



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

MICROORGANISMOS ENCONTRADOS EN EL AGUA DE
LAS UNIDADES DENTALES Y SU REPERCUSIÓN EN LA
SALUD. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

DIANA ANAID CORTÉS GONZÁLEZ

TUTORA: C.D. MARTHA CONCEPCIÓN CHIMAL SÁNCHEZ

MÉXICO, D.F

2010



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADEZCO Y DEDICO SINCERAMENTE

A MI MAMI

*Por todo el apoyo y sacrificios que hiciste
para que pudiera llevar a cabo esta gran meta
en mi vida, que también es tuya.
Gracias por toda tu confianza, amor y cariño.
Espero que estés orgullosa de mí.*

A MI PAPI

*Por todo el apoyo y aliento que me
diste a lo largo de todo este camino.
Gracias por tus consejos y todo
tu cariño y amor.*

A MIS HERMANOS

*Alé e Itzel, por todos los momentos buenos
y malos que hemos vivido a lo largo de nuestras
vidas. Y por el amor que sólo un hermano te puede dar.
Estoy muy orgullosa de ustedes y de lo que han logrado en su vida.
Los quiero mucho.*

A DIEGO

*Por ser mi eterno amigo y compañero
incondicional a lo largo de todo este camino
que hemos recorrido juntos.
Gracias por tu apoyo, amor y toda la paciencia
que me has tenido. Te amo.*

A MIS AMIGOS

Dieguito, Rulo, Paco y Pepe.

Por todos esos momentos divertidos y anhelos que hemos vivido. Y que a pesar de todo llegamos juntos hasta el final de esto. Los quiero mucho y gracias por ponerse en mi camino, jamás pensé poder encontrar amigos tan maravillosos como ustedes.

Recuerden este es solo el comienzo.

A LA DRA. MARTHA CHIMAL

*Por todo el apoyo y esmero que puso
en la realización de este trabajo.*

*Quizá fue un corto tiempo el trabajar con usted,
pero fue suficiente para poder ganarse mi
admiración y respeto.*

*Y mostrar cariño y humildad en todos los aspectos
haciéndola la excelente persona que es.*



ÍNDICE

	PAG.
I. INTRODUCCIÓN	6
II. PROPÓSITO	8
III. OBJETIVO	8
1. ANTECEDENTES	9
2. FLORA MICROBIANA DEL AGUA	11
2.1. Organismos propios del agua	11
3. INDICADORES MICROBIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA	16
3.1. Coliformes totales	16
3.2. Coliformes termotolerantes (fecales)	18
3.3. Recuento de heterótrofos en placa	19
4. FACTORES CONTAMINANTES DEL AGUA DE LAS UNIDADES DENTALES	20
4.1. Pieza de mano	20
4.2. Suministro de agua	21
4.3. Biofilm	23
4.3.1. Características del biofilm en las líneas de agua	24
4.3.2. Formación del biofilm en las líneas de agua	26
4.3.3. Control del biofilm	28
5. LÍMITES ACEPTABLES DE MICROORGANISMOS EN EL AGUA POTABLE PARA USO DENTAL	30
5.1. Generalidades	30
5.2. Norma Oficial Mexicana	32
5.3. Asociación Dental Americana (ADA) (American Dental Association)	34



5.4. Agencia de Protección Ambiental de U.S.A (EPA) (Environmental Protection Agency).....	34
6. MICROORGANISMOS ENCONTRADOS EN EL AGUA DE LAS UNIDADES DENTALES.....	36
6.1. Bacterias.....	36
6.1.1. Generalidades	36
6.1.2. Estructura.....	37
6.1.3. Clasificación	38
6.1.4. Bacterias que componen la microflora contaminante de las líneas de agua de las unidades dentales.....	38
6.2. Hongos.....	41
6.2.1. Generalidades.....	41
6.2.2. Estructura.....	41
6.2.3. Hongos que componen la microflora contaminante de las líneas de agua de las unidades dentales.....	42
6.3. Protozoarios que componen la microflora contaminante de las líneas de agua de las unidades dentales.....	44
7. AFECTACIÓN Y REPERCUSIÓN EN LA SALUD, DERIVADO DE LOS MICROORGANISMOS PRESENTES EN EL AGUA DE LAS UNIDADES DENTALES.....	46
8. CONTROL DE INFECCIONES.....	53
9. CONCLUSIONES.....	57
IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60



I. INTRODUCCIÓN

El agua de consumo en nuestra población puede considerarse como microbiológicamente no segura y sugiere la posible fuente de infección concerniente a las líneas de agua de la unidad dental.

La calidad del agua en las unidades dentales es de considerable importancia, ya que el riesgo de infección que corre el personal de salud y los pacientes siempre está presente en la práctica clínica. Dado que muchas de las infecciones pueden ser transmitidas por sangre o saliva en forma directa o indirecta, y por medio de gotas, aerosoles, instrumentos y equipos contaminados.

La contaminación microbiana del agua de las unidades dentales es universal, y dicha agua es colonizada abundantemente por bacterias. En el mayor de los casos, los valores de contaminación bacteriana exceden las normas aceptadas del agua potable por distintas instituciones tanto nacionales como internacionales, así como las recomendaciones para el agua usada en tratamientos dentales conservadores.

Desde 1963, se han estado haciendo numerosos estudios respecto a la contaminación microbiana en el agua de las unidades dentales. Donde se ha observado que un factor muy importante en la contaminación del agua es la presencia de un biofilm. Además que se ha documentado que el uso de la pieza de mano produce la succión de los fluidos de la cavidad bucal, proporcionando así un incremento de la flora bacteriana que existía de las tuberías de la unidad dental llegando así a una composición más compleja de microorganismos.



Se han implementado distintos estándares relacionados a la calidad del agua, la cual regula la cantidad de microorganismos permitidos en el agua potable que evitan el desarrollo de enfermedades.

Entre las bacterias que se han encontrado destacan bacterias que pertenecen a la flora normal de la cavidad bucal y otras de gran importancia como *Pseudomona aureginosa*, *Legionella pneumophilia*, *Mycobacterium spp.* no tuberculoso y *Acanthamoeba*, que poseen un gran potencial patógeno, que al residir en el agua de las líneas de la unidad dental resulta muy perjudicial para individuos inmunosuprimidos, tanto pacientes como al personal odontológico.

Por lo que en este trabajo se mencionan las distintas enfermedades que causan las bacterias que están presentes en el agua usada en los tratamientos dentales.

Y por último se hace mención de los métodos de control de infecciones que podemos aplicar para lograr una disminución de microorganismos en las líneas de agua de las unidades dentales, y así mismo lograr una disminución en el desarrollo de enfermedades causadas por estos organismos.



II. PROPÓSITO

Es conocer los microorganismos presentes en el agua utilizada en las unidades dentales, además de conocer los factores que predisponen para que se lleve a cabo la contaminación del agua y así mismo crear conciencia de la afectación que pueda provocar en la salud, tanto de los pacientes como del odontólogo.

III. OBJETIVO

Conocer los microorganismos presentes en el agua de las unidades dentales y su repercusión en la salud, en los pacientes que son atendidos y en el odontólogo.



1. ANTECEDENTES

Se ha sabido por más de 40 años que el agua suministrada por las unidades dentales durante la práctica dental de rutina se encuentra altamente contaminada por numerosas especies de microorganismos patógenos y microorganismos no patógenos que entran en las unidades dentales y que a su vez es contraída desde la cavidad oral de pacientes sometidos a tratamiento dental o entregados por suministros municipales de agua.

Y a causa de eso se realizó el primer reporte de contaminación microbiana de las líneas de agua de las unidades dentales que fue publicado en 1963, ¹ por Blake G.C., donde estudió la incidencia y el control de infección bacteriana en el spray de los reservorios dentales.

Dando pie a numerosas investigaciones referentes a la identificación de microorganismos contaminantes de las líneas de agua, sobre todo se han centrado en varios estudios a la identificación de *Pseudomonas aeruginosa*, otras *Pseudomonas spp.*, *Legionella spp.*, entre otras de gran relevancia como contaminantes del agua.

Por otra parte la Asociación Dental Americana realizó un estudio en el año 1974 en el cual se analizó la flora nasal de 30 odontólogos, resultando 9 de ellos portadores de las mismas especies de *Pseudomonas* que habían sido aisladas a partir del agua de las unidades dentales seleccionadas en dicha investigación. ³



Por lo tanto en las últimas décadas, se han reportado nuevas formas de contaminación en el área odontológica concernientes a las líneas de agua de la unidad dental. ³

Se ha encontrado en la literatura una compilación de listas de bacterias y hongos identificados en las Líneas de Agua de las Unidades Dentales (LAUD) en muestras de agua, desde el comienzo de 1960, que con el paso del tiempo vamos encontrando nombres de bacterias y hongos identificados que van en considerable aumento. ¹



2. FLORA MICROBIANA DEL AGUA

2.1. Organismos propios del agua

El agua natural constituye un buen reservorio de microorganismos. No debe olvidarse que recibe y arrastra partículas cargadas de bacterias, de tal modo que en las cercanías de las grandes poblaciones incluso el agua de lluvia es portadora de un elevado número de microorganismos.²³

Sin embargo, la mayoría de ellos sobreviven periodos cortos de tiempo, al presentarse procesos de autodepuración de los que sobreviven únicamente los pertenecientes a la flora autóctona.²³

Los organismos que en forma normal se encuentran en el agua son los siguientes:

Algas: Son plantas de organización sencilla; existen formas unicelulares, coloniales y pluricelulares. Presentan clorofila. La clasificación sanitaria de las algas está basada en sus características más saltantes y de fácil observación. Dicha clasificación considera los siguientes grupos: algas azul-verdes, verdes, diatomeas y flageladas.²⁵

El incremento anormal de las algas se produce por el exceso de nutrientes y cambios en la temperatura. Este fenómeno, que se conoce como eutrofización, tiene como consecuencia la producción de olores desagradables, múltiples dificultades en el tratamiento y en la desinfección del agua, por la producción de trihalometanos y otras sustancias químicas que alteran el sabor y el olor del agua tratada.²⁵

El exceso de algas verdes (*Chlorophytas*) puede ser la causa de alteraciones en el color; tomando un color verde y puede presentar olor y sabor desagradables según las especies de algas predominantes. Algunas especies de algas como el *Scenedesmus spp.* originan un olor a pescado.

