficacia en el tratamiento de forma intermitente. Sin embargo, el efecto de tales tratamientos es transitorio, los sistemas de agua han demostrado la recolonización dos o tres semanas después de que se suspenda el tratamiento⁷⁵.

- **Povidona yodada:** sustancia antiséptica formada por una solución de povidona y yodo molecular, generalmente en un 10%⁶⁴. Posee un nivel de desinfección intermedia, es eficaz para la eliminación de bacterias, algunos hongos y diversos virus⁹², actúan precipitando las proteínas bacterianas y ácidos nucleicos¹⁴⁷.

❖ **Aldehídos:** Los aldehídos tienen alta toxicidad y por ello hoy en día no se utilizan como antisépticos, aunque si se usan como desinfectantes de alto nivel o para esterilización de instrumentos. Los compuestos de este grupo son sustancias muy irritantes que producen alteraciones en el tracto respiratorio, el tracto gastrointestinal, dermatitis por contacto, coloración de la piel, alopecia en trabajadores y quemaduras químicas. Inclusive se ha asociado a carcinogénesis¹⁴⁷.

▪ **Glutaraldehído:** Sustancia de alto nivel desinfectante, de amplio espectro contra bacterias grampositivas y gramnegativas, bacilos alcohol-ácido resistente, virus, hongos y también presenta efecto esporicida a pH alcalinos, este desinfectante no se inactiva ante la presencia de materia orgánica, en odontología suele ser utilizada como desinfectante de inmersión para el instrumental en una solución al 2%, no se le debe usar como desinfectante de superficies porque la inhalación de sus vapores puede desencadenar asma⁹². Cuando es utilizado por un tiempo corto actúa como desinfectante, destruyendo las formas vegetativas de los microorganismos, cuando se hace actuar durante un tiempo mayor (de 6 a 10 horas a temperatura ambiente) destruye las esporas sirviendo como esterilizante. Presenta como desventajas ser tóxico, corrosivo y alergénico¹³⁹. Reportado en estudios como eficaz al momento de eliminar *Pseudomonas* y *Moraxella* en las líneas de agua de la unidad dental⁶⁶.

❖ **Bisguanidas:** son principios activos que poseen un amplio espectro de actividad antibacteriana, pero su acción como fungicida y viricida es bastante limitada¹⁴⁷.

▪ **Clorhexidina:** constituye uno de los tres antisépticos quirúrgicos más importantes y es el antiséptico bucal que más se usa actualmente. Esto es debido en particular a su eficacia

y amplio espectro de actividad, sus sustantibilidad para la piel y baja irritación. El sitio de acción primario de la clorhexidina es la membrana citoplasmática, dando como resultado la modificación en la permeabilidad¹⁴⁷. Tiene efecto sobre bacterias grampositivas y gramnegativas pero no es efectiva contra *Pseudomonas* y *Proteus*⁹².

Uno de los agentes desinfectantes propuestos para el presente estudio es el hipoclorito de sodio, el cuál ha sido el compuesto más estudiado para el tratamiento intermitente de las líneas de agua en varias diluciones; aunque es una sustancia segura y efectiva, puede dañar metal y materiales sintéticos empleados en la fabricación de las unidades². Varios fabricantes de equipos dentales, incluidos A-Dec®, DCI®, DentalEZ® y Proma®, ahora autorizan el tratamiento semanal de los sistemas de agua con blanqueador doméstico diluido 1:10 para controlar la acumulación de biopelícula y mejorar la calidad del agua tratada. Sin embargo, ninguna solución a base de hipoclorito de sodio ha sido presentada a la FDA para su autorización o registrada con la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA por sus siglas en inglés) específicamente como un biocida de línea de las líneas de agua. Además, el hipoclorito de sodio puede ser corrosivo²⁹, ocasionar hipersensibilidad dérmica¹³⁹ y citotoxicidad; y al disminuir la concentración disminuye la citotoxicidad y también su eficacia⁸⁰⁻⁸².

El otro agente que se ha propuesto para el estudio es el peróxido de hidrógeno, con el que la adición de este desinfectante en el agua dental da como resultado una reducción drástica de la contaminación bacteriana⁴⁸. Aunque se ha reportado actualmente el problema de la corrosión de las líneas de agua⁷⁹, si está diluido o a bajas concentraciones no produce irritación en las mucosas, incluso si es ingerida y ésta se encuentra en concentraciones menores al 10% no tiene efectos significativos, produciendo leve irritación mucosa, con sialorrea y vómitos⁸³.

2.2.3.4 Implicaciones clínicas de la contaminación en el agua.

El agua puede ser infecciosa aun cuando contenga un número pequeño de organismos patógenos. Los microorganismos patógenos que prosperan en los ambientes acuáticos pueden provocar cólera, fiebre tifoidea, disenterías, poliomielitis, hepatitis y salmonelosis, entre otras enfermedades. Las enfermedades diarreicas son las principales enfermedades transmitidas por el agua¹⁰⁵.

La mayoría de los patógenos que se encuentran en el agua de salida de las líneas de agua son especies bacterianas ambientales heterótrofas aerobias gramnegativas que muestran una patogenicidad muy baja, aunque pueden ser motivo de preocupación en el tratamiento de pacientes vulnerables, como personas inmunocomprometidas y médicamente comprometidas y equipo dental^{19,103}. Se sabe que algunos de estos patógenos florecen en el medio ambiente acuoso y son una causa importante de infecciones nosocomiales¹⁰⁸. Los patógenos nosocomiales oportunistas de las líneas de agua dentales que se han asociado con casos de infección en humanos, como *L. pneumophila*, *Mycobacterium spp.*, *Klebsiella pneumoniae* y *Pseudomonas aeruginosa*^{19,150}, tienen la capacidad para causar asma¹⁵¹, neumonía, otras infecciones respiratorias o infecciones de heridas en personas inmunocomprometidas¹¹⁵.

Entre algunas enfermedades infecciosas reportadas transmitidas durante la atención odontológica por medio del agua de uso dental contaminada están la tuberculosis⁷⁶ y las enfermedades pulmonares. El Dr. John Bartlett, abordó la relación entre la enfermedad pulmonar y las líneas de agua de las unidades dentales, afirmando que los suministros de agua que se usan comúnmente en los procedimientos dentales a menudo están contaminados por múltiples bacterias, incluidas las bacterias no fermentadoras transmitidas por el agua, la más conocida es la *P. aeruginosa* y por *L. pneumophila*, que es un patógeno pulmonar transmitido por el agua que frecuentemente se aíslan en fuentes de agua en hospitales y otros entornos de atención médica.¹⁴⁵

La presencia de *Legionella* en las líneas de agua conduce a la creación generalizada de aerosoles potencialmente patógenos. Debido a que la principal vía de infección por *L. pneumophila* es la inhalación, estos aerosoles podrían representar un problema de

salud grave tanto para los pacientes como para el equipo odontológico; sin embargo, no hay evidencia publicada de agrupaciones o brotes de legionelosis relacionados con la atención dental¹⁹; solo un caso comprobado de transmisión de *Legionella* y muerte de un paciente asociado con las líneas de agua de la unidad dental contaminadas¹⁵², publicado por Ricci y cols.¹⁵³ en el año 2012 en el que informaron la muerte de una anciana italiana de “la enfermedad de legionelosis” (*Legionnaires’ disease* en inglés) tras la inhalación de aerosoles durante el tratamiento dental, se realizaron las respectivas pruebas y se observó presencia de la misma cepa de *L. pneumophila* aislada del paciente en el agua del grifo y las líneas de agua de la unidad dental donde fue atendida.

Otro caso reportado en la literatura de infección cruzada relacionada con las líneas de agua y biopelículas es el caso de 2 pacientes inmunocomprometidos que tuvieron un absceso dental causado por *Pseudomonas aeruginosa* después de la exposición al agua de una unidad de atención dental contaminada por el mismo microorganismo¹⁵⁴. Cabe destacar que *P. aeruginosa* es responsable del 9 al 11% de las infecciones nosocomiales por año en los EE. UU. y en Europa, que afectan especialmente a los pacientes inmunocomprometidos, con respiración artificial, pacientes con quemaduras y con fibrosis quística¹⁵⁵.

Sin embargo, todavía es posible que las infecciones causadas por las líneas de agua no hayan sido detectadas o no se hayan reportado debido a la falta de asociación de la exposición a las líneas de agua y los aerosoles generados a partir de esta agua con el desarrollo de infecciones específicas. Las infecciones esporádicas que no requieren ingreso hospitalario también tienen menos probabilidades de ser investigadas¹⁹.

No obstante, existe un riesgo teórico de infección asociada con los organismos microbianos que se encuentran en las líneas de agua de la unidad dental¹⁷. La exposición de los pacientes a agentes microbianos asociados con enfermedades respiratorias, entéricas, conjuntivitis y otras condiciones de salud adversas puede ser mayor, si la calidad del agua de tratamiento dental es pobre⁵².

2.2.3.5 Mantenimiento y monitoreo del agua de la unidad odontológica

El personal odontológico debe ser entrenado en relación a la calidad del agua, la formación de biopelículas, los métodos de tratamiento del agua y los protocolos de mantenimiento apropiados para los sistemas de suministro de agua. El monitoreo clínico de la calidad del agua, asegura que los procedimientos de desinfección están siendo realizados de manera correcta y que los dispositivos están trabajando en común acuerdo con los procedimientos de control avalados por la empresas fabricantes².

Para garantizar la calidad del agua se proponen estrategias de prevención, como son las de cambiar periódicamente las válvulas antirreflujo, emplear reservorios independientes con agua destilada, la desinfección química de los filtros y conductos del equipo, purgar y drenar el aire del compresor diariamente⁹⁵ y lavado a presión de la pieza de alta velocidad y de la punta de la jeringa triple. Sin embargo, esto debe ser acompañado de la desinfección con productos a base de cloro, así como antisépticos para lograr un nivel aceptable de microorganismos, ya que ninguno de los sistemas garantiza la eliminación total de la biopelícula bacteriana, ni siquiera cuando se utilizan simultáneamente¹⁵⁶. Los odontólogos deben consultar al fabricante de la unidad o de los sistemas de distribución de agua, en cuanto al mejor método para mantener la calidad óptima del agua, así como la frecuencia recomendada para el monitoreo periódico. Este monitoreo puede realizarse mediante kits comerciales de prueba o pruebas de laboratorio².

La evaluación microbiológica regular del agua utilizada en las unidades dentales es extremadamente importante para prevenir infecciones en pacientes y proveedores de atención dental³². Por lo tanto, deben establecerse procedimientos estandarizados para evaluar el agua utilizada en las unidades dentales. El agua debe monitorearse no sólo por el número de coliformes totales, bacterias *E. coli* y heterotróficas, sino también por la presencia de hongos filamentosos³².

Adicionalmente, en estudios realizados en el transcurso de los años los autores^{10,31,75,85,157} toman en cuenta la antigüedad de las unidades dentales ya que se ha observado que las unidades dentales más antiguas poseen mayor contaminación en las

líneas de agua de la unidad dental y en los reservorios independientes de agua^{28,76,133}. Posiblemente, esto sucede debido a la formación de una biopelícula más madura, bien establecida y más fuerte en las líneas de agua de las unidades dentales que se han utilizado durante mucho tiempo¹³³. No obstante, un estudio reveló que en menos de una semana de la instalación de unas unidades dentales nuevas ya poseían altos índices de contaminación bacteriana⁸. Esto puede tener implicaciones en el tratamiento ya que los sistemas más antiguos pueden haber establecido biopelículas maduras que son más difíciles de tratar⁷⁶.

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se procede a explicar el tipo y diseño de investigación, la población y muestra, los sistemas de variables, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, los procedimientos, materiales, equipos y los instrumentos utilizados, y por último los métodos usados para el análisis de resultados.

3.1 Tipo y diseño de investigación

En este estudio el tipo y diseño se registrará bajo los criterios establecidos en la clasificación de Hurtado¹⁵⁸. El tipo de investigación es comparativo, cuyo propósito es lograr la identificación de diferencias o semejanzas con respecto a la aparición de un evento en dos o más contextos, grupos o situaciones diferentes. En este estudio se procedió a comparar la efectividad de dos agentes desinfectantes diferentes, siendo estos el hipoclorito de sodio y el peróxido de hidrógeno, aplicados como desinfectantes en las líneas de agua de la unidad dental para producir la eliminación o disminución de la carga microbiana contenida en la biopelícula adherida a la superficie interna de las tuberías de la unidad y en el agua con el cual es surtida la unidad dental.

El diseño para el presente estudio es un diseño experimental debido a que se manipula la variable independiente siendo esta los desinfectantes, tratando de observar los cambios que se producen en la variable dependiente que es el grado de contaminación microbiana; según el origen de los datos es un diseño de campo en donde se obtienen en el área habitual de las unidades dentales; es de diseño evolutivo ya que se tomaron 3 muestras en diferentes momentos; diseño contemporáneo porque será realizado en un momento actual; y diseño multivariable porque se van a determinar

distintas variables, como: la contaminación del agua, eficacia de los desinfectantes y momento en el cual es tomada la muestra.

3.2 Unidades de estudio y muestra

3.2.1 Unidades de estudio

Se refiere a un conjunto de elementos, seres o eventos, concordantes entre sí en cuanto a una serie de características, de los cuales se desea obtener alguna información¹⁵⁹. Para la presente investigación las unidades de estudio están integradas por las unidades dentales que se encuentran ubicadas en la Clínica de Endodoncia perteneciente a la Clínica Integral del Adulto de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes (FOULA). Se tomaron en cuenta para el estudio las 8 unidades dentales que se encontraban operativas y poseían reservorios independientes de agua. Dichas unidades dentales fueron clasificadas en tres grupos, uno para cada desinfectante y uno para el grupo control.

3.2.2 Muestra

La muestra es una porción de la población o unidades de estudio que se toma para realizar el estudio, la cual se considera representativa de la población¹⁵⁹. A estos grupos se les aplicó el tipo de muestreo no probabilístico, y la técnica de muestreo es a conveniencia del investigador, con lo cual fueron seleccionadas de las unidades de estudio 6 unidades dentales, conformando tres grupos: dos grupos experimentales (un grupo para el desinfectante hipoclorito de sodio y otro grupo para el peróxido de hidrógeno) y un grupo control. Quedando cada grupo conformado por 2 unidades dentales.

