

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO DE CIRUJANO DENTISTA

TÍTULO:

**“EFICACIA DE IRRIGANTES PARA LA DESINFECCIÓN DE UN
BIOFILM SALIVARIO MULTIESPECIE DE INFECCION INTRAORAL –
ICA 2017”**

AUTORES

Curaca Huamán, Susán Guísela

Huamán Alhuay, Jorge Luis

Izaguirre Pumayauri, Cinthia Karen

ASESORES:

C.D. MG. ESP. Manuel Ricardo Rojas Morales

C.D. ESP. Abel tevés córdoba

**ICA - PERÚ
2018**

DEDICATORIA

Agradezco a dios por la bendición de tener a mi familia unida y por escuchar mis peticiones de no perder la fe en los momentos más difíciles. Este trabajo lo dedico a ti mamá porque siempre confiaste y apoyaste las metas de tus 5 hijos y nos enseñaste que no importa los obstáculos que se presenten en el camino solo tenemos que confiar en uno mismo y nunca perder las esperanzas , eso eres para mí mamá siempre me pregunte como haces para aun estar de pie a pesar de todos los malos momentos y respondiste ustedes son mi mejor bendición y los que me dan fuerza y recuerden que el mejor tesoro que yo le puedo dar en esta vida son sus estudios , gracias de mil formas porque eres una mujer luchadora y fuerte.

Susan Guisela Curaca Huamán

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación es prueba de dedicación y perseverancia a seguir logrando mis metas que me he propuesto por ello dedico este trabajo a mi familia en especial a mi mamá Flor Adela Pumayauri Rodriguez y mi papá Alfredo Izaguirre Méndez, siendo las personas más importantes en mi vida habiendo formado parte del esfuerzo y dedicación en esta etapa de mi carrera profesional, agradecer a mis hermanos por su apoyo, a las personas que en esta etapa de alguna manera ayudaron a mi formación, agradecerles profundamente por confiar en mí, en agradecimiento espero retribuir todo lo recibido por toda la ayuda brindada cuando más necesitaba.

Cinthia Karen Izaguirre Pumayauri

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a todos aquellos familiares que con mucha fe y alegría me brindaron su confianza y apoyaron a que yo pueda en el transcurso de todos estos años culminar con satisfacción y mucho orgullo esta inspiradora carrera profesional, también dedico el presente trabajo muy en especial a mis padres que con mucho esfuerzo y sacrificio me apoyaron, para que yo pueda culminar este primer paso en mi vida profesional y sobre todo porque siempre estuvieron junto a mi brindándome sus consejos, guiándome y motivándome a que siga adelante frente a las adversidades.

Jorge Luis Huamán Alhuay

INDICE

Dedicatoria	2
Índice	5
I. Datos generales	8
1.1. Título del proyecto	8
1.2. Investigadores	8
1.3. Área de Especialidad a la que pertenece la investigación	8
1.4. Ámbito geográfico donde se ejecutará	8
II. Resumen	10
III. Introduccion	15
IV. Problema de la investigación	17
4.1 Planteamiento del problema	17
4.2 Formulación del problema	17
4.3 Justificación de la investigación	18
4.4 Limitación de la investigación	19
4.5 Objetivos	19
4.5.1. Objetivo general	19
4.5.2. Objetivó específico	19
V. Marco teórico	22
5.1. Antecedentes del problema	22
5.2 Marco conceptual	30
5.2.1 biofilm	31
5.2.2 desinfección	31
5.2.3 propiedades de los microorganismos	35
5.2.4. Irrigantes en endodoncia	39
5.2.5 hipoclorito de sodio	43
5.2.6 clorhexidina	51
5.2.7 ácido etilendiaminotetracético (EDTA)	58
5.2.8 técnicas de irrigación endodóntica	63
5.3. Sistema de hipótesis	69
5.3.1. Hipótesis general	69

5.3.2. Hipótesis específicas	69
VI Sistema de variables	71
6.1 variable	71
6.2 operacionalización de variables	72
VII.-Metodología	75
7.1. Tipo y diseño de la investigación	75
7.2. Población y muestra	76
7.3. Muestreo y tipo de muestreo	76
7.4. Recolección y procesamiento de datos	76
7.4.1. Instrumentos de recolección	76
7.4.2. Análisis e interpretación de datos	77
7.4.3. Procedimiento de recolección de datos	78
VIII.- Resultados	88
IX.- Comprobación de hipótesis	98
X.- Análisis y discusión de resultados	104
XI.- Conclusiones	109
XII.- Recomendaciones	112
XIII.- Referencia bibliográfica	114
XIV.- Anexos	119

CAPÍTULO

I

I.- DATOS GENERALES TESIS

1.1. TÍTULO:

EFICACIA DE IRRIGANTES PARA LA DESINFECCIÓN DE UN BIOFILM SALIVARIO MULTIESPECIE DE INFECCIÓN INTRABUCAL – ICA 2017.

1.2. INVESTIGADORES:

Curaca Huamán, Susana Guísela

Huamán Alhuay, Jorge Luis

Izaguirre Pumayauri, Cinthia Karen

1.3. ESPECIALIDAD:

ENDODONCIA

1.4. ÁMBITO GEOGRÁFICO DONDE SE EJECUTARÁ LA INVESTIGACIÓN:

Se Realizó en el Laboratorio de Biología de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica.

CAPÍTULO

II

II. RESUMEN

Los chips de dentina fueron contaminados por microorganismos patógenos de biofilm salivario multiespecie y cultivados en un caldo de BHI para observar su crecimiento de bacterias, su desinfección se realizó a través de diferentes soluciones de irrigantes endodónticos para poder determinar la eficacia de dichos irrigantes y así tener un buen tratamiento radicular y por ende no nos conlleve al fracaso.

En este trabajo de investigación de determino la eficacia de los irrigantes para la desinfección de un biofilm salivario multiespecie de infección intraoral en los chips de dentina de bovino bajo la aplicación entre el hipoclorito de sodio al 2.5%, hipoclorito de sodio 2.5% activado ultrasonicamente, clorhexidina al 2% en comparación con un grupo control de agua destilada.

Material y método: es un estudio de nivel explicativo, experimental, comparativo, prospectivo, longitudinal, analítico de una muestra de 40 clips de dentina de bovino que se encuentran expuestos en la cavidad oral a través de una placa hawley que fueron cultivados por tres días y posteriormente retirados en un medio de cultivo BHI a 37°C por 24 horas para ver el crecimiento bacteriano. Los mismos chips de dentina se dividieron en 4 grupos de 10 chips de bovino para hacer colocados a sus respectivas piezas dentarias para hacer irrigadas con agentes antimicrobianos, como el hipoclorito de sodio al 2.5%, hipoclorito de sodio al 2.5% activado ultrasónicamente, clorhexidina al 2%; en comparación con un grupo control en un tiempo de intervalo entre el primer y segundo, segundo y tercero mililitro dos minutos y entre el tercero y cuarto, cuarto y quinto y posterior al quinto 20 segundos. El tiempo de irrigación por cada mililitro fue de 10 segundos, sin embargo en el grupo de hipoclorito de sodio al 2.5% activado ultrasónicamente entre los intervalos de 20 segundos se utilizó el ultrasonido, luego son retirados los chips de dentina y cultivados individualmente en medio de cultivo de BHI para ver la eficacia de los irrigantes sobre las bacterias.

Conclusiones:

Podemos concluir que, si existe diferencia significativa en la eficacia de desinfección de los chips de dentina infectada por biofilm multiespecie salivario de infección intraoral ante la aplicación de los irrigantes entre hipoclorito de sodio al 2,5%, hipoclorito de sodio al 2,5% activado ultrasónicamente, clorhexidina 2% y el grupo control agua destilada.

Palabras claves: biofilm – eficacia – in vito - multiespecie salivario

SUMMARY

The dentin chips were contaminated by microorganisms pathogens of multispecies salivary biofilm and cultured in a BHI broth to observe their growth of bacteria, their disinfection was carried out through different endodontic irrigating solutions in order to determine the efficacy of said irrigants and thus have a good root treatment and therefore not lead to failure.

In this research work I determine the efficacy of irrigant for the disinfection of a multispecies salivary biofilm of intraoral infection in bovine dentin chips under the application between 2.5% sodium hypochlorite, 2.5% activated sodium hypochlorite, 2% chlorhexidine compared to a control group of distilled water.

Material and method: it is an explanatory, experimental, comparative, prospective, longitudinal, analytical study of a sample of 40 bovine dentin clips that are exposed in the oral cavity through a Hawley plaque that were cultivated for three days and subsequently withdrawn in a BHI culture medium at 37 ° C for 24 hours to see bacterial growth. The same dentin chips were divided into 4 groups of 10 bovine chips to be placed to their respective teeth to make them irrigated with antimicrobial agents, such as 2.5% sodium hypochlorite, ultrasonically activated 2.5% hypochlorite, chlorhexidine 2%; **compared** to a control group in a time interval between the first and second, second and third milliliter two minutes and between the third and fourth, fourth and fifth and after the fifth 20 seconds. The irrigation time per milliliter was 10 seconds, however in the 2.5% sodium hypochlorite group activated ultrasonically between the 20 second intervals the ultrasound was used, then the dentine chips were removed and individually cultured in the middle of BHI culture to see the effectiveness of the irrigant on the bacteria.

Conclusions: We can conclude that if there is a significant difference in the efficiency of disinfection of dentin chips infected by multispecies biofilm salivary intraoral infection before the application of irrigants between 2.5% sodium hypochlorite, 2.5% activated sodium hypochlorite ultrasonically, chlorhexidine 2% and the control group distilled water.

Keywords: biofilm - efficacy - in vito - salivary multispecies

CAPÍTULO

III

III. INTRODUCCION

En algunos estudios sobre Biofilm, sabiendo que es una biopelícula definida como una población microbiana adherida a un sustrato orgánico o inorgánico envuelta de productos extracelulares, han determinado realizar el procedimiento de desinfección con diferentes irrigantes químicos en distintas concentraciones y tiempo de exposición para determinar la eficacia antibacterial en tratamientos endodónticos.

El proceso de desinfección se realiza con un agente antimicrobiano, que solo es capaz de eliminar la mayoría de gérmenes patógenos. Para esto, es importante tener en cuenta, que agente antimicrobiano, presenta mayor efectividad antimicrobiana.

Este trabajo de investigación ha sido elaborado con la finalidad de descubrir la mayor eficacia de irrigantes para la desinfección de un biofilm salivario multiespecie de infección intraoral y así demostrar cuál de los irrigantes sería ideal al realizar tratamientos de conductos y así evitar que ocurran infecciones posteriores.

Se han tomado 40 muestras de chips de dentina de bovino las cuales se han expuesto a los microorganismos que se encuentran en la cavidad oral.

Se ha escogido tres agentes químicos (hipoclorito de sodio al 2.5%, hipoclorito de sodio 2,5 % activado ultrasónicamente, clorhexidina 2%) en comparación con el grupo control (agua destilada). Mediante cultivo bacteriano se ha efectuado la evaluación y registro de los resultados que han mostrado estos agentes antimicrobianos en cada una de las muestras. Comparándose los resultados a través de un trabajo estadístico.

Este trabajo se ha realizado como parte de nuestra tesis de investigación motivo por el cual nos hemos esforzado en realizar un trabajo meticuloso y así este contenido sirva como fuente de información nutrida en especial a los estudiantes, docentes y profesionales de la carrera odontológica.

CAPÍTULO

IV

IV.- PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

4.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Se ha demostrado que en la actualidad los irrigantes utilizados en los tratamientos endodónticos son muy variados, los más utilizados convencionalmente por los odontólogos en consulta son la clorhexidina e hipoclorito de sodio por su eficacia ya demostrada en diferentes estudios para eliminar la mayor cantidad de biofilm de infección intraoral presentes en el canal radicular.

Por lo tanto, el presente trabajo se realizó en el laboratorio de Biología de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica en el año 2018, demostrando y comparando la eficacia de los irrigantes en los siguientes grupos:

- hipoclorito de sodio al 2.5% con la clorhexidina al 2%
- hipoclorito de sodio al 2.5% con el hipoclorito de sodio al 2.5% activado ultrasónicamente
- hipoclorito de sodio al 2.5% con el agua destilada
- hipoclorito de sodio al 2.5% con la clorhexidina al 2%, hipoclorito de sodio al 2.5% activado ultrasónicamente y agua destilada.

Demostrando cuál de ellos causa mayor desinfección en un biofilm salivario multiespecie de infección intrabucal.

4.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:

4.2.1. FORMULACION DEL PROBLEMA PRINCIPAL.

¿Cuál de los irrigantes tiene mayor eficacia para la desinfección de un biofilm salivario multiespecie de infección intraoral in vitro?

4.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA ESPECÍFICO.

- ¿Es el hipoclorito de sodio al 2,5% más eficaz que la clorhexidina al 2% como irrigante para la desinfección de un biofilm salivario multiespecie de infección intraoral?

- ¿Es el hipoclorito de sodio al 2,5% más eficaz que el hipoclorito de sodio al 2.5% activado ultrasónicamente como irrigante para la desinfección de un biofilm salivario multiespecie de infección intraoral?
- ¿Es el hipoclorito de sodio al 2,5% más eficaz que el agua destilada como irrigante para la desinfección de un biofilm salivario multiespecie de infección intraoral?
- ¿Es el hipoclorito de sodio al 2,5% más eficaz que la clorhexidina al 2%, hipoclorito de sodio al 2.5% activado ultrasónicamente y agua destilada como irrigante para la desinfección de un biofilm salivario multiespecie de infección intraoral?

4.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

A nivel científico: es primordial conocer en cuanto a la eficacia de los irrigantes que tienen durante la desinfección de un biofilm salivario multiespecie de infección intraoral, conllevándonos así al éxito del tratamiento.

A nivel tecnológico: es primordial por que ayudaría mucho a la profesión a modo que aportaría conocimientos imprescindibles para alcanzar ver cuál de los irrigantes son más eficientes.

A nivel social: es primordial por que las investigaciones realizadas en el área de salud son únicas e importantes para así brindar una mejor calidad de vida para nuestra comunidad, en cuanto sea necesaria.

A nivel institucional: es primordial porque debido a esta investigación aportaremos conocimientos que brindaran una mejor atención odontológica y por lo tanto así podemos incentivar a más profesionales de la salud a que den y brinden a sus pacientes tratamientos más beneficiosos.

A nivel profesional: es primordial por que ponemos al alcance a los profesionales de la salud bucal y alumnos, nuevos puntos de vista y conocimientos en cuanto a la eficacia de los irrigantes.

4.4. LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:

- Falta de un laboratorio de investigación especializado en endodoncia en la facultad de odontología de la universidad nacional San Luis Gonzaga de Ica debido a la cual esta investigación se realizó en el laboratorio de biología de la universidad nacional San Luis Gonzaga de Ica.
- Carencia de la facultad de equipos y la logística necesaria de los análisis de los especímenes de manera que se realizó en un laboratorio particular.
- Escasa información bibliográfica pertinente en español debido a lo cual se recurrió a la página pubmed.
- Accesos limitados en laboratorios externos de otras facultades para el análisis de los especímenes por este motivo se realizó a un laboratorio particular.
- Ausencia limitada de insumos químicos, como reactivos en las casas comerciales locales de tal forma que se recurrió a la importación como la L- α -lecitina.
- Poco acceso a la obtención de las piezas dentarias de los bovinos, por consiguiente, se tuvo que pedir un permiso a la carnicería Taurus.

4.5. OBJETIVOS:

4.5.1. OBJETIVO GENERAL:

Determinar la eficacia de irrigantes para la desinfección de un biofilm multiespecie salivario de infección intraoral in vitro.

4.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar la efectividad entre el hipoclorito de sodio al 2,5% y la clorhexidina al 2% como irrigante para la desinfección de un biofilm salivario multiespecie de infección intraoral.

- Determinar la efectividad entre el hipoclorito de sodio al 2.5% y el hipoclorito de sodio al 2.5% activado ultrasónicamente como irrigante para la desinfección de un biofilm salivario multiespecie de infección intraoral.
- Determinar la efectividad entre el hipoclorito de sodio al 2.5% y el agua destilada como irrigante para la desinfección de un biofilm salivario multiespecie de infección intraoral.
- Determinar la efectividad entre el hipoclorito de sodio al 2.5% y la clorhexidina al 2%, hipoclorito de sodio al 2.5% activado ultrasónicamente y agua destilada como irrigante para la desinfección de un biofilm salivario multiespecie de infección intraoral.

CAPÍTULO

V

V. MARCO TEÓRICO

5.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA:

1. Shen Y et al, (2016), **Experimental and Theoretical Investigation of Multispecies Oral Biofilm Resistance to Chlorhexidine Treatment.**

Investigamos la recuperación de biofilms orales de múltiples especies después de gluconato de clorhexidina (CHX) y CHX con el tratamiento de modificadores de superficie (CHX-Plus). Específicamente, examinamos el porcentaje de bacterias viables en las biopelículas después de su exposición a CHX y CHX-Plus durante 1, 3 y 10 minutos, respectivamente. Antes del tratamiento antimicrobiano, las biopelículas se dejan crecer durante tres semanas. Encontramos que (a). CHX-Plus mata las bacterias en las biopelículas de manera más efectiva que el CHX al 2% regular, (b). la célula continúa siendo eliminada durante hasta una semana después de la exposición a las soluciones CHX, (c). las biopelículas comienzan a recuperarse después de dos semanas, el porcentaje de bacterias viables se recupera en los grupos de tratamiento de 1 y 3 minutos pero no en el grupo de tratamiento de 10 minutos después de cinco semanas y las biopelículas vuelven completamente a los niveles previos al tratamiento después de ocho semanas. Para entender el mecanismo, se desarrolla un modelo matemático para múltiples fenotipos bacterianos, adoptando la noción de que existen persistentes bacterianos en las biopelículas junto con las moléculas reguladoras del quórum y las proteínas del factor de crecimiento. El modelo revela el papel crucial desempeñado por los persistentes, las moléculas que detectan el quórum y los factores de crecimiento en la recuperación de la biopelícula, prediciendo con exactitud la población bacteriana viable después del tratamiento con CHX. ⁽¹⁾

2. Neuhaus KW, et al. (2016) Antibacterial Efficacy of a New Sonic Irrigation Device for Root Canal Disinfection.

El riego ultrasónico pasivo (PUI) es el método más utilizado para activar soluciones de irrigación. Se han expresado preocupaciones de que el PUI es menos efectivo en los conductos radiculares curvos y no es pasivo en absoluto. Nuestro objetivo fue comparar un nuevo dispositivo de irrigación sónica pasiva (PSI) (6000 Hz) con PUI y riego manual (MI) con respecto a su eficacia en la eliminación de diferentes microorganismos endodónticos de los conductos radiculares curvos y rectos. Realizamos 2 experimentos de la siguiente manera. En un modelo de infección de 3 días, incluimos 8 grupos de especies microbianas únicas o dobles que se enjuagaron con cloruro de sodio al 0,9% mediante PSI, PUI o MI. Las unidades formadoras de colonias (CFU) se contaron después de la incubación, y las transformaciones log 10 se realizaron para las comparaciones estadísticas. En un modelo de infección de 21 d, probamos los mismos protocolos de irrigación en 4 grupos de microorganismos y utilizamos hipoclorito de sodio al 1,5% como irrigante. Las muestras de control de infección se tomaron los días 0, 3, 5 y 7 después del tratamiento y posteriormente se volvieron a incubar. Utilizando cloruro sódico como irrigante, la cantidad de reducción en CFU comparada con el control negativo fue de aproximadamente 3 log 10 unidades para PSI a 6000 Hz, 2 log 10 unidades para PUI y 1 log 10 unidad para MI. PSI redujo las CFU de microorganismos significativamente mejor que PUI. El uso de hipoclorito de sodio condujo a una reducción significativa en las CFU de microorganismos incluso con MI. Después de 3 días, en comparación con el MI, el recrecimiento de microorganismos se redujo significativamente después del tratamiento con PSI y PUI, pero en estos grupos, en al menos la mitad de las muestras, los microorganismos se detectaron después de 7 días. La PSI a 6000 Hz

puede ser al menos igual a PUI con respecto a la reducción de la carga microbiana en canales de raíz curva y recta. ⁽²⁾

3. Townsend C y Maki J. (2009). An in vitro comparison of new irrigation and agitation techniques to ultrasonic agitation in removing bacteria from a simulated root canal.

Este estudio in vitro comparó 3 dispositivos de agitación y 2 de irrigación con la agitación ultrasónica para eliminar mecánicamente las bacterias de un canal simulado de plástico, instrumentado a 35 / .06. El método se basó de la siguiente manera: Los bloques de plástico se dividieron en siete grupos. El grupo de control (C) con caldo de infusión cerebro-corazón (BHI) (estéril) recibió solo irrigación con aguja. Los grupos restantes se incubaron con BHI inoculado con *Enterococcus faecalis*. Las técnicas de irrigación y agitación fueron por ultrasonidos, irrigación con aguja, irrigación EndoVac (Smart Endodontics, Discus Dental, Culver City, CA), EndoActivator (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK), F-File (Plastic Endo, Lincolnshire, IL), y Sonic. El agua estéril era el irrigante en todos los tratamientos. Las bacterias restantes se tiñeron con 0,1% de violeta cristal. El cristal violeta se extrajo con un detergente y se midió espectrofotométricamente. Los resultados de este estudio muestran que la agitación ultrasónica no fue significativamente diferente ($p > 0.05$, prueba de Tukey) del control. No hubo diferencias significativas ($p > 0.05$, prueba de Tukey) entre la agitación ultrasónica y el uso de EndoActivator, F-File y agitación sónica. La agitación ultrasónica fue significativamente más efectiva en la eliminación de bacterias que el riego con aguja y el riego EndoVac ($p < 0.05$, prueba de Tukey).

En un canal simulado de plástico, la agitación ultrasónica fue significativamente más efectiva que el riego con aguja y el riego EndoVac para eliminar las bacterias intracanal. El ultrasonido,

EndoActivator, F-File y la agitación sónica son similares en su capacidad para eliminar bacterias en un canal simulado de plástico. ⁽³⁾

4. Zehnder M., et al. (2009) Necrotic pulp tissue dissolution by passive ultrasonic irrigation in simulated accessory canals: impact of canal location and angulation.