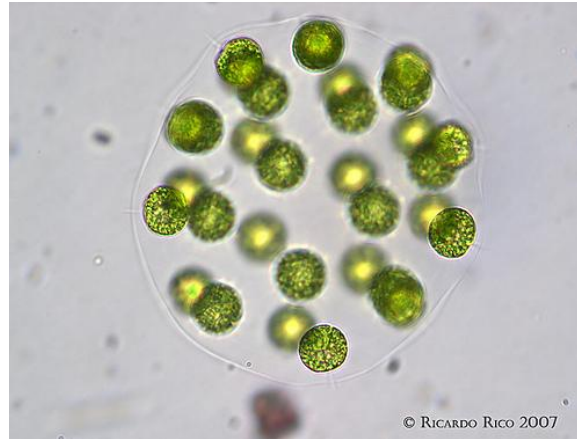


Figura 2.1. *Chlorophytas spp.*³⁸

Las diatomeas pueden causar obstrucción de los filtros; cuando la decantación no se realiza adecuadamente, pueden pasar organismos al filtro y producir una colmatación. Algunos tipos de algas pueden causar toxicidad, como las algas azul-verdes, ahora denominadas *Cyanobacterias*, que causan disturbios intestinales en los consumidores; la *Oscillatoria spp.* causa problemas de corrosión en los tubos de acero.²⁵

Bacterias: Son seres de organización simple, unicelulares. Están distribuidas en una amplia variedad de sustratos orgánicos (suelo, agua, polvo atmosférico). La mayor parte de bacterias son beneficiosas.²⁵

De ellas dependen la mayor parte de las transformaciones orgánicas y favorecen la autodepuración de los cuerpos de agua. Existe otro grupo de bacterias que son patógenas y pueden causar enfermedades graves en el hombre y en los animales.²⁵

Muchas formas bacterianas han sido encontradas por estar comúnmente asociadas con varios grupos de algas; incluyen miembros de los géneros *Vibrio spp*, *Flavobacter spp*, *Eschechiria spp* y *Pseudomona spp*. También comúnmente ocurren con miembros del género *Sarcina spp*, *Staphylococcus spp* y *Acromobacter spp*.²⁶



Figura 2.2. *Escherichia coli*.³⁹

Protozoarios: Son organismos unicelulares, con una amplia distribución en los cuerpos acuáticos. La mayor parte de los protozoarios son beneficiosos, pues contribuyen a preservar el equilibrio de los ecosistemas acuáticos; otros son parásitos y pueden causar enfermedades en el hombre y en los animales.²⁵



Figura 2.3. *Giardia lamblia*.⁴⁰



Pequeñas cantidades de bacterias pueden sobrevivir en agua, multiplicarse y afectar la calidad microbiológica del agua. La cuenta total bacteriana presenta una versatilidad nutricional que permite a las bacterias multiplicarse en ambientes adversos, tales como el agua embotellada o suministro de agua potable.²⁴

Las fuentes de agua generalmente contienen una microflora muy variada, que incluye las siguientes especies: *Achromobacter spp.*, *Aeromonas spp.*, *Flavobacterium spp.*, *Alcaligenes spp.*, *Acinetobacter spp.*, *Cytophaga spp.*, *Moraxella spp.*, *Pseudomona spp.*, *Rhizobium spp.*, *Clostridium spp.* Estas bacterias se encuentran en pequeñas cantidades, pero pueden multiplicarse rápidamente durante el almacenamiento del agua.^{24, 26}

Los grupos de bacterias mejor adaptadas al agua son, las bacterias esporuladas del género *Bacillus spp.* y bacterias productoras de pigmentos fluorescentes pertenecientes al género *Pseudomona spp.* En ocasiones estas bacterias pueden resistir tratamientos de cloración permaneciendo viables en aguas almacenadas.²³

Por otra parte en el agua existen bacterias del grupo coliforme, teóricamente enterobacterias, como *Citrobacter spp* y *Enterobacter spp.* Con hábitat natural sobre restos vegetales y suelo. De ahí pueden alcanzar el agua sin que ello signifique necesariamente una contaminación fecal. Una pequeña fracción de materia orgánica en el agua les permite multiplicarse constituyendo de este modo una flora microbiana exóctona prácticamente constante.²³

Ante la presencia de coliformes en el agua, es oportuno considerar brevemente la existencia de poblaciones naturales de coliformes intermedios fermentadores de lactosa y de origen no fecal. Todos los coliformes se



caracterizan por el potente metabolismo fermentativo de los azúcares y son aeróbios facultativos; *Escherichia coli* es un biotipo característico del grupo.²³

Dentro del grupo de los coliformes se incluyen aquellas enterobacterias que fermentan la lactosa, es decir, las comprendidas en los géneros *Klebsiella spp*, *Citrobacter spp*, *Enterobacter spp* y *Escherichia spp*. Las bacterias patógenas más importantes procedentes de excretas humanas que pueden alcanzar el agua y en cierto modo utilizarla como vehículo de transporte, son *Vibrio choleare*, *Salmonella typhi* y *Salmonella paratyphi*.²³



3. INDICADORES MICROBIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA

Se sabe que la contaminación fecal del agua está relacionada con la transmisión hídrica de agentes patógenos. Por este motivo se requieren métodos sensibles que permitan medir el grado de contaminación fecal.²⁵

La contaminación fecal de las aguas superficiales que sirven como fuente de abastecimiento es uno de los problemas más preocupantes en los países en vías de desarrollo. Esta contaminación se debe al vertimiento de los desagües sin ningún tratamiento, hecho que es usual en las grandes ciudades.²⁵

En las zonas rurales la contaminación fecal se origina en la defecación a campo abierto, la presencia de animales domésticos y silvestres que actúan como reservorios de agentes patógenos, etcétera. En cuerpos de agua expuestos a la contaminación fecal se han detectado niveles sumamente altos de coliformes termotolerantes, indicadores de contaminación fecal.²⁵

Por las razones antes mencionadas, la evaluación de la calidad microbiológica del agua de abastecimiento humano se basa en la determinación de indicadores bacterianos.

3.1. Coliformes totales

El total de bacterias coliformes o coliformes totales incluye una amplia variedad de bacilos aerobios y anaerobios facultativos, gramnegativos y no



esporulantes. Capaces de fermentar lactosa y producir ácido o aldehído en 24 h a 35–37 °C.²⁷

Tradicionalmente, se consideraba que las bacterias coliformes pertenecían a los géneros *Escherichia spp*, *Citrobacter spp*, *Klebsiella spp* y *Enterobacter spp*, pero el grupo es más heterogéneo e incluye otros géneros como *Serratia spp* y *Hafnia spp*. El grupo de los coliformes totales incluye especies fecales y ambientales.

El grupo de los coliformes totales incluye microorganismos que pueden sobrevivir y proliferar en el agua. Por consiguiente, no son útiles como índice de agentes patógenos fecales, pero pueden utilizarse como indicador de la eficacia de tratamientos y para evaluar la limpieza e integridad de sistemas de distribución y la posible presencia de biopelículas. No obstante, hay mejores indicadores para estos fines.

Los coliformes totales son mucho más sensibles a la desinfección que los protozoos y virus entéricos.

Las bacterias pertenecientes al grupo de los coliformes totales (excluida *Escherichia coli*) están presentes tanto en aguas residuales como en aguas naturales. Algunas de estas bacterias se excretan en las heces de personas y animales, pero muchos coliformes son heterótrofos y capaces de multiplicarse en suelos y medios acuáticos. Los coliformes totales pueden también sobrevivir y proliferar en sistemas de distribución de agua, sobre todo en presencia de biopelículas.

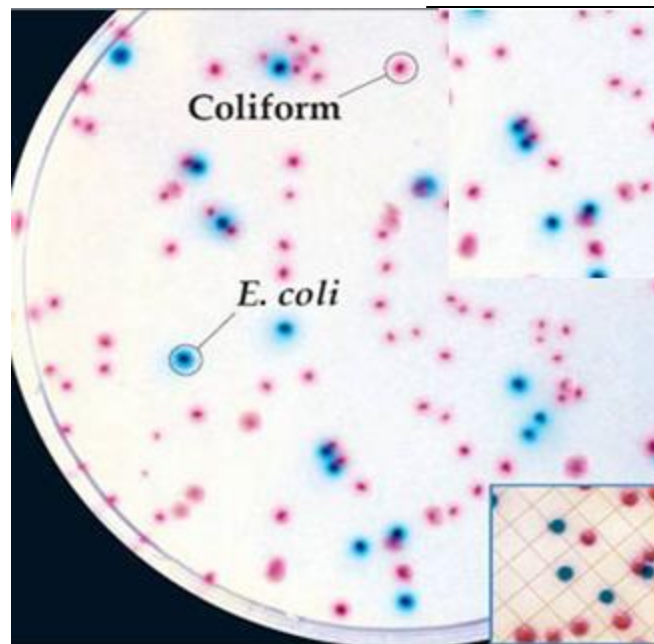


Figura 3.1. Coliformes totales y coliformes fecales. ⁴¹

3.2. Coliformes termotolerantes (fecales).

Las bacterias del grupo de los coliformes totales que son capaces de fermentar lactosa a 44-45 °C se conocen como coliformes termotolerantes. En la mayoría de las aguas, el género predominante es *Escherichia spp*, pero algunos tipos de bacterias de los géneros *Citrobacter spp*, *Klebsiella spp* y *Enterobacter spp*; también son termotolerantes. ²⁵

Escherichia coli está presente en concentraciones muy grandes en las heces humanas y animales, y raramente se encuentra en ausencia de contaminación fecal, aunque hay indicios de que puede crecer en suelos tropicales. Se considera que *Escherichia coli* es el índice de contaminación fecal más adecuado. ²⁷



3.3. Recuento de heterótrofos en placa (RHP).

El recuento en placa de bacterias heterotróficas detecta una amplia variedad de microorganismos heterótrofos incluidas bacterias y hongos, principalmente bacterias que son indicadores de la calidad microbiológica general del agua.²⁵

Las bacterias heterotróficas son aquellas que utilizan el carbono orgánico como fuente de nutrientes.