3.3 Sistemas de variables

- **Variable independiente:**
 - ✓ Agentes aplicados como desinfectantes: el hipoclorito de sodio y el peróxido de hidrógeno.
- **Variable dependiente:**
 - ✓ Número de unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL) y presencia o ausencia de especies de *Salmonella* en las líneas de agua de la jeringa triple, de la salida de agua de la turbina y en el reservorio independiente de agua.
- **Variable interviniente:**
 - ✓ Fuente de suministro del agua con el cual son surtidas las unidades odontológicas: deberá ser siempre de la misma fuente.
 - ✓ Estandarización del momento de la toma de muestra: para evitar posibles fluctuaciones en la carga microbiana del agua debido a variaciones en el flujo y tiempos de estancamientos del agua en la tubería, se tomarán las muestras en el mismo horario de los distintos días designados para la toma de la muestra.

3.4 Técnicas para la recolección de datos

- **Técnica:** la técnica utilizada para la recolección organizada y efectiva de los datos fue la observación estructurada, directa por medio del conteo de UFC de los medios de cultivo y asistida por el visor de unidades formadoras de colonias y por la lupa del aparato.

Los datos fueron plasmados en hojas de registro para la recolección de datos elaborada por los autores del presente estudio, la cual consta de un apartado superior para la colocación del día, fecha, hora y tipo de muestra (pre-desinfección, post-desinfección inmediata o mediata). Luego por cuadros separados se ubican las unidades desinfectadas con hipoclorito de sodio, luego desinfectadas con peróxido de hidrógeno y por último las unidades control, tomando datos como el número de la unidad dental y el sitio de toma de la muestra, además del medio de cultivo empleado. (Apéndice 1).

3.5 Materiales, equipos, instrumentos y procedimiento:

3.5.1 Materiales, equipos e instrumentos:

- Marcadores de tinta indeleble.
- Frascos de vidrio de boca ancha previamente marcados.
- Alcohol isopropílico al 70% y algodón.
- Agua destilada.
- Tirro.
- Guantes estériles, tapaboca y gorro.
- Cava de refrigeración con hielo.
- Tubos de ensayo.
- Pipetas estériles de 10 mL y de 1 mL Pyrex®.
- Cilindro graduado de 100 mL y de 1000mL Pyrex®.
- Matraz aforado de 1000mL Pyrex®.
- Balanza analítica Metter® P160.
- Autoclave.
- Mechero de gas.
- Mechero de alcohol azul.

- Incubadoras.
- Campana de flujo laminar para siembra.
- Placas de Petri.
- Varillas de vidrio acodadas.
- Ansa de siembra.
- Medios de cultivo: Agar *Plate Count*, Agar Dextrosa Sabouraud, Caldo Lactosado, Caldo Tetrionato y Agar Bilis Verde Brillante.
- Bandas indicadoras de pH pHDrion® Spectral 1-14.
- Tiosulfato de sodio al 10%.
- Contador de colonias.
- Desinfectante: 8 litros de hipoclorito de sodio al 5% diluido 1:10.
- Desinfectante: 8 litros de peróxido de hidrógeno al 3% diluido 1:4.
- Hojas de registro.
- Cámara fotográfica del iPhone 7Plus.
- Laptop Siragon® NB-3300.

3.5.2 Procedimiento:

3.5.2.1 Realización de prueba piloto:

Inicialmente, en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos “Dra. Cándida Díaz” (ubicado en el Departamento de Microbiología, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes), se procedió a realizar el análisis microbiológico de una muestra de agua tomada de las líneas de agua de una unidad dental que no participó en el experimento para la realización de una prueba piloto que serviría para el entrenamiento de los tesisistas y además para conocer un aproximado del grado de contaminación de las líneas de agua para escoger las diluciones que serían

sembradas en los medios de cultivo seleccionados para cada caso, se realizó el análisis microbiológico mediante la preparación de una porción de los medios de cultivos que serían empleados en el presente experimento.

3.5.2.2 Preparación de medios de cultivo:

En el Laboratorio de Microbiología de Alimentos “Dra. Cándida Díaz”, se preparó previamente cada medio de cultivo siguiendo las instrucciones del fabricante como se muestra en la Fotografía 1 del Apéndice 2, para el posterior procesamiento de las muestras recolectadas, siendo estos el agar Plate Count para detección de bacterias aerobias mesófilas, el agar Dextrosa Sabouraud para la identificación de mohos y levaduras, el caldo Lactosado para el pre-enriquecimiento de *Salmonella* y el Caldo Tetracionato para el enriquecimiento de *Salmonella*, el agar Bilis Verde Brillante como medio selectivo para *Salmonella spp.*, y el agua peptonada para la dilución de las muestras. Dichos medios fueron preparados y vertidos en las placas de Petri el Agar Dextrosa Sabouraud y el Agar Bilis Verde Brillante, y en tubos de vidrio estériles fueron colocados el Agar Plate Count, el Caldo Lactosado y el Caldo Tetracionato, adicionalmente, el agua peptonada fue vertida en frascos de vidrio boca ancha y en tubos de vidrio estériles. Los medios fueron esterilizados por medio de calor húmedo a 121°C por 15 libras de presión por 20 minutos, inmediatamente después de su preparación para eliminar los contaminantes externos.

Seguidamente, se organizaron, marcaron y esterilizaron los frascos en los que fue recolectada la muestra, y además, se marcaron las placas de Petri estériles que fueron utilizadas con el nombre de muestra, como se muestra en la Fotografía 2.

3.5.2.3 Muestreo:

Previo al experimento se seleccionaron, enumeraron y clasificaron las unidades dentales del área clínica de Endodoncia perteneciente a la Clínica Integral del Adulto de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes. Las unidades dentales fueron incluidas, a conveniencia del investigador y por medio del azar, en tres grupos, cada uno de 2 unidades dentales: el primer grupo para el desinfectante hipoclorito de sodio que estuvo conformado por las unidades dentales N° 7 y N° 8, el segundo grupo para el desinfectante peróxido de hidrógeno conformado por las unidades dentales N° 3 y N° 5, y el tercer grupo que sirvió de grupo control y estuvo conformado por las unidades dentales N° 2 y N° 4.

Se tomó la primera muestra o muestra pre-desinfección de la unidad dental un día lunes de 6:00 am a 8:00 am antes de iniciar la jornada clínica, luego de un periodo de reposo o estancamiento del agua como el que ocurre el fin de semana; se tomó también una segunda muestra o muestra post-desinfección inmediata luego de aplicar los desinfectantes y una tercera muestra o muestra post-desinfección mediata que fue 48 horas después de haber aplicado los desinfectantes (el día miércoles). Las muestras fueron tomadas de los reservorios independientes de agua, las salidas de agua de la turbina y jeringa triple de la unidad dental.

3.5.2.4 Recolección de la muestra pre-desinfección:

✓ Toma de muestra de agua de la salida de agua de la turbina:

Para la recolección de las muestras de agua se utilizó vestimenta adecuada de laboratorio y guantes estériles, se desinfectó con alcohol isopropílico al 70% la salida de agua de la turbina. Seguidamente se realizó la activación del flujo de agua o purga por 30 segundos y fue descartada esta agua, como se demuestra en la Fotografía 3,

luego se recolectaron 150 mL de agua en frascos de boca ancha previamente esterilizados e identificados. Para la recolección se hizo uso del mechero de alcohol azul para evitar contaminantes en el ambiente, además se evitó cualquier contacto entre el aditamento de donde es tomada la muestra y el frasco de vidrio donde se colocó la muestra, seguidamente los frascos fueron tapados inmediatamente luego de obtenida la muestra.

✓ **Toma de muestra de agua de la jeringa triple:**

La muestra de agua de la jeringa triple se recolectó de igual forma como se realizó para la salida de agua de la turbina en cada unidad de los tres grupos organizados hasta obtener los 150mL, como se demuestra en la Fotografía 4.

✓ **Toma de muestra de agua del reservorio independiente de agua:**

Para la toma de muestra del agua del reservorio fue desinfectado con alcohol isopropílico al 70% el borde externo del reservorio, y la muestra se recolectó vaciando parte del agua del reservorio en el frasco de boca ancha hasta obtener los 150mL requeridos, haciendo uso igualmente del mechero y teniendo cuidado de no derramar el contenido y de tapar el frasco inmediatamente, como se demuestra en la Fotografía 5.

Todos los frascos obtenidos en esta toma primera toma de muestra fueron colocados en las cavas de refrigeración con hielo y trasladados al laboratorio.

3.5.2.5 **Protocolo de desinfección:**

Posterior a la recolección de la muestra inicial pre-desinfección se procederá a realizar el protocolo de desinfección específico para cada grupo clasificado.

- **Desinfección del primer grupo: hipoclorito de sodio.**

Se activaron las salidas de agua de la turbina y jeringa triple hasta que toda el agua de las líneas de agua de la unidad dental fue expulsada. Luego, fue enjuagado el reservorio con el hipoclorito de sodio, y fue llenado cada reservorio con 2 litros de una solución de hipoclorito de sodio al 5% diluido a una proporción de 1:10, siguiendo el protocolo de dilución realizado por Karpay y cols.⁷⁵ y Depaola y cols.¹⁴⁵. Finalmente, se instaló nuevamente cada reservorio en la unidad dental correspondiente y se accionó la salida de agua de la turbina y la jeringa triple por 30 segundos, asegurando de esta forma que el desinfectante recorrió las líneas de agua de la unidad dental, y se dejaron actuar los desinfectantes en las tuberías y en el reservorio por 10 minutos. Transcurrido el tiempo de acción el agua del reservorio fue reemplazada con agua de grifo y se activaron las salidas de agua de la turbina y la jeringa triple de cada unidad por 30 segundos para dar salida al desinfectante.

- **Desinfección del segundo grupo: peróxido de hidrógeno:**

Luego se procedió con el segundo grupo, siguiendo el mismo procedimiento usado para el primer grupo, con la diferencia de que se aplicará a cada reservorio una solución de 2 litros de peróxido de hidrógeno al 3% diluido a una proporción de 1:4 siguiendo el protocolo de dilución realizado por Zanetti y cols.⁶¹.

- **Tercer grupo: grupo control:**

Por último, al tercer grupo, con previa remoción del reservorio independiente de agua, se activaron las salidas de agua de la turbina y de la jeringa triple hasta que fue eliminada toda el agua de las líneas de agua de la unidad dental. Seguidamente el reservorio fue enjuagado y llenado con agua de grifo, y por último se colocó el reservorio en la unidad dental correspondiente. Luego se realizó una activación del flujo de agua por 60 segundos.

3.5.2.6 Recolección de la muestra post-desinfección inmediata:

Realizado el protocolo de desinfección, se recogió inmediatamente la segunda muestra o muestra post-desinfección inmediata del agua de los reservorios independientes de agua, las salidas de agua de la turbina y de la jeringa triple de cada unidad dental de los grupos organizados, utilizando el mismo protocolo descrito para la toma de la muestra inicial.

3.5.2.7 Traslado y procesamiento de la muestras al laboratorio:

Las muestras fueron almacenadas en cavas con refrigeración durante el transporte. Se transportaron las muestras directamente al Laboratorio de Microbiología de Alimentos “Dra. Cándida Díaz”. El análisis de las muestras se realizó en un período no mayor de 2 horas después de su recolección.

Ya estando las muestras de agua en el Laboratorio y organizado el espacio y el material necesario, se procedió a colocar en cada frasco de la muestra 0,1mL de una solución de tiosulfato de sodio al 10%, con la finalidad de neutralizar el cloro residual (Asociación Americana de Salud Pública - *APHA* por sus siglas en inglés)¹³⁸.

3.5.2.8 Análisis Microbiológico de las muestras:

a. Recuento de bacterias aerobias mesófilas:

Se realizaron 2 diluciones seriadas al décimo. Para la primera dilución se colocó 10mL de la muestra en un frasco de vidrio con 90mL de agua peptonada para la primera

dilución (dilución a la -1), luego es agitado el contenido del frasco y se tomó de este frasco 1mL y se llevó a un tubo de vidrio con 9mL de agua peptonada para la segunda dilución (dilución a la -2) y se agitó la muestra manualmente formando un ángulo de 45° entre el brazo y antebrazo, con 25 movimientos de arriba abajo. Ya teniendo la dilución preparada se procede a fundir en baño de María el agar *Plate Count* que estará preparado en tubos de vidrio. Seguidamente, se coloca 1mL de la muestra con dilución -2 en la placa de Petri estéril, se agrega 15mL del agar fundido y se mezcla agitando la placa con movimientos circulares para la siembra en profundidad de la muestra. Luego, se sometió a incubación por 24 horas a 37°C.

Para la lectura de las placas y contaje de las UFC se analizaron las placas inmediatamente luego de la incubación, se realizó haciendo uso del contador de colonias para el conteo manual y de la lupa que contiene el aparato, y se plasmó lo observado en las hojas de registro para la recolección de los datos, como se observa en la Fotografía 6. Para el contaje de UFC de bacterias aerobias mesófilas se observaron las colonias que estuviesen entre 25 y 250 colonias, para un número menor o mayor al indicado anteriormente se realizó un recuento estimado; luego se aplicó la fórmula del N° de UFC x Factor de dilución x el volumen sembrado.

b. Recuento de Mohos y levaduras:

Se realizó en el agar dextrosa Sabouraud previamente preparado en las placas de Petri según las indicaciones del fabricante, como se indica en la Fotografía 7. Para la siembra se tomó con una pipeta estéril 0,1mL de la muestra de agua sin diluir y se colocó sobre la superficie del agar y luego se emplearon las varillas de vidrio acodadas para dispersar la muestra uniformemente sobre la superficie del agar. En seguida, se incubó a temperatura ambiente (24 ° C) y fueron examinadas las placas después de 1, 3, 5 y 7 días.

Para la lectura de las placas y conteo de las UFC se empleó el contador de colonias, y se aplicó el mismo protocolo seguido para la lectura de bacterias aerobias mesófilas.

c. Detección de colonias presuntivas *Salmonella spp.*

- **Pre-enriquecimiento de la muestra:** el pre-enriquecimiento se realizó en Caldo Lactosado, para esto fue agregado 100 mL de la muestra de agua sin diluir a un frasco de boca ancha que contenía 100 mL de Caldo Lactosado, fue agitado e incubado por 24 horas a 37°C.
- **Enriquecimiento de la muestra:** Inicialmente a 10mL de Caldo Tetrionato contenido en tubos de vidrio se le colocó una solución de 0,2mL de yodo para hacer selectivo el medio, a continuación se sembró 1 mL la muestra contenida en el Caldo Lactosado en el Caldo Tetrionato y se incubó por 24 horas a 35°C.
- **Crecimiento selectivo:** El aislamiento de las colonias presuntivas de salmonella se realizó en Agar Bilis Verde Brillante. Se sembró la muestra enriquecida en Caldo Tetrionato en el agar selectivo Bilis Verde Brillante, se sembró en superficie de forma estriada de manera que quedaran las colonias aisladas, se tomó la muestra del Caldo Tetrionato haciendo uso del ansa de siembra y se incubó por 48 horas a 35°C.