En este estudio los modelos de conductos radiculares transparentes (n = 6) se hicieron con resina epoxi. Los SAC de 0,2 mm de diámetro se colocaron en ángulos y posiciones definidos en el canal medio y el área apical. Los SAC se rellenaron con tejido de pulpa bovina necrótica. La PUI se realizó cinco veces durante 1 minuto cada una con reposición de irrigante después de cada minuto. La temperatura del canal principal se midió después de cada minuto y se tomó una fotografía digital. En experimentos de control, se realizaron tratamientos simulados con la misma configuración sin activación del archivo usando NaOCl calentado para imitar la temperatura creada por PUI. Los experimentos se repitieron cinco veces. Las fotografías digitales se analizaron para la distancia del tejido disuelto en los SAC en mm. La comparación global (suma del tejido disuelto de los cinco canales accesorios) entre los tratamientos se realizó utilizando la prueba t pareada. El riego ultrasónico pasivo provocó un aumento en la temperatura de irrigación en el canal principal a 53.5 +/- 2.7 grados C después del quinto minuto. PUI disolvió un total de 6.4 +/- 2.1 mm, tratamiento simulado controlado por calor: 1.4 +/- 0.6 mm (P <0.05). No se encontró influencia significativa de la posición o angulación de SAC. La irrigación ultrasónica pasiva promueve efectos

positivos de disolución del tejido más allá de un aumento en la temperatura del irrigante. ⁽⁴⁾

5. Bui TB, et al. (2008) Evaluation of the interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate and its effect on root dentin.

La combinación de hipoclorito de sodio (NaOCl) y clorhexidina (CHX) forma un precipitado. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de irrigar los conductos radiculares con una combinación de NaOCl y CHX en la dentina radicular y los túbulos dentinarios mediante el uso del microscopio electrónico de barrido ambiental (ESEM) y un programa informático (Photoshop CS2). Cuarenta y cuatro dientes humanos extraídos de una sola raíz se instrumentaron y se irrigaron con NaOCl y CHX para producir un precipitado. Las superficies del conducto radicular se analizaron con el ESEM. Se determinó la cantidad de restos restantes y el número de túbulos patentes. No hubo diferencias significativas en restos restantes entre el grupo de control negativo y los grupos experimentales. Hubo significativamente menos túbulos patentes en los grupos experimentales en comparación con el grupo de control negativo. El precipitado de NaOCl / CHX tiende a ocluir los túbulos dentinarios. Hasta que este precipitado se estudie más, se debe tener precaución al irrigar con NaOCl y CHX. ⁽⁵⁾

6. Carson KR, et al. (2005) Comparison of the antimicrobial activity of six irrigants on primary endodontic pathogens.

El propósito de este estudio fue comparar las actividades antimicrobianas de hipoclorito de sodio al 6% y 3% (NaOCl), gluconato de clorhexidina al 2% y 0.12% (CHX) y doxiciclina al 0.01% y 0.005% (Doxy) en cuatro microorganismos asociados con infecciones endodónticas. La prueba de difusión en agar se utilizó para medir las actividades antimicrobianas de estos agentes contra *Peptostreptococcus micros*, *Prevotella intermedia*, *Streptococcus sanguis* y *Lactobacillus*

acidophilus. El análisis de concentración mínima inhibitoria se realizó con el método de macrodilución. Para tres de los cuatro microorganismos, el orden general de eficacia antimicrobiana fue de 0.01% de Doxy> 0.005% de Doxy> 6% de NaOCl> 3% de NaOCl> 2% de CHX> 0.12% de CHX. Para L. acidophilus, el orden de efectividad fue 6% NaOCl> 3% NaOCl> 2% CHX> 0.01% Doxy> 0.005% Doxy> 0.12% CHX.⁽⁶⁾

7. Vianna ME, et al. (2004) In vitro evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite.

El objetivo de este estudio fue investigar in vitro la actividad antimicrobiana de gluconato de clorhexidina al 0.2%, 1% y 2% (gel CHX y líquido CHX), contra patógenos endodónticos y comparar los resultados con los obtenidos en 0.5%, 1%, Hipoclorito de sodio al 2,5%, 4% y 5,25% (NaOCl). Se realizó una prueba de dilución de caldo, y se registró el tiempo para que los irrigantes mataran las células microbianas y se analizaron estadísticamente. Ambas formulaciones en gel y líquido al 2.0% eliminaron Staphylococcus aureus y Candida albicans en 15 segundos, mientras que la formulación del gel mató a Enterococcus faecalis en 1 minuto. Todos los irrigantes probados eliminaron Porphyromonas endodontalis, Porphyromonas gingivalis y Prevotella intermedia en 15 segundos. El tiempo requerido para que el 1.0% y 2.0% de líquido CHX elimine todos los microorganismos fue el mismo requerido para 5.25% de NaOCl. ⁽⁷⁾

8. Spoleti P, et al. (2003).Bacteriological evaluation of passive ultrasonic activation.

El propósito de este estudio fue evaluar la influencia de la activación ultrasónica pasiva en la desinfección del conducto radicular. Sesenta dientes humanos (grupo A: incisivos superiores, grupo B: caninos superiores, y grupo C: raíz distovestibular de los primeros molares superiores) se seleccionaron y se esterilizaron en un autoclave. Se colocó un inóculo estandarizado en los canales y se

incubaron durante 72 horas a 37 grados C. Luego, se dividieron en el subgrupo 1, que recibió solución salina estéril (SS) como irrigante, y el subgrupo 2, que recibió solución salina estéril con activación pasiva ultrasónica (SU). El tratamiento endodóntico se realizó con una técnica de reducción de corona. Identificación bacteriológica de las colonias supervivientes se llevó a cabo. Las colonias sobrevivientes fueron más altas cuando no se usaron ultrasonidos (grupo A: SS: x 32,13, SU: x 13,53; grupo B: SS: x 53,70, SU: x 44,60; grupo C: SS: x 39,16, SU: x 29,40). Las pruebas de proporción de homogeneidad para comparar los resultados de ambos subgrupos mostraron que las proporciones supervivientes fueron más altas ($p = 0,01$) cuando no se utilizó la activación ultrasónica. ⁽⁸⁾

9. Ahmad Zamany, DDS, et al, (2002) An effective method of inactivating chlorhexidine.

El propósito de este estudio fue encontrar un agente inactivante eficaz para la clorhexidina que facilite la eliminación de todos los efectos antimicrobianos residuales, lo que puede causar resultados negativos falsos durante el cultivo microbiológico.

Se usaron L-alfa-lecitina, Tween 80 y tiosulfato de sodio en diferentes proporciones para preparar 6 soluciones de inactivación potenciales. Nueve ml de cada solución inactivante se mezclaron con 1 ml de solución de clorhexidina al 2%. Después de 5 minutos de equilibrado, se añadieron a la mezcla 0,1 ml de suspensión de células bacterianas que contenía 2×10^4 células viables de *Enterococcus faecalis*. A los 10 y 60 minutos, se extrajeron alícuotas de 0,1 ml y se extendieron sobre placas de agar con sangre y se incubaron a 37 grados C durante 72 horas. Se determinó y registró el número de unidades formadoras de colonias en las placas de agar con sangre.

La combinación de 3% de Tween 80 y 0.3% de L-alfa-lecitina resultó ser el agente de inactivación más efectivo, permitiendo la recuperación total de los organismos de prueba en presencia de clorhexidina.El

presente estudio demostró un método para predeciblemente inactivar la clorhexidina.⁽⁹⁾

10. Maria Claudia Posada et al. (2002). "DIENTES DE BOVINO COMO SUSTITUTO DE DIENTES HUMANOS PARA SU USO EN LA ODONTOLOGÍA".

Los dientes humanos son similares morfológica e histológicamente a lo de algunos mamíferos, pero los dientes bovinos presentan algunas características especiales como son: la composición histológica y su forma anatómica, que, entre otras características, lo hacen ideales para su utilización como sustitutos de los dientes humanos en investigaciones sobre materiales dentales.⁽¹⁰⁾

11. Siqueira JF Jr, et al. (2000) Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite.

Este estudio evaluó la reducción bacteriana in vitro producida por instrumentación e irrigación con 1%, 2.5% y 5.25% de hipoclorito de sodio (NaOCl) y solución salina. Los conductos radiculares inoculados con *Enterococcus faecalis* se instrumentaron y se irrigaron con las soluciones probadas. Los canales fueron muestreados antes y después de la preparación. Después de la dilución en serie, las muestras se plaquearon en agar Mitis salivarius, y se contaron las unidades formadoras de colonias cultivadas. Los efectos inhibidores de las tres soluciones NaOCl sobre *E. faecalis* también se evaluaron mediante la prueba de difusión en agar. Todas las soluciones de prueba redujeron significativamente la cantidad de células bacterianas en el conducto radicular ($p < 0.05$). No hubo diferencias significativas entre las tres soluciones NaOCl probadas ($p > 0.05$). No obstante, todas las soluciones NaOCl fueron significativamente más efectivas que la solución salina para reducir el número de células bacterianas dentro del conducto radicular ($p < 0.05$). Las tres concentraciones de NaOCl mostraron grandes zonas de inhibición contra *E. faecalis*. Los

resultados de este estudio sugieren que el intercambio regular y el uso de grandes cantidades de irrigante deben mantener la efectividad antibacteriana de la solución de NaOCl, compensando los efectos de la concentración. ⁽¹¹⁾

5.2. MARCO COMCEPTUAL

5.2.1 DESINFECCION

La desinfección se realiza por medio de biocidas o germicidas, sustancias químicas antimicrobianas cuyos mecanismos de acción y resistencia son semejantes a los de los antibióticos. Esta semejanza está ocasionando inquietud por la probabilidad de cruce de información genética que empeore el problema de las resistencias bacterianas. La mayor parte de los biocidas pueden actuar como antisépticos, aplicados sobre piel y tejidos, o desinfectantes, sobre materiales inertes, El proceso de desinfección, a diferencia de la esterilización, solo es capaz de eliminar la mayoría de gérmenes patógenos. Además, por las características del procedimiento, el material desinfectado pierde rápidamente esta propiedad por carecer del factor de empaquetado que lo proteja de contaminaciones. El margen de gérmenes sobre los que es eficaz un desinfectante varía de uno a otro, o en un mismo desinfectante dependiendo de sus concentraciones y su tiempo de exposición. Según el nivel de cobertura alcanzado por un desinfectante, se puede clasificar como de nivel alto cuando incluye esporas bacterianas, de nivel intermedio cuando incluye micobacterias, pero no esporas, o de nivel bajo cuando no incluye ni micobacterias ni esporas. ⁽¹²⁾

5.2.2. BIOFILM

5.2.2.1 DEFINICION DEL BIOFILM

El Biofilm es una comunidad de microorganismos de una o varias especies concentrado en una matriz extracelular de

polisacáridos unidos a una superficie sólida. Existen microorganismos que viven en el Biofilm y son 1000 veces más resistentes a los agentes antimicrobianos. Una biopelícula es definida como una población microbiana adherida a un sustrato orgánico o inorgánico envuelta de productos extracelulares la cual forma una matriz intermicrobiana.⁽¹³⁾ Al realizar los primeros trabajos sobre la estructura del biofilm, uno de los interrogantes que surgía con mayor frecuencia era cómo las bacterias del interior del biofilm podían tener llegada a los nutrientes o al oxígeno. Los estudios realizados utilizando microscopía confocal han demostrado que la arquitectura de la matriz del biofilm no es sólida y presenta canales que permiten el acceso del flujo de agua, nutrientes y oxígeno incluso hasta las zonas más profundas del biofilm. La existencia de estos canales no elude, sin embargo, que en el interior del biofilm nos encontremos con ambientes diferentes en los que la concentración de nutrientes, pH u oxígeno es diferente. Esta circunstancia aumenta la heterogeneidad sobre el estado fisiológico en el que se encuentra la bacteria en el interior del biofilm y dificulta su estudio.⁽¹⁴⁾

Según la OMS, el biofilm se puede definir también como un ecosistema bacteriano proliferante y enzimáticamente activo.⁽¹⁵⁾

5.2.2.2 CRITERIOS BÁSICOS PARA UN BIOFILM

Caldwell et al. Destacó cuatro características de la biopelícula de la siguiente manera:

- Autopoiesis - Debe tener la capacidad de auto-organizarse
- Homeostasis - Debe tolerar las alteraciones ambientales
- Sinergia - Debe ser más eficaz en agruparse que en separarse
- Comunalidad - Debe responder a los cambios ambientales como una unidad más que como individuos particulares.

El ejemplo típico de un biofilm es la placa dental.⁽¹⁶⁾

5.2.2.3 DESARROLLO DEL BIOFILM

Los biofilms pueden desarrollarse por medio de dos tipos de procesos:

A) A partir de una célula planctónica

Algunas bacterias muestran o tienen la facultad de desarrollar estructuras de superficie que favorecen la adherencia de las mismas a una superficie sólida, tales como fimbrias y fibrillas. Así, colonizadores primarios como *Actinomyces naeslundii*, varias especies de estreptococos, como *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus parasanguis*, *Streptococcus mitis*, muestran fimbrias y fibrillas en su superficie. Otros factores que favorecen la adherencia de las bacterias a una superficie son la facultad que muestran algunas especies bacterianas para el movimiento, como la *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Escherichia coli*, o la manifestación de ciertas proteínas en su superficie celular, denominadas adhesinas. Existe una sarta de factores que afectan a la adherencia de las bacterias a una superficie sólida. Por un bando, factores físicos y químicos de la superficie, como su rugosidad y composición química, y factores del medio líquido en el que se desarrolla, como la velocidad del flujo y la composición química del mismo. Una vez que las bacterias están ya adheridas a una superficie sólida se produce la manifestación de ciertos genes que las diferencian de las formas planctónicas. Después se produce la proliferación de la especie bacteriana y la coagregación con otras especies bacterianas. Dentro del biofilm, esta agrupación de especies no sería aleatoria, sino que existirían asociaciones específicas entre bacterias dentro del biofilm.

B) A partir de otro biofilm

El desarrollo de los biofilm también puede darse de células sueltas desprendidas de un biofilm o sus propias partes. Cualquiera sea el caso, las células mantendrían las mismas propiedades del biofilm de donde proceden.⁽¹⁷⁾

5.2.2.4 FASES DE FORMACIÓN DEL BIOFILM

A) Adsorción de moléculas del huésped y bacterias a la superficie

Generalmente en los casos, las superficies expuestas absorben moléculas que forman una película por lo tanto a esta se adhieren las bacterias. Se incorporan a la película, los productos metabólicos y las enzimas bacterianas presentes en la saliva y de este modo promueven la adherencia de especies bacterianas específicas. Después de que el material entra en contacto con el ambiente se forma esta película condicionante (película adquirida). Esta formación genera una alteración de la energía superficial y de la carga de las superficies, estas películas proveen receptores específicos para la adherencia bacteriana. Entonces la formación de la película adquirida permite la adhesión bacteriana, debido a que provee sitios de anclaje para los microorganismos, permitiendo que éstos se adhieran y colonicen superficies. Se puede decir que el rol de esta película condicionante es vital, para muchos microorganismos que no presentan mecanismos de adhesión que les permitan colonizar ciertas superficies. Vemos que la película adquirida además de facilitar la adherencia bacteriana, también funciona como fuente de nutrientes a las bacterias.

B) Adhesión bacteriana primaria

La adhesión primaria es el encuentro entre una superficie y una bacteria planctónica. Este instante es reversible y está basada en una serie de variables fisicoquímicas que definen la interacción entre de la pared bacteriana y la superficie. En primera instancia, la bacteria tiene que acercarse a la superficie, ya sea por medio de una corriente de flujo, o de forma más directa, por quimiotaxis o por movilidad de la propia bacteria. Al estar extremadamente cerca de la superficie (a menos de 1 nm), lo que determina que se produzca la unión, es la suma de unas fuerzas atractivas o repulsivas en ambas superficies. Entre ellas se encuentran las interacciones electrostáticas que tienden a favorecer la repulsión ya que en su mayoría de las bacterias y las superficies inertes están cargadas negativamente

C) Adhesión bacteriana secundaria

La unificación entre ambas superficies se consolida por la elaboración de exopolisacáridos por parte de la bacteria, que se acoplan con los materiales de la superficie, por ligandos específicos de receptores localizados en los pili, fimbrias y fibrillas de la bacteria, o la agrupación de ambos procesos a la vez. Esta unificación es irreversible y la bacteria queda firmemente unida a la superficie inerte. Durante esta fase, las bacterias planctónicas se pueden unir incluso unas a otras (Co-agregación), y a diferentes especies que estén ya unidas al material (Co-adhesión), formando las llamadas microcolonias de sustrato.

D) Maduración del biofilm

Al unirse irreversiblemente a la superficie la bacteria, empieza el proceso de maduración del biofilm.

Cuando las bacterias que lo forman comienzan a dividirse activamente (o a morir) y los compuestos extracelulares originados por las bacterias unidas interactúan con las moléculas orgánicas e inorgánicas del medio y crean el glicocálix, la densidad y la complejidad del biofilm aumenta. El crecimiento de cualquier biofilm está limitado por la disponibilidad, difusión de nutrientes hasta las células y la eliminación de los desechos. Además, existe un flujo hidrodinámico que atraviesa el biofilm que favorece el crecimiento y la difusión más que la erosión que las capas más externas. Otros factores que controlan la maduración del biofilm son el pH, la difusión del oxígeno, la fuente de carbono y la osmolaridad.

E) Desprendimiento activo

El equilibrio dinámico de un biofilm se alcanza cuando las capas más externas de éste comienzan a producir células planctónicas metabolitamente activas y capaces de dividirse, las cuales pueden colonizar nuevas superficies. Esta liberación de bacterias se puede originar por dos mecanismos: Erosión (pérdida de células individuales) y Migración (pérdida de agregados mayores).

(18)

5.2.3 PROPIEDADES DE LOS MICROORGANISMOS:

La detención de microbios a superficies para la formación de biofilm es un proceso físico-químico determinado por fuerzas electrostáticas entre las células y la superficie. Por ello la superficie externa de los distintos microorganismos determina si dichas propiedades pueden dar parte a la formación de la biopelícula.

- La presencia de **flagelos** favorece la capacidad para formar estas biopelículas, sobre todo, en las primeras etapas de su formación ya que ayuda a vencer las fuerzas de repulsión asociadas con el substrato durante la adhesión.

- Las **fimbrias** también favorecen la formación del biofilm.

- La función de los **pilis** en la conjugación (Transferencia horizontal de genes a otras células) puede estimular la formación de estas estructuras.

- Presencia de **polisacáridos** en la superficie externa de las células fomenta la formación de biopelículas.

- “**Quorum sensing**” o autoinducción (consiste en un mecanismo de regulación en la formación del biofilm que depende de la producción de moléculas señal de bajo peso molecular las cuales permiten a las bacterias apreciar la densidad poblacional existente).

▪ **Bacterias Gram -**: La principal molécula señal es la **Acilhomoserina lactona**.

▪ **Bacterias Gram +**: Los principales inductores son **péptidos**. Por consiguiente, cuando existe una suficiente cantidad de autoinductor en el medio extracelular estas moléculas mandan una señal activando a un receptor específico, el cual altera la expresión génica afectando a distintos fenotipos. ⁽¹⁹⁾

5.2.3.1 LA CAVIDAD ORAL COMO HÁBITAT DE MICROORGANISMOS

Con el fin de identificar los determinantes ecológicos claves que influyen en los patrones de colonización, es necesario comprender las propiedades de la cavidad oral. En primera instancia, la boca está frecuentemente bañada por la saliva, manteniendo una temperatura de 35- 36°C a un pH de circunstancias óptimas para el crecimiento de muchos

microorganismos. En segunda instancia, la saliva influye profundamente en la ecología de la cavidad oral; por ejemplo, su composición iónica promueve sus propiedades de amortiguación y su capacidad para remineralizar el esmalte. Por otro lado, los componentes orgánicos (glicoproteínas y proteínas) pueden:

a) influir en el establecimiento y selección de la microflora oral, al favorecer la adhesión de ciertos organismos a través de la formación de una película selectiva acondicionadora sobre la superficie, o la eliminación de bacterias a través del aclaramiento salival

b) actuar como nutriente endógeno. Así mismo, la saliva contiene componentes de la inmunidad innata y adquirida lo que le da la capacidad de inhibir directamente algunos microorganismos exógenos. ⁽²⁰⁾

5.2.3.2 COMPOSICIÓN BACTERIANA DE ORIGEN ENDODÓNTICO

Los tipos bacterianos observados en el Biofilm de origen endodóntico son, fundamentalmente, cocos, bacilos y filamentos, aunque casualmente se han detectado espiroquetas. Las especies del género *Prevotella* son muy frecuentes debido a su capacidad de autoagregarse y coagregarse. El *Fusobacterium nucleatum* es el componente central de muchos de los biofilms en infecciones odontogénicas, gracias a su formidable capacidad de coagregación y de resistencia a biocidas e incluso algunos consideran el *F. nucleatum* la bacteria clave o “puente” para el desarrollo del Biofilm. Ozok y cols. encuentran sinergismo en la asociación en forma de Biofilm de *Peptostreptococcus micros* y *F. Nucleatum*. Metzger y cols) comprobaron en varios estudios la importancia del *F. nucleatum* para iniciar biofilms y la afinidad con la *Porphyromonas Gingivalis*. Respecto al estudio del *Enterococcus faecalis* en relación al Biofilm, se ha postulado que la resistencia de esta bacteria a ser eliminada del interior del conducto, ya sea con instrumentación, irrigación y/o con medicación intraconducto, se debe a que puede asociarse en forma de Biofilm, George y cols. analizaron la

ultraestructura del Biofilm de *E. faecalis* combinando medios ricos y pobres en nutrientes con medios aeróbicos y anaeróbicos en dientes extraídos. En sus resultados, exponen que el Biofilm más desarrollado en madurez y organizaciones el que se da en medio rico en nutrientes y anaeróbico, advirtiendo incluso las estructuras en forma de champiñón y canales de agua descritas por Distel y cols. En cambio, el medio rico en nutrientes y aeróbico formaba más cantidad de Biofilm pero de menor organización, aunque era el más proclive a invadir los túbulos dentinarios en profundidad. los biofilms que crecen en medios pobres en nutrientes, llaman la atención debido a que presentan un número de bacterias significativamente menor que los de medios ricos, aumentan la ratio calcio/ fósforo en suspensión y degradan más la dentina que les rodean, por lo que se cree que, en esas circunstancias de supervivencia compleja, estos biofilms tienden a calcificarse para aumentar sus defensas y ser aún más resistentes. Otra de las bacterias que se han determinado como formadoras de Biofilm en Endodoncia es el *Streptococcus intermedius*. Se trata de una bacteria anaerobia facultativa Gram-positiva, como el *E. Faecalis*, tiene una gran capacidad adhesiva y postulan que incluso puede ser una de las especies primarias, generadoras de Biofilm. Además, se trata de una bacteria que es muy común que se aisle en infecciones endodónticas y presenta cierta resistencia a la remoción. ⁽¹³⁾

5.2.3.3 BIOPELÍCULAS MICROBIANAS INTRACANAL

Las biopelículas intracanal son biofilms microbianos formados en la dentina del conducto radicular del diente infectado. La identificación de la biopelícula fue informada anteriormente por Nair 1987 bajo microscopía electrónica de transmisión.