El RHP se basa en la capacidad de estos microorganismos de crecer en medios ricos en nutrientes, sin agentes selectivos ni inhibidores, durante un periodo de incubación especificado y a una temperatura definida. El espectro de microorganismos detectados mediante este tipo de análisis incluye microorganismos sensibles a los procesos de desinfección, como las bacterias coliformes y microorganismos resistentes a la desinfección, como los esporulantes.²⁷

Los análisis detectan únicamente una pequeña proporción de los microorganismos presentes en el agua y la población recuperada será diferente según el método y las condiciones que se apliquen. Aunque se han desarrollado métodos normalizados, no existe un método universal y único de medición del RHP.²⁷

La mayoría de las bacterias heterotróficas son, generalmente, no patógenas. Sin embargo, algunos miembros de este grupo, incluyendo *Legionella spp* y *Micobacterium spp*, *Pseudomonas spp*, y *Aeromonas spp*, pueden ser patógenas oportunistas.²⁴



4. FACTORES CONTAMINANTES DEL AGUA DE LAS UNIDADES DENTALES

Se ha documentado que la causa de contaminación microbiana de las líneas de agua de las unidades dentales (LAUD) pueden ser: el agua suministrada a las unidades dentales, trabajo con las piezas de mano de la unidad y el biofilm. ¹

En estudios realizados por Szymanska, se han analizado muestras de agua de distintas partes de la unidad dental como la pieza de mano de alta velocidad, la jeringa triple que es utilizada también por los asistentes dentales. En cada instrumental se mostró una composición de flora bacteriana relativamente homogénea y el nivel de contaminación es relativamente invariable independientemente del sitio de muestreo. ¹

4.1. Pieza de mano

La contaminación ocurre durante la re-succión de fluidos de la cavidad oral de los pacientes, sin embargo, también puede ser resultado del mal funcionamiento de la válvula de protección o por la falta de estas válvulas y la incorrecta remoción de las piezas de mano. ¹

Las muestras de agua obtenidas de las LAUD, indican la presencia de cocoscuya fuente probable sería el paciente, demostrando que podrían haber provenido del trabajo con las piezas de mano. ¹



Figura 4.1. Motor de pieza de mano contaminado.⁴⁵ Figura 4.2. Retracción de fluidos orales y aire.⁴⁶

Sin embargo, por otra parte el manejo inadecuado de los recipientes contenedores de agua y maniobras de reparación, además del mantenimiento de las unidades odontológicas por personas portadoras de infección, pueden presentar un riesgo añadido.⁵

4.2. Suministro de agua

Teniendo en cuenta que la fuente de suministro del agua de las unidades dentales es municipal en el caso de sistema abierto, o agua proveniente del reservorio (contenedor o botella) construido dentro de la unidad en caso de un sistema cerrado.¹

En ambos casos los sistemas son muy distintos ya que el agua al ser de suministro municipal, proviene de contenedores que se encuentran lejos de la zona en la que laboramos. Y al momento de tener que cruzar un largo camino de tuberías, estas a su vez se encuentran contaminadas y la corriente de agua va arrastrando microorganismos que se van desprendiendo del biofilm que reside en las paredes de las tuberías.



Figura 4.3. Suministro municipal de agua. ⁴⁷

Esto se va enriqueciendo ya que al llegar al suministro del lugar, el agua es contenida en tinacos o cisternas. Estas se encuentran contaminadas en ocasiones por heces fecales de aves y son lugares que carecen de mantenimiento.⁵

También se cuenta con la opción de tener un sistema cerrado que es el que proviene de un contenedor o botella, adicionado a la unidad dental. Para que pueda funcionar correctamente libre de microorganismos se debe adicionar rigurosamente agua purificada o hervida. Sin embargo, también se necesita un constante mantenimiento del contenedor o botella, ya que también en estos, gracias al estancamiento del agua, se puede crear una contaminación por medio del biofilm, que se pueda formar en esta zona.



Figura 4.4. Sistema cerrado de agua. ⁴⁸



La cual, sin demostrar una contaminación elevada puede garantizar la llegada en pequeñas porciones pero de manera continua de estos microorganismos a las unidades dentales.⁵

4.3. Biofilm

Y por último la presencia de biofilm en LAUD es uno de los más efectivos factores responsables del alto número de bacterias en el agua de las unidades dentales. El agua que entra a la unidad dental es por lo regular libre de microorganismos patógenos, sin embargo después de que se presenta un desprendimiento de bacterias del biofilm comienza la contaminación por encima de los niveles aceptables.¹

Los microorganismos desprendidos de la biopelícula, junto con los presentes en aerosoles provenientes de los pacientes pueden representar una flora bacteriana potencialmente perjudicial para aquellos individuos susceptibles.⁵

Los biofilms acuáticos, son comunidades bien organizadas microorganismos, que están muy extendidas en la naturaleza. Ellas constituyen un problema importante en el medio ambiente, entornos industriales y médicos.¹⁴

Las líneas de agua de la unidad dental (LAUD), son tubos de plástico flexible de pequeño calibre que llevan agua a diferentes sitios de la unidad dental. Están recubiertas con biofilms o biopelículas bien establecidas.

El biofilm activo es una fuente de contaminación microbiana del agua en las LAUD. La seguridad de los tratamientos en odontología requiere una

buena calidad del agua que es utilizada. El conocimiento de la naturaleza, la formación y las formas para eliminar el biofilm es el primer paso hacia la reducción de riesgo para la salud, tanto para los pacientes como del personal dental.¹⁴

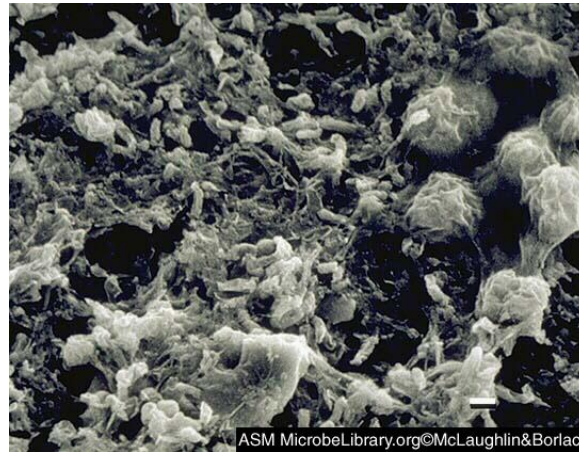


Figura 4.5. Biofilm vista con microscopia electrónica.⁴²

4.3.1. Características del biofilm en las líneas de agua

La formación de biofilms en agua de la unidad dental ha sido reconocida por casi 40 años. La formación de biopelículas en LAUD es un problema universal, que es indicado por resultados de investigaciones en muchos países. La biopelícula activa es el reservorio principal de contaminación persistente en el sistema de abastecimiento de agua.¹⁴

La primera capa del biofilm es espesa, y se forma por medio de la replicación de los organismos que componen la biopelícula, así como a través de la adhesión de microorganismos que flotan libremente en el agua de origen. En ocasiones, los microorganismos individuales, así como piezas del biofilm, se pueden desprender y salir de las líneas de agua. Es en este

punto en el que el biofilm se convierte en un problema potencial para el paciente dental o trabajador de la salud dental.¹⁴

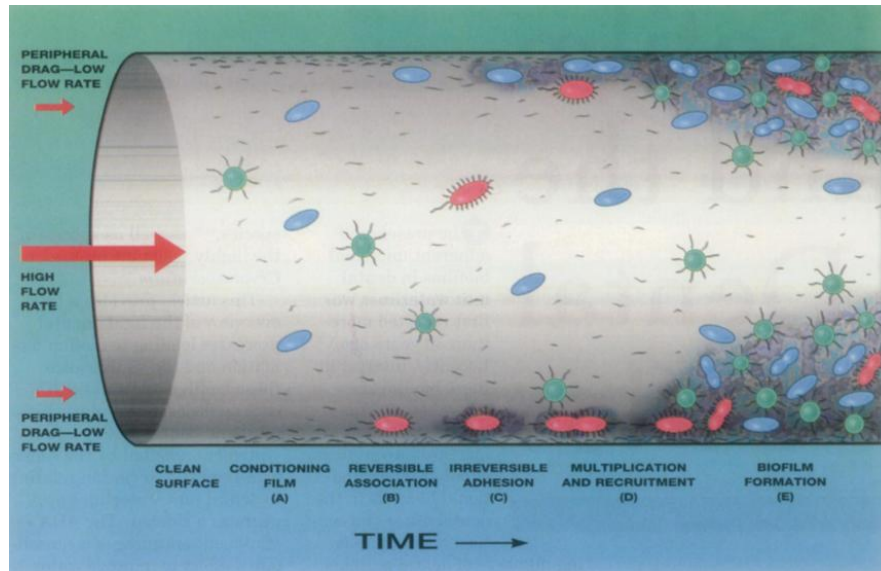


Figura 4.6. Formación de biofilm en LAUD.⁴³

La naturaleza de las LAUD es tal que va a desarrollar un biofilm. El agua que fluye por encima el biofilm recubierto en las líneas de agua, contribuirá al aumento de la carga microbiana en el agua de la tubería. Frecuentes períodos de estancamiento de agua en las LAUD están relacionados con el ritmo de trabajo durante el día, las noches, fines de semana y días festivos; las propiedades de los materiales y el tipo de construcción utilizados en las LAUD con puede promover el apego y colonización de microorganismos que forman biopelículas.¹⁴

La mayoría del material de la tubería dental tiene un diámetro interior de 16 mm a 18 mm. Esto crea una proporción muy grande entre la superficie del área por el volumen de agua La proporción de la cantidad de agua



utilizada en el curso del trabajo, a la cantidad total de agua en la tubería de las LAUD parece esencial.¹⁴