Transcurridas las 48 de incubación no se desarrollaron colonias presuntivas de *Salmonella*, por lo tanto el resultado fue negativo.

3.5.2.9 Recolección de la muestra de agua post-desinfección mediata a las 48 horas:

Después de transcurrido un lapso de 48 horas de haber tomado la muestra post desinfección se procedió a tomar la tercera y última muestra de agua recolectada o muestra post-desinfección mediata aplicando el mismo protocolo seguido para la toma de las muestras de agua anteriores. Esta muestra fue recolectada un día miércoles de 6:30 am a 8:00 am, 48 horas después de la aplicación del desinfectante. Dicha muestra fue sometida al análisis microbiológico de igual forma que se realizó con las muestras que se tomaron previamente. De esta forma se pudo observar y analizar microbiológicamente la calidad del agua antes y después de que se efectuara la desinfección. Las unidades dentales se sometieron al trabajo continuo habitual, y transcurridas las 48 horas del protocolo de desinfección se tomó una tercera muestra de agua la cual se analizó microbiológicamente.

3.6 Principios éticos:

- En esta investigación no hubo conflicto de intereses para que un resultado se dé por encima del otro.
- Se respetaron los resultados sin manipulación intencional.
- Ninguno de los desinfectantes aplicados estuvo en contacto directo con pacientes, evitando poner en riesgo su salud.

3.7 Análisis de resultados:

Luego de la recolección de las muestras y de aplicar el respectivo procesamiento microbiológico, se realizó el análisis estadístico de los resultados de acuerdo a los objetivos específicos del estudio. Inicialmente, para determinar que herramienta estadística paramétrica o no paramétrica se aplicaría para analizar los resultados, se evaluó si los datos cumplían con los requisitos de homogeneidad de medias utilizando la Prueba de Levene y la homogeneidad de varianzas utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Seguidamente, se aplicó una prueba no paramétrica para medidas repetidas, la Prueba de Friedman, para determinar la eficacia de los desinfectantes en las líneas de agua de la unidad dental. Adicionalmente se aplicaron otras pruebas como la Prueba de los rangos con signos Wilcoxon solo a la primera y segunda muestra del grupo control, además de la Prueba de Kruskal-Wallis y la Prueba Posteriori de Mann-Whitney para evaluar la efectividad de los desinfectantes a las 48 horas de su aplicación.

El procesamiento de los datos se realizó empleando los siguientes paquetes informáticos: Microsoft Office: Calculadora Estadística, Excel 2013 y Paquete Estadístico IBM SPSS.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos sobre los niveles de contaminación conseguidos en el agua con el cual es surtida las líneas de agua de las unidades dentales antes, después y a las 48 horas de aplicar los desinfectantes elegidos en el estudio. Los resultados son organizados de acuerdo a los objetivos específicos planteados para el estudio: conteo de bacterias aerobias mesofilas, mohos y levaduras, y presencia de especies de *Salmonella* antes, después y 48 horas luego de la aplicación de los desinfectantes.

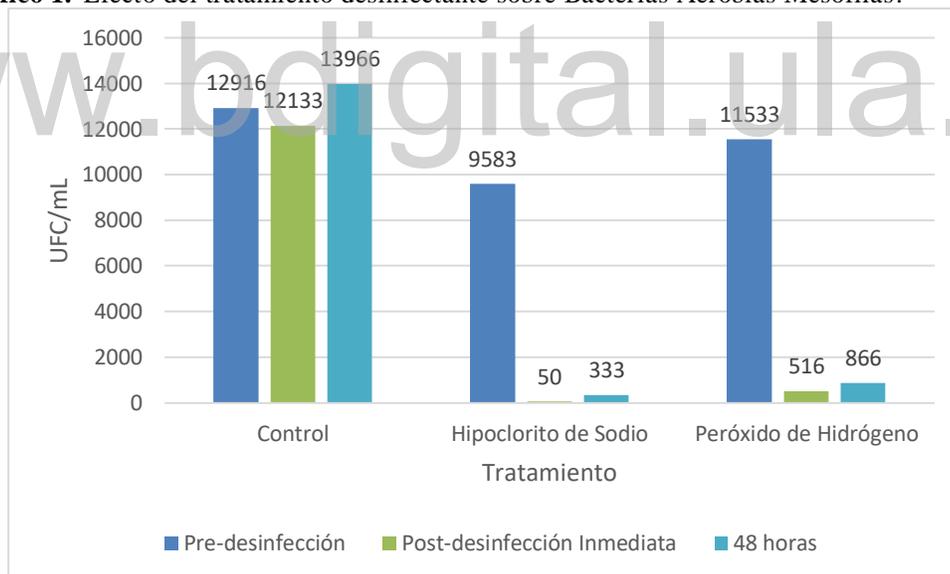
4.1 Presentación de los resultados

La muestra estuvo conformada por 6 unidades dentales del área clínica de Endodoncia perteneciente a la Clínica Integral del Adulto de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes, estas unidades fueron ubicadas en tres grupos, un grupo control y un grupo experimental para cada desinfectante a utilizar. De las unidades dentales seleccionadas fueron tomadas muestras de agua del reservorio independiente de agua, salida de agua de la turbina y de la jeringa triple. Luego de aplicar el protocolo de desinfección y de haber obtenido la última muestra de agua, las muestras fueron procesadas microbiológicamente y los resultados obtenidos se describen a continuación:

4.1.1 Efecto del tratamiento desinfectante sobre Bacterias Aerobias Mesófilas:

En el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra el promedio de los contajes de las UFC/mL de bacterias aerobias mesófilas y el efecto que causan los desinfectantes sobre las bacterias al ser aplicados en las líneas de agua. Se puede observar que inicialmente en la muestra pre desinfección los niveles de contaminación eran elevados y al ser aplicado el protocolo de desinfección los contajes disminuyeron significativamente con ambos desinfectantes, sin embargo, las unidades dentales tratadas con hipoclorito de sodio mantuvieron un promedio de 50 UFC/mL inmediatamente después de ser aplicado el desinfectante, estando entre los parámetros estipulados por la ADA^{55,75}, en comparación con el peróxido de hidrógeno que no logro cumplir estos parámetros.

Gráfico 1. Efecto del tratamiento desinfectante sobre Bacterias Aerobias Mesófilas.



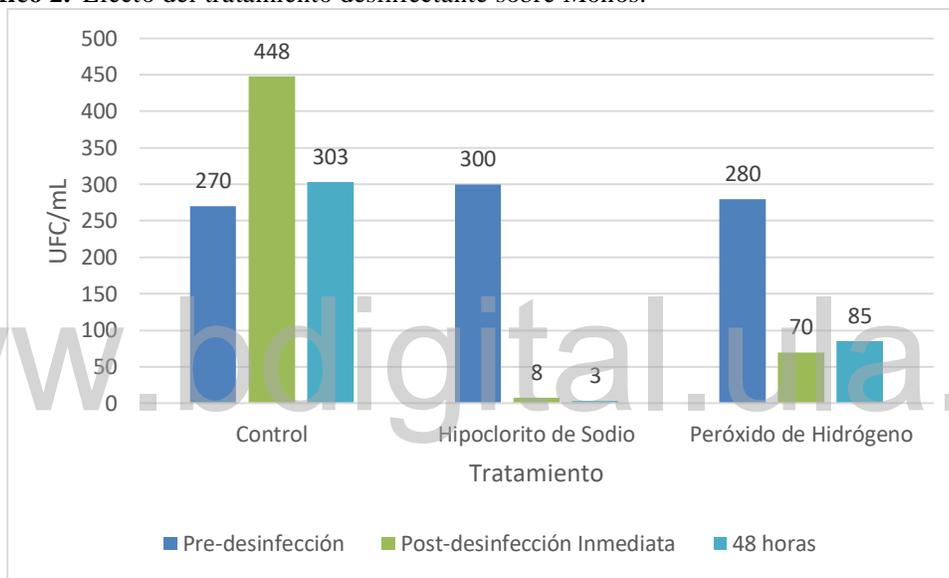
Fuente: Autoría propia.

4.1.2 Efecto del tratamiento desinfectante sobre Mohos:

En el Gráfico 2 se muestran el promedio de los contajes de las UFC/mL de mohos y el efecto que causan los desinfectantes sobre los mohos al ser aplicados en las líneas

de agua. Al igual que con las bacterias aerobias mesófilas se puede observar que inicialmente en la muestra pre desinfección eran elevados los niveles de contaminación y al ser empleado el protocolo de desinfección los contajes disminuyeron significativamente con ambos desinfectantes, sin embargo, las unidades dentales tratadas con hipoclorito de sodio mantuvieron un promedio de 8 UFC/mL inmediatamente después de ser aplicado el desinfectante, en comparación con el peróxido de hidrógeno que solo disminuyó a un promedio de 70 UFC/mL.

Gráfico 2. Efecto del tratamiento desinfectante sobre Mohos.



Fuente: Autoría propia.

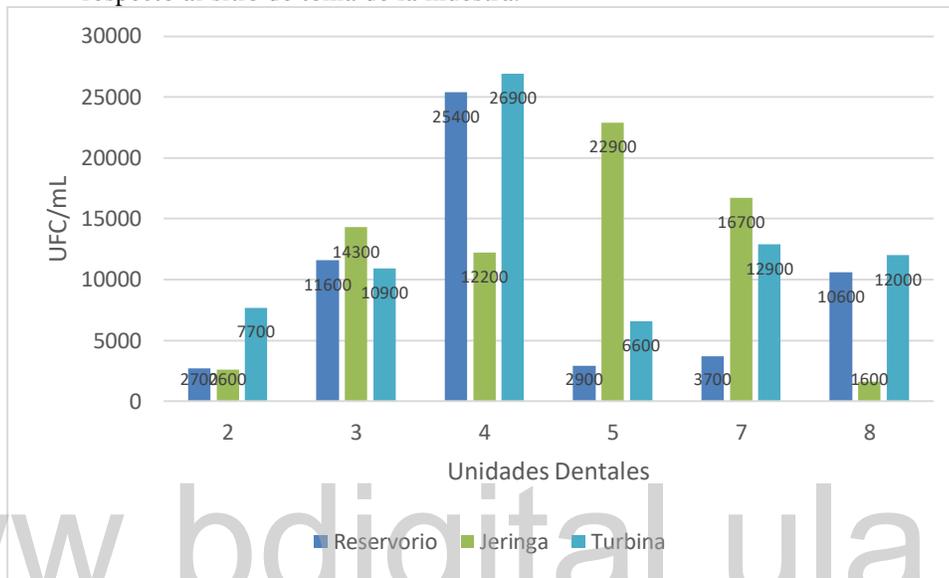
4.1.3 Comparación de la contaminación inicial por Bacterias Aerobias

Mesófilas con respecto al sitio de toma de la muestra:

En el Gráfico 3 se puede observar la comparación de la contaminación inicial por bacterias aerobias mesófilas en las 6 unidades dentales que participaron en el estudio con respecto al sitio de toma de la muestra, previo al protocolo de desinfección. En el Gráfico 3 se registró que los mayores niveles de contaminación se presentaron en la unidad dental N° 4 perteneciente al Grupo Control, con niveles elevados tanto en el

reservorio independiente de agua como en la salida del agua de la turbina; en general, el promedio de contaminación más alto se registró en la salida de agua de la turbina.

Gráfico 3. Comparación de la contaminación inicial por Bacterias Aerobias Mesófilas con respecto al sitio de toma de la muestra.

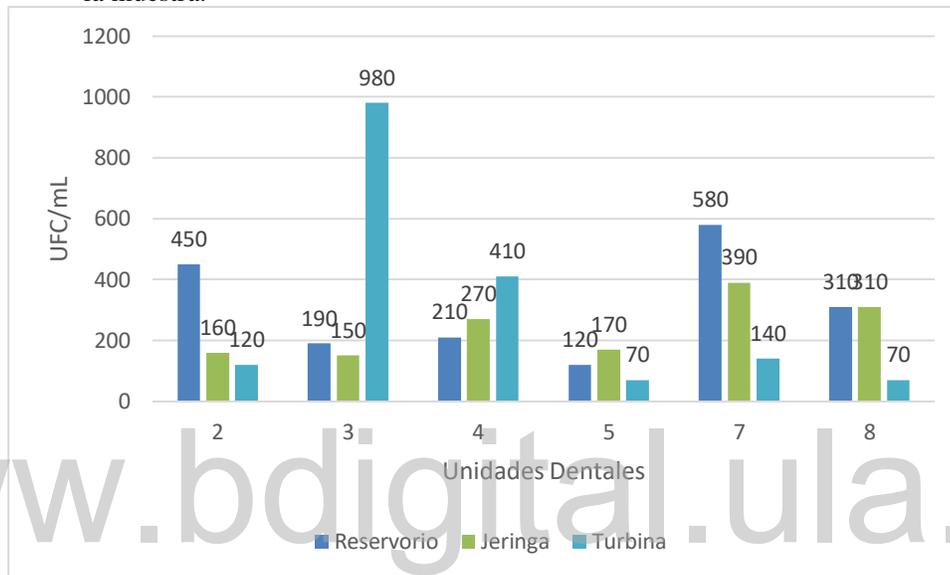


Fuente: Autoría propia.

4.1.4 Comparación de la contaminación inicial por Mohos con respecto al sitio de toma de la muestra:

En el Gráfico 4 se puede observar la comparación de la contaminación inicial por mohos en las 6 unidades dentales que participaron en el estudio con respecto al sitio de toma de la muestra, previo al protocolo de desinfección. En el Gráfico 4 se registró que los mayores niveles de contaminación se presentaron en la salida de agua de la turbina de la unidad dental N° 3 perteneciente al Grupo del Peróxido de Hidrógeno; en general, el promedio de contaminación más alto se registró en la salida de agua de la turbina.

Gráfico 4. Comparación de la contaminación inicial por Mohos con respecto al sitio de toma de la muestra.