El mayor volumen de los organismos existía como colecciones sueltas de filamentos, espiroquetas, cocos y varillas. Además de esto, las condensaciones bacterianas se vieron como una estructura de empalizada similar a la placa dental que se ve en la superficie del diente. También se encontró material de matriz extracelular de origen bacteriano. ⁽¹⁶⁾

5.2.3.4 PRESENCIA BACTERIANA CUANDO OCURRE CAMBIOS PATOLÓGICOS EN LA PULPA DENTAL

Cuando ocurren cambios patológicos en la pulpa dental en el sistema de conductos pueden albergar varias especies de bacterias, sus toxinas y subproductos. algunas investigaciones han demostrado que la pulpa y en el área perirradicular no se desarrollan patologías sin la aparición de bacterias. Dependiendo de la etapa de la patología pulpar, varias especies de bacterias pueden ser cultivadas desde endodoncias infectadas. Estas bacterias son predominantemente anaerobios gram-negativo, que pueden infectar los canales de la raíz por exposición directa a la pulpa (caries o traumatismos) lesiones o por microfiltración coronal.

Las bacterias se pueden encontrar en todas las áreas de la raíz sistema de canales y en los túbulos dentinarios. ⁽²¹⁾

5.2.3.5 REMOCIÓN DE LA CAPA DE SMEAR

El barrillo dentinario es la capa residual que se desprende durante la instrumentación del sistema de conductos radiculares (SCR), formado por una mezcla de restos de dentina, residuos de tejido pulpar, necrótico y microorganismos en casos de dientes infectados. ⁽²²⁾

A pesar de la controversia sobre el efecto de la capa de smear sobre la calidad de la instrumentación y la obturación, varios investigadores han encontrado que La capa de frotis en sí misma puede estar infectada y puede proteger la bacteria ya presente en los túbulos dentinarios. Porque de estas preocupaciones, uno puede considerar prudente eliminar la capa de frotis creada inicialmente en los canales de la raíz infectada para permitir la penetración de medicamentos intracanal en los túbulos dentinales de estos dientes.

Para eliminar la capa de frotis han incluido productos químicos, mecánicos, y el láser . Después de la desinfección del sistema de los canales de la raíz.

La eliminación química de los componentes de la capa de frotis son partículas muy pequeñas con una gran relación superficie-masa, lo que los hace muy solubles en ácidos.

Debido a estas características, se han usado ácidos para eliminar la capa de frotis. McComb y Smith fueron los primeros investigadores que mostraron que REDTA (una marca comercial de EDTA) puede eliminar la capa difusa Goldman et al demostraron que cuando se usa solo, REDTA elimina la porción inorgánica y dejó una capa orgánica intacta en los túbulos. para eliminar esta capa orgánica, se necesita otro disolvente. El hipoclorito de sodio (NaOCl) ha demostrado ser muy efectivo para este propósito. Cuando se usa solo, NaOCl puede disolver restos de pulpa y predentina. Sin embargo, muchos estudios han demostrado su ineficacia al eliminar toda la capa de frotis cuando se usa solo. Goldman et al, Yamada et al, Baumgartner y Mader mostró que alternar el uso de EDTA y NaOCl es un método efectivo para remover la capa de frotis.⁽²¹⁾

5.2.4. IRRIGANTES EN ENDODONCIA

5.2.4.1 CONCEPTO:

Es el procedimiento endodóntico que consiste en el lavado y aspiración de todos los restos y sustancias que puedan estar contenidas en la cámara pulpar y en los conductos radiculares empleando una o más sustancias antisépticas, y a su vez es una intervención necesaria durante toda la preparación de conductos y último paso antes del sellado temporal u obturación definitiva.⁽²³⁾⁽²⁷⁾

El éxito de la terapia endodóntica depende, en primer término, de la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares, y esto se lleva a cabo mediante el procedimiento conocido como Preparación Biomecánica.⁽³⁰⁾

El éxito en el tratamiento de conductos se encuentra íntimamente asociado al control de la flora endodóntica es por ello que está ampliamente descrito en la literatura que la instrumentación mecánica y rotaria no es suficiente para conseguir la completa eliminación de los restos del interior de los conductos radiculares, por lo tanto, se precisa de la ayuda de irrigantes que sean capaces de disolver y eliminar las bacterias y sus endotoxinas.⁽²⁴⁾⁽²⁹⁾

Con el fin de alcanzar el éxito en el tratamiento endodóntico, los irrigantes son llevados a las áreas apicales para facilitar la remoción de detritus, la disolución de tejido pulpar orgánico, vital como necrótico, la eliminación de microorganismos tanto en forma pláctónica como agrupadas en biofilm y la remoción del barrillo dentinario. ⁽²⁴⁾

Sin embargo, varias soluciones de irrigación también tienen citotóxicos, y pueden causar dolor severo si tienen acceso a los tejidos periapicales. ⁽²⁵⁾

Investigaciones posteriores a las de Grey, Ruddle, Klinghofer y otros han demostrado que el sistema de conductos radiculares puede ser íntegramente vaciado y todos los detritus contenidos en ellos pueden ser eliminados de manera segura, usando solamente una solución diluida de hipoclorito de sodio y un correcto ensanchamiento y conformado del sistema de conductos radiculares. Por lo tanto hoy en día se recomienda la irrigación del sistema de conductos radiculares con una solución de hipoclorito de sodio a una concentración de al menos 2.5 % aproximadamente. Las concentraciones de 5% o más pueden tener un efecto tóxico sobre los tejidos periapicales, mientras que las concentraciones entre 1% y 2,5% son menos tóxicas y más toleradas. ⁽³⁰⁾

Existen dos factores relacionados directamente con la eficacia de la irrigación para disminuir los restos dentinarios en el conducto, son la frecuencia y el volumen del irrigante usado. La frecuencia de irrigación debiera aumentar a medida que la instrumentación se aproxima a la constricción, al igual que la frecuencia de la confirmación del pasaje. El volumen del irrigante llevado al conducto durante el tratamiento endodóntico es un factor clave en la remoción de detritus y en la desinfección del sistema de conductos, un volumen de irrigación apropiado es de por lo menos 1 a 2 ml cada vez que se lava el conducto. ⁽²⁴⁾⁽²⁷⁾

5.2.4.2 OBJETIVOS DE LA IRRIGACIÓN:

Según Medina A.K., estos objetivos son:

- a.-** Arrastre, retirando los restos de dentina para prevenir el taponamiento después de la instrumentación en el conducto radicular.
- b.-** Disolución, de agentes inorgánicos y orgánicos del conducto radicular.

- c.- Acción antiséptica o desinfectante.
- d.- Lubricante, sirviendo de medio de lubricación para la instrumentación del conducto radicular.
- e.- Acción blanqueadora, debido al oxígeno liberado. ⁽²³⁾
- f.- Eliminar los detritos o aquellas partículas de dentina que se asocian a materiales orgánicos. ⁽²⁶⁾

5.2.4.3 PROPIEDADES DE LAS SOLUCIONES IRRIGANTES:

Los irrigantes deben cumplir ciertas propiedades para poder cumplir su determinada función en la práctica clínica y por ende evitar cualquier tipo de complicación. ⁽²³⁾

- a.- Capacidad para disolver los tejidos pulpaes vitales y necróticos, tanto en la luz de los conductos principales como en todos los recovecos del sistema de conductos, y de forma especial, en los conductos accesorios que se abren en el periodonto.
- b.- Baja tensión superficial para facilitar el flujo de la solución y la humectación de las paredes de la dentina.
- c.- Escasa toxicidad para los tejidos vitales del periodonto, lo que entra en contradicción con su capacidad disolvente de los restos pulpaes y con su acción antibacteriana. Si alcanza el periápice, puede interferir en los mecanismos inflamatorios implicados en la reparación posterior al tratamiento.
- d.- Capacidad para desinfectar las paredes de los conductos.
- e.- Lubricación para facilitar el deslizamiento de los instrumentos y mejorar su capacidad de corte.
- f.- Capacidad para disminuir la capa residual de las paredes instrumentadas del conducto.
- g.- amplio espectro antimicrobiano y alta eficacia contra los microorganismos anaerobios y facultativos organizados en biofilms.
- h.- eliminación de restos de tejido pulpar necrótico.

i.- prevención de formación del barrillo dentinario durante la instrumentación o disolución una vez formado. ⁽²³⁻²⁴⁾

5.2.4.4. CLASIFICACIÓN:

A. Compuestos halógenos:

- a. Solución de hipoclorito de sodio al 0.5% (solución de Dakin).
- b. Solución de hipoclorito de sodio al 1% + Ácido bórico (solución de Milton).
- c. Solución de hipoclorito de sodio al 2.5 % (licor o solución de Labarraque).
- d. Solución de hipoclorito de sodio al 4-6,5% (soda clorada doblemente concentrada).
- e. Solución de hipoclorito de sodio al 5.25% (preparación oficial, USP).
- f. Solución de Gluconato de Clorhexidina al 2% .

B. Detergentes sintéticos

- a. Duponol C – al 1 (alquil – sulfato de sodio).
- b. .Zefirol – cloruro de alquildimetil – bencilamonio (cloruro de Benzalconium).
- c. Dehyquart – A (cloruro de cetiltrimetilamonio).
- d. Tween – 80 (Polisorbato 80).

C. Quelantes

- a. Soluciones de acido etilenodiaminotetracetico – EDTA.
- b. Largal ultra (agente quelante comercial).
- c. Redta (agente quelante comercial).

D. Asociaciones

- a. RC Prep (Ácido etilenodiaminotetracetico + peróxido de ùrea + base hidrosoluble e polietilenoglicol – Carbowax).
- b. Endo – PTC (peróxido de urea + Tween 80 + Carbowax .
- c. Glyde File Prep d. MTAD –(Asociación de una tetraciclina ismérica, acido cítrico y un detergente–Tween 80).
- e. Smear Clear.

E. Otras soluciones de irrigación

- a. Agua destilada esterilizada.
- b. Agua de hidróxido de calcio – 0.14 g%.
- c. Peróxido de hidrogeno – 10 vol.
- d. Suero fisiológico.
- e. Solución de ácido cítrico.
- f. alcohol.
- g. cloroformo.
- h. MTAD (tetraciclina + ácido cítrico + Tween 80). ⁽²³⁻²⁴⁾

5.2.5 HIPOCLORITO DE SODIO:

Como irrigante radicular se recomendó desde 1936 por Walker. Grossman y Meiman que demostraron su habilidad química para disolver tejido pulpar necrótico y vital.

Su fórmula química es NaOCl.

Para poder comprender cómo actúa en el conducto radicular, hay que pensar que cuando añadimos NaOCl al agua se produce la siguiente reacción:



El hipoclorito de sodio es el compuesto halógeno más popular utilizado en endodoncia para la irrigación de los canales radiculares, su principal función es disolver restos de tejido pulpar, tanto vital como necrótico. Durante muchos años, ha sido utilizado como irrigante para la desinfección y limpieza de los canales radiculares en el tratamiento endodontico, siendo un agente efectivo contra un amplio espectro de microorganismos como Gran positivos, Gran negativos, hongos esporas y virus, incluyendo el virus de la inmunodeficiencia. “ha sido definido por la asociación americana de endodoncistas (aae) como un líquido claro, pálido, verde-amarillento, extremadamente alcalino y con fuerte olor clorino. Ésta sal surge de la combinación de dos sustancias: un álcali como es el hidróxido de sodio y un ácido: el ácido hipocloroso. ⁽²⁶⁾

Tiene un pH en torno al 12%, lo que hace que la solución sea toxica y caustica para los tejidos. El elevado pH que presenta el NaOCl al 5.25%, lo convierte

en un peligroso irritante para los tejidos periapicales, con gran efecto caustico, por lo que debe extremar la precaución en el momento de la irrigación de los conductos radiculares, ya que puede originar un daño severo en los tejidos periodontales y altamente nocivo.

El hipoclorito de sodio no tiene la capacidad de eliminar el smear layer. El uso de NaOCL al 5.25% provoca la degradación y/o eliminación del colágeno de la dentina desmineralizada, removiendo la parte orgánica, no se debe asociar el NaOCL con CHX ya que se crea un precipitado de gran toxicidad.

La luz el aire y ciertos metales pueden degradar el NaOCL así como el tiempo de almacenamiento y la temperatura, alterando sus propiedades. El calentamiento de NaOCL aumenta su efecto bactericida pero hay que tener precaución cuando se calienta a 37° C porque su estabilidad no dura más de 4 horas, iniciándose su degradación. ⁽²⁸⁾

Jhonson y col. señalan que cuanto más concentrada sea la solución de hipoclorito de sodio, mayor será su actividad de disolución tisular como también aumentará su potencial de toxicidad sobre los tejidos vivos. El porcentaje y el grado de la disolución están en función de la concentración del irrigante.

La mayoría de los autores menciona que la solución del NaOCL al 0.5% (solución de Dakin) no es muy utilizada por ser de vida corta y por su baja concentración.

El NaOCL al 1% (solución de Milton), tamponada, con 1% de cloro libre para cada 100 ml del producto es la más utilizada según la literatura, por las importantes propiedades que brinda en la irrigación intracanal.

El hipoclorito de sodio al 2.5% actúa eficazmente eliminando los microorganismos, a no ser que se utilice durante un tiempo largo durante el tratamiento, no es suficiente consistente para disolver los restos pulpares.

El NaOCL al 2.5% es una solución irrigadora más inestables, por ser más concentradas, su almacenamiento es una causa importante ya que puede verse afectado ante la exposición a la luz, el calor, al medio ambiente, la concentración de cloro.

El NaOCl se ha evaluado a diferentes concentraciones para ver su efecto antimicrobiano. Algunos estudios no han hallado diferencias significativas en su efecto antibacterial entre el 0.5% y 5% de NaOCl, pero se han reportado que el efecto antibacterial del NaOCl se reduce después de ser diluido. Al emplear el NaOCl a bajas concentraciones se va a disminuir la infección endodóntica más no se disuelven todos los restos pulpares en un tiempo prudencial, microorganismos como el *Staphylococcus Aureus* no son eliminados, pero si se utiliza en concentraciones altas su efecto será lo necesariamente eficaz para eliminar las bacterias que comúnmente se encuentran presentes en el conducto radicular⁽²³⁾.

El pH del NaOCl es de 11.0 a 11.5, por lo que su propiedad alcalina le confiere su eficacia contra microorganismos anaerobios.

El hipoclorito de sodio irrita los tejidos, por lo cual en cierta forma ha impedido su uso, sobre todo a plena potencia. Sin embargo, no hay duda de que, cuando salen por el ápice, casi todas las irrigaciones pueden ser destructivas⁽²⁷⁾.

5.2.5.1 PROPIEDADES:

✓ **Baja tensión superficial.-**

la tensión superficial se representa como una membrana que se encuentra sobre un líquido, En el hipoclorito, la tensión superficial es baja, por lo que la “membrana” es mucho más delgada permitiéndole colarse por todos los espacios llegando así a los lugares más ocultos, por los mismos que serían imposibles de ser alcanzados por un instrumento.

✓ **Neutralizador de toxinas.-**

se relaciona con las concentraciones de 2,5 y 5,25%. La eliminación de microorganismos y sus toxinas está íntimamente asociado al hecho de que se trata de un compuesto bactericida, por lo tanto, reduce significativamente la probabilidad de que se ocasionen procesos periapicales post-tratamiento. También, gracias a su pH altamente alcalino de 11,8, cambia el medio ácido que suelen adecuar las bacterias para poder sobrevivir.

✓ **Bactericida-**

Se enfoca en la destrucción de microorganismos a base del cloro y el oxígeno, los cuales evitan la formación de aminoácidos y en consecuencia las proteínas bacterianas.

✓ **Lubricante-**

Al tener dentro de su constitución un álcali, presenta la capacidad de convertir en jabón los tejidos sobre los que actúa, o sea que los saponifica por lo que mantiene húmedas las paredes del conducto radicular tornando mucho más factible la instrumentación.

✓ **Disolvente de tejidos orgánicos-**

Tiene iones de cloro libre dentro de su composición, lo que le otorga la capacidad de desintegrar las proteínas en aminoácidos consiguiendo así disolver el tejido orgánico.

Tiene la habilidad de disolver tejido orgánico, ya sea vital, necrótico o fijado. dañando tanto al tejido pulpar como al colágeno gracias a su potente acción proteolítica. La capacidad de disolución del componente orgánico se ve influida por la integridad estructural de los componentes del tejido pulpar. Si la pulpa está descompuesta, los restos de tejidos se disuelven instantáneamente, aunque la acción antibacteriana asociada sí necesite más tiempo para ser efectiva. La pulpa vital requiere más tiempo para ser disuelta ya que, aunque teóricamente la acción antibacteriana no es necesaria, disolver un tejido sano y bien organizado conlleva más tiempo.

✓ **Efervescencia-**

Elabora un efecto de precipitación dentro del canal en donde se liberan gases, los detritos se elevan hacia la superficie por acción de arrastre mecánico en lugar de depositarse en zonas más profundas.

✓ **Acción rápida y detergente.** ⁽²⁶⁾⁽²⁹⁾

5.2.5.2 MECANISMO DE ACCIÓN:

El hipoclorito de sodio comienza a fabricar efectos en el instante en el que entra en contacto con los tejidos y es ahí donde se comienza una serie de reacciones químicas, iniciando por la disociación del compuesto en sus reactivos iniciales, el hidróxido de sodio y el ácido hipocloroso.

A) Saponificación.- En el instante en que el hipoclorito entra en contacto con materia orgánica, se forman nitrógeno, formaldehído y acetaldehído generando la ruptura de enlaces peptídicos, por ende, la disolución de las proteínas; además, debido a la hipertonicidad de esta sustancia, se elabora mediante osmosis la salida de agua de la célula, lo que conlleva a una desnaturalización proteica acelerada.

Mientras el ácido hipocloroso (HClO) contribuye con sus propiedades antimicrobianas: una vez deshecho la membrana celular, quedan expuestos elementos intracelulares solubles e insolubles, el ácido se une a los insolubles y los transforma en solubles también para así eliminarlos. Por su parte, el hidróxido de sodio Na(OH) transforma a los ácidos grasos de las membranas celulares bacterianas en sales ácidas grasosas (jabón) y glicerol, lo que disminuye la tensión superficial del irrigante en el conducto.

B) Neutralización de aminoácidos y ácidos grasos.- anulan a los aminoácidos formando agua y sal. Se liberan iones hidroxilo procedentes del álcali, los cuales van a neutralizar la acidez del ambiente evitando de esta manera la colonización bacteriana.

C) Cloraminación.- El ácido hipocloroso a su vez se disocia en cloro libre y oxígeno. El primer elemento se asocia con los grupos aminos de las proteínas bacterianas y se forman las cloraminas, interfiriendo así en el metabolismo celular de las bacterias. Adicional a esto, mediante su acción antimicrobiana induce a la inhibición de las enzimas esenciales, ADN y demás actividades que se encuentren en relación con las membranas de los microorganismos, por

medio de la oxidación irreversible de grupos sulfhidrilos que forman parte de las estructuras mencionadas. El oxígeno también participa en los mecanismos anteriores, pero es el principal responsable de la desnaturalización de microorganismos anaeróbicos. ⁽²³⁾⁽²⁶⁾

5.2.5.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN SU MECANISMO DE ACCIÓN

5.2.5.3.1. Concentración:

Hay una controversia con respecto a la concentración ideal de este irrigante, pues mientras mayor sea el porcentaje de cloro, mucho más será la efectividad de la solución. Sin embargo, también existiría el peligro de producir mayor toxicidad a los tejidos adyacentes. a medida que incrementa la concentración, de igual manera lo hace la profundidad de limpieza.

diferentes estudios han demostrado como la capacidad de disolución de tejido orgánico se produce de manera clínicamente eficaz entorno al 2%. Para lograr desinfectar, las concentraciones comienzan a partir del 2% y suben hasta el 6%. Al disminuir la concentración de los irritantes podemos ver una gran disminución de su capacidad de disolución de los tejidos. Según Harrison y cols encontraron que una solución de 2,5 % solo posee un tercio de la capacidad para disolver tejido orgánico del 5,25%.

Al aumentar la concentración para hacerlo más potente, también hace que se aumente la tensión superficial, complicando su distribución en el interior del conducto y siendo menos capaz de alcanzar zonas complejas. Algunos autores, por consiguiente, sugieren, que, en vez de aumentar la concentración, se aumente la temperatura, se prolongue el tiempo de permanencia en el conducto, irrigar frecuentemente o combinar con quelantes que tengan surfactantes. ⁽²⁶⁾⁽²⁹⁾

5.2.5.4.2. Temperatura:

Muchos estudios demuestran una mayor acción del hipoclorito de sodio, si se incrementa, la temperatura, ya que conlleva una mayor remoción

de tejido orgánico, por lo que recomiendan su calentamiento en casos de infección.

Se sabe, que se alcanza más del doble de la capacidad bactericida del hipoclorito de sodio por cada 5 °C de aumento de temperatura en un rango de 5 a 60°C.