La física de flujo laminar de agua que pasa a través de las LAUD, resulta un flujo máximo en el centro de la luz de la tubería y un mínimo en la periferia, fomentando la deposición de los organismos en la superficie de la tubería promoviendo así una proliferación bacteriana más tranquila.¹⁴

Además, las bacterias se adhieren más fácilmente al tubo polimérico plástico (cloruro de polivinilo, poliuretano) que a un tubo compuesto de vidrio o de acero. Y se ha comprobado que la superficie del tubo no es lisa sino que tiene una superficie ondulada, lo que podría contribuir a la acumulación de la biopelícula.¹⁴

4.3.2. Formación del biofilm en las líneas de agua

Se ha podido observar la formación del biofilm en las LAUD, que va desde las primeras etapas de matrices orgánicas bien establecida, hasta donde se contienen numerosas formas de colonización microbiana.¹⁴

En las siguientes imágenes se pueden observar las etapas de formación del biofilm en las LAUD obtenidas por medio de microscopía electrónica.¹⁴

Se puede demostrar:

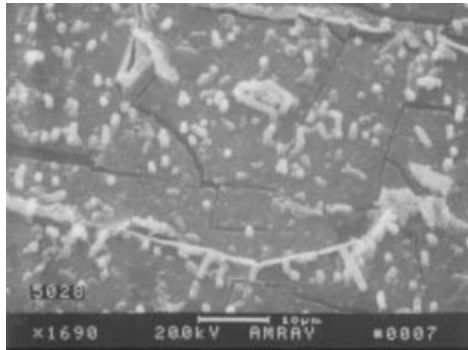


Figura 4.7. Muestra el apego inicial de bacterias
Microscopía electrónica
x1690. ¹⁴

Figura 4.8. Comienzo de la elaboración del exopolímero.
Microscopía electrónica

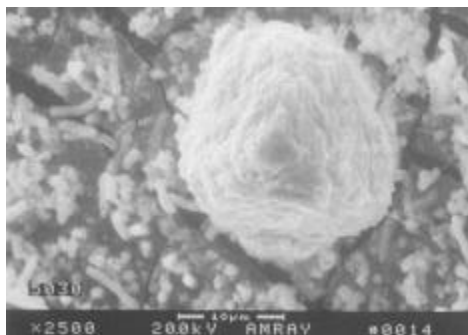
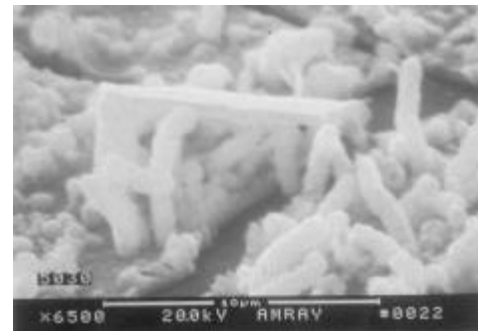
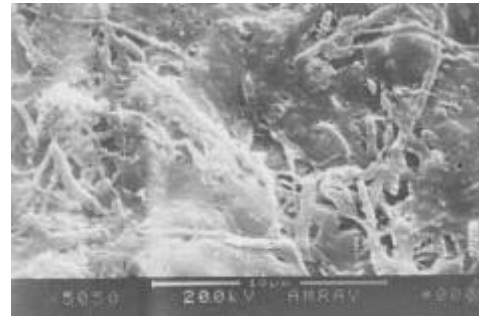


Figura 4.9. Formación de microcolonias. Microscopía electrónica x2500. ¹⁴

Figura 4.10. Biofilm maduro con elementos celulares. Microscopía electrónica x5050.¹⁴



La capa superficial del biofilm consiste principalmente de microorganismos filamentosos, con numerosos microorganismos parecidos a bacilos intercalados a lo largo la estructura del biofilm.

En la fase planctónica, algunas bacterias individuales se pueden observar, al igual que grupos de bacterias que comparten similitudes estructurales con las bacterias sésiles de la biopelícula formada de bacilos y microorganismos filamentosos.¹⁴

Se ha presentado la sucesión de colonización de las especies en el siguiente orden de aparición: *Pasteurella pneumotropica*, *Pseudomonas spp.*, *Ochrobactrum anthropi*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Pasteurella haemolytica*, *Burkholderia pickettii*, *Pseudomonas stutzeri*, *Pseudomonas acidovorans*, *Aeromonas salmonicida*, *Acinetobacter calcoaceticus*, *Brevundimonas vesicularis*, *Pasteurella spp.*, *Burkholderia cepacia*, *Psychrobacter phenylpyruvica*, *Pseudomonas putida*, *Flavobacterium spp.*, *Flavobacterium odoratum*, y *Moraxella urethralis*.¹⁴

4.3.3. Control del biofilm

Cabe recalcar que el biofilm es difícil de quitar. Cuando se realiza el lavado, este elimina sólo una forma acumulada de células planctónicas y



algunos de los microorganismos presentes en la superficie. Se reconoce que el lavado sólo proporciona reducciones temporales en las cargas de las bacterias y no tiene efecto en el biofilm.

Como resultado de la fuerza física del lavado en diferentes momentos, se presenta un flujo fresco de contaminación bacteriana en la línea de flotación, la capa más inmediata del biofilm es estacionaria, incluso durante el lavado. Después de realizar el lavado en diferentes momentos, se encontró una contaminación bacteriana fresca que puede parecer ser el resultado de derramamiento de bacterias del biofilm.¹⁴

Se puede observar el crecimiento de biopelículas después de una profunda limpieza; esta se desarrolla de 0-120 días. En la primera semana se pueden apreciar unos pocos bacilos y espiroquetas, y al final del primer mes, se pueden encontrar muchas microcolonias heterogéneas. Después de 6 meses, se observan varias capas de diferentes morfologías cubriendo completamente la luz.¹⁴

Se han empleado distintos tipos de biocidas para efectuar la remoción de la biopelícula y eliminar las bacterias planctónicas. Estos agentes incluyen gluconato de clorhexidina, el yodo povidona, etanol, hipoclorito de sodio, peróxido de hidrógeno y glutaraldehído.¹⁶

Sin embargo, se ha demostrado que las bacterias en el biofilm no son fácilmente inactivadas por estos biocidas. La estabilidad intrínseca de los biofilms de las bacterias da resultados de hasta 3000 veces menos susceptibles al hipoclorito de lo que sería si estuviera en un estado libre. No son por tanto fácilmente degradables a las soluciones concentradas de cloro o de otros desinfectantes como el glutaraldehído. Los organismos planctónicos serán destruidos pero, incluso si la mayoría de los organismos



en el biofilm se eliminan, la arquitectura de las biopelículas sobrevive y actúa como una matriz preformada para facilitar la renovación.¹⁶



Figura 4.11. Biofilm adherido a la superficie de tubería de la unidad dental.⁴⁴



5. LÍMITES ACEPTABLES DE MICROORGANISMOS EN EL AGUA POTABLE PARA USO DENTAL.

5.1. Generalidades

El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características bacteriológicas. Teniendo como referencia que el agua para uso y consumo humano, debe cumplir con la característica de que no debe causar efectos nocivos en el ser humano.

Sin embargo, el empleo a nivel de consulta odontológica el agua utilizada dentro de la práctica dental debe estar dentro de ciertos límites establecidos para dicho consumo, que a su vez puede variar de acuerdo al lugar de implementación y también de acuerdo a la institución que lo implementa, tanto nacionales como internacionales.

El agua empleada debe cumplir con ciertas características bacteriológicas. Relacionadas con la presencia de microorganismos nocivos para la salud humana y para efectos de control sanitario.

Tales como organismos coliformes totales, organismos coliformes fecales, bacterias anaerobias mesófilas heterótrofas.³

De acuerdo a distintos métodos de exámenes bacteriológicos, los resultados se pueden reportar por medio de las siglas NMP/ml que se refiere a Número Más Probable por 1 ml ³, donde se utiliza la de método de tubos múltiples.



Figura 5.1. Técnica de tubos múltiples. ⁴⁹

Que consiste en la inoculación de una serie de tubos con diluciones apropiadas de una muestra de agua, usándose como medios los caldos de lauril triptosa y lactosa que son usados como medios presuntivos. En estos se da una reacción positiva presuntiva cuando se presenta una producción de gas, formación de ácido o abundante crecimiento después de incubar por 48 hrs. a 35° C. ¹¹

Posteriormente los tubos que dieron resultado positivo se tienen que someter a una confirmación, donde se utiliza el caldo bilis lactosa verde brillante, que al producir gas, nos da un resultado positivo a coliformes totales. Y por último para determinar cuáles son coliformes fecales, es utilizado el medio de cultivo E.C. el cual es utilizado para el recuento de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* en agua, alimentos y otros materiales. Para considerarse positivo, tiene que haber una producción de gas al ser incubado por 24 hrs. A 44.5° C. ¹¹

Por otro lado también podemos encontrar resultados con las siglas UFC/ml que se refiere a Unidades Formadoras de Colonias por 1 ml ³, donde se utiliza la técnica de filtración de membrana, siendo esta última la más

empleada. Que consiste en filtrar una muestra de agua en un filtro estéril con un poro de 0.45 micrómetros que retiene las bacterias, posteriormente el filtro es incubado en un medio selectivo y las colonias típicas son enumeradas.¹¹



Figura 5.2. Técnica de filtración de membrana.⁵⁰

5.2. Norma Oficial Mexicana

Las Normas Oficiales Mexicanas establecen la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, que establece reglas, especificaciones, características aplicables a un producto, sistema, actividad, servicio entre otros.³

La Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, con título “Salud Ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización”, elaborada con la ayuda de la Secretaría de Salud de los Estados Unidos Mexicanos, dicta los requisitos que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados o cualquier persona física o moral que la distribuya, aplicándose en todo el territorio nacional.



Los límites permisibles de características bacteriológicas, que se deben seguir de acuerdo a lo establecido en la norma, son los siguientes:

CARACTERÍSTICA	LÍMITE PERMISIBLE
Organismos coliformes totales	2 NMP/ 100 ml. 2 UFC/ 100 ml.
Organismos coliformes fecales	No detectable NMP/100 ml. Cero UFC/ 100 ml.