Fuente: Autoría propia.

4.1.5 Presencia de Salmonella

En las distintas muestras tomadas de las líneas de agua de la unidad dental y posteriormente procesadas microbiológicamente no fueron detectadas levaduras ni presencia de especies de *Salmonella*.

4.1.6 Pruebas estadísticas

Para determinar la prueba estadística indicada para evaluar los resultados se determinó la homogeneidad de medias y de varianzas de los datos través de la prueba de Levene y de Kolmogorov-Smirnov, respectivamente. Al analizar la homogeneidad

de las medias de los datos de bacterias aerobias mesófilas y de mohos por separado con la prueba de Levene se encontró que las bacterias aerobias mesófilas no se distribuyen de manera normal, obteniendo un valor de p igual a 0.05484. Igualmente, al determinar la homogeneidad de las varianzas de las bacterias aerobias mesófilas y de los mohos se encontró que las varianzas de los mohos no son homogéneas, obteniendo un valor de p de 0.0001. Estos resultados indican que los datos no cumplen los requisitos para realizar pruebas paramétricas. Es por esto que se aplicaron pruebas no paramétricas que se ajustan a los objetivos de la investigación como la Prueba de Friedman, Kruskal-Wallis y Mann-Whitney, que permitieran analizar los resultados.

4.1.6.1 Prueba de Friedman

Se analizó estadísticamente cada tratamiento por separado para bacterias aerobias mesófilas, como se muestra en la Tabla 3 (la salida original del programa estadístico se encuentra anexada en el Apéndice 3), para conocer si por si solo eran efectivos, obteniendo que hubo diferencia estadísticamente significativa para los grupos tratados con peróxido de hidrógeno teniendo que el valor de p es igual a 0.009 e igualmente para los tratados con hipoclorito de sodio el valor de p es igual a 0.004. Con respecto al grupo control también hubo diferencia estadísticamente significativa con un valor de p igual a 0.006. Igualmente se aplicó la prueba de Friedman para las 3 muestras control, encontrándose diferencias significativas aunque no se aplicó ningún tratamiento, pudiendo asumirse que hubo una falla en la toma o en el procesamiento de la muestra. Para evidenciar que las diferencias significativas que se obtuvieron comparando las 3 muestras se deben a los valores de la muestra post-desinfección 48 horas se aplicó la Prueba de los rangos con signos Wilcoxon (la salida original del programa estadístico se encuentra anexada en el Apéndice 4), observándose que no es estadísticamente significativa la diferencia en la contaminación entre estas dos muestras con un valor de P igual a 0.75.

Tabla 2. Prueba de Friedman para bacterias aerobias mesófilas. Fuente: Autoría propia.

*Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon: rangos negativos 3,80 y rangos positivos 2,00 y la significancia 0,75

Muestra o Tratamiento	Rango promedio	Significancia
Control Pre-desinfección	2,83*	0,006
Control Post-desinfección inm.	2,17*	
Control Post-desinfeccion 48h	1,00	
Peróxido Pre-desinfección	2,67	0,009
Peróxido Post-desinfección inm.	1,00	
Peróxido Post-desinfeccion 48h	2,33	
Hipoclorito Pre-desinfección	3,00	0.004
Hipoclorito Post-desinfección inm.	1,17	
Hipoclorito Post-desinfeccion 48h	1,83	

Igualmente, se analizó estadísticamente cada tratamiento por separado para los mohos, como se muestra en la Tabla 4 (la salida original del programa estadístico se encuentra anexada en el Apéndice 5), para conocer si por si solo eran efectivos, obteniendo que hubo diferencia estadísticamente significativa para los grupos tratados con peróxido de hidrógeno en el cual el valor de p es igual a 0.009 e igualmente para los tratados con hipoclorito de sodio el valor de p es igual a 0.006.

Tabla 3. Prueba de Friedman para Mohos. Fuente: Autoría propia.

Muestra o Tratamiento	Rango promedio	Significancia
Control Pre-desinfección	1,83	0.311
Control Post-desinfección inm.	2,50	
Control Post-desinfeccion 48h	1,67	
Peróxido Pre-desinfección	3,00	0.009
Peróxido Post-desinfección inm.	1,33	
Peróxido Post-desinfeccion 48h	1,67	
Hipoclorito Pre-desinfección	3,00	0.006
Hipoclorito Post-desinfección inm.	1,75	
Hipoclorito Post-desinfeccion 48h	1,25	

4.1.6.2 Prueba de Kruskal-Wallis

Se empleó esta Prueba de Kruskal-Wallis para analizar estadísticamente la acción de los desinfectantes a las 48 horas de su aplicación en las líneas de agua tanto en bacterias aerobias mesófilas como en mohos, como se muestra en la Tabla 5 (la salida original del programa estadístico se encuentra anexada en el Apéndice 6), en donde la significancia obtenida entre el grupo control, el grupo del peróxido de hidrógeno y del hipoclorito de sodio tienen un valor de p igual a 0.003 para bacterias aerobias mesófilas y un valor de p igual a 0.001 para mohos, indicando que hubo diferencias estadísticamente significativas por lo menos en dos grupos de los tres estudiados, y para descartar que la diferencia obtenida se da solo entre el grupo control y el grupo del hipoclorito de sodio se aplica la Prueba Posteriori de Mann-Whitney como se demuestra en la Tabla 6 (la salida original del programa estadístico se encuentra anexada en el Apéndice 7), en la cual se analizó estadísticamente al grupo control y al grupo del peróxido de hidrógeno tanto de bacterias aerobias mesófilas como de mohos, obteniendo que si hubo diferencias estadísticamente significativas entre estos dos grupos, dando como resultado que ambos desinfectantes son igual de efectivos con respecto a la disminución de los niveles de contaminación microbiana.

Tabla 4. Prueba de Kruskal-Wallis de bacterias aerobias mesófilas y mohos a las 48 horas de la aplicación del desinfectante. Fuente: Autoría propia.

	Tratamiento	Rango promedio	Significancia
BAM	Control 48	15,33	0,003
	Peróxido 48	7,75	
	Hipoclorito 48	5,42	
Mohos	Control 48	15,50	0,001
	Peróxido 48	8,83	
	Hipoclorito 48	4,17	

Tabla 5. Prueba Posteriori de Mann-Whitney. Fuente: Autoría propia.

	Tratamiento	Rango promedio	Significancia
BAM	Control 48	9,33	0,006
	Peróxido 48	3,67	
Mohos	Control 48	9,50	0,004
	Peróxido 48	3,50	

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

Con base a los resultados obtenidos en la presente investigación se demuestra la presencia de altos niveles de contaminación microbiana en las líneas de agua de la unidad dental en las muestras de agua previo a la aplicación del protocolo de desinfección, incumpliendo las recomendaciones de la ADA, la cual señala que el agua utilizada en procedimientos no quirúrgicos no debe exceder de 200 UFC/mL. Los resultados difieren del estudio publicado por Chacón y cols.² realizado igualmente en La Clínica Integral del Adulto de la Facultad de Odontología de La Universidad de los Andes en el año 2008, en el estudio encontraron contaminación bacteriana en la cual se determinó en solo 16 muestras (64%) del grupo total analizado, resultados similares al estudio de Arvand y Hack³⁶ en el que solo 32 (35,6%) de las 90 muestras no cumplían con las normas, a diferencia del presente estudio en el cual se encontró presencia de contaminación bacteriana en las 18 muestras de agua (100%) tomadas previo al protocolo de desinfección, resultados parecidos al estudio publicado por Calderin y cols.⁸⁶ en el cual la contaminación encontrada no coincidía con lo estipulado por la ADA.

Los resultados del presente estudio demuestran altos niveles de presencia de UFC/mL como se indica en el Gráfico 1 y Gráfico 2, igualmente a los resultados obtenidos en el estudio de Tuttlebee y cols.⁷³ y de Linger y cols.⁸⁷, contrario a los expuesto en el estudio de Restrepo y cols.⁷ en el que el recuento de microorganismos mesófilos osciló solo entre 40 UFC y 200 UFC.

En cuanto a la presencia de especies de *Salmonella* se obtuvo que fue negativa para todas las muestras analizadas, tanto para las muestras antes y después del protocolo de desinfección como para las muestras tomadas a las 48 horas, resultados similares fueron obtenidos por Restrepo y cols.⁷ quienes analizaron las muestras de agua en búsqueda de enterobacterias como los coliformes totales y fecales, obteniendo que no había presencia en ninguna de las muestras. Contrario a los resultados obtenidos por Lisboa y cols.³² quienes no detectaron *E. coli* en ninguna de las muestras de agua analizadas, sin embargo, en nueve de las treinta muestras (30%) mostraron coliformes totales.

Por otra parte, en el presente estudio se encontró presencia de contaminación por mohos en las 18 muestras de agua (100%) tomadas previo al protocolo de desinfección, encontrándose los valores más altos en la unidad dental número 3 perteneciente al grupo del Peróxido de Hidrógeno con casi 1000 UFC/mL. Igualmente en el estudio publicado por Lisboa y cols.³² también encontraron presencia de hongos y fueron aislados del 70% de las muestras (21/30). Resultados similares se encuentran en el estudio de Szymańska⁸⁸ quien antes de la desinfección con peróxido de hidrógeno los hongos se encontraron en 12 muestras de agua de los reservorios (48%), en 16 muestras de agua de las piezas de mano (64%) y en 11 muestras de biopelícula (44%), estando entre ellos especies de *Candida* y otros hongos.

Posterior a la aplicación del protocolo de desinfección, se pudo observar que con ambas sustancias los niveles de contaminación se redujeron considerablemente, siendo menor las UFC/mL para las unidades dentales tratadas con hipoclorito de sodio a diferencia de las tratadas con peróxido de hidrógeno, sin embargo, evaluando los desinfectantes por separado estadísticamente se obtiene que ambos desinfectantes son igual de efectivos.

Con base en lo descrito anteriormente, se tienen resultados similares en el estudio de Fiehn y Henriksen⁸⁴ quienes indican que por medio de la desinfección intermitente una vez al día con hipoclorito de sodio se mantuvieron los niveles de contaminación notablemente bajos, similar al estudio publicado por Karpay y cols.⁷⁵ quienes revelan que en las muestras tomadas después del tratamiento periódico con hipoclorito de sodio se muestran con menos de 10 UFC/mL, con 61.8% (34 de 55) de las pruebas que mostraron cero UFC/mL, también en el estudio de Calderin y cols.⁸⁶ luego de la desinfección los niveles bajaron a 0 UFC/mL. Igualmente en el estudio de Kathariya y cols.⁸⁵ quienes indican ausencia de crecimiento bacteriano hasta 12 días posterior a la aplicación del hipoclorito de sodio dejándolo durante la noche en la unidad dental, a pesar de que actualmente es bien conocida la relación de la corrosión en partes de la unidad dental causada por el hipoclorito de sodio, es especial con un tiempo de contacto tan prolongado.

Por otro lado, otros autores como Linger y cols.⁸⁷, Alwarid y cols.⁸⁹, O'Donnell y cols.¹⁴ y Tuttlebee y cols.⁷³, también confirman la eficacia de la aplicación del peróxido de hidrógeno una vez a la semana para la disminución de la carga microbiana. Igualmente en el estudio de Zanetti y cols.⁶¹ quienes contaminaron una unidad piloto y aplicaron el protocolo de desinfección con peróxido de hidrógeno una vez al día, los niveles de contaminación se redujeron en la primera semana y se mantuvo bastante bajo durante todo el período siguiente, aunque se registraron ligeros aumentos después del fin de semana. Sin embargo, con respecto al estudio publicado por Szymańska⁸⁸ discutido anteriormente, luego de la desinfección con peróxido de hidrógeno se encontraron hongos en 6 muestras de agua de los reservorios (24%), en 7 muestras de agua de piezas de mano (28%) y en 6 muestras de biopelícula (24%), teniendo una disminución en relación a los contajes iniciales pero sin llegar a la eliminación completa.

Con respecto a la recontaminación de las líneas de agua luego de haber aplicado el protocolo de desinfección con ambos desinfectantes, se observó a las 48 horas un regreso de la contaminación, tanto de bacterias como de hongos como se observa en los gráficos 2, 3, 5 y 6, resultados similares a los obtenidos en el estudio de Whitehouse

y cols.⁴⁰ quienes por medio de un lavado continuo de las líneas de agua durante 20 minutos para la reducción de los niveles de contaminación encontraron que la recontaminación de todas las unidades fue positivas a las 24 horas; igualmente en el estudio de Fiehn y Henriksen⁸⁴ indican que a los 5 días de la implementación de la desinfección con hipoclorito de sodio una vez por 40 minutos las UFC volvieron a los niveles antiguos o más altos. Igualmente en el estudio de Tuttlebee y cols.⁷³ quienes publican que luego de 3 semanas de la suspensión del protocolo de desinfección con peróxido de hidrógeno una vez a la semana los niveles de contaminación aumentaron considerablemente.

Por consiguiente, los resultados obtenidos en la presente investigación, demuestran que el agua utilizada en la Clínica Integral del Adulto de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes no cumple con los criterios de calidad microbiológica, demostrando la necesidad de una monitorización regular del agua, actualización y capacitación del personal sobre esta forma de contaminación y como tratarla, además de la implementación de un protocolo de desinfección regular para mantener los niveles de contaminación dentro de los parámetros estipulados por la ADA, evitando de esta forma que los pacientes atendidos en estas clínicas y el personal que labora en la Facultad de Odontología estén expuestos a esta contaminación.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Tomando en cuenta los resultados y las condiciones del presente estudio, se concluye:

- El agua utilizada para el tratamiento odontológico en las unidades dentales del área clínica de Endodoncia perteneciente a la Clínica Integral del Adulto de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes, no cumple con los criterios de calidad microbiológica estipulados y descritos por la ADA.
- Las bacterias aerobias mesófilas y los mohos hallados en las muestras provenientes de la jeringa triple, turbina y reservorio independiente de agua, indican la presencia de altos niveles de contaminación, pudiendo contener microorganismos que pueden llegar a ser potencialmente patógenos al tratarse de paciente con un sistema inmunocomprometido o deficiente.
- La aplicación de peróxido de hidrógeno al 3% preparado en una dilución de 1:4 y del hipoclorito de sodio al 5% preparado en una dilución de 1:10, demostraron ser efectivos estadísticamente con respecto a la disminución de la carga microbiana en las líneas de agua de la unidad dental. Sin embargo, en los resultados se puede observar una disminución de la

contaminación cuando se emplea el hipoclorito de sodio en comparación al peróxido de hidrógeno.