El incremento de temperatura que se lee en los distintos artículos va desde los 37°C a los 60°C. Cunningham y Joseph concluyen que aumentar la temperatura hasta 37°C amplía su capacidad desinfectante y disminuye su tiempo de acción. Este calentamiento aumenta la velocidad de disociación del ácido hipocloroso, por lo que su efecto, aunque más potente, es más corto en el tiempo. Para minimizar este efecto, los autores recomiendan no calentar más de 40°C o un recambio continuo del irrigante. ⁽²⁹⁾

5.2.5.4.3. pH:

Las soluciones disponibles de hipoclorito de sodio en el mercado tienen un pH básico, es la forma más estable de almacenamiento y ya que se encuentran así en la naturaleza.

si el pH de la solución se encuentra entre 4 y 7, donde predomina el ácido hipocloroso y si está por encima del pH 7,6 se encuentra en mayor cantidad el ion hipoclorito.

Es por esto que se podría pensar que una forma de incrementar la eficacia del hipoclorito como agente antimicrobiano fuese disminuyendo su pH, pero una forma ácida de hipoclorito sería una forma más inestable.

por el contrario, si se alcalinizara, sería más estable y se conseguiría una mayor eficacia al disolver el tejido blando, lo que haría reducir el tiempo de trabajo del hipoclorito. Sin embargo, el mayor inconveniente que nos encontraríamos sería, que se vería afectado el componente inorgánico de la dentina, lo que podría afectar a sus características físicas.

5.2.5.4.4. Tiempo de exposición

El periodo aproximado de trabajo en el interior del conducto antes de inactivarse es de 2 minutos, por ende, debe ser renovado repetitivamente para

mantener una acción sostenida durante todo el tratamiento. Por tanto, es apropiado irrigar profusamente, al menos, entre lima y lima.

También se ha comprobado que se pueden utilizar concentraciones menores de hipoclorito de sodio, aumentando el tiempo de irrigación, el volumen empleado o la temperatura. El tiempo de permanencia necesario para cumplir su función en el interior del conducto depende de factores como concentración y temperatura.

5.2.5.4.5. Tensión Superficial

La habilidad que presenta una solución de “mojar” depende de su tensión superficial, la cual se determina como, una tensión sobre la superficie de un líquido en contacto con otra sustancia donde no se mezclan. Cuando la atracción intermolecular se destruye, la tensión superficial disminuye. Esto puede lograrse por medio del uso de calor o adición de un surfactante.

la solución del irrigante debe estar en contacto íntimo con la pared dentinaria y esto depende de la habilidad de la solución para mojar la dentina. ⁽²⁹⁾

5.2.5.4 DESVENTAJAS:

- No tiene la capacidad de remover barrillo dentinario.
- Irritante potencial de tejidos blandos y perirradiculares.
- Produce corrosión del instrumental.
- Inefectivo frente a ciertos microorganismos.
- No diferencia entre tejido vital y necrótico al momento del contacto.
- No posee sustentividad.

Hay artículos en los cuales se demuestran los efectos negativos de su uso, en relación al módulo de elasticidad de la dentina. Otros estudios aconsejan que la dentina tiene cierta capacidad para inhibir este irrigante, por lo que éste podría ser uno de los factores por el cual algunos estudios que emplean dientes para otorgar la eficacia del producto presentan peores resultados que otros. ⁽²⁶⁾⁽²⁹⁾

5.2.5.5 COMPLICACIONES EN EL USO DE NaOCL

- Quemaduras en los ojos y en la piel: lavar con agua o con una solución salina estéril de forma abundante durante 20 minutos y acudir al hospital.
- Paso de NaOCL a los tejidos perirradiculares: se provoca un dolor intenso e inflamación dependiendo mucho de la concentración y calidad utilizada. En ocasiones puede estar asociada de equimosis, hematoma. Recetar antibiótico y analgésicos, así como la colocación de compresas frías durante las primeras 24 horas, continuando con compresas calientes con el fin de estimular la circulación.
- Inyección de NaOCL por confusión del anestésico: se produce trismos, edema y dolor intenso. Recetar antibióticos y analgésicos, y enviar para el hospital.
- Alergias: antihistamínicos y corticoides. ⁽²⁸⁾

5.2.6 CLORHEXIDINA:

La clorhexidina químicamente es una bisbiguanida catiónica compuesta de dos anillos clorofenólicos, y dos grupos de biguanida conectados a una cadena central de hexametileno, con cargas positivas a los extremos, en 1940 se descubre en Inglaterra como un desinfectante de heridas. Fue aproximadamente en 1970, cuando Loe y Schiott lo emplearon en el campo de la Odontología como tratamiento complementario de enfermedades periodontales como enjuague bucal capaz de cortar la neoformación de placa y el desarrollo de la gingivitis. Años más tarde, Baker y Cols. (1975), consideraron a la clorhexidina como un potencial irrigante de canales radiculares. Existen varios estados de este agente como sal: la más común es el gluconato (al que encontramos en presentaciones de enjuagues, gel, seda, chicles, barniz). ⁽²⁶⁾⁽²⁹⁾

La clorhexidina se ha propuesto por varios autores como un irrigante de conductos radiculares por su buena acción bactericida, compatibilidad y por su liberación gradual prolongada; así como medicamento intracanal.

La Clorhexidina (CHX) es considerablemente utilizada en la prevención y el tratamiento de las enfermedades periodontales y de la caries dental, y se ha propuesto como una solución de irrigación intracanal en la terapia endodóntica. La solución de Clorhexidina presenta acción antimicrobiana y de amplio espectro, relativamente no tóxica, sin embargo, no disuelve el material orgánico.

Como irrigante endodóntico es utilizado al 0.12% o 2%, el hipoclorito de sodio también se ha demostrado que cuenta con propiedades antibacterianas, pero a diferencia de este, continua su liberación por un periodo de 48 a 72 horas posterior a la instrumentación, tanto así que puede servir como medicación intraconducto. ⁽²³⁾

5.2.6.1. Características más importantes:

- Actividad antiinfecciosa
- La sustantividad: hace, que su función en endodoncia vaya desde el mero irrigante hasta su empleo como medicamento intraconducto entre citas, ya que puede permanecer activo en el conducto hasta 12 semanas.
- Presenta poca citotoxicidad
- Mayor inconveniente: No presenta la capacidad de disolver el tejido orgánico del hipoclorito de sodio. McDonnell y Russell demostraron que incluso su efecto disminuye ligeramente en presencia de materia orgánica.

Su capacidad antibacteriana es grande pero polémico al compararse con el hipoclorito de sodio, aunque también ha demostrado más capacidad antibacteriana al ser calentada.

En la gran mayoría de los estudios realizados se obtienen mejores resultados antibacterianos con el hipoclorito de sodio, seguido de cerca por la clorhexidina. En la comparativa directa, el hipoclorito de sodio suele presentar mejores resultados, quizá debido a la capacidad de disolver la materia orgánica. Diferentes autores han estudiado la unión de hipoclorito de sodio y clorhexidina para conseguir un efecto complementario y otros autores lo desaconsejan, ya que la combinación de ambos productos produce un

precipitado pardo-marrón adhesivo, el cloruro de clorhexidina. Este compuesto aumenta el pH y la capacidad ionizante, por lo que sigue siendo un elemento con cierta capacidad desinfectante, pero por su propiedad adhesiva se puede fijar a la pared dentinaria, impidiendo la distribución correcta del irrigante y provoca una incorrecta adaptación del material de obturación a las paredes del conducto. Además, Basrani y cols en su artículo de estudio de la combinación de ambos, señalan la formación de unas para-cloro-anilinas, que son compuestos de carácter tóxico y potencialmente carcinógeno en ratas y ratones. Estas dudas sobre la citotoxicidad de la combinación se publican también en otros estudios.⁽²⁹⁾

5.2.6.2 DISOLUCIONES DE LA CLORHEXIDINA

-Control de formación del biofilm bacteriano a nivel periodontal (solución más usada: Chx al 0,12%:

- Solución de clorhexidina al 0,1%
- Solución de clorhexidina al 0,2%
- Solución de clorhexidina al 1%

-Irrigantes de conductos radiculares

- Solución de clorhexidina al 2% y 4 %

5.2.6.3 PROPIEDADES:

a) Sustantividad.- Debido a su capacidad de adsorción, es decir el ser asimiliado tanto por los tejidos dentales, específicamente la hidroxiapatita como por las mucosas orales; se ha comprobado que este irrigante se libera de forma lenta y gradual ya que cuando disminuyen sus concentraciones en el medio, éste estimula nuevamente a su liberación. Es por ello, que se lo ha encontrado en los canales radiculares hasta 48 horas después de su utilización.⁽²⁶⁾

b) Bactericida y bacteriostático

- **Efecto bactericida:**

La clorhexidina en altas concentraciones induce la precipitación o coagulación del citoplasma celular. La función antimicrobiana de la clorhexidina se debe a que es absorbida por la pared celular causando rotura y pérdida de los componentes celulares. Muestra un amplio espectro contra bacterias gram positivas y gram negativas, esporas bacterianas, virus lipofílicos y dermatofitos.

- **Efecto bacteriostático:**

sustancias de bajo peso molecular, como el potasio y el fósforo, en bajas concentraciones pueden disgregarse ejerciendo un efecto bacteriostático. Este efecto ocurre debido a la lenta liberación de la clorhexidina. Se ha dicho que la consecuencia bacteriostática de la clorhexidina es de mayor importancia que el efecto bactericida. ⁽²³⁾

c) Baja toxicidad-

De ser ingerida, tiende a ser eliminada mediante las heces fecales y si llegará a absorberse sería una mínima parte, se excretaría mediante vía renal y ha sido ampliamente recomendada para pacientes alérgicos al hipoclorito de sodio.

d) Inocua para tejidos apicales y periapicales-

Tanomaru et al., en el 2002 realizaron estudios en perros y ratas, y al compararse a esta solución junto con el hipoclorito de sodio en concentraciones de entre 2,5 a 5,25%, se ha podido visualizar que produce mayor grado de reparación apical y periapical y menor grado de irritación en tejidos no solamente orales.

e) Baja tensión superficial-

Lo que le permite actuar como lubricante y mantener húmedas las paredes del conducto, facilitando el proceso de preparación biomecánica. ⁽²⁶⁾

f) Amplio espectro-.

principalmente, contra bacterias Gram positivas, es activa contra un amplio rango de organismos gram +, gram -, levaduras, hongos, anaerobios facultativos, y aerobios. ⁽²³⁾

5.2.6.4 MECANISMO DE ACCIÓN:

Su acción es el resultado de la absorción de clorhexidina dentro de la pared celular de los microorganismos produciendo filtración de los componentes intracelulares; daña también las barreras de permeabilidad en la pared celular, produciendo trastornos metabólicos de las bacterias. La cantidad de absorción de la clorhexidina depende de la concentración utilizada; otra de sus acciones consiste en la precipitación protéica en el citoplasma bacteriano, inactivando sus procesos reproductivos y vitales.

Debido a las propiedades catiónicas de la clorhexidina, esta se une a la hidroxiapatita del esmalte dental, a la película de la superficie del diente, a proteínas salivares, a bacterias y a polisacáridos extracelulares de origen bacteriano. La clorhexidina absorbida gradualmente es liberada durante más de 24 horas, por eso se cree que reduce la colonización bacteriana en la superficie de los dientes.

Weber y cols. Encontraron en un estudio in vitro, que la clorhexidina posee un amplio espectro antibacteriano residual hasta por 168 horas posteriores a su aplicación. El gluconato de clorhexidina es una solución relativamente no tóxica, posee amplio espectro antibacteriano y efecto antibacteriano residual, no afecta el comportamiento de los cementos selladores a corto ni a largo plazo; sin embargo, a diferencia del hipoclorito de sodio la clorhexidina, no tiene la capacidad de disolver tejidos.

La actividad antibacteriana de esta solución comprende un amplio espectro de microorganismos incluyendo E. Faecalis y el C. Albicans sin embargo, para lograr el efecto letal contra estos microorganismos la concentración debe ser cuando menos al 1% preferentemente al 2%. En 1994, Jeansonne comparó la eficacia antibacterial del NaOCl al 5,25% y el gluconato de clorhexidina al

2,0%; realizando un estudio in vitro en dientes humanos extraídos con patologías pulpares. Se demostró que la clorhexidina al 2.0% tuvo más efectividad que el NaOCl al 5,25%, ya que hubo una reducción de los cultivos positivos, aunque la diferencia estadística no fue significativa.

Pese a que el hipoclorito de sodio, es un efectivo agente antimicrobiano, y un excelente solvente de tejido, se conoce que es tóxico para el tejido periapical. Mientras que el gluconato de clorhexidina es reconocido como un efectivo agente antimicrobiano, éste posee una acción antimicrobiana de amplio espectro, y relativamente ausencia de toxicidad, propiedades del irrigante ideal. Se ha postulado que el uso de hipoclorito de sodio y gluconato de clorhexidina, combinados dentro del conducto, puede contribuir a una acción antimicrobiana adicional, y una propiedad de disolución de tejido mejor que con la obtenida con el gluconato de clorhexidina sola. De cualquier modo, cuando estas soluciones se unen dentro del conducto, la acción antibacterial ha sido significativamente aumentada. ⁽²³⁾

5.2.6.5. FACTORES QUE INFLUYEN EN SU ACCIÓN:

A) Tiempo de exposición: se ha visto que la fórmula de la clorhexidina que incluye modificadores de superficie, requirió de un tiempo mínimo de 3 minutos y máximo de 10 minutos para poder asegurar el éxito al momento de la eliminación bacteriana.

B) Concentración: las concentraciones bajas contribuyen en el manejo de enfermedades periodontales y tienen más bien una acción bacteriostática. Mientras que concentraciones más altas sí se utilizan dentro del canal y cumplen una acción bactericida.

C) Tipo de bacterias: este antiséptico posee un amplio espectro bacteriano, que puede ejecutar su acción tanto en bacterias Gram-positivas como Gram-negativas, pero se ha dicho que tiene predilección por las Gram-positivas. A pesar de esto, se ha observado que puede cumplir con sus funciones aún en biofilms con especies difíciles de erradicar como por ejemplo el *Enterococcus Faecalis* (*E. Faecalis*), el cual es reconocido por estar relacionado con los

fracasos endodónticos. Esto se debe a que se trata de un Coco Gram-positivo, anaerobio facultativo por lo que se lo encuentra en pulpas necróticas y retratamientos. Adicional a esto, se han ejecutado estudios sobre Gram-negativos también, en donde se ha utilizado a la clorhexidina incluso en concentraciones bajas como 0,2%, encontrándose que posee la misma eficacia que el hipoclorito de sodio. es más sencillo tratar infecciones endodónticas unimicrobiales por ejemplo: biofilms de Streptococcus Mutans (S. Mutans) o sólo de Enterococcus Faecalis a combatir con biofilms de dobles especies, se vuelve más complicado ya que actúan mediante sinergia incrementando sus posibilidades de formación y sobrevivencia bacteriana además de que la gran mayoría de las infecciones del complejo pulpar suelen ser polimicrobiales.

- **Edad del biofilm:** Se sabe que comunidades bacterianas de menor tiempo de formación son mucho más fáciles de eliminar. Aun así, estudios contienen que la CHx puede ejercer sus acciones en biofilms maduros.

- **Estado del biofilm:** Un canal radicular necrótico puede establecer un ambiente desafiante al momento de realizar su desinfección, esto debido a que las bacterias se enfrentan a sustancias tóxicas como las bacteriocinas y se encuentran bajo limitado acceso al alimento. Es en estas condiciones, donde las bacterias adquieren mecanismos o los alteran para poder sobrevivir, entrando así a una “fase de ayuno” como en el caso del E. Faecalis, lo que le confiere la capacidad de persistir y tornarse un microorganismo patógeno dentro de los conductos radiculares. Este se debe de tener presente en cuanto a irrigación se refiere, ya que podría constituir una causa de fracaso a futuro en dicho tratamiento endodóntica.

5.2.6.6 DESVENTAJAS:

- Podemos citar la incapacidad de la clorhexidina para disolver tejidos necróticos, siendo indicado, por tanto, su uso asociado al hipoclorito de sodio.
- Al mezclar hipoclorito de sodio (NaClO) y clorhexidina (CHX), ésta última se degrada y se forma un precipitado de consistencia granulosa, color rojo-café, con contenido de Paracloroanilina misma que está asociada a la

producción de efectos citotóxicos, pudiendo desarrollar una alteración mutagénica y propiciando el inicio de un proceso neoplásico. ⁽³²⁾

5.2.7 ÁCIDO ETILENDIAMINOTETRACÉTICO (EDTA)

Fue utilizado por Nygaard-Ostby en el año 1957 como parte del tratamiento endodóntico con el objetivo de ayudar en la preparación biomecánica de conductos estrechos y/o calcificados. Es una sustancia de consistencia fluida que tiene un pH neutro de 7,3. Se emplea en concentraciones que van del 10 al 17%. Con esta solución se logra reducir a siete el grado de dureza Knoop que presenta la dentina dentro del conducto radicular, el ácido etilendiaminotetracético también denominado EDTA, se considera un compuesto quelante. “Los quelantes son compuestos que tienen la capacidad de excavar y también fijarse con firmeza a iones metálicos del complejo molecular al cual se encuentran entrelazados fijándolos por unión coordinada”. Esto nos da a entender que son sustancias que posee en sus extremos radicales libres, los cuales se unen a un complejo molecular y toman iones metálicos específicos del mismo. El complejo molecular estará representado por dentina, que es una estructura que por dentro posee iones de calcio, sobre los que va a ejercer acción esta sustancia. A la unión que se establece entre la dentina y este agente se la conoce como proceso de quelación, misma que significa más que un tipo de unión, pues representa un intercambio bidireccional diente-compuesto, proceso que continúa hasta que se agote la acción del agente.

Su uso en los tratamientos Endodonticos, se basa en la capacidad que presentan estos compuestos para ingresar a conductos radiculares atrésicos o estrechos, además del acondicionamiento a las paredes dentinarias debido a su capacidad para eliminar el smear layer, más específicamente de los túbulos dentinarios que se encuentren taponados, de esta manera permitiendo el paso de medicación intracanal o cementos selladores al momento de la obturación, lo que a su vez asegura un buen sellado hermético. ⁽²³⁾⁽²⁶⁾

El EDTA y ácido cítrico interactúan fuertemente con hipoclorito de sodio reduciendo directamente la clorina disponible en la solución, dándole ineficacia al hipoclorito de sodio contra las bacterias y el tejido necrótico, por lo tanto, no se deberán usar NaOCL y EDTA/ácido cítrico a la vez dentro del conducto radicular. ⁽²⁴⁾

5.2.7.1 Características positivas:

- Facilita la acción de la medicación intracanal debido al ensanchamiento de los túbulos dentinarios, canal y permeabilidad de la dentina.
- Al formar complejos con el calcio del barrillo y detritus, favorece la limpieza del conducto radicular
- arrastra barrillo y permite localizar conductos.
- ayuda a lubricar las limas (presentación tipo pasta)
- Al igual que el hipoclorito, en su forma líquida, ayuda a eliminar limallas.
- Separación de los biofilms ligados a la pared del conducto, produciendo la reducción de la carga microbológica si lo comparamos con una solución salina, a pesar de tener una capacidad antiséptica limitada
- Es biocompatible.

5.2.7.2 Características negativas

- No disuelve tejido orgánico.
- Sus capacidades antisépticas son limitadas.
- puede tener como consecuencia cambios profundos en la estructura dentinaria porque produce desmineralización de tejidos duros.

Por todo lo expuesto, el EDTA tampoco es el irrigante ideal, de tal manera que se debe pensar en una combinación de NaOCl + EDTA, así se conseguirán grandes beneficios en el tratamiento de conductos radiculares. ⁽²⁸⁾

En conclusión se puede decir que el EDTA es considerado un agente quelante de iones calcio que, bien solo o en combinación con otras sustancias, puede

acelerar y facilitar la preparación biomecánica de los conductos radiculares. Su utilización como solución irrigadora «de rutina» no es conveniente, pero sí su aplicación en la preparación de conductos radiculares atresicos, estrechos, calcificados y descalcificados, así como para la localización de la entrada de dichos conductos, también para la extracción de instrumentos rotos. ⁽³¹⁾

5.2.7.3 PROPIEDADES:

- **Disolvente de tejido inorgánico.** La dureza de la dentina es medida por medio de la “escala de Knoop” siendo el valor normal entre 25 a 80 kg/mm². Sin embargo, el EDTA consiguió disminuir el mismo hasta 7kg/mm², mientras que Leonardo reportó haber encontrado zonas de hasta 1,5 kg/mm², lo que sería considerado como el nivel de reblandecimiento máximo alcanzado.

- **De acción rápida.** Yamada y cols. (1983) mencionan que con tan sólo 1 minuto de aplicación es suficiente para que el EDTA comience a ejercer su acción. Sin embargo, autores como Leonardo refieren hacer uso de varias aplicaciones de 3 minutos: 5 aplicaciones con este tiempo resultarían mucho más efectivas, aunque mucho depende de la concentración utilizada.

- **Bactericida.** Posee efecto sobre ciertas especies de bacterias: Streptococcus Alfhemolítico (S. Alfhemolítico), Staphylococcus Aureus (S. Aureus) y además es considerado un antimicótico, pues ejerce acción sobre la Cándida Albicans.

- **Baja tensión superficial.** Se ha demostrado que el EDTA en combinación con otros compuestos como los detergentes catiónicos (EDTAC), le confiere la capacidad de disminuir a un más su tensión, lo que quiere decir que existe mayor nivel de penetración y por ende mayor limpieza.

- **Autolimitante.** La acción desmineralizadora del EDTA sucede mientras que existan moléculas del irrigante que no se hayan “ocupado” y captado los iones calcio. Una vez que esto se produce, la sustancia se satura y se interrumpe su acción.

- **Baja toxicidad-**. Calt et al (2002) nos dice que produce una reacción inflamatoria leve al contacto con el tejido blando y con respecto al tejido óseo, tiene el mismo efecto que sobre la dentina.
- **Acondicionador-**. Ayuda a Incrementar la capacidad de los selladores para poder extenderse hacia más espacios de los túbulos (mojabilidad) dentro del canal radicular, debido a que remueve el barrillo dentinario y expone túbulos dentinarios limpios y amplios.
- **Fácil manipulación**
- **Dosificación simple.** ⁽²⁶⁾
- **Descalcificante:** descalcificación de la dentina para favorecer el aumento de la permeabilidad de las paredes dentinarias y desbridamiento del conducto radicular. ⁽³³⁾

5.2.7.4 MECANISMO DE ACCIÓN:

Es un compuesto ideal para la utilización dentro de los canales radiculares, ya que no todas estas sustancias atraen a todos los iones metálicos, éste en especial presenta afinidad por el calcio, componente de los tejidos dentales.