En la presente norma solo se mide los organismos coliformes totales y los organismos coliformes fecales. ³

5.3. Asociación Dental Americana (ADA)

(American Dental Association)

Fundada en 1859, la American Dental Association es la mayor y más antigua sociedad nacional dental en el mundo, es la principal fuente de información para la salud bucal de los dentistas y pacientes. ¹⁰

En el año 1995 la Asociación Dental Americana, adoptó una Declaración Referente a las Líneas de Agua de la Unidad Dental. Esta declaración fue una respuesta a la evidencia científica de la calidad microbiológica del agua usada en el tratamiento dental y que esta podía mejorar. ⁶

Estableciendo que el agua suministrada a los pacientes durante el tratamiento no quirúrgico, no deberá contener más de 200 UFC/ml, de bacterias anaeróbicas mesófilas heterótrofas en cualquier momento sin emplear un filtro de salida. ⁶



5.4. Agencia De Protección Ambiental De U.S.A. (EPA)

(Environmental Protection Agency)

La EPA por sus siglas en inglés, es una agencia gubernamental fundada en 1970, dedicada a proteger la salud de los humanos y la del medio ambiente. La EPA dirige las ciencias ambientales de la nación, así como también los esfuerzos investigativos, educativos y de evaluación.⁸

En el año 2009 se realizó una edición de las Normas de Agua Potable y Consejos de Salud, donde establece estándares del agua potable tanto químicos como microbiológicos, dando como límites microbiológicos el recuento de bacterias heterotróficas, no mayor de 500 UFC/ml, y de Coliformes totales se permite no más de 5,0% de muestras con coliformes totales positiva en un mes, estableciendo que toda muestra que presente coliformes totales debe analizarse para los coliformes fecales, donde la presencia de coliformes fecales no se permite.⁹

Sin embargo se estableció una reglamentación estándar para el agua potable en Estados Unidos de América donde asociaciones encabezadas por la EPA, como la American Public Health Association (APHA), el Centers for Disease Control and Prevention (CDC) y la American Water Works Association (AWWA); se fijaron límites para las bacterias heterótrofas de menos de 500 UFC/ml. Así, el número de bacterias en el agua utilizada como refrigerante o de irrigación en procedimientos dentales no quirúrgicos no debería sobrepasar esta medida.⁷



6. MICROORGANISMOS ENCONTRADOS EN EL AGUA DE LAS UNIDADES DENTALES

Recientemente, ha surgido la preocupación del agua de las unidades como una fuente de infección.²² La presencia de cualquier microorganismo en las aguas utilizadas en las unidades dentales constituye un gran peligro, tanto para el paciente como para el personal que labora en dichas unidades.

Se sabe que los agentes patógenos oportunistas y / u obligatorios pueden constituir más del 30% de todas las bacterias presentes en el sistema de distribución de agua y que pueden ser una de las causas de las infecciones nosocomiales relacionadas con el agua.¹

Se demostró que las bacterias forman el parte dominante de la microflora, mientras que los hongos y protozoos son menos comunes.¹

6.1. Bacterias

6.1.1. Generalidades

Las bacterias son microorganismos que pertenecen al reino Procariota, de modo que presentan una estructura celular simple y sin membrana nuclear. De acuerdo con el concepto actual, son integrantes del dominio *Bacteria*.¹⁷

Pueden crecer sin auxilio de un organismo superior, por lo que se dice que son de vida libre. Cada célula es fisiológicamente independiente, vale decir que las bacterias son seres unicelulares.¹⁷

Las bacterias son organismos unicelulares ubicados en la naturaleza, los cuales gracias a su capacidad de adaptación, pueden encontrarse en lugares desde 0°, hasta temperaturas por arriba de las alcanzadas por la ebullición del agua. A pesar de su diversidad y número se han descrito alrededor de 5000 especies, solo un pequeño porcentaje puede causar patología en los humanos.¹⁸

6.1.2. Estructura

Las células bacterianas presentan estructuras que son comunes a todas ellas, independientemente de la forma que tengan. Estas estructuras son la pared celular, la membrana citoplasmática o celular y el citoplasma, en el que se encuentran los ribosomas y el nucleoide, llamados elementos obligados. Otras estructuras aparecen solo en algunos géneros o especies, como la cápsula, el glicocalix, los flagelos, los pili, el DNA extracromosómico, diversas inclusiones y las esporas, llamados elementos no obligados.¹⁷

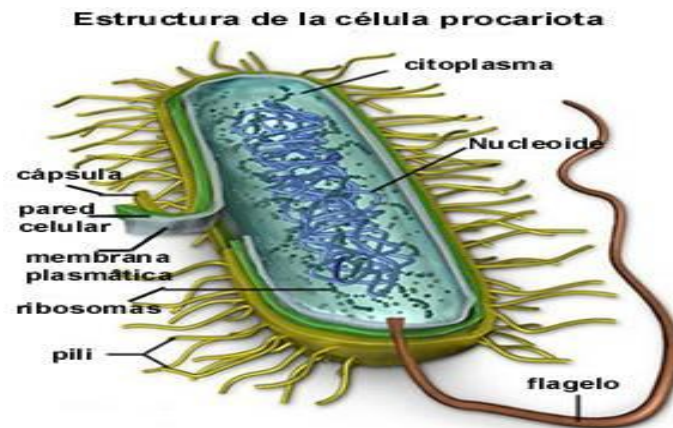


Figura 6.1. Estructura de una bacteria.⁵¹

6.1.3. Clasificación

Las bacterias se pueden clasificar de diversas maneras, entre las cuales vamos creando grupos con características similares. Se clasifican por género y especie, forma, tinción de Gram entre las que se encuentran Gram negativas y Gram positivas.

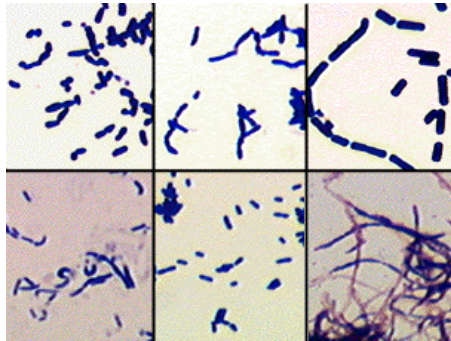


Figura 6.2. Tinción Gram positiva.⁵²

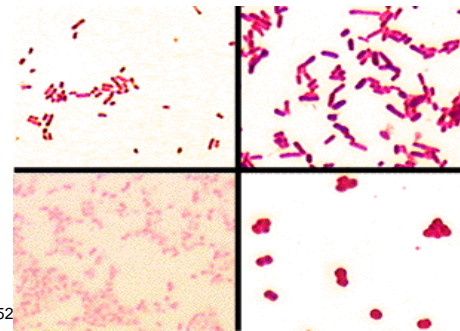


Figura 6.3. Tinción Gram negativa.⁵²

6.1.4. Bacterias que componen la microflora contaminante de las líneas de agua de las unidades dentales





































Diversas investigaciones realizadas por Sandra, han demostrado que las aguas utilizadas en las unidades dentales pueden transmitir numerosos patógenos humanos, como las pertenecientes a los géneros de *Legionella spp*, *Pseudomonas spp* y *Mycobacterium no tuberculosos*, ya que los conductos de agua de estas unidades propician un ambiente para que



prolifere, principalmente en aquellas unidades dentales que han tenido un uso prolongado.²²

El siguiente cuadro menciona las bacterias que han sido encontradas en las líneas de agua de las unidades dentales, como resultado de diversas investigaciones:

BACTERIAS

 <i>Acinetobacter spp.</i>	 <i>Enterobacter aerogenes</i>
 <i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	 <i>Flavobacterium spp.</i>
 <i>Achromobacter xyloxidans</i>	 <i>Flavobacterium indologenes</i>
 <i>Actinomyces spp.</i>	 <i>Flavobacterium odoratum</i>
 <i>Aeromonas spp.</i>	 <i>Fusobacterium spp.</i>
 <i>Alcaligenes denitrificans</i>	 <i>Klebsiella pneumoniae</i>
 <i>Alcaligenes faecalis</i>	 <i>Lactobacillus spp.</i>
 <i>Alcaligenes dentrificans</i>	 <i>Legionella spp.</i>
 <i>Bacillus spp.</i>	 <i>Methylobacterium mesophilicum</i>
 <i>Bacillus subtilis</i>	 <i>Micrococcus spp.</i>
 <i>Bacteroides spp.</i>	 <i>Micrococcus luteus</i>
 <i>Brevundimonas vesicularis</i>	 <i>Micrococcus lylae</i>
 <i>Brevibacterium epidermidis</i>	 <i>Mycobacterium avium</i>
 <i>Burkholderia cepacia</i>	 <i>Mycobacterium spp.</i>
 <i>Caulobacter spp.</i>	 <i>Moraxella spp.</i>
 <i>Cephalosporium spp.</i>	 <i>Moraxella lacunata</i>
 <i>Enterococos spp.</i>	 <i>Nocardia spp.</i>
 <i>Enterobacter cloacae</i>	 <i>Ochrobactrum anthropi</i>

Cuadro 6.1. Bacterias encontradas en el agua de las unidades dentales.^{1, 2, 5}



BACTERIAS

<i>Pasteurella spp.</i>	<i>Streptococcus faecalis</i>
<i>Pasteurella haemolytica</i>	<i>Streptococcus lentus</i>
<i>Proteus vulgaris</i>	<i>Streptococcus sanguis</i>
<i>Phoyobacterium damsela</i>	<i>Streptococcus mutans</i>
<i>Pseudomona spp.</i>	<i>Streptococcus intermedius</i>
<i>Pseudomona putida</i>	<i>Staphylococcus spp.</i>
<i>Pseudomona fluorescens</i>	<i>Staphylococcus capitus</i>
<i>Pseudomona acidovorans</i>	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>Pseudomona cepacia</i>	<i>Staphylococcus cohnii</i>
<i>Pseudomona paucimobilis</i>	<i>Staphylococcus warneri</i>
<i>Pseudomona stutzeri</i>	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>
<i>Pseudomona testosterone</i>	<i>Sphingomonas spp.</i>
<i>Psychrobacter phenylpyruvica</i>	<i>Sphingomonas paucimobilis</i>
<i>Ralstonia pickettii</i>	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>
<i>Streptococcus spp.</i>	<i>Streptomyces albus</i>
<i>Streptococcus mitis</i>	<i>Serratia marcescens</i>
<i>Streptococcus salivarius</i>	<i>Xanthomonas spp.</i>