- Por medio de los resultados del presente estudio se refleja la contaminación existente en las líneas de agua, situación que debe ser abordada por el odontólogo y equipo dental para la aplicación de medidas de bioseguridad más estrictas y un protocolo de desinfección de las aguas eficaz.

6.2 Recomendaciones

En la presente investigación se presentaron diversas limitaciones, entre ellas: El bajo presupuesto, la escasa disponibilidad de algunos materiales de laboratorio y la poca cantidad de unidades dentales disponibles y operativas.

Lo anteriormente descrito se puede tomar como referencia para estudios posteriores, de forma en que se aumente la cantidad de unidades dentales para su análisis, incluir otros desinfectantes químicos además de sus distintas concentraciones e identificar las especies bacterianas colonizadoras, en función de establecer comparaciones que permitan el monitoreo continuo de la calidad del agua para tratamiento odontológico y, de esta manera, disminuir los niveles de contaminación existentes.

Por otra parte, en relación al protocolo de desinfección en las líneas de agua de las unidades odontológicas, se sugiere la desinfección química, ya sea con hipoclorito de sodio o con peróxido de hidrógeno, como un método efectivo y sencillo para reducir el riesgo de contaminación.

Aunado a lo anterior, se debe promover el desarrollo de programas permanentes educativos y de entrenamiento al personal odontológico (odontólogos y asistentes dentales), sobre los riesgos y formas de contaminación existentes, revisión de las estrategias de prevención, discusión en relación con nuevas fuentes de infección, así

como también la actualización respecto a las precauciones universales en el área de bioseguridad.

Efectivamente, el monitoreo continuo de la calidad del agua, la educación y entrenamiento del personal odontológico, constituyen elementos fundamentales para asegurar que los procedimientos de desinfección se realizan de manera efectiva y bajo medidas óptimas de control de infección.

www.bdigital.ula.ve

REFERENCIAS

1. Kohn W, Collins A, Cleveland J, Harte J, Eklund K, Malvitz D. Guidelines for Infection Control in Dental Health- Care Settings --- 2003. MMWR Recomm Rep [Internet]. 2003;52(17):1-61. Disponible en: http://dl.gtids.ir/DrKhojasteh/infection_control_term5.pdf
2. Chacon I, Yopez J. Aislamiento de especies de Pseudomonas en las líneas de agua de las unidades odontológicas en la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes [Tesis]. 2008.
3. Toomarian L, Rikhtegaran S, Sadighi M, Oskoe S, Oskoe P. Contamination of dental unit water and air outlets following use of clean head system and conventional handpieces. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects. 2007;1(1):43-7.
4. Szymańska J. Control methods of the microbial water quality in dental unit waterlines. Ann Agric Environ Med [Internet]. 2003;10:1-4. Disponible en: <http://www.aem.pl/Control-methods-of-the-microbial-water-quality-in-dental-unit-waterlines,72803,0,2.html>
5. Agahi R, Hashemipour M, Kalantari M, Ayatollah-Mosavi A, Aghassi H, Gandjalikhan A. Effect of 0.2% chlorhexidine on microbial and fungal contamination of dental unit waterlines. Dent Res J [Internet]. 2014;11(3):351-6. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4119368/>
6. Cabral J. Water microbiology. Bacterial pathogens and water. Int J Environ Res Public Health [Internet]. 2010;7:3657-703. Disponible en: http://www.irelandswater.com/files/Micro_review.pdf
7. Restrepo M, Cadavid D, Velez D, Tabares A, Castaño M, Dos Santos-Pinto L, et al. Contaminación microbiana en las líneas de agua de las unidades odontológicas. Acta Odontológica Venez [Internet]. 2012;50(2):1-4. Disponible en: <http://bdigital.ces.edu.co:8080/repositorio/bitstream/10946/2650/1/4.pdf>
8. Barbeau J, Tanguay R, Faucher E, Avezard C, Trudel L, Côté L, et al. Multiparametric analysis of waterline contamination in dental units. Appl Environ Microbiol [Internet]. 1996;62(11):3954-9. Disponible en: <http://aem.asm.org/content/62/11/3954.short>

9. Smith J, McHugh S, McCormick L, Stansfield R, McMillan A, Hood J. A cross sectional study of water quality from dental unit water lines in dental practices in the West of Scotland. *Br Dent J* [Internet]. 2002;193(11):645-8. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12607622>
10. Szymańska J, Sitkowska J. Evaluation of activities aimed at preventing microbiological risks in dental practice. *Med Pr* [Internet]. 2013;64(1):11-7. Disponible en: <http://medpr.imp.lodz.pl/Ocena-dzialan-ukierunkowanych-na-zapobieganie-zagrozeniom-mikrobiologicznym-w-pracy-stomatologa,422,0,1.html>
11. Costa D, Mercier A, Gravouil K, Verdon J, Imbert C. Occurrence and diversity of both bacterial and fungal communities in dental unit waterlines subjected to disinfectants. *Pathog Dis* [Internet]. 2016;74(7):1-11. Disponible en: <https://academic.oup.com/femspd/article-abstract/doi/10.1093/femspd/ftw094/2198091>
12. Pankhurst C, Johnson N, Woods R. Microbial contamination of dental unit waterlines: the scientific argument*. *Int Dent J* [Internet]. 1998;48:359-68. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1875-595X.1998.tb00697.x/full>
13. Dallolio L, Scuderi A, Rini M, Valente S, Farruggia P, Sabbatini M, et al. Effect of different disinfection protocols on microbial and biofilm contamination of dental unit waterlines in community dental practices. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2014;11:2064-76. Disponible en: <http://www.mdpi.com/1660-4601/11/2/2064/htm>
14. O'Donnell M, Shore A, Coleman D. A novel automated waterline cleaning system that facilitates effective and consistent control of microbial biofilm contamination of dental chair unit waterlines: A one-year study. *J Dent* [Internet]. 2006;34(9):648-61. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300571205002186>
15. Gonzalez C. La evaluación de la calidad microbiológica del agua en unidades dentales. *Rev Cubana Hig Epidemiol* [Internet]. 2009;47(3):1-10. Disponible

en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223220068009%0ACómo>

16. Kadaifciler D, Ökten S, Sen B. Mycological contamination in dental unit waterlines in Istanbul, Turkey. *Brazilian J Microbiol* [Internet]. 2013;44(3):977-81. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-83822013000300049&script=sci_arttext
17. Barbeau J. Waterborne biofilms and dentistry: The changing face of infection control. *J Can Dent Assoc (Tor)* [Internet]. 2000;66(10):539-41. Disponible en: <http://www.cda-adc.ca/JCDA/vol-66/issue-10/539.pdf>
18. Walker J, Bradshaw D, Fulford M, Marsh P. Microbiological evaluation of a range of disinfectant products to control mixed-species biofilm contamination in a laboratory model of a dental unit water system. *Appl Env Microbiol* [Internet]. 2003;69(6):3327-32. Disponible en: <http://aem.asm.org/content/69/6/3327.short>
19. Lauritano D, Nardone M, Gaudio R, Candotto V, Carinci F. Risk assessment of colonization of *Legionella* spp. in dental unit waterlines. *Oral Implantol (Rome)*. 2017;(3):283-8.
20. Volgenant C, Persoon I. Microbial water quality management of dental unit water lines at a dental school (Accepted Manuscript). *J Hosp Infect* [Internet]. 2018; Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2018.11.002>
21. Kotaka C, Garcia L, Ito F, Fuganti M, Carnio J, Pelayo J. Evaluation of the level of microbial contamination and prevalence of gram-negative non-fermentative rods in dental unit waterlines. *RSBO* [Internet]. 2012;9(3):245-53. Disponible en: <https://search.proquest.com/openview/cdab34244718901ebd9eb881d430225f/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2046132>
22. Coleman D, O'Donnell M, Boyle M, Russell R. Microbial biofilm control within the dental clinic: reducing multiple risks. *J Infect Prev* [Internet]. 2010;11(6):192-8. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1757177410376845>
23. McDowell J, Paulson D, Mitchell J. A simulated-use evaluation of a strategy for

- preventing biofilm formation in dental unit waterlines. *J Am Dent Assoc* [Internet]. 2004;135:799-805. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14219/jada.archive.2004.0280>
24. Gutiérrez S, Dussán D, Leal S, Sánchez A. Evaluación microbiológica de la desinfección en unidades odontológicas (estudio piloto). *Rev Colomb Cienc Quím Farm* [Internet]. 2008;37(2):133-49. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rccqf/v37n2/v37n2a03.pdf>
 25. Szymańska J, Dutkiewicz J. Concentration and species composition of aerobic and facultatively anaerobic bacteria released to the air of a dental operation area before and after disinfection of dental unit waterlines. *Ann Agric Env Med* [Internet]. 2008;15:301-7. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Jacek_Dutkiewicz2/publication/23628334_Concentration_and_species_composition_of_aerobic_and_facultatively_anaerobic_bacteria_released_to_the_air_of_a_dental_operation_area_before_and_after_disinfection_of_dental_unit_waterlines
 26. Blake G. The incidence and control of bacterial infection of dental unit and ultrasonic scales [Abstract]. *Br Dent J*. 1963;15:413-6.
 27. Kettering J, Stephens J, Muñoz-Viveros C, Naylor P. Reducing bacterial counts in dental unit waterlines: tap water vs. distilled water. *J Contemp Dent Pract* [Internet]. 2002;3(3):1-11. Disponible en: http://www.jaypeejournals.com/eJournals/ShowText.aspx?ID=1484&Type=FREE&TYP=TOP&IN=_eJournals/images/JPLOGO.gif&IID=131&Value=24&isPDF=YES
 28. Smith A, McHugh S, Aitken I, Hood J. Evaluation of the efficacy of Alpron disinfectant for dental unit water lines. *Br Dent J* [Internet]. 2002;193(10):593-6. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12481185>
 29. Mills S. The dental unit waterline controversy: defusing the myths, defining the solutions. *J Am Dent Assoc* [Internet]. 2000;131:1427-41. Disponible en: [http://jada.ada.org/article/S0002-8177\(14\)65150-3/abstract](http://jada.ada.org/article/S0002-8177(14)65150-3/abstract)
 30. Türetgen I, Göksay D, Cotuk A. Comparison of the microbial load of incoming

- and distal outlet waters from dental unit water systems in Istanbul. *Environ Monit Assess* [Internet]. 2009;158:9-14. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-008-0560-7>
31. Dogruöz N, Ilhan-Sungur E, Göksay D, Türetgen I. Evaluation of microbial contamination and distribution of sulphate-reducing bacteria in dental units. *Environ Monit Assess* [Internet]. 2012;184:133-9. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-011-1952-7>
 32. Lisboa G, Lisboa Y, Pinheiro T, Stegun R, Da Silva-Filho E. Microbial diversity in dental unit waterlines. *Acta Odontol Latinoam* [Internet]. 2014;27(3):110-4. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-48342014000300002
 33. Chua C, Fathilah A, Himratul-Aznita W. Health risk of dental unit waterline system to dental patients-an issue concern. *ADUM* [Internet]. 2013;20(1):20-6. Disponible en: <http://adum.um.edu.my/index.php/adum/article/view/13877>
 34. Walker J, Bradshaw D, Bennett A, Fulford M, Martin M, Marsh P. Microbial biofilm formation and contamination of dental-unit water systems in general dental practice. *Appl Environ Microbiol* [Internet]. 2000;66(8):3363-7. Disponible en: <http://aem.asm.org/content/66/8/3363.short>
 35. Chate R. An audit improves the quality of water within the dental unit water lines of general dental practices across the East of England. *Br Dent J* [Internet]. 2010;209(7):1-8. Disponible en: <http://www.nature.com/bdj/journal/v209/n7/pdf/sj.bdj.2010.909.pdf>
 36. Arvand M, Hack A. Microbial contamination of dental unit waterlines in dental practices in Hesse, Germany: A cross-sectional study. *Eur J Microbiol Immunol* [Internet]. 2013;3(1):49-52. Disponible en: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3832077&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
 37. Sandra-Toledo L, Paz-Montes A, Piña-Reyes E, Sandra-Ferreira M, Navarro J, Chacín M. Detección de especies de Legionella en el agua utilizada en las

- unidades dentales. Maracaibo-Venezuela. Kasmara [Internet]. 2009;37(1):7-15. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0075-52222009000100002&script=sci_arttext
38. Al-Hiyasat A, Ma'ayeh S, Hindiyeh M, Khader Y. The presence of *Pseudomonas aeruginosa* in the dental unit waterline systems of teaching clinics. *Int J Dent Hyg* [Internet]. 2007;5(1):36-44. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1601-5037.2007.00221.x/full>
 39. Ajami B, Ghazvini K, Movahhed T, Ariaee N, Shakeri M, Makarem S. Contamination of a dental unit water line system by *Legionella pneumophila* in the Mashhad School of dentistry in 2009. *Iran Red Crescent Med J* [Internet]. 2012;14(6):376-8. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Taraneh_Movahhed/publication/230743532_Contamination_of_a_Dental_Unit_Water_Line_System_by_Legionella_Pneumophila_in_the_Mashhad_School_of_Dentistry_in_2009/links/004635311ad3f7d0f5000000/Contamination-of-a-Dental-Unit
 40. Whitehouse R, Peters E, Lizotte J, Lilge C. Influence of biofilms on microbial contamination in dental unit water. *J Dent* [Internet]. 1991;19:290-5. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08927014.2013.839782>
 41. Souza-Gugelmin M, Lima C, Lima S, Mian H, Ito I. Microbial contamination in dental unit waterlines. *Braz Dent J* [Internet]. 2003;14(1):55-7. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Jacek_Dutkiewicz2/publication/23628318_Microbial_contamination_of_dental_unit_waterlines/links/5447fbd40cf2d62c30529d86.pdf
 42. Abdouchakour F, Dupont C, Grau D, Aujoulat F, Mournetas P, Marchandin H, et al. *Pseudomonas aeruginosa* and *Achromobacter* sp. clonal selection leads to successive waves of contamination of water in dental care units. *Appl Environ Microbiol* [Internet]. 2015;81(21):7509-24. Disponible en: <http://europepmc.org/articles/pmc4592868>
 43. Ávila S, Estupiñán S, Estupiñán D. Calidad del agua de unidades odontológicas. *NOVA* [Internet]. 2012;10(17):101-10. Disponible en:

<http://repository.unad.edu.co/handle/10596/6629>

44. Lin SM, Svoboda K, Giletto A, Seibert J, Puttaiah R. Effects of hydrogen peroxide on dental unit biofilms and treatment water contamination. *Eur J Dent* [Internet]. 2011;5(1):47-59. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/7620/dc134e3b70df754cb95e61bb613ecef70ca1.pdf>
45. Chacón I, Yépez J, Castillo J, Urdaneta L, Chidiak S, Jarpa P, et al. Aislamiento de especies de *Pseudomonas* de las líneas de agua de las unidades odontológicas. *Acta Odontológica Venez* [Internet]. 2010;48(1):1-8. Disponible en: <http://www.actaodontologica.com/ediciones/2010/1/pdf/art1.pdf>
46. Coleman D, O'Donnell M, Shore A, Swan J, Russell R. The role of manufacturers in reducing biofilms in dental chair waterlines. *J Dent* [Internet]. 2007;35(9):701-11. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300571207000954>
47. Bansal R, Puttaiah R, Harris R, Reddy A. Evaluation of two methods in controlling dental treatment water contamination. *J Contemp Dent Pract* [Internet]. 2011;12(2):73-83. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/8aee/b83567860d21999b3315f90cff264103941d.pdf>
48. Jatzwauk L, Reitemeier B. A pilot study of three methods for the reduction of bacterial contamination of dental unit water systems in routine use. *Int J Hyg Environ Health* [Internet]. 2002;204(5-6):303-8. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1438463904701066>
49. Schel A, Marsh P, Bradshaw D, Finney M, Fulford M, Frandsen E, et al. Comparison of the efficacies of disinfectants to control microbial contamination in dental unit water systems in general dental practices across the European Union. *Appl Environ Microbiol* [Internet]. 2006;72(2):1380-7. Disponible en: <http://aem.asm.org/content/72/2/1380.short>
50. Szymańska J. Bacterial decontamination of DUWL biofilm using Oxygenal 6. *Ann Agric Environ Med* [Internet]. 2006;13:163-7. Disponible en:

<http://europepmc.org/abstract/med/16841887>

51. Montebugnoli L, Chersoni S, Prati C, Dolci G. A between-patient disinfection method to control water line contamination and biofilm inside dental units. *J Hosp Infect* [Internet]. 2004;56:297-304. Disponible en: [http://www.journalofhospitalinfection.com/article/S0195-6701\(04\)00031-3/abstract](http://www.journalofhospitalinfection.com/article/S0195-6701(04)00031-3/abstract)
52. Puttaiah R, Svoboda K, Ming S, Montebugnoli L, Dolci G, Spratt D, et al. Evaluation of an automated dental unit water system's contamination control protocol. *J Contemp Dent Pract* [Internet]. 2012;13(1):1-10. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Raghunath_Puttaiah/publication/221723331_Evaluation_of_an_Automated_Dental_Unit_Water_Systems_Contamination_Control_Protocol/links/56a4efb208ae1b6511326e11/Evaluation-of-an-Automated-Dental-Unit-Water-Systems-Contamina
53. Smith A, Bagg J, Hood J. Use of chlorine dioxide to disinfect dental unit waterlines. *J Hosp Infect* [Internet]. 2001;49:285-8. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195670101910850>
54. Leoni E, Dallolio L, Stagni F, Sanna T, D'Alessandro G, Piana G. Impact of a risk management plan on Legionella contamination of dental unit water. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2015;12:2344-58. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.696.5450&rep=rep1&type=pdf>
55. Arraigada A, Larrucea C, Padilla C. Control de infección en los ductos de equipos dentales de las clínicas odontológicas de la Universidad de Talca. *Rev Dent Chile* [Internet]. 2004;95(2):3-9. Disponible en: http://www.revistadentaldechile.cl/temas_agosto_2004/PDF_agosto_2004/Control_de_Infeccion_en_los_Ductos_de_Equipos_Dentales..._pdf
56. Costa D, Girardot M, Bertaux J, Verdon J, Imbert C. Efficacy of dental unit waterlines disinfectants on a polymicrobial biofilm. *Water Res* [Internet]. 2016;91:38-44. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135415304516>

57. Shajahan I, Kandaswamy D, Srikanth P, Narayana L, Selvarajan R. Dental unit waterlines disinfection using hypochlorous acid-based disinfectant. *J Conserv Dent* [Internet]. 2016;19(4):347-50. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4979282/>
58. Dayoub M, Rusilko D, Gross A. A Method of Decontamination of Ultrasonic Scalers and High Speed Handpieces. *J Periodontol* [Internet]. 1978;49(5):261-5. Disponible en: <http://www.joponline.org/doi/abs/10.1902/jop.1978.49.5.261>
59. Becerra-Castro C, Macedo G, Silva A, Manaia C, Nunes O. Proteobacteria become predominant during regrowth after water disinfection. *Sci Total Environ* [Internet]. 2016;573:313-23. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.08.054>
60. Liaqat I, Sabri A. Effect of biocides on biofilm bacteria from dental unit water lines. *Curr Microbiol* [Internet]. 2008;56(6):619-24. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00284-008-9136-6>
61. Zanetti F, De Luca G, Tarlazzi P, Stampi S. Decontamination of dental unit water systems with hydrogen peroxide. *Lett Appl Microbiol* [Internet]. 2003;37(3):201-6. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1472-765X.2003.01378.x>
62. Casini B, Aquino F, Totaro M, Miccoli M, Galli I, Manfredini L, et al. Application of Hydrogen Peroxide as an Innovative Method of Treatment for Legionella Control in a Hospital Water Network. *Pathogens* [Internet]. 2017;6(2):15. Disponible en: <http://www.mdpi.com/2076-0817/6/2/15>
63. Kaur R, Singh I, Vandana K, Desai R. Effect of chlorhexidine, povidone iodine, and ozone on microorganisms in dental aerosols: randomized double-blind clinical trial. *Indian J Dent Res* [Internet]. 2014;25(2):160-5. Disponible en: <http://www.ijdr.in/article.asp?issn=0970-9290;year=2014;volume=25;issue=2;spage=160;epage=165;aulast=Kaur>
64. Mills S, Lauderdale P, Mayhew R. Reduction of microbial contamination in dental units with povidone-iodine 10%. *J Am Dent Assoc* [Internet]. 1986;113(2):280-4. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002817786320336>

65. Percival R, Devine D, Nattress B, Kite P, Marsh P. Control of microbial contamination in dental unit water systems using tetra-sodium EDTA. *J Appl Microbiol*. 2009;107(4):1081-8.
66. Douglas C. Evaluation of a dental unit with a built-in decontamination system. *Quintessence Int (Berl)*. 1991;22(9):721-6.
67. Gigola P, Angelillo V, Garusi G. Effectiveness of a glutaraldehyde formulation in decontamination of dental unit water systems. *Minerva Stomatol [Internet]*. 2006;55(7-8):437-48. Disponible en: <https://europepmc.org/abstract/med/17041544>
68. Pareek S, Nagaraj A, Sharma P, Atri M, Naidu S, Yousuf A, et al. Disinfection of Dental Unit Water Line Using Aloe Vera: In Vitro Study. *Int J Dent [Internet]*. 2013;2013:1-6. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/ijd/2013/618962/abs/>
69. Aicha L, Imane B, Rachid D, Oifa R, Abdelwaheb C, Abed A. Eradication of *Pseudomonas* biofilm by disinfectants and some plants extracts. *South Asian J Exp Biol [Internet]*. 2015;5(1):6-16. Disponible en: <http://sajeb.org/index.php/sajeb/article/view/20029/9760>
70. Kadaifciler D, Cotuk A. Microbial contamination of dental unit waterlines and effect on quality of indoor air. *Environ Monit Assess [Internet]*. 2014;186:3431-44. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-014-3628-6>
71. Barbot V, Robert A, Rodier M, Imbert C. Update on infectious risks associated with dental unit waterlines. *FEMS Immunol Med Microbiol [Internet]*. 2012;65(2):196-204. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1574-695X.2012.00971.x>
72. Claudino D, Lima A, Botega T, Serratine A. Avaliação de solução à base de NaOCl 0,2% na desinfecção das tubulações de água dos equipos odontológicos. *Pesqui Bras Odontopediatria Clin Integr [Internet]*. 2011;11(4):471-6. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/637/63722200002/>
73. Tuttlebee C, O'Donnell M, Keane C, Russell R, Sullivan D, Falkiner F, et al.

- Effective control of dental chair unit waterline biofilm and marked reduction of bacterial contamination of output water using two peroxide-based disinfectants. *J Hosp Infect* [Internet]. 2002;52(3):192-205. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S019567010291282X>
74. Coleman D, O'Donnell M, Shore A, Russell R. Biofilm problems in dental unit water systems and its practical control. *J Appl Microbiol* [Internet]. 2009;106:1424-37. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2672.2008.04100.x/full>
75. Karpay R, Plamondon T, Mills S, Dove B. Combining periodic and continuous sodium hypochlorite treatment to control biofilms in dental unit water systems. *J Am Dent Assoc* [Internet]. 1999;130:957-65. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14219/jada.archive.1999.0336>
76. Kamma J, Bradshaw D, Fulford M, Marsh P, Frandsen E, Østergaard E, et al. Attitudes of general dental practitioners in Europe to the microbial risk associated with dental unit water systems. *Int Dent J* [Internet]. 2006;56(4):187-95. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1875-595X.2006.tb00093.x>
77. Kengadaran S, Srisakthi D, Arumugham I, Pradeepkumar R. Knowledge , attitude , and practice regarding dental unit waterline disinfection among dental practitioners of India. *J Adv Pharm Educ Res*. 2017;7(3):1-4.
78. Yoon H, Lee S. Susceptibility of Bacteria Isolated from Dental Unit Waterlines to Disinfecting Chemical Agents. *J Gen Appl Microbiol* [Internet]. 2018;1-20. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29848913>
79. Rivera G, Padilla C, Bonasso P, González A, Martínez H. Directriz para reducir el riesgo de transmisión de *Mycobacterium abscessus* durante la práctica clínica odontológica. *Rev ADM* [Internet]. 2017;74(1):6-10. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2017/od171c.pdf>
80. Del Castillo G, Perea B, Labajo E, Santiago A, Garcia F. Lesiones por hipoclorito sódico en la clínica odontológica: causas y recomendaciones de actuación. *Científica Dent* [Internet]. 2011;8(1):71-9. Disponible en:

<https://www.aacademica.org/elenalabajogonzalez/64.pdf>

81. Corona-Tabares M, Montoya-Gutiérrez S, Ortega-Torres B, Aguiar-Fuentes E. Dehiscencia de tejido por contacto con hipoclorito de sodio. Rev Tamé [Internet]. 2013;2(4):118-20. Disponible en: <http://dspace.uan.mx:8080/jspui/handle/123456789/962>
82. Costa S, Gasparini D, Valsecia M. Farmacovigilancia. Reacciones adversas producidas por hipoclorito de sodio utilizado como irrigante en endodoncia. Comun científicas y tecnológicas [Internet]. 2004;19:25. Disponible en: www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2004/3-Medicina/M-091.pdf
83. Mata D, López A, Zapico J, Saavedra S, Jiménez I. Ingestión accidental de agua oxigenada en niños. Bol Pediatr [Internet]. 2002;42:196-200. Disponible en: http://www.sccalp.org/boletin/181/BolPediatr2002_42_196-200.pdf
84. Fiehn N, Henriksen K. Methods of disinfection of the water system of dental units by water chlorination. J Dent Res [Internet]. 1988;67(12):1499-504. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3198849>
85. Kathariya M, Kashinath P, Kulkarni S, Singh D, Akkareddy B, Kathariya R. Evaluation of bacterial contamination of dental unit waterlines and the efficacy of commercially available disinfectants. Int J Public Heal Dent [Internet]. 2013;4(1):23-8. Disponible en: <http://ijphd.org/ijphd/article/download/448/779>
86. Calderin O, González Y, Gallo D, Pulgar T. Hipoclorito de sodio al 5% Vs digluconato de clorhexidina. Desinfectantes antimicrobianos del sistema de irrigación odontológico. Rev Eugenio Espejo [Internet]. 2018;12(1):44-52. Disponible en: <http://eugenioespejo.unach.edu.ec/index.php/EE/article/view/40>
87. Linger J, Molinari J, Forbes W, Farthing C, Winget W. Evaluation of a hydrogen peroxide disinfectant for dental unit waterlines. J Am Dent Assoc [Internet]. 2001;132:1287-91. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14219/jada.archive.2001.0374>
88. Szymańska J. Antifungal efficacy of hydrogen peroxide in dental unit waterline disinfection. Ann Agric Env Med [Internet]. 2006;13:313-7. Disponible en: <http://europepmc.org/abstract/med/17196007>

89. Alwarid R, Mohammed E, Wehab W. Study the Effects of Two Types of Microbial Disinfectants on Contamination of Dental Unit Water Lines. *Res J Pharm Tech* [Internet]. 2018;11(2):604-7. Disponible en: <http://rjptonline.org/AbstractView.aspx?PID=2018-11-2-33>
90. O'Donnell M, Boyle M, Russell R, Coleman D. Management of dental unit waterline biofilms in the 21st century. *Future Microbiol* [Internet]. 2011;6(10):1209-26. Disponible en: <https://www.futuremedicine.com/doi/abs/10.2217/fmb.11.104>
91. O'Donnell M, Tuttlebee C, Falkiner F, Coleman D. Bacterial contamination of dental chair units in a modern dental hospital caused by leakage from suction system hoses containing extensive biofilm. *J Hosp Infect* [Internet]. 2005;59(4):348-60. Disponible en: [http://www.journalofhospitalinfection.com/article/S0195-6701\(04\)00399-8/abstract](http://www.journalofhospitalinfection.com/article/S0195-6701(04)00399-8/abstract)
92. Iturralde A. Comparación del efecto desinfectante entre Lysol y Eucida en las superficies de las jeringas triples de las unidades odontológicas de la Clínica Integral del séptimo semestre de la Facultad de Odontología de la Universidad Central del Ecuador [Tesis] [Internet]. Quito, Ecuador. 2015. Disponible en: <http://docplayer.es/50142365-Universidad-central-del-ecuador-facultad-de-odontologia-unidad-de-investigacion-titulacion-y-graduacion.html>
93. Flores M. Evaluación del grado de contaminación cruzada en piezas de mano de alta rotación en la atención a pacientes en la Clínica de la facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lima 2013 [Tesis] [Internet]. 2014. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/54235146.pdf>
94. Smith A, Smith G, Lappin D, Baxter H, Jones A, Baxter R. Dental handpiece contamination: A proteomics and surface analysis approach. *Biofouling* [Internet]. 2014;30(1):29-39. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08927014.2013.839782>
95. Liñán J, Reynozo C. Análisis bacteriológico del agua de la fuente de