Su acción desmineralizadora da inicio cuando las moléculas del irrigante interactúan con los iones de calcio que provienen de la hidroxiapatita del diente, esta captación de los iones es conocida con el nombre de quelato. De este modo, se establece una relación en la que el diente le cede Calcio (Ca^{+2}) y (Fosfatos) PO_4^{-2} al EDTA, mientras que el EDTA le otorga Hidrógeno (H_2). La explicación de este proceso es que la dentina es un tejido de baja solubilidad, mismo que al encontrarse en un medio acuoso intenta alcanzar un equilibrio, por lo que comienzan a disgregarse iones de su estructura y disolverse hasta saturar las moléculas del compuesto, en ese momento se detiene el secuestro de calcio y se satura la solución. Adicional a esto, al tiempo que los iones se diluyen, se precipitan transformándose en sólidos, por lo que se imposibilita su entrada en la dentina cesando el reblandecimiento.

existen dos reacciones químicas básicas mediante las cuales se explica el proceso de intercambio iónico:

A) Formación de complejos: Se trata de la formación de los quelatos, es decir de la unión entre el diente y el agente en donde se da el traspaso de iones calcio e hidrógeno. Este paso le confiere estabilidad a la molécula de EDTA, lo que le permite a su vez seguir capturando iones.

B) Protonización: ya habiendo tomado todos los iones Ca^{+2} , se lleva a cabo la disociación de los cuatro grupos carboxilo que presenta el EDTA, uno a la vez. Esto termina con la reducción completa de los niveles de disociación de los iones Ca^{+2} por ende significaría el término de la desmineralización dentinaria incrementa el diámetro de los túbulos dentinales expuestos: de 2.5 a 4mm. ⁽³³⁾

En conclusión el EDTA durante su mecanismo de acción:

- 1) capta también iones externos de los que se alimenta la bacteria cuando se encuentra bajo limitado acceso al sustrato, por ejemplo Hierro (Fe), es así como ocasiona la destrucción de la misma por acción de inanición
- 2) Le “roba” los iones de los que se sirve para inducir al crecimiento bacteriano a través de acción de quelación.
- 3) Actúa como desestabilizante porque puede transportar y producir la salida de lipopolisacáridos de los microorganismos, acción que ningún otro irrigante ha conseguido realizar
- 4) Afecta las principales vías metabólicas de las células bacterianas. ⁽²⁶⁾

5.2.7.5 FACTORES QUE INFLUYEN EN SU ACCIÓN:

- **pH:** Según Seidberg & Schilder (1974), si el pH no es neutro y por el contrario se torna más bien alcalino, se produce un incremento de la cantidad de iones hidroxilos, lo que desencadena la inhibición de la disolución de los iones calcio, por lo que se detendría el reblandecimiento de las paredes dentinarias.

- **Zona a reblandecer:** trata de alterar los componentes minerales del diente: reservas de Calcio y Fósforo, para conseguir la reducción de la microdureza. Se dice que con el empleo de esta sustancia, podríamos incluso disminuir la misma hasta en 20 kg/mm², gracias a que la dureza es constante a lo largo del canal radicular. Sin embargo este efecto de reblandecimiento se da principalmente en el tercio cervical y tercio medio. En la zona apical, sería más difícil de obtener esto, ya que el irrigante no puede llegar con el mismo volumen que a los otros tercios.

Concentración y tiempo: A más alta concentración, mayor efecto de la misma, sin embargo, al momento del tiempo, no existe un consenso entre los especialistas, pues mientras unos dicen que con 1 minuto de aplicación es suficiente, otros autores por su parte recomiendan una serie de aplicaciones para que se produzca el efecto deseado.

5.2.7.6 DESVENTAJAS:

- Su efecto bactericida no es de amplio espectro
- No elimina la parte orgánica del barro dentinario
- Puede conllevar a la erosión de la dentina cuando tiempo de aplicación es prolongado.
- El incremento de la permeabilidad en los túbulos dentinarios debido a la remoción del smear layer es una ventaja de este agente, pero también podría propiciar a crear el ambiente ideal para que ingresen con mayor facilidad las bacterias ya sea por inconvenientes para culminar con el tratamiento endodóntico o a través de los tejidos periodontales. ⁽²⁶⁾

5.2.8 TÉCNICAS DE IRRIGACIÓN ENDODÓNTICA

Es muy importante lograr que los irrigantes endodonticos alcancen el tercio apical radicular de manera rápida y suficiente, dado que en este tercio se encuentra la mayor cantidad de ramificaciones, principalmente en molares

posteriores, los cuales presentan el 75% de las ramificaciones en el tercio apical, el 11% en tercio medio y el 15% en tercio coronal. Estas ramificaciones representan vías potenciales para que las bacterias y sus productos provenientes de un conducto necrótico alcancen y dañen el ligamento periodontal u otros tejidos. Existen diferentes sistemas de irrigación:

• **Sistemas de agitación manuales:**

- Irrigación pasiva: Jeringa de irrigación convencional con aguja.
- Cepillos
- Irrigación Dinámica
- Lima de patency

• **Sistemas de agitación ayudada por máquinas**

- Cepillos
- Irrigación continua durante la instrumentación
- Irrigación Sónica
- Irrigación Ultrasónica
- Dispositivos de alteración de presión: Sistema EndoVac
- Sistema Rins Endo

5.2.8.1 TÉCNICAS DE AGITACIÓN MANUAL

A) irrigación manual, jeringa de irrigación con aguja/cánula, irrigación por presión positiva

La irrigación convencional con jeringa es una técnica que ha sido utilizada como un método de irrigación muy eficiente, antes de la introducción de la activación pasiva ultrasónica, esta técnica todavía es ampliamente aceptada y utilizada por los odontólogos generales y endodoncistas. Esta técnica consiste en la inoculación del irrigante pasivamente o con agitación en el interior del conducto radicular a través de una aguja/cánula de medida y diámetro variable. Esta cánula, se utiliza realizando movimientos de arriba-abajo dentro del conducto radicular. Algunas cánulas, están diseñadas para dispensar el irrigante por su parte más distal, mientras que otras, lo expulsan lateralmente. Este último diseño ha sido propuesto para mejorar la activación hidrodinámica del

irrigante y reducir la probabilidad de extrusión al área apical. Es crucial que la cánula permanezca floja dentro del conducto durante la irrigación, esto permite al irrigante limpiar y refluir del conducto coronalmente. Una de las ventajas de la irrigación con jeringa es que permite de una forma relativamente sencilla el control de la profundidad de la aguja y el volumen de irrigante. Pero también se ha demostrado que la acción de limpieza con aguja convencional es relativamente débil. Algunas zonas e irregularidades del sistema de conductos pueden albergar restos de tejido necrotico y bacterias, dificultando la limpieza del conducto. Además, la profundidad de penetración del irrigante y su capacidad para desinfectar túbulos dentinarios en el conducto radicular es limitada.

Por otro lado, Ram demostró que cuando empleamos una jeringa con aguja convencional, la solución irrigadora es llevada sólo un milímetro más allá de la punta de la misma. Esta publicación es inquietante ya que la mayoría de los odontólogos no suelen llevar la aguja más allá del tercio medio. Las agujas de irrigación con un diámetro más pequeño pueden alcanzar zonas más profundas y desplazar de manera más eficaz el irrigante en el sistema de conductos. Sin embargo, cuanto más cercana esté la punta de la aguja al ápice, la probabilidad de extrusión apical será mayor.

5.2.8.2 SISTEMA DE AGITACIÓN AYUDADO POR MÁQUINAS:

A) Ultrasonidos

Los dispositivos ultrasónicos fueron ampliamente utilizados en periodoncia antes de que Richman. Los introdujera en la utilización de tratamientos endodónticos en 1957. En 1980 fue diseñada por Martin y cols una unidad ultrasónica comercialmente disponible para uso endodóntico. Comparada con la energía sónica, la energía ultrasónica produce altas frecuencias, pero bajas amplitudes. Las limas fueron diseñadas para oscilar a frecuencias entre 25-30 kHz, que están más allá del límite de la percepción auditiva humana (> 20 kHz). La forma de operar es en una oscilación

transversa, creando un patrón característico de nodos y antinodos en toda su longitud.

Tipos de irrigación ultrasónica:

- **Un primer tipo:** la combinación de instrumentación e irrigación de forma simultánea. (IU).

Existen estudios que señalan que la irrigación ultrasónica (IU) presentan unos conductos significativamente más limpios que los preparados convencionalmente. Pero otros estudios no han demostrado la superioridad de la irrigación ultrasónica (IU) como técnica de limpieza y conformación. Estos resultados podrían ser atribuidos a la disminución del movimiento vibratorio dentro de una raíz por un espacio insuficiente. Además, según Lumley y cols y Walmsley y cols es frecuente encontrar perforaciones y preparaciones irregulares, por lo tanto, IU no es generalmente empleada como una alternativa a la instrumentación.

- **El segundo tipo:** funciona sin una instrumentación simultánea. Se denomina, irrigación pasiva ultrasónica (IUP).

La literatura endodóntica por el contrario nos muestra que es más ventajoso aplicar el ultrasonido después de la preparación completa del conducto radicular. El término irrigación ultrasónica pasiva (IUP) fue empleado por primera vez por Weller para describir un mecanismo de irrigación en el que no existía instrumentación o contacto entre las paredes del conducto con un instrumento o punta endodóntica. Con esta tecnología no cortante, el potencial para crear perforaciones en el conducto fue reducido. Durante la irrigación ultrasónica pasiva (IUP): la energía es transmitida de una punta oscilante o lima a una frecuencia de unos 30 kHz y con una intensidad que dependerá de la generada por el aparato. La energía que se transmite de la lima que oscila de manera ultrasónica al irrigante está condicionada por la frecuencia e intensidad, pero exactamente no se sabe cómo se produce.

Para explicar el mecanismo de acción de IUP tenemos que tener en cuenta dos factores:

- **La corriente acústica:** Es un movimiento veloz de fluido que se produce de forma circular o a manera de vértice alrededor de la lima en vibración. La intensidad de esa corriente está directamente relacionada con la velocidad del flujo. Se puede decir que cuanto más fina sea la lima, mayor será la velocidad del flujo que se produce, pero esto no sigue un patrón lineal. El movimiento producido por esta corriente acústica produce estrés en las paredes del conducto es por ello que se puede remover restos orgánicos o inorgánicos y bacterias de la misma.

- **Cavitación:** este término hace referencia a la cavitación acústica, es decir, creación de nuevas burbujas o expansión, contracción y/o distorsión de las burbujas ya existentes en un líquido gracias a una energía acústica. Cuando aplicamos una agitación sónica o ultrasónica a un líquido, como pueden ser los irrigantes endodónticos, se producen burbujas de cavitación que pueden existir en forma inercial o no inercial. Las no inerciales experimentan una pulsación lineal tras ser expuestas a una vibración de baja amplitud. Las inerciales experimentan pulsaciones de alta energía y colapsan, generando olas capaces de romper biofilms y matar directamente a los microorganismos. Los sistemas ultrasónicos generan, predominantemente, pequeñas burbujas no cavitantes que causan micro-corrientes y producen estrés de corte en la pared del conducto radicular.

B) Métodos de aplicación del irrigante durante IUP.

Son dos métodos:

- **Intermitente:**

Utilizamos una jeringa, el irrigante es inyectado en el conducto radicular, varias veces, después de cada ciclo de activación ultrasónico. En este método conocemos la cantidad de irrigante que fluye por la región apical del conducto, el cual puede ser controlado, ya que conocemos tanto la profundidad de penetración de la jeringa, como el volumen de irrigante administrado.

- **Continua:** En este método de irrigación continua podemos también controlar el volumen del irrigante, pero no de una forma tan exacta la profundidad de

penetración del irrigante. Ambos métodos de limpieza han mostrado ser eficaces en la eliminación de detritus en las paredes del conducto radicular. El cloro, es responsable de la disolución de los tejidos orgánicos y que posee las propiedades antibacterianas, es inestable y se consume rápidamente durante la primera fase de la disolución de tejido pulpar, en unos 2 minutos aproximadamente. Por tanto, es deseable considerar, un sistema de entrega que sea capaz de inocular continuamente el irrigante en el conducto. Nusstein ha desarrollado un adaptador que sostiene una aguja ultrasónica, de tal forma que éste puede llevar apicalmente un flujo continuo de irrigante, en vez de forma intermitente. El empleo de esta tecnología de irrigación continua para la irrigación final después de la instrumentación fue estudiada in vitro. Los datos de estos estudios demostraron que 1 min. de irrigación continua ultrasónica producía una limpieza significativamente mayor en conductos e istmos de dientes necróticos y vitales. Este sistema también causó una reducción significativa en la cantidad de unidades formadoras de colonias (CFU) en molares humanos necróticos. Estos resultados positivos podrían ser atribuidos a la llegada continua de irrigante dentro del conducto radicular. Además esta técnica también causó una reducción del tiempo requerido para la irrigación ultrasónica.

• **Un tercer tipo:** El irrigante se dispensa de forma continua mientras se agita. Se denomina irrigación ultrasónica continua (IUC).

El ProUltra PiezoFlow es una aguja de irrigación ultrasónica (Dentsplay Tulsa Especialidades Dentales). Emplea una irrigación continua por ultrasonidos (IUC) para realizar una entrega y activación simultánea del irrigante endodóntico en el conducto radicular, a diferencia de la irrigación ultrasónica pasiva (IUP) La agitación del hipoclorito de sodio (NaOCl) mejora la disolución de los tejidos orgánicos. Este sistema envía el irrigante al conducto activado ultrasónicamente, por lo que se disminuye el tiempo de preparación comparado con la irrigación ultrasónica pasiva. Es decir, que con este nuevo instrumento podemos activar el irrigante ultrasónicamente, aumentamos el volumen de irrigación y a la vez disminuimos el tiempo de irrigación. Se trata

de un mecanismo sencillo y cómodo de emplear. Se conecta la aguja a la unidad ultrasónica, a la vez esta aguja va conectada a una jeringa por donde se envía el irrigante. La jeringa se lleva al interior del conducto y se activa la unidad ultrasónica al mismo tiempo que se aplica el irrigante. Según las instrucciones del fabricante, la aguja no debe alcanzar más allá del 75% de la longitud total del conducto y la unidad ultrasónica debe encontrarse a mitad de su potencia máxima. El movimiento que se debe realizar es un movimiento supero-inferior suave. Este aparato parece que puede mejorar la irrigación en endodoncia, sin embargo, uno de los posibles problemas que puede presentar es el riesgo de extrusión de hipoclorito en área periapical. Tanto la irrigación ultrasónica pasiva (IUP) como la continua (IUC), han mostrado ser eficaces en la eliminación de detritus del conducto. ⁽²⁹⁾

5.3. SISTEMA DE HIPOTESIS:

5.3.1 HIPÓTESIS GENERAL:

H0 - No existe diferencia estadísticamente significativa al determinar la eficacia de irrigantes para la desinfección de un biofilm multiespecie salivario de infección intraoral in vitro.

H1- Si existe diferencia estadísticamente significativa al determinar la eficacia de irrigantes para la desinfección de un biofilm multiespecie salivario de infección intraoral in vitro.

5.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA:

➤ H0- No existe diferencia estadísticamente significativa al comparar la efectividad entre el hipoclorito de sodio al 2,5% y la clorhexidina al 2% como irrigantes para la desinfección de un biofilm salivario multiespecie de infección intraoral.

- H1- Si existe diferencia estadísticamente significativa al comparar la efectividad entre el hipoclorito de sodio al 2,5% y la clorhexidina al 2% como irrigantes para la desinfección de un biofilm salivario multiespecie de infección intraoral.

- H0- No existe diferencia estadísticamente significativa al comparar la efectividad entre el hipoclorito de sodio al 2.5% y el hipoclorito de sodio al 2.5% activado ultrasónicamente como irrigantes para la desinfección de un biofilm salivario multiespecie de infección intraoral.

- H1- Si existe diferencia estadísticamente significativa al comparar la efectividad entre el hipoclorito de sodio al 2.5% y el hipoclorito de sodio al 2.5% activado ultrasónicamente como irrigantes para la desinfección de un biofilm salivario multiespecie de infección intraoral.

- H0- No existe diferencia estadísticamente significativa al comparar la efectividad entre hipoclorito de sodio al 2.5% y el agua destilada como irrigantes para la desinfección de un biofilm salivario multiespecie de infección intraoral.

- H1- Si existe diferencia estadísticamente significativa al comparar la efectividad entre hipoclorito de sodio al 2.5% y el agua destilada como irrigantes para la desinfección de un biofilm salivario multiespecie de infección intraoral.

- H0- No existe diferencia estadísticamente significativa al comparar la efectividad entre el hipoclorito de sodio al 2.5% con la clorhexidina al 2%, hipoclorito de sodio al 2.5% activado ultrasónicamente y agua destilada como irrigantes para la desinfección de un biofilm salivario multiespecie de infección intraoral.

- H1- Si existe diferencia estadísticamente significativa al comparar la efectividad entre el hipoclorito de sodio al 2.5% con la clorhexidina al 2%, hipoclorito de sodio al 2.5% activado ultrasónicamente y agua destilada como irrigantes para la desinfección de un biofilm salivario multiespecie de infección intraoral.

VI.- SISTEMA DE VARIABLES:

6.1 VARIABLES

6.1.1. VARIABLE INDEPENDIENTE:

- Irrigantes endodonticos (causa)

6.1.2 VARIABLE DEPENDIENTE

- Biofilm multiespecifico de infección intraoral. (efecto)

6.2. OPERACIONALIDAD DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICION OPERACIONAL	TIPO	NATURAL EZA	ESCALA	INDICADOR
IRRIGANTES ENDODONTICOS	Los irrigantes cumplen la función de la disolución de tejido orgánico, vital como necrótico, remoción de detritos, la eliminación de microorganismos tanto en forma plactonica como agrupadas en biofilm y la remoción del barrillo dentinario que puedan estar contenidas en la cámara pulpar y en los conductos radiculares durante la preparación biomecánica. Y a su vez su uso es necesario durante toda la preparación de conductos y último paso antes del sellado temporal u obturación definitiva.	Independiente	Cuantitativo	Continua Continua Continua Continua	1 Hipoclorito 2.5 % 2.Clorexidina 2 % 3. Hipoclorito 2.5 % activado ultrasónicamente. 4.Agua destilada

<p>BIOFILM MULTIESPE CIE SALIVARIO</p>	<p>Es una comunidad de organismos de una o varias especies embebidas en una matriz extracelular de polisacáridos unidos a una superficie sólida. La arquitectura de su matriz no es sólida y presenta canales que permiten el flujo de agua, nutrientes y oxígeno. Según la OMS, se puede definir también como un ecosistema bacteriano proliferante y enzimáticamente activo</p>	<p>Dependiente</p>	<p>cuantitativo</p>	<p>continua</p>	<p>Recuento de microorganismos por UFC/ml</p>
--	---	--------------------	---------------------	-----------------	---

CAPÍTULO

VII

VII.-METODOLOGIA

7.1. NIVEL, TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Es de nivel explicativo

Es de tipo prospectivo, longitudinal y analítico

- Prospectivo. - según el tiempo de ocurrencia del hecho
- Longitudinal. - según el periodo y secuencia del estudio
- Experimental. - según el análisis y alcances de los resultados

DISEÑO: Es cuasi experimental por que se utiliza un pre y pos prueba y un grupo control

GRUPOS	FORMACION DE GRUPOS	MODIDA PRE-TRATAMIENTO	TRATAMIENTO EXPERIMENTAL	MEDIDA POST-TRATAMIENTO
EXPERIMENTAL	NaClO 2.5%	O ₁	X ₁	O ₂
EXPERIMENTAL	NaClO 2.5%, ACTIVADO ULTRASONICA MENTE	O ₃	X ₂	O ₄
EXPERIMENTAL	CLOREXIDINA 2%	O ₅	X ₃	O ₆
CONTROL	AGUA DESTILADA	O ₇	X ₄	O ₈

7.2 POBLACION Y MUESTRA

- **UNIVERSO:** se recolectaron un total de 40 dientes monoradiculares de bovinos adultos

- **UNIDAD DE MUESTRA:** Criterios para la selección de la muestra
 - **Criterios de inclusión:**
 - Piezas dentarias bovinas monoradiculares permanentes, las cuales deben tener su raíz completa y libre de defectos radiculares.
 - La corona de las piezas dentarias podían estar o completas o con destrucción parcial.
 - Las piezas dentarias seleccionadas fueron de bovinos adultos.

 - **Criterios de exclusión:**
 - Dientes deciduos.
 - Dientes con fractura radicular.
 - Dientes con reabsorción radicular externa apical.
 - Dientes curvos.

- **TAMAÑO DE MUESTRA:** Estuvo conformada por 40 piezas dentarias de bovinos adultos, recolectados y donados por la carnicería Taurus-Ica.