Cuadro 6.2. Bacterias encontradas en el agua de las unidades dentales. ^{1,2,5}

Se ha encontrado que aproximadamente que el 85% de las bacterias aisladas han sido del género *Streptococcus spp*, que pertenecen a la flora normal de la cavidad bucal humana, como *S. sanguis* y *S. mutans* que están típicamente en la placa dental, *S. intermedius* y *S. mitis* en la placa dental y mucosa, y *S. salivarius* en la lengua y en la saliva. ¹

La mayoría de las bacterias identificadas en LAUD pertenecen a la familia *Pseudomonadaceae*. Estas son Gram-negativas, aerobias, por lo general móviles con flagelo monótrico. Algunas de estas bacterias son patógenos oportunistas. ¹



Pseudomona aeruginosa, esta bacteria representa entre 75 y 100% de la flora recuperada de las líneas de agua de las unidades odontológicas.⁵

Y además *Flavobacterium odoratum*, *Moraxella lacunata* y *Burkholderia cepacia*, *Pseudomona aeruginosa*, *Pseudomona fluorescens* y *Flavobacterium indologenes* a partir de muestras provenientes de jeringa triple y de la turbina.⁵

6.2. Hongos

6.2.1. Generalidades

Pertenece al reino *Fungi* o *Eumycota*, del dominio *Eukarya*. Los hongos son seres unicelulares o pluricelulares, con estructura celular eucariótica. Contienen organelos con membranas intracitoplasmáticas y una pared celular con quitina, polisacárido constituido por el disacárido quitobiosa.

Carecen de diferenciación tisular, poseen nutrición heterótrofa.²⁰

6.2.2. Estructura

Los hongos pueden presentar dos tipos de organización celular: filamentosa (mohos) o levaduriforme (unicelular o disociada). En los hongos filamentosos, la estructura básica es una hifa, cuyo conjunto da lugar a un micelio o talo. En los hongos levaduriformes, la estructura básica es unicelular (levadura), aunque puede formar un pseudomicelio y a veces incluso desarrollar una hifa verdadera.

Las células fúngicas poseen todos los elementos habituales de las células eucariotas. De afuera hasta adentro encontramos la cápsula, después encontramos la pared celular, por dentro de esta se encuentra la

membrana plasmática que contiene al citoplasma, que este a su vez contiene estructuras membranosas como: retículo endoplasmático, aparato de Golgi que a su vez producen unas estructuras llamadas microvesículas, ribosomas, mitocondrias, inclusiones lipídicas o de glucógeno, nucléolo.²⁰

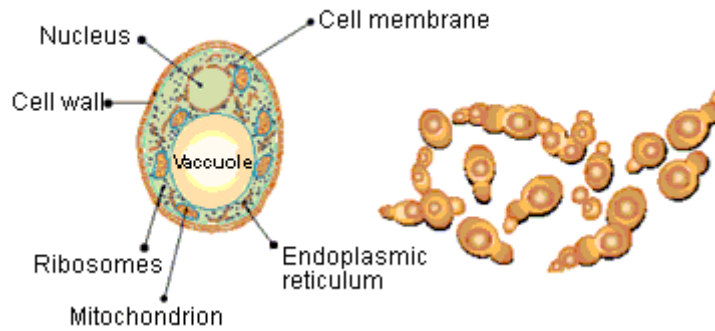


Figura 6.4. Estructura de un hongo.⁵³

6.2.3. Hongos que componen la microflora contaminante de las líneas de agua de las unidades dentales

La concentración y la composición de microflora por hongos en las LAUD muestra que la contaminación micológica está menos extendida que la contaminación bacteriana, y la concentración media del total de los hongos identificada parece ser alta: en los depósitos de agua de la unidad dental se encuentran en promedio 410 UFC/ml, y en el agua de una pieza de mano de alta velocidad a 578,4 UFC/ml.¹



HONGOS

<ul style="list-style-type: none">✚ <i>Alternaria spp.</i>✚ <i>Aspergillus amstelodami</i>✚ <i>Aspergillus flavus</i>✚ <i>Aspergillus fumigatus</i>✚ <i>Aspergillus glaucus</i>✚ <i>Aspergillus repens</i>✚ <i>Candida albicans</i>✚ <i>Candida curvata</i>✚ <i>Citromyces spp.</i>✚ <i>Cladosporium spp.</i>	<ul style="list-style-type: none">✚ <i>Exophiala mesophila</i>✚ <i>Geotrichum candidum</i>✚ <i>Penicillium spp.</i>✚ <i>Penicillium expansum</i>✚ <i>Penicillium frequentans</i>✚ <i>Penicillium pusillum</i>✚ <i>Penicillium turolense</i>✚ <i>Phoma spp.</i>✚ <i>Sclerotium sclerotiorum</i>✚ <i>Scopulariopsis spp.</i>
--	---

Cuadro 6.3. Hongos encontrados en el agua de las unidades dentales. ¹

Un estudio detallado de la micobiota de las LAUD, incluyendo análisis cuantitativo y cualitativo del agua y del biofilm, indica que los hongos como la levadura del género *Candida*: *Candida albicans* y *Candida curvata* son las especies predominantes. En otra investigación, *Aspergillus flavus* y *Penicillium expansum* fueron aislados. Más tarde, un hongo poco común *Exophiala mesophila* se aisló de las unidades sometidas a una línea de flotación de tratamiento continuo. Organismos como *Exophiala* se han sabido que puede causar la infección en las personas inmunocomprometidas. ¹



6.3. Protozoarios que componen la microflora contaminante de las líneas de agua de las unidades dentales

Los protozoarios son microorganismos eucarióticos unicelulares que carecen de pared celular, contienen estructuras y organelos similares a los de las células humanas. En general, no poseen color y son móviles.^{12,19}

Los protozoos se encuentran tanto en hábitat de aguas dulces como marinas; un gran número de ellos son parásitos del hombre y animales y otros son saprófitos en otros hábitats como el suelo, el aire o la superficie de los árboles.¹²

Están entre las causas más comunes de infecciones y enfermedades que afectan al ser humano y otros animales. El agua desempeña una función importante en la transmisión de algunos de estos agentes patógenos. El control de la transmisión por el agua plantea retos importantes, porque la mayoría de los agentes patógenos produce quistes, ooquistes o huevos que son extremadamente resistentes a los procesos utilizados generalmente para la desinfección del agua, y en algunos casos puede ser difícil eliminarlos mediante procesos de filtración. Algunos de estos organismos ocasionan enfermedades emergentes.²⁷

PROTOZOARIOS

<i>Acanthamoeba spp.</i>	<i>Microsporidium spp.</i>
<i>Cryptosporidium spp.</i>	<i>Naegleria spp.</i>
<i>Giardia spp.</i>	<i>Vahlkampfia spp.</i>
<i>Hartmannella spp.</i>	<i>Vanella spp.</i>

Cuadro 6.4. Protozoarios encontrados en el agua de las unidades dentales.¹



Hay estudios que informan la presencia de amebas de libre flotación en muestras de agua procedentes de unidades dentales. La concentración de protozoarios fue de 330 UFC /ml y las más frecuentes fueron *Hartmannella spp.*, *Vanella spp.*, *Vahlkampfia spp.* En el 40% de las muestras se identificaron *Naegleria spp.* y *Acanthamoeba spp.* ¹



7. AFECTACIÓN Y REPERCUSIÓN EN LA SALUD, DERIVADO DE LOS MICROORGANISMOS PRESENTES EN EL AGUA DE LAS UNIDADES DENTALES.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), el agua utilizada para procedimientos de restauración bucal debe ser de la misma calidad como la del agua potable.

También existe una considerable variabilidad en la inmunidad de las personas, ya sea adquirida por contacto con un agente patógeno o determinada por factores como la edad, el sexo, el estado de salud y las condiciones de vida.²⁷

La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece que el agua debe estar libre de *Pseudomona aeruginosa*, debido a la vulnerabilidad que presentan niños y personas de la tercera edad a esta bacteria.

Por su parte los hongos y protozoarios encontrados en las LAUD, en su mayoría se ha descrito como patógenos, teniendo un medio favorable para su diseminación y así producir patogenia.

La mayoría de las bacterias patógenas que pueden ser transmitidas por el agua infectando el aparato digestivo y son excretadas por las heces de las personas o animales infectados. No obstante, existen algunas bacterias patógenas transmitidas por el agua, como *Legionella spp*, *Burkholderia pseudomallei* y *Micobacterias* atípicas, que pueden proliferar en el agua y en el suelo.²⁷



Ciertas enfermedades graves se producen por inhalación y aspiración de gotitas de agua (aerosoles) en las que los microorganismos causantes de la enfermedad pueden multiplicarse si contienen nutrientes y la temperatura es cálida. Otras se transmiten por contacto, al llevarse a cabo la penetración del microorganismo en la piel, en el cerebro o tejidos lacerados. Y por último se encuentra la ingestión que es la vía de entrada de los microorganismos por medio de la boca al sistema digestivo.

La mayoría de agentes patógenos encontrados, pueden estar presentes de forma natural en el medio ambiente o agua y pueden ocasionar enfermedades en personas con inmunodeficiencia local o sistémica, la edad como los ancianos o las personas de muy corta edad, los pacientes con heridas extensas, las sometidas a tratamientos inmunodepresores o las afectadas por el síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA o VIH).