- abastecimiento y de jeringa triple de las unidades dentales de clínicas odontológicas en Tarma (Junín) 2013. [Tesis] [Internet]. Repositorio institucional - Wiener. 2013. Disponible en: <http://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/123456789/59>
96. Salinas A. Estudio microbiológico del agua que expulsa la jeringa triple del reservorio de los equipos odontológicos de Clínica Integral de la UNL, periodo marzo – agosto 2016. [Tesis] [Internet]. 2016. Disponible en: [http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/16580/1/Tesis-Estudio-Microbiológico-del-Agua %281%29.pdf](http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/16580/1/Tesis-Estudio-Microbiológico-del-Agua%201%29.pdf)
 97. Guerra M, Tovar V, La corte E. Estrategias para el control de infecciones en odontología. Acta Odontológica Venez [Internet]. 2006;44(1):1-9. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0001-63652006000100023&script=sci_arttext&lng=en
 98. Orrù G, Del Nero S, Tuveri E, Ciusa M, Pilia F, Piras V, et al. Evaluation of Antimicrobial-Antibiofilm Activity of a Hydrogen Peroxide Decontaminating System Used in Dental Unit Water Lines. Open Dent J [Internet]. 2010;4(1):140-6. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2948419/>
 99. 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 [Internet]. 2018;11(3):357-63. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jiph.2017.09.017>
 100. Ipiates D. Análisis bacteriológico del agua utilizada en los pacientes que acuden a la Clínica Odontológica de la Universidad Nacional de Loja, a realizarse diversos tipos de tratamientos, durante el periodo septiembre-octubre del 2013 [Tesis] [Internet]. 2013. Disponible en: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/15113>
 101. Miller C, Palenik C. Control de la infección y manejo de materiales peligrosos para el equipo de profesionales de salud dental. Segunda edición. Madrid. Ediciones Harcourt. 2000.
 102. Barbot V, Costa D, Deborde M, Imbert C. Efficacy of dental unit disinfectants

- against *Candida* spp. and *Hartmannella vermiformis*. *Pathog Dis*. 2014;70(3):289-96.
103. Ditommaso S, Giacomuzzi M, Ricciardi E, Garbuio R, Zotti C. The role of chemical products at low doses in preventing the proliferation of bacteria in dental unit waterlines: the ICX® experience. *J Water Health* [Internet]. 2018;16(1):150-8. Disponible en: <https://iwaponline.com/jwh/article-abstract/16/1/150/37989>
104. Walker J, Marsh P. Microbial biofilm formation in DUWS and their control using disinfectants. *J Dent* [Internet]. 2007;35(9):721-30. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300571207001327>
105. Neyra H. Calidad bacteriológica del agua utilizada en las jeringas triples de las unidades dentales de los puestos de salud - Minsa de la provincia de Tacna en el año 2014 [Tesis] [Internet]. 2015. Disponible en: <http://redi.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2129>
106. Hansen D. Higiene del agua. En: *Conceptos básicos de control de infecciones de IFIC*. 2011. p. 361-74.
107. Sedlata J, Sedlackova H, Janska J, Holy O, Lalova I, Matouskova I. *Legionella* spp. in dental unit waterlines. *Bratisl Med J* [Internet]. 2017;118(5):310-4. Disponible en: <https://europepmc.org/abstract/med/28516796>
108. Marais J, Brözel V. Electro-chemically activated water in dental unit water lines. *Br Dent J*. 1999;187(3):154-8.
109. Apella M, Araujo P. Microbiología de agua. *Conceptos Básicos*. En: *Tecnologías Solares para la Desinfección y Descontaminación del Agua* [Internet]. 2005. p. 33-50. Disponible en: http://www.psa.es/es/projects/solarsafewater/documents/libro/02_Capitulo_02.pdf
110. Volk W. *Microbiología Básica*. Séptima ed. 1996. 1-819 p.
111. Liébana J. *Microbiología Oral*. 2º Edición. Editorial McGraw-Hill. 2002. 1-677 p.
112. Brooks G, Butel J, Morse S. *microbiología Médica de Jawetz, Melnick y*

- Adelberg. 18° edición en español. 2005. 1-786 p.
113. García L, Iannacone J. *Pseudomonas aeruginosa* un indicador complementario de la calidad de agua potable: análisis bibliográfico a nivel de Sudamérica. *Biol [Internet]*. 2014;12(1):133-52. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4755797>
 114. Allen M, Edberg S, Reasoner D. Heterotrophic plate count bacteria — what is their significance in drinking water? *Int J Food Microbiol [Internet]*. 2004;92:265-74. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160503004537>
 115. Porteous N, Redding S, Thompson E, Grooters A, Hoog S, Sutton D. Isolation of an unusual fungus in treated dental unit waterlines. *J Am Dent Assoc [Internet]*. 2003;134:853-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14219/jada.archive.2003.0283>
 116. Rivera J, Román C. Biopelículas y salud pública. *An Med Asoc Med Hosp ABC [Internet]*. 2005;50(4):172-6. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/abc/bc-2005/bc054f.pdf>
 117. Walker J, Bradshaw D, Finney M, Fulford M, Frandsen E, Østergaard E, et al. Microbiological evaluation of dental unit water systems in General Dental Practice in Europe. *Eur J Oral Sci [Internet]*. 2004;112:412-8. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1600-0722.2004.00151.x>
 118. Fotedar S, Ganju S. Microbial contamination of dental unit water lines in H.P. Government Dental College, Shimla. *Saudi J Dent Res [Internet]*. 2015;6(2):129-32. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjdr.2014.11.002>
 119. Szymańska J, Sitkowska J. Opportunistic bacteria in dental unit waterlines: Assessment and characteristics. *Future Microbiol [Internet]*. 2013;8(5):681-9. Disponible en: <https://www.futuremedicine.com/doi/abs/10.2217/fmb.13.33>
 120. Petti S, Tarsitani G. Detection and Quantification of Dental Unit Water Line Contamination by Oral Streptococci. *Infect Control Hosp Epidemiol [Internet]*. 2006;27(5):504-9. Disponible en: <https://europepmc.org/abstract/med/16671033>

121. Harshitha N, Ebinesh A, Shobha, Saralaya K. Isolation of Enterobacteriaceae and non-fermenting Gram-negative bacilli (NFGNB) from Dental Unit Water Lines (DUWL) in a tertiary care institutional setup. *MicroMed* [Internet]. 2018;6(2):78-84. Disponible en: <http://journals.tmkarpinski.com/index.php/mmed/article/view/38>
122. Meiller T, Depaola L, Kelley J, Baqui A, Turng B, Falkler W. Dental Unit Waterlines: Biofilms, disinfection and recurrence. *J Am Dent Assoc* [Internet]. 1999;130(1):65-72. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14219/jada.archive.1999.0030>
123. Hassan A, Farouk H, Hassanein F, Abdul-ghani R, Abdelhady A. Acanthamoeba contamination of hemodialysis and dental units in Alexandria, Egypt: A neglected potential source of infection. *J Infect Public Health* [Internet]. 2012;5(4):304-10. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jiph.2012.06.001>
124. Mazari W, Boucherit-Otmani Z, Abdelhamid I, Ilahi A, Boucherit K. Risk assessment for the spread of *Candida* sp. in dental chair unit waterlines using molecular techniques. *Int Dent J* [Internet]. 2018;68(6):386-92. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/idj.12401>
125. Xavier F, Dos Santos M, Roselino A, Gonçalves A. Fungos potencialmente patogênicos isolados de água de equipos odontológicos. *J Odontol da FACIT* [Internet]. 2015;2(1):22-8. Disponible en: <http://revistas.faculdefacit.edu.br/index.php/JOFI/article/view/18>
126. Martin M, Gallagher M. An investigation of the efficacy of super-oxidised (Optident/Sterilox) water for the disinfection of dental unit water lines. *Br Dent J* [Internet]. 2005;198(6):353-4. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/4812174>
127. Ríos-Tobón S, Agudelo-Cadavid R, Gutiérrez-Builes L. Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Rev Fac Nac Salud Pública* [Internet]. 2017;35(2):236-47. Disponible en: <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/fnsp/article/view/26353>
128. Silva J, Ramírez L, Alfieri A, Rivas G, Sánchez M. Determinación de

- microorganismos indicadores de calidad sanitaria. Coliformes totales, coliformes fecales y aerobios mesófilos en agua potable envasada y distribuida en San Diego, estado Carabobo, Venezuela. *Rev la Soc Venez Microbiol.* 2004;24(1-2).
129. Gaceta Oficial de La República de Venezuela. Ministerio de Sanidad y Asistencia Social. Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable [Internet]. 1998. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/cd-cagua/normas/lac/20.VEN/01.norma.pdf>
 130. Silva R, Núñez J, Medina Á, Seña A, Montiel M. Calidad microbiológica del agua de distribución intradomiciliaria en dos zonas rurales del estado Falcón, Venezuela. *Redieluz* [Internet]. 2015;5(1-2):129-34. Disponible en: <http://produccioncientificaluz.org/index.php/redieluz/article/view/21689/21484>
 131. Barrientos Y, Suárez C, Pacheco H, Ruiz S, Devia B, Perdomo Y. Calidad Microbiológica Del Agua Y Riesgo Sanitario De Dos Acueductos Rurales En El Estado Vargas, Venezuela. *Investig y Postgrado* [Internet]. 2005;20(115-141). Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-00872005000100005
 132. ADA Council on Scientific Affairs. Dental unit waterlines: Approaching the year 2000. *J Am Dent Assoc.* 1999;130:1653–1664.
 133. Watanabe E, Agostinho A, Matsumoto W, Ito I. Dental unit water: bacterial decontamination of old and new dental units by flushing water. *Int J Dent Hyg* [Internet]. 2008;6:56-62. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1601-5037.2007.00278.x/full>
 134. Rice E, Rich W, Johnson C, Lye D. The role of flushing dental water lines for the removal of microbial contaminants. *Public Health Rep* [Internet]. 2006;121:270-4. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/003335490612100308>
 135. Yoon H, Lee S. Establishing a laboratory model of dental unit waterlines bacterial biofilms using a CDC biofilm reactor. *Biofouling* [Internet].

- 2017;33(10):917-26. Disponible en:
<http://doi.org/10.1080/08927014.2017.1391950>
136. Técnica de siembra de microorganismos. Escritorio Biológico. BRCH. [Internet]. 2013. Disponible en:
<http://gabrielescritoriobiologico.blogspot.com/2013/12/losmicroorganismos-estan-en-todas-partes.html>
137. Ortiz J, Díaz A. Comencemos el aislamiento. Mundo Rhizobium [Internet]. 2011. Disponible en:
<http://mundorhizobiumito.blogspot.com/2011/11/comencemos-el-aislamiento.html>
138. American Public Health Association (APHA). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Part 9000: Microbiological Examination [Internet]. 1998. 548 p. Disponible en:
https://www.mwa.co.th/download/file_upload/SMWW_9000-10900a.pdf
139. Barrancos M. Bioseguridad en la práctica odontológica. En: Operatoria Dental Integración Clínica 4ta edición. 2006. p. 215.
140. Ahm L, Omima E, Aljabry A. Prevalence of Pseudomonas Aeruginosa in Khartoum Teaching Dental Hospital. J Dent Med Sci [Internet]. 2017;16(9):62-9. Disponible en: <http://www.umst-edu.sd:8080/xmlui/handle/123456789/264>
141. Rodríguez M, Arpajón Y, Sosa A. De la bioseguridad al control de infecciones en estomatología. Rev Cubana Estomatol [Internet]. 2014;51(2):224-36. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/est/v51n2/est10214.pdf>
142. Troconis J. Control del ambiente de los consultorios odontológicos: uso de gorro, máscara de larga cobertura, bata quirúrgica, dique de goma y guantes. Acta Odontológica Venez [Internet]. 2003;41(1). Disponible en:
http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652003000100011
143. Delfín M, Delfín O, Rodríguez J. Necesidad de la implementación de la bioseguridad en los servicios estomatológicos en Cuba. Rev Cubana Estomatol [Internet]. 1999;36(3):235-9. Disponible en:

<http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0034->

[75071999000300007&script=sci_arttext&lng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0034-75071999000300007&script=sci_arttext&lng=en)

144. Otero J, Otero J. Manual De Bioseguridad En Odontologia. Lima Perú Editor Médica [Internet]. 2002;5:1-48. Disponible en: <http://w.w.w.odontomarketing.com/BIOSEGURIDAD.pdf>
145. Depaola L, Mangan D, Mills S, Costerton W, Barbeau J, Shearer B, et al. A review of the science regarding dental unit waterlines. Journal Am Dent Assoc [Internet]. 2002;133:1199-206. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002817714635911>
146. Oviedo C, Rosadilla F, Fros G. Normatización de procedimientos de bioseguridad en la consulta odontológica. Salud Mil [Internet]. 2001;23(1):72-82. Disponible en: https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/123456789/2636/1/Oviedo_C_2001.pdf
147. Sánchez-Saldaña L, Saenz-Anduaga E. Antisépticos y desinfectantes. Dermatología Peru [Internet]. 2005;15(2):81-103. Disponible en: http://metabase.uaem.mx/bitstream/handle/123456789/1468/280_4.pdf?sequence=1
148. Linley E, Denyer S, McDonnell G, Simons C, Maillard J. Use of hydrogen peroxide as a biocide: new consideration of its mechanisms of biocidal action. J Antimicrob Chemother [Internet]. 2012;67(7):1589-96. Disponible en: <https://academic.oup.com/jac/article-abstract/67/7/1589/733761>
149. Castillo G, Perea B, Labajo E, Santiago A, García F. Lesiones por hipoclorito sódico en la clínica odontológica: causas y recomendaciones de actuación. Científica Dent [Internet]. 2011;8(1):71-9. Disponible en: http://www.coem.org.es/sites/default/files/publicaciones/CIENTIFICA_DENTAL/VOL8_NUM1/71-79.pdf
150. Lal S, Pearce M, Achilles-day U, Day J, Glyn L, Crean S, et al. Developing an ecologically relevant heterogeneous biofilm model for dental-unit waterlines. Biofouling [Internet]. 2016;7014:1-13. Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.1080/08927014.2016.1260710>