7.3 MUESTREO Y TIPO DE MUESTREO

Muestreo no probabilístico intencional o deliberado

7.4 RECOLECCION Y PROCESAMIENTO DE DATOS

7.4.1 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- Método:** observación
- Técnica:** observación directa

- **Tipo de instrumento:** ficha de recuento de recolección de datos de los microorganismos expresados en UFC/ml

7.4.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

a) Procedimiento de datos

A continuación se presentan los resultados obtenidos organizados en textos, tablas y gráficos estadísticos en un estudio cuyo objetivo global fue determinar si existen diferencias en la eficacia de la desinfección de los chips de dentina infectados con biofilm salivario multiespecie siguiendo el protocolo de irrigación ya establecido anterior entre el hipoclorito de sodio al 2.5 %, hipoclorito de sodio al 2.5 % activado ultrasonicamente, clorhexidina al 2%, en comparación con un grupo control de agua destilada. Para lo cual se procedió al procesamiento de los datos según la secuencia lógica de ordenar, clasificar, codificar y tabular los datos; en esta parte para garantizar la calidad de los datos, se supervisó el diligenciamiento de las 40 chips de dentina antes y después de la aplicación de los agentes antimicrobianos, además que; se repitió la digitación del 100,0% de los registros; se revisaron las distribuciones de las medidas de tendencia central y dispersión para cada una de las variables a fin de identificar códigos errados e información inconsistente, la información recolectada se ingresó en una base de datos de SPSS versión 23 para las pruebas de hipótesis por el análisis de varianza de un factor (ANOVA), para la creación de gráficos se recurrió a Microsoft office Excel; se exportaron datos del visor de resultados del SPSS al programa Microsoft Word para la elaboración de las tablas estadísticas.

b) Análisis de datos

En primera instancia se procedió al análisis de los datos según la estadística descriptiva en medidas de resumen de frecuencias absolutas y relativas para conocer la distribución porcentual de 40 chips de dentina ,enseguida se realizó análisis descriptivo para variables

numéricas para lo cual se procedió hallar medidas de tendencia central (media aritmética), medidas de dispersión (desviación estándar, valor mínimo, valor máximo, coeficiente de variación) además que se determinó la distribución normal de la variable antes y después del tratamiento para fines de usar como valor representativo a la media aritmética (datos con distribución normal) para conocer el recuento de microorganismos de biofilm multiespecie salivario UFC/ml cultivados en caldo de infusión Cerebro Corazón (BHI) y disminución de la carga microbiana a la aplicación de los irrigantes de hipoclorito de sodio al 2,5% , hipoclorito de sodio al 2,5% activado ultrasónicamente, clorhexidina al 2,0% y un grupo control agua destilada (tabla N° 1 y N° 2)

c) **En segunda instancia**

se procedió al análisis inferencial de los datos con un nivel de significancia de 0,05 y un intervalo de confianza del 95,0% para lo cual se utilizó la prueba de tukey para comparación de pares de muestras independientes dado que los datos no presentaron distribución normal la misma que nos permitió conocer si existen diferencias en la eficacia de la desinfección de los chips de dentina en la aplicación entre el hipoclorito de sodio al 2.5 %, hipoclorito de sodio al 2.5 % activado ultrasónicamente , clorhexidina al 2%; en comparación con un grupo control.

7.4.3 PROCEDIMIENTOS DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Se procederá a planificar y organizar el recojo de datos mediante las siguientes etapas:

1. Planificación y organización de la recolección de datos. - se elaborara cronogramas de las actividades de la recolección de datos.

2. Actividades administrativas.- se pedirá autorización

a) A la carnicería tauros para la recolección de dientes de bovino, 2017

b) laboratorio, para realizar lo que corresponde a la parte microbiológica

3. Capacitación.- como estudiantes egresados tenemos la capacidad para realizar esta investigación tal y como se da a conocer en el proyecto. Recibiremos capacitación del docente especialista en microbiología de la facultad de biología de la UNICA.

4. Trabajo de campo

Se realizará de la siguiente manera:

A) Preparación de piezas dentarias y chip de dentina

- A las 40 piezas dentarias se les realizó una limpieza externa con NaOCL 1% durante 10 min.
- Luego las piezas dentarias fueron cortadas de acuerdo a la longitud de trabajo que fue de 15 mm. en sentido apico coronal (figura 1)
- Posteriormente las piezas dentarias fueron instrumentadas con fresas Gate Gliden n° 1, 2, 3 y 4 realizándose una irrigación convencional en cada intervalo en la utilización de las mismas (figura 2).
- Por último se realizó el corte de los chip de dentina (3x3mm) en la parte más plana (mesial,distal) a 3 mm del ápice (figura 3).
- Los chips son separados de las piezas dentarias para su procesamiento.

B) Procesamiento de los chips de dentina

- Los chip de dentina son colocados todos en conjunto de forma intercalada en 4 placas Petri estériles los cuales contenían las soluciones correspondientes en un tiempo determinado, se realizó de la siguiente manera (figura 4):
- **1 placa petri:** NaOCL 4% 10 min.
- **2 placa petri:** tiosulfato de sodio 5% 5 min.
- **3 placa petri:** clorhexidina 2% 5 min.
- **4 placa petri:** agua destilada 5 min.

- Por último, son codificados y colocados en una caja metálica y llevados a la autoclave a 121 ° con 15 libras de presión por 15 min (figura 5).

C) Infección intraoral

- Los chips de dentina fueron impregnados y distribuidos en las placas de hawey los cuales fueron procesados previamente (figura 6).
- Posteriormente las placas hawey que contenían los chips impregnados fueron colocados de forma controlada en la cavidad oral por un tiempo de 72 horas (figura 7)
- Por último, los chips son retirados y llevados al laboratorio para su siembra (figura 8)

D) Siembra en medio de enriquecimiento pre-tratamiento (irrigación)

- Se distribuirán 3 ml del medio líquido de BHI en tubos estériles de 13 x 100 mm.
- En cada tubo se introducirán los chips de dentina, materia del estudio, agitándose suavemente por rotación.
- Esta siembra es equivalente al método de inoculación y agitación.
- La infusión cerebro corazón (BHI) es un medio de enriquecimiento que tiene la propiedad de estimular el desarrollo de los microorganismos contaminantes que podrían estar presentes en los chips de dentina.

E) Incubación pre-tratamiento (irrigación)

- Los tubos serán codificados con plumón indeleble y tapados adecuadamente con torundas de algodón estéril.
- Se incubarán a 37°C por 24 horas (figura 9)

- Pasado las 24 horas se realizara la lectura del grado de turbidez de los líquidos de BHI ubicados en los tubos de ensayo donde se realizó la siembra, para su posterior dilución y siembra por incorporación(figura 10)
- Los chips son retirados de la siembra de BHI, y son colocados nuevamente en sus respectivas piezas dentarias para realizar el protocolo de irrigación in vitro.
- La dilución, siembra por incorporación e irrigación se realizaran simultáneamente.

F) Diluciones, siembra por incorporación o vertido en placa y lectura

1. Dilución de la muestra

- A partir del cultivo positivo de los chips de dentina en medio liquido llamado BHI, se realizaran dos diluciones sucesivas.
- Empleando una pipeta automática con punteras estériles, se transferirá sucesivamente 0.1 ml del cultivo en 9.9 ml de solución salina fisiológica estéril.
- obteniéndose una muestra final diluida equivalente a 1:10000 (figura 11)

2. Siembra por incorporación o vertido en placa

- A partir de la muestra diluida al, con una puntera estéril se obtiene 1 ml y se coloca en una placa de petri estéril vacía (figura 12).
- Sobre el inculo (muestra) se adiciona 15 ml del medio platte count licuado a 45°C y se procede a mezclar muestra y medio, realizando movimiento de rotación a fin de obtener un crecimiento homogéneo de las UFC
- Las placas serán incubadas a 37 °c por 24 horas a fin de estimular el crecimiento de las colonias (figura 13).

3. Lectura de la siembra

- Empleando él cuenta colonias, se procederá a contar el número de colonias desarrolladas en la superficie, así como las que hayan desarrollado en el volumen del medio de cultivo (figura 14).
- Este resultado se multiplicara por el factor de dilución (1:10000), expresándose los resultados en UFC/ ml de cultivo.

G) Aplicación de protocolos de irrigación

1. Pasos previos a la irrigación:

1.1 Dilución de hipoclorito de sodio al 2.5 %

- En un matraz se vertió 62.5 ml de hipoclorito al 4% y 37.5 ml de agua destilada, obteniendo dilución de 100 ml de hipoclorito de sodio al 2.5 %, Fue vertido en un frasco oscuro (figura 15).

1.2 Dilución de tiosulfato de sodio al 0.5 %

- En un matraz se agregó 9 ml de agua destilada y 1 ml de tiosulfato de sodio al 5%, obteniendo dilución de 10ml de tiosulfato de sodio al 0.5 %, fue vertido en un frasco esteril .

1.3 Dilución de inactivante para la clorhexidina

- En un recipiente estéril se agregó 10 ml de tiosulfato de sodio al 0.5 %, 1.5 gr de L α lecitina de soja al 0.3 % y 0.6 ml de twen 80 al 3%, fue vertido en un frasco esteril (figura 16).

1.4 acondicionamiento de los chips de dentina

- Se retiró los chips de dentina de la siembra de BHI con una espátula, se coge los chips con una pinza con su cara externa mirado hacia arriba para su desinfección con hipoclorito de sodio al 4 % e inactivación con tiosulfato de sodio al 5 % durante un periodo de 10 seg.
- Luego cuidadosamente se colocó super glue en la cara externa (cemento) y fue afrontado en una cartulina de 5mm x 5mm.
- Posteriormente los chips ya acondicionados y afrontados fueron adaptados en su pieza dentaria correspondiente.

- Por último el ápice de la pieza dentaria fue cerrado con top dam (fotocurable) y todas las paredes de la misma envuelta con silicona pesada (Zetaplus) (figura 17).

2. Pasos irrigación propiamente dicha

2.1 División de grupos de trabajo

Grupo 0: 10 piezas dentarias las que se le aplico la técnica convencional de irrigación endodontica con agua destilada (grupo control).

Pasos:

- Carga de la jeringa (Medic) con 5 ml con agua destilada
- Adaptación y medición de la aguja endodontica (Navitip de 21 mm) a 13 mm.
- El volumen entre cada intervalo de irrigación en el conducto con agua destilada fue de (1ml/10seg.)
- 1° intervalo de irrigación 2 min.
- 2° intervalo de irrigación 2 min.
- 3° intervalo de irrigación 20 seg.
- 4° intervalo de irrigación 20 seg.
- 5° intervalo de irrigación 20 seg.

Grupo 1: 10 piezas dentarias a las que se le aplico la técnica convencional de irrigación endodontica con NaOCL 2.5% y posterior inactivación con tiosulfato de sodio al 5%.

Pasos:

- Carga de la jeringa (Medic) con 5 ml con NaOCL 2.5%
- Adaptación y medición de la aguja endodontica (Navitip de 21 mm) a 13 mm.
- El volumen entre cada intervalo de irrigación en el conducto con NaOCL 2.5% fue de (1ml/10seg.)
- 1° intervalo de irrigación 2 min.
- 2° intervalo de irrigación 2 min.
- 3° intervalo de irrigación 20 seg.

- 4° intervalo de irrigación 20 seg.
- 5° intervalo de irrigación 20 seg.

Grupo 2: 10 piezas dentarias a las que se le aplicó la técnica convencional de irrigación endodóntica activada ultrasónicamente con NaOCL 2.5% y posterior inactivación con tiosulfato de sodio al 5%.

Pasos:

- Carga de la jeringa (Medic) con 5 ml con NaOCL 2.5%
- Adaptación y medición de la aguja endodóntica (Navitip de 21 mm) a 13 mm.
- El volumen entre cada intervalo de irrigación en el conducto con NaOCL 2.5% fue de (1ml/10seg.)
- En los 3 últimos intervalos de irrigación de 20 seg. se activó el irrigante con ultrasonido endodóntico (marca “NSK Varios 570”) con una velocidad de 4 ¿?
- 1° intervalo de irrigación 2 min.
- 2° intervalo de irrigación 2 min.
- 3° intervalo de irrigación 20 seg.
- 4° intervalo de irrigación 20 seg.
- 5° intervalo de irrigación 20 seg.

Grupo 3: 10 piezas dentarias a las que se le aplicó la técnica convencional de irrigación endodóntica con clorhexidina 2% y posterior inactivación con twen 80 al 3%+ lecitina de soja 0.3% + tiosulfato de sodio al 0.5%.

Pasos:

- Carga de la jeringa (Medic) con 5 ml con clorhexidina 2%
- Adaptación y medición de la aguja endodóntica (Navitip de 21 mm) a 13 mm.
- El volumen entre cada intervalo de irrigación en el conducto con clorhexidina 2% fue de (1ml/10seg.)
- 1° intervalo de irrigación 2 min.

- 2° intervalo de irrigación 2 min.
- 3° intervalo de irrigación 20 seg.
- 4° intervalo de irrigación 20 seg.
- 5° intervalo de irrigación 20 seg (figura 18)

H) Siembra en medio de enriquecimiento pos-tratamiento (irrigación)

- Se distribuirán 3 ml del medio líquido de BHI en tubos estériles de 13 x 100 mm.
- En cada tubo se introducirán los chips de dentina, materia del estudio, agitándose suavemente por rotación.
- Esta siembra es equivalente al método de inoculación y agitación.
- La infusión cerebro corazón (BHI) es un medio de enriquecimiento que tiene la propiedad de estimular el desarrollo de los microorganismos contaminantes que podrían estar presentes en los chips de dentina (figura 19).

I) Incubación pos-tratamiento (irrigación)

- Los tubos serán codificados con plumón indeleble y tapados adecuadamente con torundas de algodón estéril.
- Se incubarán a 37°C por 24 horas
- Pasado las 24 horas se realizara la lectura del grado de turbidez de los líquidos de BHI ubicados en los tubos de ensayo donde se realizó la siembra, para su posterior dilución y siembra por incorporación.
- Los chips son retirados de la siembra de BHI, y son colocados nuevamente en sus respectivas piezas dentarias para realizar el protocolo de irrigación in vitro.
- La dilución, siembra por incorporación e irrigación se realizaran simultáneamente (figura 20).

J) Diluciones, siembra por incorporación o vertido en placa y lectura

1. Dilución de la muestra

- A partir del cultivo positivo de los chips de dentina en medio líquido llamado BHI, se realizarán tres diluciones sucesivas.
- Empleando una pipeta automática con punteras estériles, se transferirá sucesivamente 0.1 ml del cultivo en 9.9 ml de solución salina fisiológica estéril.
- obteniéndose una muestra final diluida equivalente a 1:10000

2. Siembra por incorporación o vertido en placa

- A partir de la muestra diluida al, con una puntera estéril se obtiene 1 ml y se coloca en una placa de petri estéril vacía.
- Sobre el inóculo (muestra) se adiciona 15 ml del medio platte count licuado a 45°C y se procede a mezclar muestra y medio, realizando movimiento de rotación a fin de obtener un crecimiento homogéneo de las UFC
- Las placas serán incubadas a 37 °C por 24 horas a fin de estimular el crecimiento de las colonias.

3. Lectura de la siembra

- Empleando él cuenta colonias, se procederá a contar el número de colonias desarrolladas en la superficie, así como las que hayan desarrollado en el volumen del medio de cultivo.
- Este resultado se multiplicará por el factor de dilución (1:10000), expresándose los resultados en UFC/ ml de cultivo (figura 21).

CAPÍTULO

VIII

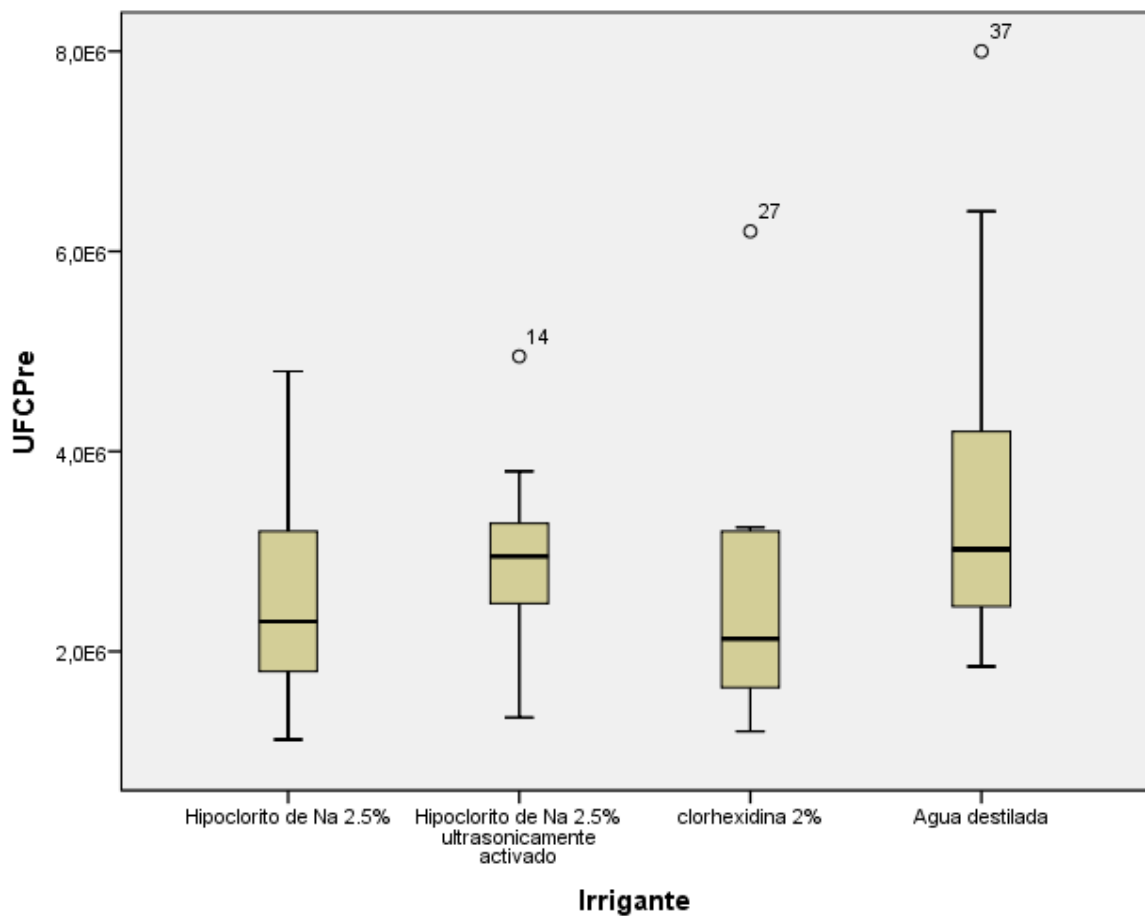
VIII.- RESULTADOS

TABLA 1 ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LAS MUESTRAS DE UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS (UFC) PARA CADA IRRIGANTE EN LA PRE DESINFECCIÓN DE UN BIOFILM SALIVARIO MULTIESPECIE DE INFECCIÓN INTRAORAL IN VITRO

	IRRIGANTES (PRE)			
Pieza N°	10 muestras para hipoclorito de Na 2.5%	10 muestras para Hipoclorito de Na 2.5% ultrasonicamente activado	10 muestras para clorhexidina 2%	10 muestras para Agua destilada
1	2,16 x10 ⁶	3,28 x10 ⁶	2,72 x10 ⁶	2,40 x10 ⁶
2	1,36 x10 ⁶	2,08 x10 ⁶	1,84 x10 ⁶	2,56 x10 ⁶
3	4,80 x10 ⁶	3,80 x10 ⁶	1,60 x10 ⁶	2,80 x10 ⁶
4	3,20 x10 ⁶	4,95 x10 ⁶	3,24 x10 ⁶	4,20 x10 ⁶
5	2,40 x10 ⁶	2,48 x10 ⁶	1,64 x10 ⁶	3,80 x10 ⁶
6	4,80 x10 ⁶	3,10 x10 ⁶	1,20 x10 ⁶	6,40 x10 ⁶
7	1,12 x10 ⁶	2,80 x10 ⁶	6,20 x10 ⁶	8,00 x10 ⁵
8	2,80 x10 ⁶	3,10 x10 ⁶	3,20 x10 ⁶	2,45 x10 ⁶
9	2,20 x10 ⁶	2,48 x10 ⁶	2,40 x10 ⁶	1,85 x10 ⁶
10	1,80 x10 ⁶	1,34 x10 ⁶	1,85 x10 ⁶	3,24 x10 ⁶
Media	2,66 x10⁶	2,94 x10⁶	2,59 x10⁶	3,77 x10⁶
Desv.	1,28 x10⁶	9,83 x10⁵	1,45 x10⁶	1,97 x10⁶
C.V.	48,1%	33,4%	56,0%	52,3%

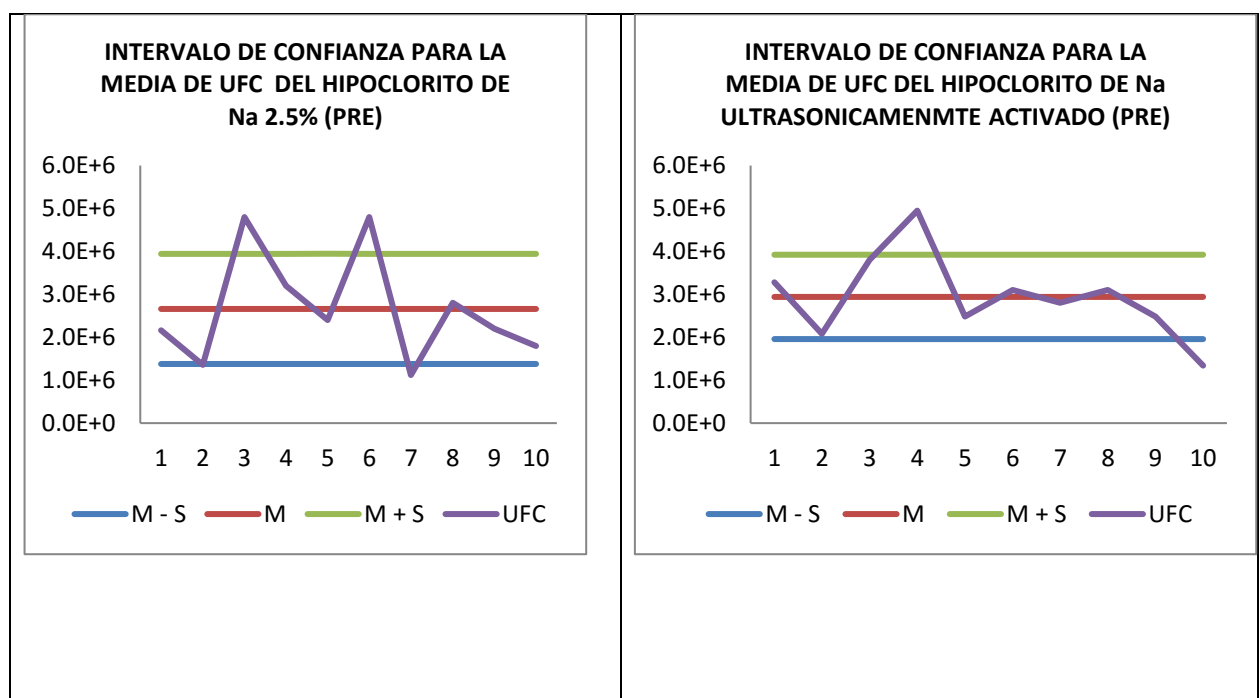
PRUEBA DE DUNNETT (para demostrar homogeneidad antes del tratamiento)