BACTERIA	CARACTERÍSTICAS	VÍA DE TRANSMISIÓN	AFECCIONES EN LA SALUD	FACTORES PREDISPONENTES
<i>Acinetobacter spp.</i>	Cocobacilo Gram negativo	- Inhalación - Aspiración - Contacto	-Neumonía -Meningitis secundaria -Infecciones en heridas -Infecciones digestivas	- Inmunodepresión - Edad (niños y ancianos)
<i>Aeromonas spp.</i>	Bacilo Gram negativo Produce enterotoxinas	-Contacto -Ingestión	-Septicemia -Infecciones en heridas -Diarrea -Infecciones digestivas	- Inmunodepresión
<i>Burkholderia cepacia</i>	Bacilo Gram negativo	-Inhalación	-Neumonía	-Pacientes con enfermedades pulmonares debilitantes -Inmunodepresión

Cuadro 1. Afecciones en la salud ocasionadas por bacterias. Fuente directa.



BACTERIA	CARACTERÍSTICAS	VÍA DE TRANSMISIÓN	AFECCIÓN EN LA SALUD	FACTORES PREDISPONENTES
<i>Enterobacter aerogenes</i>	Bacilo Gram negativo	-Inhalación -Contacto	-Infecciones respiratorias -Bacteremias -Infecciones piel, tejidos blandos y ojos.	-Inmunodepresión
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Bacilo Gram negativo	-Aspiración	- Neumonía -Infecciones invasivas	-Inmunodepresión -Edad (niños y ancianos) -Pacientes con VIH
<i>Legionella spp.</i>	Bacilo Gram negativo	-Inhalación	-Enfermedad de los legionarios o legionelosis	-Afecciones inmunitarias o cardiopulmonares
<i>Mycobacterium avium</i>	Bacilo Gram positivo	-Inhalación -Ingestión	-Afección pulmonar similar a la tuberculosis. -Anemia -Neutropenia	-Edad (niños) -Pacientes VIH
<i>Nocardia spp.</i>	Bacilo filamentosos Gram positivo	-Inhalación	-Nocardiosis	

Cuadro 2. Afecciones en la salud ocasionadas por bacterias. Fuente directa.



BACTERIA	CARACTERÍSTICAS	VÍA DE TRANSMISIÓN	AFECCIÓN EN LA SALUD	FACTORES PREDISPONENTES
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Bacilo Gram negativo	-Contacto (tejidos vulnerables) -Inhalación	-Lesiones destructivas -Septisemia -Meningitis -Infecciones pulmonares	-Partes dañadas del organismo como o heridas quirúrgicas -Lesiones ojos -Inmunodepresión
<i>Staphylococcus aureus</i>	Coco Gram positivo	-Contacto	-Infecciones cutáneas -Infecciones postoperatorias -Septicemia -Endocarditis	

Cuadro 3. Afecciones en la salud ocasionadas por bacterias. Fuente directa.



HONGO	CARACTERÍSTICAS	VÍA DE INFECCIÓN	AFECCIÓN A LA SALUD	FACTORES PREDISPONENTES
<i>Alternaria spp.</i>	Mohos	-Contacto -Inhalación	-Feohifomicosis -Infecciones cutáneas -Sinusitis -Osteomielitis	-Inmunodepresión -Tejidos lesionados
<i>Aspergillus spp.</i>	Moho Produce aflatoxina	-Inhalación -Contacto	-Aspergilosis de los pulmones -Carcinoma hepatocelular -Infecciones de córnea y nasorbitales -Es alérgico -Es cancerígeno	-Inmunodepresión -Pacientes expuestos continuamente al hongo.
<i>Cladosporium spp.</i>	Moho	-Inhalación	-Lesiones cutáneas -Sinusitis -Asma -Infecciones pulmonares	-Exposición crónica -Inmunodepresión
<i>Geotrichum candidum</i>	Moho	-Inhalación -Ingestión	- Geotricosis	-Inmunodepresión
<i>Penicillium spp.</i>	Moho	-Inhalación	-Neumonitis -Asma -Alveolitis alérgica	-Individuos inmunodepresión

Cuadro 4. Afecciones en la salud ocasionadas por hongos. Fuente directa.



PROTOZOARIO	VÍA DE TRANSMISIÓN	AFECCIÓN EN LA SALUD	FACTORES PREDISPONENTES
<i>Acanthamoeba spp.</i>	-Contacto -Ingestión -Inhalación	-Encefalitis granulomatosa amebiana -Infección vías respiratorias altas	-Inmunodepresión -Lesión en tejidos (córnea)
<i>Cryptosporidium spp.</i>	-Ingestión	-Criptosporidiosis	-Inmunodepresión -Edad
<i>Giardia spp.</i>	-Ingestión	-Giardiasis	-Edad
<i>Naegleria spp.</i>	-Inhalación	-Meningoencefalitis amebiana primaria	-Es de baja incidencia.

Cuadro 5. Afecciones en la salud ocasionadas por protozoarios. Fuente directa.

8. CONTROL DE INFECCIONES

El Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) ha hecho importantes recomendaciones relacionadas con los microbios en las unidades dentales y afirman lo siguiente: Los instrumentos manuales de alta velocidad deben limpiarse para expulsar toda el agua y aire durante un mínimo de 20 a 30 seg. después de usarlos en cada paciente. Este procedimiento pretende extraer todo el material que pudiera haber penetrado en la turbina o en los conductos de aire o agua.⁷



Figura 8.1. Purgado del agua de la pieza de mano de alta velocidad.⁵⁵

Se debe de realizar la limpieza y esterilización de los instrumentos manuales. Limpieza de las líneas de agua de las unidades dentales en las cuales se pueden emplear pastillas limpiadoras efervescentes que contienen enzimas.

Es ampliamente conocido que, el biofilm de las líneas de agua de las unidades dentales no se expulsa mediante la limpieza de éstos simplemente con agua. Si este fuera el caso, esta capa quizás no se formaría inmediatamente. Aunque esta limpieza podría reducir de forma temporal el número de microbios en el agua, no se puede esperar que se obtenga un agua libre de bacterias.⁷

El uso de dique de hule sirve como una barrera protectora para el paciente en relación con el agua procedente de la unidad dental. Este no elimina totalmente la exposición, pero reduce en gran medida el contacto directo, también el empleo de lentes de protección y babero desechable.



Figura 8.2. Uso de dique de hule.⁵⁴

También disminuye los efectos de la utilización de aerosoles y rociaduras de los microbios de los pacientes hacia el equipo de trabajo, aunque no reduce la exposición de éstos ante el agua de la unidad dental.

Por otra parte, las barreras protectoras de los ojos, los cubrebocas, batas desechables y las cubiertas faciales sí funcionan como barreras en contra de

los microbios que provienen de la cavidad bucal de los pacientes, de los aerosoles y los sprays del agua de las unidades dentales.⁷



Figura 8.3. Uso de barreras de protección.⁷

Existen también otras alternativas de agua. Algunas unidades dentales ofrecen la posibilidad de un suministro diferente de agua, a menudo conocido como sistema cerrado que contiene agua limpia. Consiste en la unión de un envase de agua al sistema de los conductos de agua y se utiliza éste en vez de los abastecimientos municipales o de las aguas que fluyen hacia el lugar.

La utilización de un filtro para eliminar las bacterias del agua se reportó por primera vez en 1978. En estos estudios ocurrió la recontaminación dentro de las 24 horas, lo cual sugiere que los filtros se tengan que cambiar al menos una vez al día.⁷



Este sistema ha demostrado ser capaz de suministrar agua de gran calidad, pero sólo cuando el sistema es desinfectado de forma rutinaria con hipoclorito de sodio diluido seguido de agua oxigenada y de disponer de agua de alta calidad.

La utilización de un filtro para eliminar las bacterias del agua se reportó por primera vez en 1978. En estos estudios ocurrió la recontaminación dentro de las 24 horas, lo cual sugiere que los filtros se tengan que cambiar al menos una vez al día.

Otros enfoques en este campo incluyen las consideraciones de desarrollar tuberías de los conductos acuáticos con materiales que no permiten la formación de biofilms.

Actualmente en el mercado existen piezas de mano con un sistema de limpieza de cabezales, que es un mecanismo especialmente diseñado para evitar de manera automática la entrada de fluidos bucales y otros contaminantes en el cabezal de la pieza de mano.



9. CONCLUSIONES

El agua potable que se utiliza en México propiamente no está libre de bacterias lo cual es un factor predisponente para el riesgo de contraer enfermedades.

Y por lo tanto nosotros al utilizar ese tipo de agua en la práctica clínica, estamos poniendo en riesgo la salud de nuestros pacientes y de nosotros mismos. Por lo regular los pacientes acuden al servicio odontológico, con el fin de aliviar sus malestares, rehabilitar su cavidad bucal, prevenir ciertas patologías, entre otras cosas, no sabiendo que están en una muy alta posibilidad de ser infectados.

La formación del biofilm es una forma de colonización compleja, que ayuda a las bacterias a adherirse a las superficies de las tuberías de agua de las unidades dentales, además de que posee una protección que la previene de desprendimiento de bacterias situadas en las capas más profundas y la protege contra diversos antibióticos y antisépticos, siendo muy difícil de eliminar de las tuberías.

El biofilm es esencial para crear un alto número de microorganismos presentes en las líneas de agua de la unidad dental, ya que al activar el flujo de agua se produce un desprendimiento de las bacterias más superficiales ocasionando así el vertimiento de microorganismos patógenos en la cavidad bucal y por medio de los aerosoles desprendidos se crea la posibilidad de que se inhalen o tengan contacto con tejidos de los ojos o alguna herida, propiciando infecciones.

Este tipo de colonización se crea a partir de los elementos que empleamos cotidianamente en la consulta dental, como es las piezas de



mano, accesorios que están conectados a las líneas de agua que producen un flujo de salida de aire, propiciando la re-succión de aire y así la de fluidos orales.

Otro factor importante es el suministro de agua potable directamente del suministro municipal, ya que es un agua que posiblemente no esté tan contaminada al momento de ser enviada de la planta potabilizadora, sin embargo la existencia también de biofilms en las tuberías, va creando una contaminación progresiva y por lo tanto al llegar a su destino final que sería nuestro consultorio posee un alto grado de contaminación. Esto aunado a la falta de mantenimiento de tinacos y cisternas.

Los límites aceptables de la calidad del agua que se han establecido en nuestro país, son sobrepasados cuantiosamente y no se le da la importancia adecuada como se le da a otras áreas destinadas al control de infecciones.