151. Pankhurst C, Coulter W, Philpott-Howard J, Surman-Lee S, Warburton F, Challacombe S. Evaluation of the Potential Risk of Occupational Asthma in Dentists Exposed to Contaminated Dental Unit Waterlines. *Prim Dent Care* [Internet]. 2005;12(2):53-63. Disponible en: <https://www.ingentaconnect.com/content/fgdp/pdc/2005/00000012/00000002/art00004>
152. Pankhurst C, Scully C, Samaranayake L. Dental unit water lines and their disinfection and management: a review. *Dent Update* [Internet]. 2017;44:284-92. Disponible en: <https://www.magonlinelibrary.com/doi/abs/10.12968/denu.2017.44.4.284>
153. Ricci M, Fontana S, Pinci F, Fiumana E, Pedna M, Farolfi P, et al. Pneumonia associated with a dental unit waterline. *Lancet* [Internet]. 2012;379(9816):684. Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(12\)60074-9/abstract](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(12)60074-9/abstract)
154. Lizon J, Florentin A, Martrette J, Rivier A, Clement C, Rabaud C. Microbial control of dental unit water: Feedback on different disinfection methods experience. *Am J Infect Control* [Internet]. 2015;1-3. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajic.2015.08.029>
155. Pankhurst C, Coulter W. Do contaminated dental unit waterlines pose a risk of infection? *J Dent* [Internet]. 2007;35:712-20. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300571207001145>
156. Marín R. Análisis microbiológico del agua que se utiliza en los servicios clínicos de la Facultad de Odontología de la Universidad de Costa Rica. *Int J Dent Sci* [Internet]. 2009;11:33-6. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=499551914006%0ACómo>
157. Shepherd P, Shojaei M, Eleazer P, Van Stewart A, Staat R. Clearance of biofilm from dental unit waterlines through the use of hydroperoxide ion-phase transfer catalysts. *Quintessence Int Ed* [Internet]. 2001;32(10):755-61. Disponible en: <http://www.sterilex.com/wp-content/uploads/2015/07/Full-Staat-Study.pdf>

158. Hurtado J. Diseños de las investigaciones de nivel integrativo. En: Metodología de la Investigación Guía para la comprensión holística de la ciencia. 2012. p. 749-66.
159. Hurtado J. Metodología de la investigación holística. 2000. 613 p.

www.bdigital.ula.ve

APÉNDICE 1: Hoja de registro para la recolección de datos.



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
 DEPARTAMENTO DE BIOPATOLOGÍA
 CÁTEDRA DE MICROBIOLOGÍA
 MÉRIDA-VENEZUELA

Comparación de la efectividad antimicrobiana del Hipoclorito de Sodio y el Peróxido de Hidrógeno aplicados como agentes desinfectantes en las líneas de agua de las unidades dentales.

Hoja de registro para la recolección de datos

Día: _____ Fecha: _____ Hora: _____
 Muestra: Pre-desinfección _____ Post-desinfección I. _____ Post-desinfección M. _____

(UFC/mL)				
Unidades desinfectadas con hipoclorito de sodio	N° Unidad	Turbina	Jeringa Triple	Reservorio de agua
	Unidad N° _____			
	Unidad N° _____			

(UFC/mL)				
Unidades desinfectadas con peróxido de hidrógeno	N° Unidad	Turbina	Jeringa Triple	Reservorio de agua
	Unidad N° _____			
	Unidad N° _____			

(UFC/mL)				
Grupo control	N° Unidad	Turbina	Jeringa Triple	Reservorio de agua
	Unidad N° _____			
	Unidad N° _____			

Observaciones: _____

APÉNDICE 2: Fotografías del procedimiento.



Fotografía 1. Preparación de los medios de cultivo. Fuente: Autoría propia.



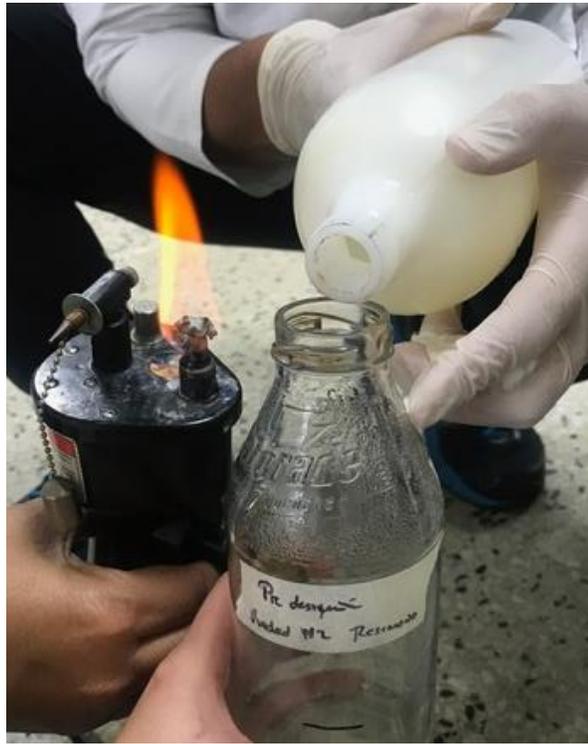
Fotografía 2. Organización de lo frascos y placas de Petri. Fuente: Autoría propia.



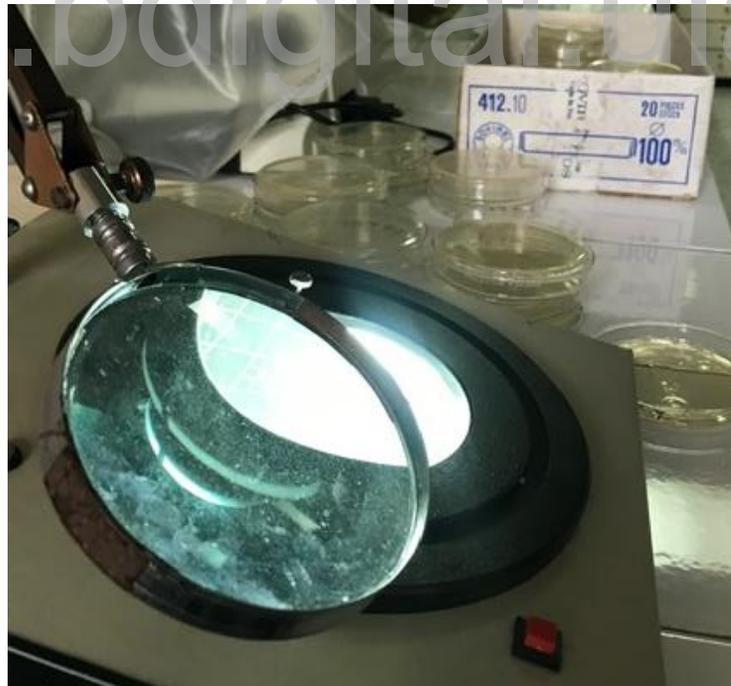
Fotografía 3. Activación del flujo de agua. Fuente: Autoría propia.



Fotografía 4. Toma de la muestra de agua de la jeringa triple. Fuente: Autoría propia.



Fotografía 5. Toma de la muestra de agua del reservorio independiente. Fuente: Autoría propia.



Fotografía 6. Lectura de placas y contajes de UFC. Fuente: Autoría propia.



Fotografía 7. Preparación y siembra del agar Dextrosa Sabouraud. Fuente: Autoría propia.

APÉNDICE 3: Salidas originales de la Prueba de Friedman para Bacterias Aerobias Mesófilas:

Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Percentiles		
						25	50 (Mediana)	75
BAM.PreCon	6	12916,67	10861,937	2600	26900	2675,00	9950,00	25775,00
BAM.PostCon	6	3033,33	628,225	2300	3700	2300,00	3100,00	3700,00
BAM.Post48Con	6	50,00	83,666	0	200	,00	,00	125,00

Prueba de Friedman

Rangos

	Rango promedio
BAM.PreCon	2,83
BAM.PostCon	2,17
BAM.Post48Con	1,00

Estadísticos de contraste^a

N	6
Chi-cuadrado	10,333
gl	2
Sig. asintót.	,006

a. Prueba de Friedman

Fuente: Autoría propia.

Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Percentiles		
						25	50 (Mediana)	75
BAM.PrePer	6	11533,33	6872,166	2900	22900	5675,00	11250,00	16450,00
BAM.PostPer	6	800,00	779,744	200	1800	200,00	400,00	1800,00
BAM.Post48Per	6	13966,67	8950,456	1900	24600	6850,00	13150,00	23025,00

Prueba de Friedman

Rangos

	Rango promedio
BAM.PrePer	2,67
BAM.PostPer	1,00
BAM.Post48Per	2,33

Estadísticos de contraste^a

N	6
Chi-cuadrado	9,333
gl	2
Sig. asintót.	,009

a. Prueba de Friedman

Fuente: Autoría propia.

Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Percentiles		
						25	50 (Mediana)	75
BAM.PreHipo	6	9583,33	5776,995	1600	16700	3175,00	11300,00	13850,00
BAM.PostHipo	6	50,00	83,666	0	200	,00	,00	125,00
BAM.Post48Hipo	6	866,67	952,190	0	2600	75,00	700,00	1475,00

Prueba de Friedman

Rangos

	Rango promedio
BAM.PreHipo	3,00
BAM.PostHipo	1,17
BAM.Post48Hipo	1,83

Estadísticos de contraste^a

N	6
Chi-cuadrado	11,273
gl	2
Sig. asintót.	,004

a. Prueba de Friedman

Fuente: Autoría propia.

APÉNDICE 4: Salida original de la Prueba de los rangos con signo Wilcoxon:

Estadísticos descriptivos								
	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Percentiles		
						25	50 (Mediana)	75
BAM.PreCon	6	12916,67	10861,937	2600	26900	2675,00	9950,00	25775,00
BAM.PostCon	6	3033,33	628,225	2300	3700	2300,00	3100,00	3700,00

Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Rangos				
	N	Rango promedio	Suma de rangos	
BAM.PostCon - BAM.PreCon	5 ^a	3,80	19,00	Rangos negativos
	1 ^b	2,00	2,00	Rangos positivos
	0 ^c			Empates
	6			Total

a. BAM.PostCon = BAM.PreCon
 b. BAM.PostCon > BAM.PreCon
 c. BAM.PostCon = BAM.PreCon

Estadísticos de contraste ^b	
	BAM.PostCon - BAM.PreCon
Z	-1,782 ^a
Sig. asintót. (bilateral)	,075

a. Basado en los rangos positivos.
 b. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Fuente: Autoría propia.

APÉNDICE 5: Salidas originales de la Prueba de Friedman para

Mohos:

Estadísticos descriptivos								
	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Percentiles		
						25	50 (Mediana)	75
ConPre	6	270,00	134,313	120	450	150,00	240,00	420,00
ConPost	6	448,33	252,857	100	850	280,00	430,00	617,50
Con48	6	303,33	115,701	210	530	225,00	280,00	350,00

Prueba de Friedman

	Rango promedio
ConPre	1,83
ConPost	2,50
Con48	1,67

Estadísticos de contraste ^a	
N	6
Chi-cuadrado	2,333
gl	2
Sig. asintót.	,311

a. Prueba de Friedman

Fuente: Autoría propia.

Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Percentiles		
						25	50 (Mediana)	75
PerPre	6	280,00	345,485	70	980	107,50	160,00	387,50
PerPost	6	70,00	48,580	10	120	10,00	85,00	112,50
Per48	6	85,00	70,071	0	170	22,50	75,00	162,50

Prueba de Friedman

Rangos

	Rango promedio
PerPre	3,00
PerPost	1,33
Per48	1,67

Estadísticos de contraste^a

N	6
Chi-cuadrado	9,333
gl	2
Sig. asintót.	,009

a. Prueba de Friedman

Fuente: Autoría propia.

Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Percentiles		
						25	50 (Mediana)	75
HipoPre	6	300,00	181,789	70	580	122,50	310,00	437,50
HipoPost	6	8,33	7,528	0	20	,00	10,00	12,50
Hipo48	6	3,33	5,164	0	10	,00	,00	10,00

Prueba de Friedman

Rangos

	Rango promedio
HipoPre	3,00
HipoPost	1,75
Hipo48	1,25

Estadísticos de contraste^a

N	6
Chi-cuadrado	10,174
gl	2
Sig. asintót.	,006

a. Prueba de Friedman

Fuente: Autoría propia.

APÉNDICE 6: Salida original de la Prueba de Kruskal-Wallis:

Estadísticos descriptivos								
	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Percentiles		
						25	50 (Mediana)	75
BAM	18	5055,56	8120,361	0	24600	200,00	850,00	8575,00
MOHOS	18	130,56	149,567	0	530	,00	75,00	240,00
Tratamiento	18	2,00	,840	1	3	1,00	2,00	3,00

Prueba de Kruskal-Wallis

Rangos			
Tratamiento	N	Rango promedio	
BAM Con48	6	15,33	
Per48	6	7,75	
Hipo48	6	5,42	
Total	18		
MOHOS Con48	6	15,50	
Per48	6	8,83	
Hipo48	6	4,17	
Total	18		

Estadísticos de contraste ^{a,b}		
	BAM	MOHOS
Chi-cuadrado	11,354	13,978
gl	2	2
Sig. asintót.	,003	,001

a. Prueba de Kruskal-Wallis

Fuente: Autoría propia.

APÉNDICE 7: Salida original de la Prueba de Mann-Whitney:

Estadísticos descriptivos								
	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Percentiles		
						25	50 (Mediana)	75
BAM	18	5055,56	8120,361	0	24600	200,00	850,00	8575,00
MOHOS	18	130,56	149,567	0	530	,00	75,00	240,00
Tratamiento	18	2,00	,840	1	3	1,00	2,00	3,00

Prueba de Mann-Whitney

Rangos				
Tratamiento	N	Rango promedio	Suma de rangos	
BAM Con48	6	9,33	56,00	
Per48	6	3,67	22,00	
Total	12			
MOHOS Con48	6	9,50	57,00	
Per48	6	3,50	21,00	
Total	12			

Estadísticos de contraste ^b		
	BAM	MOHOS
U de Mann-Whitney	1,000	,000
W de Wilcoxon	22,000	21,000
Z	-2,722	-2,887
Sig. asintót. (bilateral)	,006	,004
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,004 ^a	,002 ^a

Fuente: Autoría propia.