Irrigante (i) - Irrigante (j)	Diferencia de medias	Sig.	Conclusión	P
Hipoclorito de Na 2.5% - Agua destilada	$-1,11 \times 10^6$	0,234	No hay diferencia significativa	$p > 0,05$
Hipoclorito de Na 2.5% ultrasonicamente activado - Agua destilada	$-8,29 \times 10^5$	0,453	No hay diferencia significativa	$p > 0,05$
clorhexidina 2% - Agua destilada	$-1,18 \times 10^6$	0,190	No hay diferencia significativa	$p > 0,05$



En el Pre-tratamiento los recuentos de las UFC/ml con cualquiera de los irrigantes se encuentran en valores de *alto riesgo* todos los promedios son mayores a 1'000,000 (10^6); en los tres irrigantes: Hipoclorito de Na 2,5%; Hipoclorito de Na 2,5% ultrasónicamente activado y Clorhexidina los promedios de los recuentos de UFC están entre 2 a 3 millones ($2,66 \times 10^6$; $2,94 \times 10^6$ y $2,59 \times 10^6$ respectivamente) y el grupo control con Agua destilada el promedio es de 3,7 millones. Con respecto a la variabilidad de los datos a las 10 piezas, en cada irrigante, se tiene entre 33 y 56% por lo que se puede observar que en el Hipoclorito de Na 2,5% ultrasónicamente activado los recuentos de las UFC son menos variables 33,4%

GRÁFICA 1 DISPERSIÓN DE LOS NIVELES DE UFC PARA CADA IRRIGANTE EN LA PRE DESINFECCIÓN DE UN BIOFILM SALIVARIO MULTIESPECIE DE INFECCIÓN INTRAORAL IN VITRO



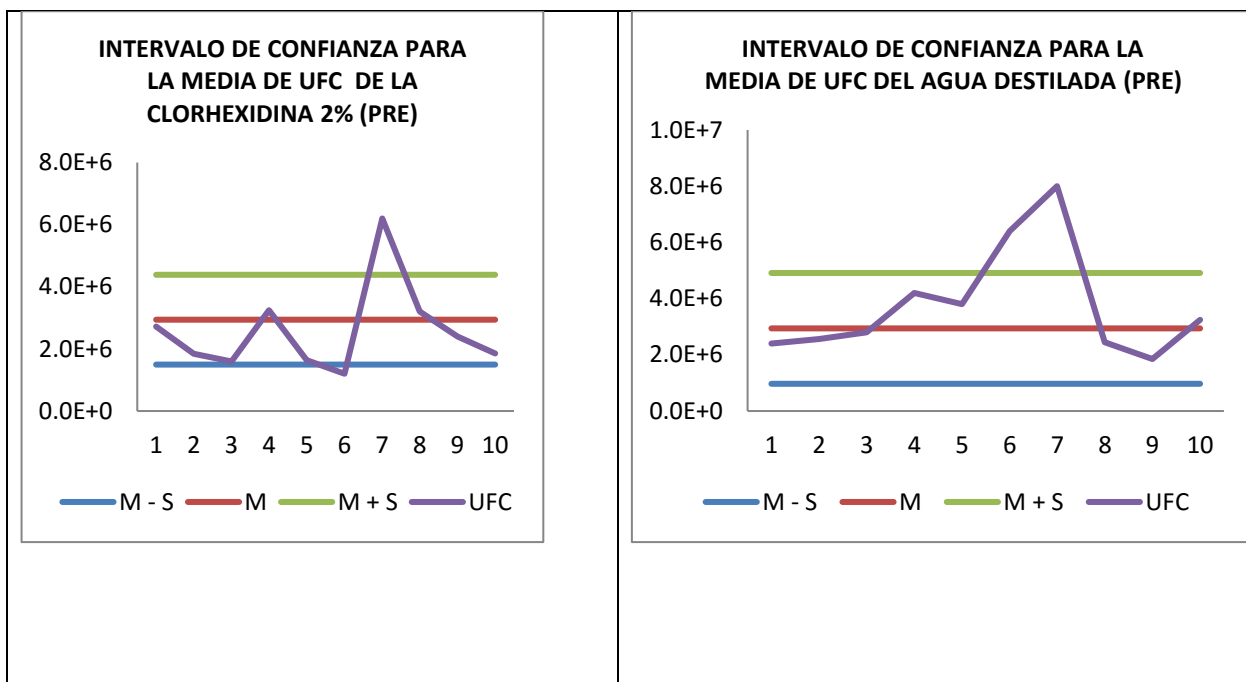
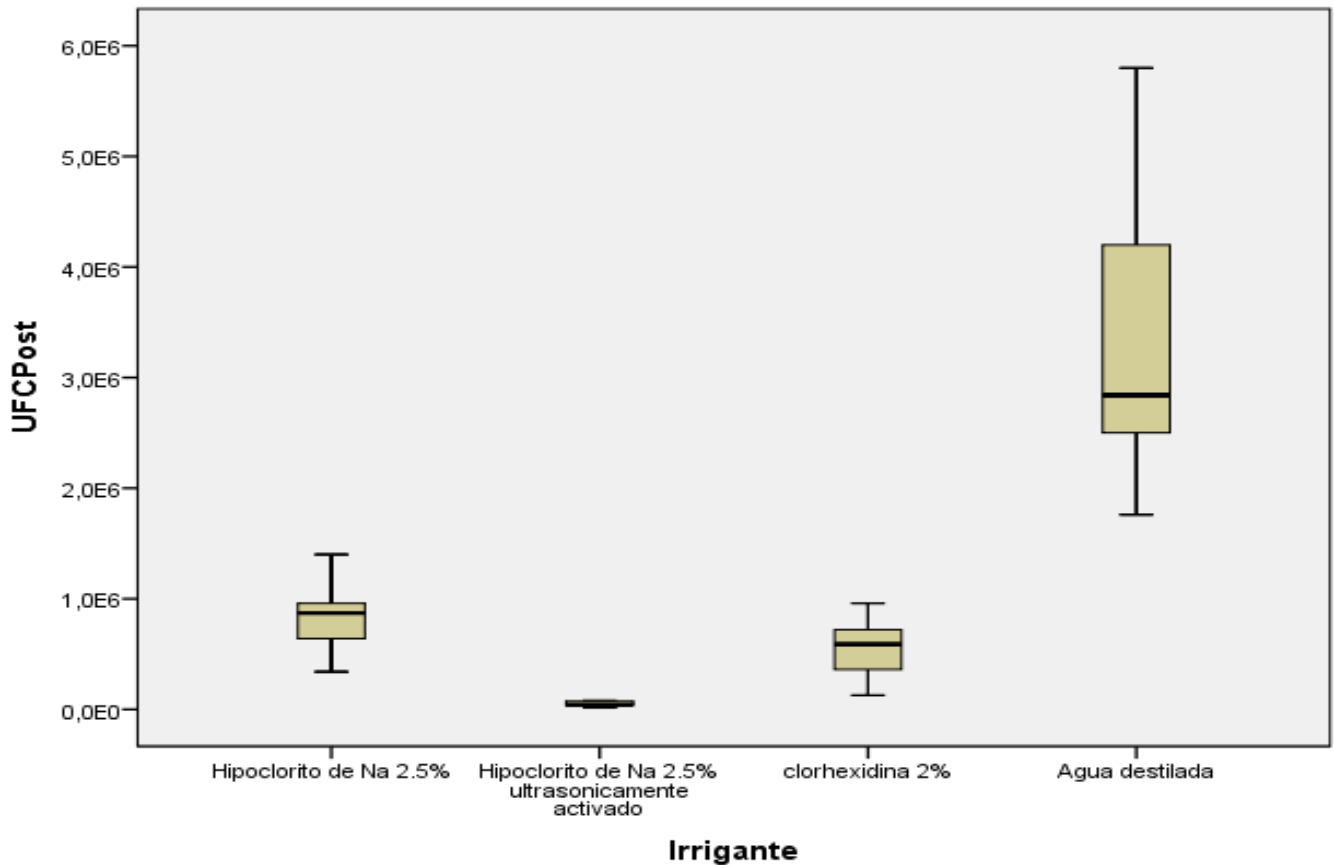


TABLA 2 ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS RESULTADOS DE UFC PARA CADA IRRIGANTE EN LA POST DESINFECCIÓN DE UN BIOFILM SALIVARIO MULTIESPECIE DE INFECCIÓN INTRAORAL IN VITRO

	IRRIGANTES (POSTERIOR)			
Pieza N°	Hipoclorito de Na 2.5%	Hipoclorito de Na 2.5% ultrasónicamente activado	Clorhexidina 2%	Agua destilada
1	$6,40 \times 10^5$	$7,20 \times 10^4$	$9,60 \times 10^5$	$2,80 \times 10^6$
2	$9,60 \times 10^5$	$8,00 \times 10^4$	$7,20 \times 10^5$	$2,50 \times 10^6$
3	$1,20 \times 10^6$	$4,00 \times 10^4$	$3,40 \times 10^5$	$2,60 \times 10^6$
4	$8,80 \times 10^5$	$7,40 \times 10^4$	$6,80 \times 10^5$	$3,40 \times 10^6$

5	$6,20 \times 10^5$	$4,00 \times 10^4$	$5,40 \times 10^5$	$5,40 \times 10^6$
6	$1,40 \times 10^6$	$7,40 \times 10^4$	$3,60 \times 10^5$	$5,80 \times 10^6$
7	$3,40 \times 10^5$	$4,50 \times 10^4$	$1,28 \times 10^5$	$4,20 \times 10^6$
8	$6,80 \times 10^5$	$1,40 \times 10^4$	$3,80 \times 10^5$	$2,20 \times 10^6$
9	$8,60 \times 10^5$	$2,40 \times 10^4$	$8,00 \times 10^5$	$1,76 \times 10^6$
10	$9,00 \times 10^5$	$4,00 \times 10^4$	$6,40 \times 10^5$	$2,88 \times 10^6$
Media	$8,48 \times 10^5$	$5,03 \times 10^4$	$5,55 \times 10^5$	$3,35 \times 10^6$
Desv.	$3,03 \times 10^5$	$2,32 \times 10^4$	$2,52 \times 10^5$	$1,36 \times 10^6$
C.V.	35,7%	46,1%	45,4%	40,6%



Los recuentos de las UFC en el Post tratamiento es significativo para **Hipoclorito de Na 2.5% ultrasonicamente activado** porque se consigue disminuir a un promedio de 50 300 ($5,03 \times 10^4$) UFC considerado, según la escala de N. Negroni⁽³⁵⁾, como *microflora normal*, en su texto Microbiología estomatológica.

El tratamiento con Hipoclorito de Na 2.5% y Clorhexidina 2% también disminuyen las UFC pero a promedios de 848 000 y 555 000 respectivamente que según la escala de Negroni (figura 22) están en el rango de *microflora de moderado riesgo*.

El grupo control tratado con Agua destilada continúa con alto promedio $3,35 \times 10^6$ que corresponde a niveles de *microflora de alto riesgo*

Con respecto a la variabilidad se puede decir que los porcentajes son similares en los 4 tratamientos 36%, 46%, 45% y 41%.

GRÁFICA 2 DISPERSIÓN DE LOS NIVELES DE UFC PARA CADA IRRIGANTE EN LA PRE DESINFECCIÓN DE UN BIOFILM SALIVARIO MULTIESPECIE DE INFECCIÓN INTRAORAL

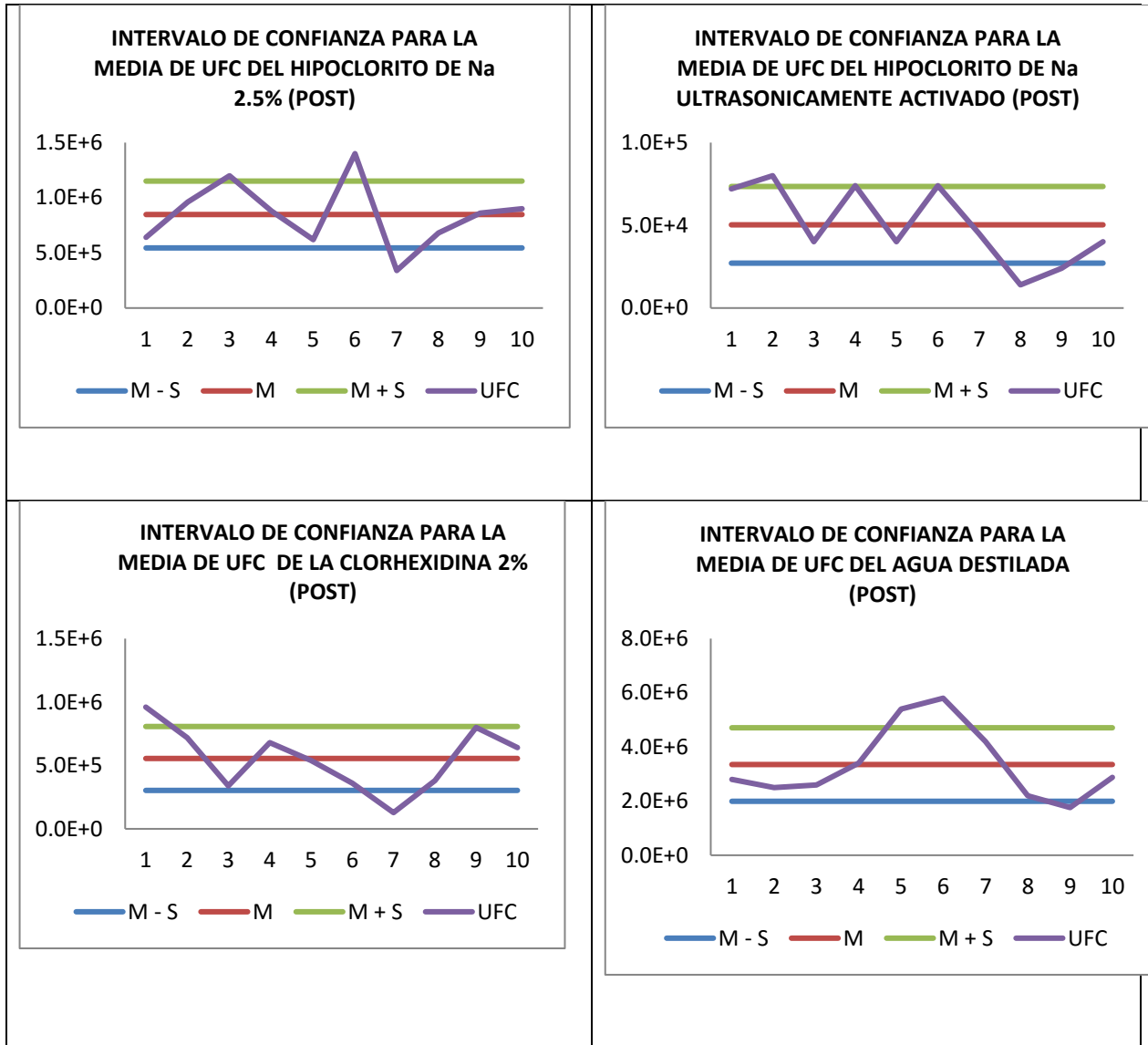
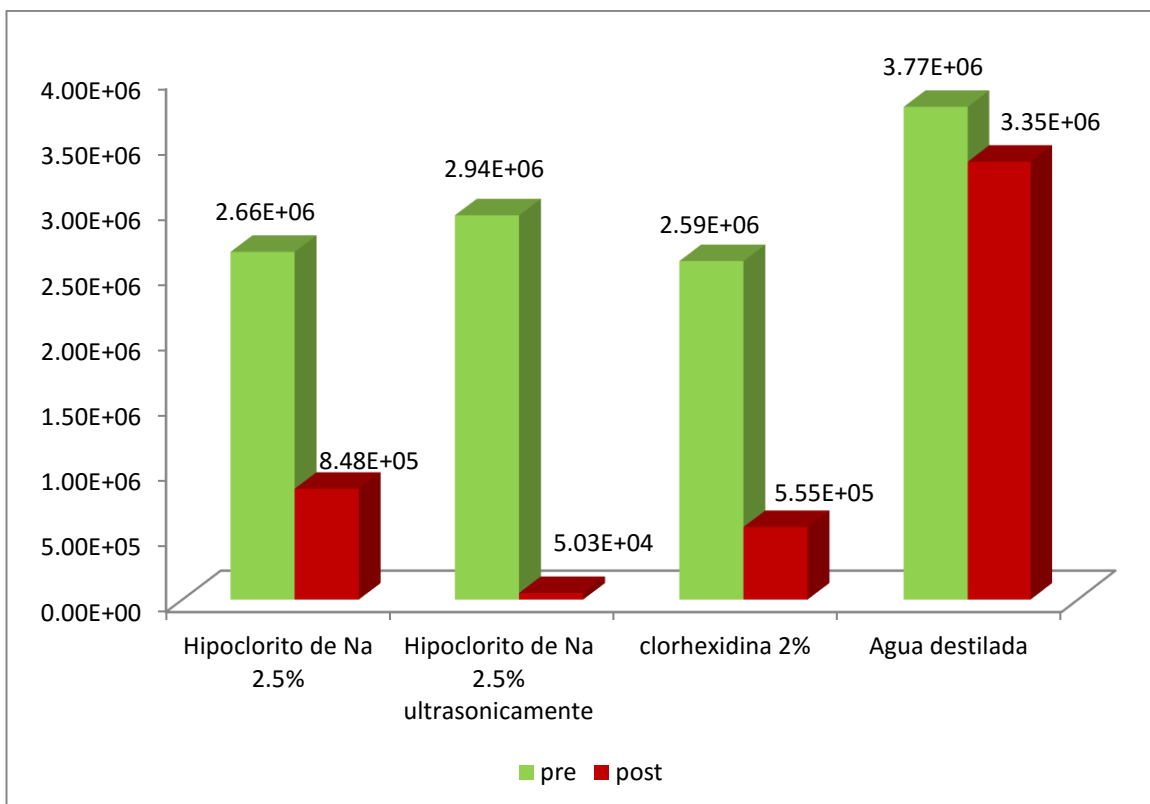


TABLA N 3 PROMEDIOS Y GRADO DE DISMINUCIÓN DE LOS RECUENTOS DE UFC PARA CADA IRRIGANTE EN EL PRE Y POST DESINFECCIÓN DE UN BIOFILM SALIVARIO MULTIESPECIE DE INFECCIÓN INTRAORAL

Etapa	IRRIGANTES			
	Hipoclorito de Na 2.5%	Hipoclorito de Na 2.5% ultrasonicamente activado	Clorhexidina 2%	Agua destilada
Pre	2,66 E+06	2,94 E+06	2,59 E+06	3,77 E+06
Post	8,48 E+05	5,03 E+04	5,55 E+05	3,35 E+06
Dism.	- 68,1%	- 98,3%	- 78,6%	- 11,1%



Aquí observamos que los recuentos de las UFC en el Pre tratamiento es casi similar con los tres irrigantes 2,66 E+06; 2,94 E+06; 2,59 E+06 para Hipoclorito de Na 2.5%; Hipoclorito de Na 2.5% ultrasonicamente activado y Clorhexidina 2% respectivamente a excepción del control con agua destilada que es levemente superior 3,77 E+06, además todos se encuentran en *alto riesgo* por superar el millón de UFC.

En cambio en el Post tratamiento, los recuentos de las UFC en los tres irrigantes Hipoclorito de Na 2.5%; Hipoclorito de Na 2.5% ultrasonicamente activado y Clorhexidina, disminuyen a niveles menores al millón de UFC, siendo el más significativo el logrado con el **Hipoclorito de Na 2.5% ultrasonicamente activado** cuyo cambio promedio es de 2,94 E+06 a 5,03 E+04 lo que equivale a una disminución de - 98,3% contra un - 11,1% del grupo control. Además el promedio del recuento de UFC es de $5,03 \times 10^4$ que según la escala de Negróni corresponde a *microflora residente normal*, por lo que lo convierte en el irrigante más efectivo.

Los tratados con **Hipoclorito de Na 2.5%** y **Clorhexidina 2%** también disminuyen las UFC, del pre al Post en porcentajes altos – 68,1% y – 78,6% respectivamente, pero a promedios de 848 000 y 555 000 que según la escala de Negróni están en el rango de *microflora de moderado riesgo*; por tal razón son considerados moderadamente eficaz para los tratamientos de desinfección.

Como es natural el tratamiento control mediante **agua destilada** muestra una disminución de las UFC de sólo – 11,1% (entre $3,77 \times 10^6$ y $3,35 \times 10^6$) continuando con promedios elevados que se encuentran en la escala de *microflora de alto riesgo*.

CAPÍTULO

IX

IX.- COMPROBACION DE HIPOTESIS

HIPÓTESIS

H₀: No existe diferencia estadísticamente significativa al determinar la eficacia de irrigantes para la desinfección de un biofilm multiespecie salivario de infección intraoral in vitro.

H₁ : Si existe diferencia estadísticamente significativa al determinar la eficacia de irrigantes para la desinfección de un biofilm multiespecie salivario de infección intraoral in vitro.