La cantidad y tipos de microorganismos que se han encontrado en las líneas de agua de las unidades dentales, sinceramente me han dejado sorprendida ya que no son comunes en el agua potable, si no que se han encontrado diferentes especies de bacterias residentes de la cavidad bucal y otros muy patógenos para el ser humano, siendo residentes naturales de otros sitios, como son el suelo, el aire y las heces fecales de animales y humanos.

Teniendo así una repercusión muy importante en la salud, que no tomamos en cuenta ya que posiblemente no las hemos relacionado con posibles enfermedades o fracasos en nuestra práctica clínica. Es importante que se cree una conciencia y establezcamos una relación con las posibles enfermedades que pudieran desarrollar los pacientes y el personal de la salud después de la práctica clínica.



Las enfermedades que se pudieran presentar por este tipo de contaminación, no necesariamente se presentan en todos los pacientes que se atienden ya que se llegó a la conclusión que aproximadamente el 95% de estas enfermedades atacan principalmente a individuos con un sistema inmunodeprimido, a niños y ancianos. Sin embargo, no se excluyen los pacientes sanos.

La mayoría de los pacientes que llegan a consulta presentan algún grado de inmunodepresión, por lo que es importante que no dejemos de valorar adecuadamente a nuestros pacientes para crear un sistema de protección para ellos. Además que casi todos los niños y anciano que se atienden, en la mayoría de los casos llegan a ingerir el agua que se puede acumular en la cavidad bucal producto de la irrigación de la pieza de mano o al momento que se les solicita que se enjuaguen no llegan a escupir el agua y la ingieren, propiciando un mayor riesgo a contraer infecciones de tipo gastrointestinal o por protozoarios.

Por lo que se requiere que se respeten las medidas de protección necesarias y una desinfección profunda, continua y constante mínimo 1 vez a la semana, para poder disminuir sustancialmente la presencia de microorganismos en las líneas de agua de las unidades dentales. Además de emplear piezas de mano diseñadas para evitar la re-succión de aire y fluidos.



IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Szymanska J, Sitkowska J, Dutkiewicz J. Microbial contamination of dental unit waterlines. AAEM 2008, 15: 173-179
2. Gutierrez, S, Dussán D, Silva C, Leal B, Sánchez Adriana. Evaluación microbiológica de la desinfección en unidades odontológicas (estudio piloto). Rev. Colomb. Cienc. Quim. Farm. 2008, 32: 133-149.
3. Norma Oficial Mexicana. NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.
4. Marshall M et al. Waterborne protozoan pathogens. Clinical Microbiology Reviews 2007. 10: 67–85.
5. Chacón CH, Isvelia M, Yépez G. Aislamiento de especies de *Pseudomonas* de las líneas de agua de las unidades odontológicas. Acta Odontológica Venezolana 2010, 48: 1-8.
6. ADA. Declaración de las líneas de agua de la unidad dental [en línea]. Disponible en: <http://www.ada.org/1856.aspx>
7. CDC. Guidelines for Infection Control in Dental Health-Care Settings. MMWR 2003, 52/ RR-17.
8. EPA. Historia sobre la EPA [en línea]. Disponible en: <http://www.epa.gov/espanol/sobreepa.htm>
9. EPA. Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories. EPA 2009.



10. ADA. Historia sobre la ADA [en línea]. Disponible en: <http://www.ada.org/aboutada.aspx>
11. Leiva-Guzmán M. Materiales de referencia y comparaciones interlaboratorios. 1ra ed. Chile. Centro Nacional del Medio Ambiente 2006. p. 58.
- 12.- Madigan M, Martinko J, Parker J. Brock biología de los microorganismos. 10ª ed. Madrid. Pearson Prentice Hall 2004. p. 224, 628-630.
13. Serrano-Granger J, Herrera D. La placa dental como biofilm. ¿Cómo eliminarla? RCOE, 2005, Vol. 10, N°4, 431-439.
14. - Szymanska J. Biofilm and dental unit waterlines. AAEM 2003, vol. 10, p. 151–157.
15. Jefferson K. What drives bacteria to produce a biofilm?. FEMS Microbiology Letters 2004. p. 163–173.
16. Franco, Spratt. Biofilm formation and control in dental unit waterlines. Cambridge University Press 2005. 2: 9-17.
17. Negroni M. Microbiología Estomatológica, fundamentos y guía práctica. 2ª ed. Buenos Aires. Médica Panamericana 2009. p.11, 17,
18. Restrepo A, Robledo J, Leiderman E. Enfermedades infecciosas, fundamentos de medicina. 6ª ed. Colombia. Corporación para investigaciones biológicas 2004. p. 379
19. Walker S. Microbiología. 1 ed en español. Mc Graw Hill Interamericana 2000. p. 3, 308.
20. Liebana J. Microbiología oral. 1 ed. Mc Graw Hill Interamericana 1997. P. 14, 362



21. Murray P, Rosenthal K, Pfaller M. Microbiología médica. 5 ed. Elsevier 2006. P. 16, 17
22. Sandra L, Montes A, Piña E, Sandra M. Detección de especies de *Legionella* en el agua utilizada en las unidades dentales. Revista científica de la facultad de medicina de la Universidad de Zulia Venezuela 2009. Vol. 37. p. 7-15.
23. Guinea J, Sancho J, Porés R. Análisis microbiológico de aguas. Aspectos aplicados. Barcelona. Omega 1979. p. 1-6
24. Chaidez C. Agua Embotellada y su Calidad Bacteriológica. Agua Latinoamérica 2002. Sep-oct. p.38-39.
25. Cánepa L, Maldonado V, Barrenechea Ada. Tratamiento de agua para consumo humano. Plantas de filtración rápida. Manual I: teoría. Tomo I. Lima, CEPIS, 2004, p.58-102
26. Waite T. Principles of water quality. Ed. 1. Academic Press 1984.
27. Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua potable. Ed. 3. OMS 2006. Vol. 1
28. Bifulco J, Shirey J y Bissonnette G. Detection of *Acinetobacter* spp. in rural drinking water supplies. Applied and Environmental Microbiology 1989. vol 55. P. 2214–2219.
29. Bartram J, et al. Heterotrophic plate counts and drinking-water safety: the significance of HPCs for water quality and human health. Londres (Reino Unido). Serie de la OMS Emerging Issues in Water and Infectious Disease 2003.



30. Ainsworth R (ed.), 2004: Safe piped water: Managing microbial water quality in piped distribution systems. IWA Publishing, Londres (Reino Unido), para la Organización Mundial de la Salud.
31. Bartram J, et al. Pathogenic mycobacteria in water: A guide to public health consequences, monitoring and management.), Organización Mundial de la Salud 2004.
32. Falkinham J, Norton C, LeChevallier M. Occurrence of nontuberculous of *Mycobacterium avium*, *Mycobacterium intracellulare* and other mycobacteria in drinking water distribution systems. *Applied and Environmental Microbiology* 200. 66:1225–1231.
33. Hardalo C, Edberg S. *Pseudomonas aeruginosa*: Assessment of risk from drinking-water. *Critical Reviews in Microbiology* 1997. 23:47–75.
34. Antai SP. Incidence of *Staphylococcus aureus*, coliforms and antibiotic-resistant strains of *Escherichia coli* in rural water supplies in Port Harcourt. *Journal of Applied Bacteriology* 2007 62:371–375.
35. Organización Mundial de la Salud. Protozoan parasites (*Cryptosporidium*, *Giardia*, *Cyclospora*). En: Guías para la calidad del agua potable, 2.^a ed. Apéndice: Microbiological agents in drinking water. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud 2002. págs. 70–118.
36. Goodgame R. Emerging causes of traveller's diarrhea: *Cryptosporidium*, *Cyclospora*, *Isospora* and microsporidia. *Current Infectious Disease Reports* 2003. 5:66–73.
37. Martinez A, Visvesvara G. Free-living amphizoic and opportunistic amebas. *Brain Pathology* 2002. 7:583–598.



38. Imagen. *Chlorophytas spp.*
<http://www.flickr.com/photos/48654200@N00/1805678063>
39. Imagen. *Escherichia coli.* <http://pathmicro.med.sc.edu/fox/0157.jpg>
40. Imagen. *Giardia lamblia.*
<http://pelotalgodon.blogspot.com/2009/12/giardia.html>
41. Imagen. Coliformes totales y coliformes fecales.
<http://www.frilabo.pt/fcms/index.php?option=content&task=view&id=492>
42. Imagen. Biofilm con microscopía electrónica. www.biofilcon.com
43. Imagen. Formación de biofilm en LAUD.
<http://jada.ada.org/cgi/reprint/127/2/181>.
44. Imagen. Biofilm adherido a la superficie de tubería de la unidad dental.
http://www.micrylium.com/files_tech/know2.htm
45. Imagen. Motor de pieza de mano contaminado. www.praezimed-iberica.com.
46. Imagen. Retracción de aire y fluidos orales.
<http://www.krobalto.com/pdfs/timax.pdf>
47. Imagen. Suministro municipal de agua. <http://jlgarciaz.blogspot.com>
48. Imagen. Sistema cerrado de agua. <http://es.medwow.com>
49. Imagen. Técnica de tubos múltiples.
<http://blogdeborjaquimicaambiental.blogspot.com/2009/05/metodo-do-numero-mais-probable.html>
50. Imagen. Técnica de filtración de membrana.
<http://81.24.163.42/?opcionSelec=95>



51. Imagen. Estructura de una bacteria.

<http://www.losmicrobios.com.ar/microbios/estructura%20bacteriana.html>

52. Imagen. Tinción Gram positiva y Gram negativa.

<http://locuras-mooy.blogspot.com/2008/06/tincin-de-gram.html>

53. Imagen. Estructura de un hongo.

http://www.delaval.es/Dairy_Knowledge/EfficientCooling/Why_Cool_Milk.htm

54. Imagen. Uso de dique de hule.

<http://www.clinicaomegalanzarote.com/es/rootcanaltreatment-es.htm>

55. Imagen. Purgado del agua de la pieza de mano de alta velocidad.

http://www.nsknakanishi.co.jp/es/dental/product/prosthetics/ad/pr010104_ad.html