NIVEL DE SIGNIFICACIÓN: $p = 0,05$

ESTADÍSTICO DE PRUEBA: F de Fisher para el ANOVA de un factor

DATOS

	IRRIGANTES (POSTERIOR)			
Pieza N°	Hipoclorito de Na 2.5%	Hipoclorito de Na 2.5% ultrasónicamente activado	Clorhexidina 2%	Agua destilada
1	$6,40 \times 10^5$	$7,20 \times 10^4$	$9,60 \times 10^5$	$2,80 \times 10^6$
2	$9,60 \times 10^5$	$8,00 \times 10^4$	$7,20 \times 10^5$	$2,50 \times 10^6$
3	$1,20 \times 10^6$	$4,00 \times 10^4$	$3,40 \times 10^5$	$2,60 \times 10^6$
4	$8,80 \times 10^5$	$7,40 \times 10^4$	$6,80 \times 10^5$	$3,40 \times 10^6$
5	$6,20 \times 10^5$	$4,00 \times 10^4$	$5,40 \times 10^5$	$5,40 \times 10^6$
6	$1,40 \times 10^6$	$7,40 \times 10^4$	$3,60 \times 10^5$	$5,80 \times 10^6$
7	$3,40 \times 10^5$	$4,50 \times 10^4$	$1,28 \times 10^5$	$4,20 \times 10^6$
8	$6,80 \times 10^5$	$1,40 \times 10^4$	$3,80 \times 10^5$	$2,20 \times 10^6$

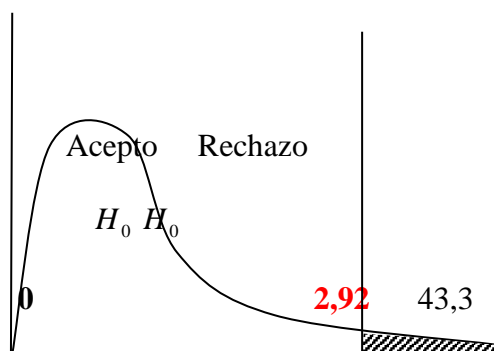
9	$8,60 \times 10^5$	$2,40 \times 10^4$	$8,00 \times 10^5$	$1,76 \times 10^6$
10	$9,00 \times 10^5$	$4,00 \times 10^4$	$6,40 \times 10^5$	$2,88 \times 10^6$
Media	$8,48 \times 10^5$	$5,03 \times 10^4$	$5,55 \times 10^5$	$3,35 \times 10^6$
Desv.	$3,03 \times 10^5$	$2,32 \times 10^4$	$2,52 \times 10^5$	$1,36 \times 10^6$
C.V.	35,7%	46,1%	45,4%	40,6%

ESTADÍSTICO DE CÁLCULO

ANOVA DE UN FACTOR PARA LAS UFC (POSTERIOR)

FUENTE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	F	Sig.
Irrigantes	6,50E+13	3	2,167E+13	43,364	0,000
Residuos	1,80E+13	36	4,998E+11		
TOTAL	8,30E+13	39			

GRAFICO



DISCUSIÓN

Como el valor del nivel de significación obtenido con el ANOVA es de 0,000 valor menor al $p = 0,05$ o también porque el valor de F de Fisher calculado es 43,36 mayor al valor de Fisher estándar 2,92 se encuentra en la zona de rechazo la hipótesis nula

CONCLUSIÓN

A un nivel de significación del 5% los datos recopilados muestran evidencia de que si existe diferencia estadísticamente significativa al determinar la eficacia de irrigantes para la desinfección de un biofilm multiespecie salivario de infección intraoral in vitro.

PRUEBA DE DUNNETT (para demostrar diferencia significativa entre cada tratamiento y el grupo control)

POST TRATAMIENTO

Irrigante (i) - Irrigante (j)	Diferencia de medias	Sig.	Conclusión	p
Hipoclorito de Na 2.5% - Agua destilada	$-2,51 \times 10^6$	0,000	Si hay diferencia significativa	$p < 0,05$
Hipoclorito de Na 2.5% ultrasonicamente activado - Agua destilada	$-3,30 \times 10^6$	0,000	Si hay diferencia significativa	$p < 0,05$
clorhexidina 2% - Agua destilada	$-2,80 \times 10^6$	0,000	Si hay diferencia significativa	$p < 0,05$

Aquí se muestra que todos los tratamientos tiene promedios de recuento de UFC diferente al grupo control y el menor promedio corresponde al irrigante **Hipoclorito de Na 2.5% ultrasónicamente activado** con $5,03 \text{ E}+04$ que de acuerdo a la escala de Negroni le corresponde la categoría de *microflora residente normal* convirtiéndolo en el irrigante más efectivo.

- La aplicación de Hipoclorito de Na 2.5%; Hipoclorito de Na 2.5% ultrasónicamente activado y Clorhexidina para la desinfección de un biofilm multiespecie salivario de infección intraoral in vitro comparando los recuentos de UFC entre el pre y post tratamiento se lograron disminuciones significativas de - 68,1%; - 98,3% y - 78,6% respectivamente.
- El análisis descriptivo sobre los recuentos de UFC en el post tratamiento para los irrigantes Hipoclorito de Na 2.5%; Hipoclorito de Na 2.5% ultrasónicamente activado y Clorhexidina 2% muestran promedios de los recuentos muy inferiores a los del pre tratamiento como $8,48 \times 10^5$; $5,03 \times 10^4$; $5,55 \times 10^5$ respectivamente.
- La prueba estadística del análisis de varianza de un factor a una probabilidad de $p = 0,05$ nos indica que existe diferencia significativa en los promedios de los recuentos de UFC obtenidos con los tres irrigantes y el promedio del grupo control que fue de $3,35 \times 10^6$.
- La prueba posterior de Tukey comprueba que no existe diferencia significativa entre los promedios de los recuentos de UFC $8,48 \times 10^5$; $5,03 \times 10^4$ y $5,55 \times 10^5$ que corresponden a Hipoclorito de Na 2.5%; Hipoclorito de Na 2.5% ultrasónicamente activado y Clorhexidina.
- Según la escala de N. Negroni, tanto el promedio $8,48 \times 10^5$ obtenido con Hipoclorito de Na 2.5% y el promedio $5,55 \times 10^5$ obtenido con Clorhexidina 2% pertenecen a la categoría de microflora de moderado riesgo.
- El irrigante Hipoclorito de Na 2.5% ultrasónicamente activado resulta el más efectivo porque el promedio de recuento de UFC es de $5,03 \times 10^4$ nivel que está catalogado como microflora normal .

- El grupo control tratado con Agua destilada continuó con alto promedio 3,35 x 10⁶ que corresponde a niveles de microflora de alto riesgo

CAPÍTULO

X

X.- ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La revisión de la literatura referente a los irrigantes de uso endodóntico como el hipoclorito de sodio, clorhexidina y la activación de hipoclorito de sodio con el uso del ultrasonido endodóntico utilizando la técnica PUI (irrigación ultrasónicamente activada) muestran que independientemente estos irrigantes tienen las propiedades químicas para la eliminación de microorganismos dentro del conducto radicular (túbulos dentinarios) en aquellas piezas dentarias que se les realiza un tratamiento endodóntico e hay el motivo de su utilización de forma confiable por parte la comunidad odontológica.

Para poder realizar el análisis y discusión de esta investigación se tomó en cuenta los estudios más representativos de los irrigantes endodónticos utilizados en la desinfección de un biofilm multiespecie de infección intraoral así mismo se consideraron aquellos estudios donde se utilizaban dichos irrigantes para un microorganismo específico, también aquellos estudios donde se realizaba la irrigación ultrasónicamente activada.

- Shen Y et al. ⁽¹⁾ Desarrollaron un modelo de biofilm de múltiples especies, pero este no reproducía completamente el biofilm del conducto radicular. Sin embargo, este modelo captura algunas de las características clave de las biopelículas endodónticas in vivo, incluido el grosor de la biopelícula, la naturaleza de múltiples especies y la unión de células bacterianas entre sí.
- Ellos a diferencia de nosotros que utilizamos chips de dentina preparados cuidadosamente y posterior infección intraoral por 72 horas para formación de biofilm multiespecie, utilizaron la hidroxiapatita recubierta de colágeno proporciona similitud química con los dientes / dentina y sirve como un sustrato excelente para el crecimiento de la biopelícula de múltiples especies, este estudio utilizó al igual que nosotros como irrigante la clorhexidina al 2 % con inactivación pos tratamiento.

- María Claudia Posada et al. ⁽¹⁰⁾ demostraron que los dientes humanos son similares morfológica e histológicamente al de los bovinos porque presentan algunas características especiales como son: la composición histológica y su forma anatómica, que entre otras características, lo hacen ideales para su utilización como sustitutos de los dientes humanos en investigaciones sobre materiales dentales tal y como se hizo en el presente estudio avalando así nuestra investigación porque las condiciones in vitro dadas por nosotros se asemejan más a la realidad clínica.

- Ordinola-Zapata R et al. ⁽³⁵⁾ en su estudio demuestran que aplicando los protocolos ya establecidos se puede desarrollar y generar de forma eficaz biofilm en los chip de dentina mediante la infección intraoral por 72 horas, avalando así nuestro estudio porque las condiciones in vitro dadas por nosotros se asemejan más a la realidad clínica. (figura 23).

- Neuhaus KW, et al. ⁽²⁾ Señalaron que el PUI (irrigación ultrasónicamente activada) es el método más utilizado para activar soluciones de irrigación y al compararlo con un dispositivo de irrigación sónica pasiva (PSI) en conductos radiculares curvos y rectos para demostrar su efectividad en la eliminación de microorganismos endodontico, obtuvieron como resultados que se redujo significativamente después del tratamiento la carga microbiana, estos resultados concuerdan con nuestro estudio al obtener efectividad del hipoclorito de sodio al 2.5% al ser activado ultrasónicamente (PUI).

- Townsend C y Maki J. ⁽³⁾ también demostraron que el uso de ultrasonido, EndoActivator, F-File y la agitación sónica son similares en su capacidad para eliminar bacterias en un canal radicular simulado de plástico, motivo por el cual en nuestro estudio se utilizó el PUI (irrigación ultrasónicamente activada), y con respecto a la simulación del canal radicular, en nuestro estudio no se dio dado que esta técnica fue aplicada en canales radiculares de bovino, preparados cuidadosamente tal y como esta descrito en los procedimientos del estudio.

- Spoleti P, et al. ⁽⁸⁾ El propósito de este estudio fue evaluar la influencia de la activación ultrasónica pasiva en la desinfección del conducto radicular Las

pruebas de proporción de homogeneidad para comparar los resultados de ambos subgrupos mostraron que las proporciones supervivientes fueron más altas ($p = 0,01$) cuando no se utilizó la activación ultrasónica, teniendo como referencia los resultados positivos del presente estudio se decidió activar ultrasónicamente a un grupo de trabajo.

- Bui TB, et al. ⁽⁵⁾ Realizaron un estudio demostrando que la combinación de hipoclorito de sodio (NaOCl) y clorhexidina (CHX) forma un precipitado café-naranja caracterizado como PCA (para cloroanilina) , el cual podría ser mutagénico y carcinogénico para el ser humano , razón por la cual, actualmente, no se recomienda esta combinación, motivo por el cual se decidió en este estudio utilizar cada irrigante en grupos diferentes para demostrar su eficacia.
- Carson KR, et al. ⁽⁶⁾ En este estudio se comparó la actividad antimicrobiana de irrigantes endodónticos, dentro de los irrigantes de elección se encontraba la clorhexidina al 2% que fue utilizado en nuestro estudio. El orden de efectividad fue 6% NaOCl > 3% NaOCl > 2% CHX > 0.01% Doxy > 0.005% Doxy > 0.12% CHX. Quedando la clorhexidina 2 % en un segundo lugar después del hipoclorito de sodio al 3 %, el cual tiene una mínima diferencia al utilizado en nuestro estudio que fue de 2.5 %, si bien los resultados fueron dados en macrodilución y la de nosotros en dilución en agar y el hipoclorito fue utilizado en concentraciones mayores (6,3 %), esta mínima diferencia de % se verá compensada con la activación ultrasónica, concluyendo que se asemeja a los resultados obtenidos en nuestro estudio.
- Ahmad Zamany, DDS, et al. ⁽⁹⁾ El propósito de este estudio fue encontrar un agente inactivante eficaz para la clorhexidina, la combinación de 3% de Tween 80 y 0.3% de L-alfa-lecitina resultó ser el agente de inactivación más efectivo, misma combinación utilizada en nuestro estudio para inactivar nuestro grupo de trabajo irrigado con clorhexidina 2%.

- Bettina, B. ⁽³⁶⁾ en este estudio se demuestra que aplicando los protocolos ya establecidos de irrigación en estudios experimentales se obtienen resultados confiables, avalando así nuestro estudio porque las condiciones in vitro dadas para la irrigación de los chips de dentina adaptadas al conducto radicular luego de la infección intraoral, en nuestro estudio se asemejan más a la realidad clínica.

- Por lo tanto, se llega a la conclusión que hemos concordado en rangos no muy distantes con los estudios más representativos y validez de los protocolos en los procedimientos establecidos.

CAPÍTULO

XI

XI.- CONCLUSIONES

1. La efectividad del hipoclorito de sodio al 2,5% como irrigante para la desinfección de un biofilm salivario multiespecie de infección intraoral fue **moderadamente eficaz** por haber disminuido el número de colonias bacterianas según la escala de Negroni en **microflora de moderado riesgo** en el rango establecido desde 500 000 - 1 000 000 UFC/ml.
2. La efectividad del hipoclorito de sodio al 2,5% activado ultrasónicamente como irrigante para la desinfección de un biofilm salivario multiespecie de infección intraoral fue **muy eficaz** por haber disminuido el número de colonias bacterianas según la escala de Negroni en **microflora residente normal** en el rango establecido 10 000 - 100 000 UFC/ml.
3. La efectividad de la clorhexidina 2% como irrigante para la desinfección de un biofilm salivario multiespecie de infección intraoral fue **moderadamente eficaz** por haber disminuido el número de colonias bacterianas según la escala de Negroni en **microflora de moderado riesgo** en el rango establecido desde 500 000 - 1 000 000 UFC/ml.
4. La efectividad del agua destilada como irrigante para la desinfección de un biofilm salivario multiespecie de infección intraoral fue **poco eficaz** por haber disminuido el número de colonias bacterianas según la escala de Negroni en **microflora de alto riesgo** en el rango establecido desde 1 000 000 – Mas UFC/ml.
5. La efectividad de los irrigantes para la desinfección de un biofilm salivario multiespecie de infección intraoral utilizados en este estudio, en el orden de eficacia según la escala de N. Negroni son:
 - hipoclorito de sodio al 2,5%

Activado ultrasónicamente	5,03x10 ⁴ UFC/ml. (Muy eficaz)
➤ clorhexidina 2%	5,55x10 ⁵ UFC/ml. (Mod. Eficaz)
➤ hipoclorito de sodio al 2,5%	8,48x10 ⁵ UFC/ml. (Mod. Eficaz)
➤ agua destilada	3,35x10 ⁶ UFC/ml. (Poco eficaz)

6. Por lo tanto se concluye que el hipoclorito de sodio 2.5% activado ultrasonicamente con 5,03x10⁴ UFC/ml. (Muy eficaz) es el irrigante de elección para la desinfección de un biofilm salivario multiespecie de infección intraoral cuando se realice un tratamiento de conductos o endodontico según las pruebas estadísticas realizadas.

CAPÍTULO

XII

XII.- RECOMENDACIONES

- Se recomienda teniendo en cuenta los resultados del presente estudio, utilizar en los tratamientos endodónticos que se realicen en la clínica odontológica el ultrasonido para activar ultrasónicamente irrigantes como el hipoclorito de sodio 2.5%. ya que se ha demostrado que es eficaz para la desinfección.

- Se recomienda la creación, elaboración y estandarización de protocolos de trabajo durante los tratamientos endodónticos en la clínica odontológica, para poder crear y desarrollar con ayuda de la nueva tecnología, investigación, observación clínica y capacidad intelectual un protocolo único y eficaz donde los irrigantes estudiados en esta investigación u otros estudios, sean utilizados para la desinfección del conducto radicular durante el tratamiento.

- Se recomienda que en los estudios que se realicen posteriormente a esta línea de investigación se establezcan parámetros o exista una estandarización de las muestras tal y como se hizo en este estudio, para generar condiciones homogéneas y exista una mejor interpretación de los resultados.

- Se recomienda también que en los estudios que se realicen posteriormente se trabajen con microorganismos específicos para poder establecer que irrigante es más eficaz particularmente para dicho microorganismo.

- Se recomienda a los docentes encargados del área de investigación de la facultad de odontología que los trabajos bien elaborados sean publicadas como artículos en revistas científicas.

CAPÍTULO

XIII

XIII.- REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. Shen, Y., Zhao, J., de la Fuente, C., Wang, Z., & Clive R, R. (2016). Experimental and Theoretical Investigation of Multispecies Oral Biofilm Resistance to Chlorhexidine Treatment. *Sci Rep*, 27537, 6.
2. Neuhaus , K., Liebi , M., Stauffacher , S., Eick , S., & Lussi , A. (2016). Antibacterial Efficacy of a New Sonic Irrigation Device for Root Canal Disinfection. *J Endod*,1799-1803, 42(12).
3. Townsend , C., & Maki , J. (2009). An in vitro comparison of new irrigation and agitation techniques to ultrasonic agitation in removing bacteria from a simulated root canal. *J Endod*, 1040-3, 35(7).
4. Al-Jadaa , A., Paqué , F., Attin , T., & Zehnder , M. (2009). Necrotic pulp tissue dissolution by passive ultrasonic irrigation in simulated accessory canals: impact of canal location and angulation. *Int Endod J*, 59-65, 42(1).
5. Bui , T., Baumgartner , J., & Mitchell , J. (2008). Evaluation of the interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate and its effect on root dentin. *J Endod.*, 181-5, 34(2).
6. Carson , K., Goodell , G., & McClanahan , S. (2005). Comparison of the antimicrobial activity of six irrigants on primary endodontic pathogens. *J Endod.*, 471-3, 31(6).
7. ianna , M., Gomes , B., Berber , V., Zaia , A., Ferraz , C., & de Souza, F. (2004). In vitro evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, 79-84, 97(1).

8. Spoleti , P., Siragusa , M., & Spoleti , M. (2003). Bacteriological evaluation of passive ultrasonic activation. *J Endod*, 12-4, 29(1).
9. Zamany , A., & Spångberg , L. (2002). An effective method of inactivating chlorhexidine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, 617-20, 93(5).
10. Posada, M., Sanches, C., Gallego, G., Vargas, A., & Restrepo, L. (2006). Diente bovinos como sustituto de dientes humanos para su uso en la odontologia. *Revista CES odontologia*, vol. 19,
11. N°1. Siqueira , J., Rôças , I., Favieri , A., & Lima , K. (2000). Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod.*, 331-4, 26(6).
12. Hernández Navarrete, M., Celorrio Pascual, J., Lapresta Moros, C., & Solano Bernad, V. (s.f.). Fundamentos de antisepsia, desinfección y esterilización. *Enferm Infecc Microbiol Clin*, 32(10), 681–688.
13. Zambrano de la Peña , S., Salcedo Moncada , D., Petkova Gueorguieva, M., & Ventocilla Huasupoma, M. (2016). Biofilm en Endodoncia: una revisión. *Odontol. Sanmarquina*, 19(2), 45-49.
14. Lasa, I., del Pozo, J., Penadés, J., & Leiva, J. (2005). Biofilms bacterianos e infección. *Anales Sis San Navarra*, 28, 2.
15. Sirvent Encinas, F., & García Barbero, E. (2010). Biofilm. Un nuevo concepto de infección. *ENDODONCIA*, 28, 4.
16. Jhajharia , K., Parolia , A., Shetty , K., & Mehta , L. (2015). Biofilm in endodontics: A review. *J Int Soc Prev Community Dent.*, 5(1), 1-12.

17. Serrano-Granger, J., & Herrera, D. (2005). La placa dental como biofilm. RCOE, Vol 10, N°4, 431-439.
18. Zambrano, M., & Suárez Londoño, L. (2006). Biofilms bacterianos:sus implicaciones en salud y enfermedad. Univ Odontol, 25(57), 19-25.
19. Costerton JW. y Zbigniew Lewandoski. 1997.The biofilm lifestyle. Advances in Dental Research. 11(2): 192-5.
20. Pérez Luyo, A. (2005). La Biopelícula : una nueva. Rev Estomatol Herediana, 15(1), 82 - 85.
21. Torabinejad , M., Handysides , R., Khademi, A., & Bakland, L. (2002). Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod., 94(6), 658-66.
22. Agreda , M., Jiménez , L., Hernández , M., & Ostos , J. (2015). Effectiveness of edta and citric acid on removal smear layer of the root canal system. Odous Científica, 16(2), 18-30.
23. Bobbio S. Soluciones irrigantes en endodoncia [Tesis pregrado]. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2009.
24. Varela P. Eficacia de diferentes sistemas de irrigación en conductos radiculares instrumentados con una lima reciprocante [Tesis doctorado]. Barcelona: Universidad Internacional de Cataluña; 2016.
25. Haapasalo , M., Shen , Y., Qian , W., & Gao, Y. (2010). Irrigation in endodontics. Dent Clin North Am, 54(2), 291-312.
26. Castro S. Evaluación con microscopía electrónica en la remoción de barrillo dentinario post- instrumentación endodóntica; utilizando hipoclorito de sodio al 5,25%, clorhexidina al 2% e hipoclorito de sodio al 5,25% + EDTA con

- irrigación ultrasónica: Estudio in vitro [Tesis pregrado]. Ecuador: Universidad internacional del ecuador; 2015.
27. Martines P. Una alternativa de irrigación en los tratamientos de conductos: Hidróxido de sodio [Tesis Maestría]. Nuevo León: Universidad Autónoma de Nuevo León; 1999.
28. Villa L. Irrigación en endodoncia [Tesis Pregrado]. Porto: Universidad de Fernando Pessoa; 2012.
29. Cámara M. Estudio in vitro de la efectividad de las distintas técnicas de irrigación en la eliminación del enterococcus faecalis [Tesis doctorado]. Madrid: Universidad complutense de Madrid; 2016.
30. Pérez, E., Burguera, E., & Carvallo, M. (2003). TRÍADA PARA LA LIMPIEZA Y CONFORMACIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES. HOME, 41, 2.
31. Segura Egea, J., Jiménez Rubio Manzanares, A., Llamas Cadava, R., & Jiménez PlanaS, A. (1997). El ácido etilen diamino tetraacético (EDTA) y su uso en endodoncia. ENDODONCIA, 15, 2
32. Pappen, F., Bolzani, L., Rodríguez, S., Regina , M., & Tanumaru, M. (2003). EFECTO ANTIMICROBIANO DE SOLUCIONES IRRIGADORAS UTILIZADAS EN ENDODONCIA. Inicio, 13, 2-1.
33. Moenne I. (2013). Dinámica de los irrigantes. [Versión electrónica]. Chile: Universidad de Valparaíso.

34. Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Aprecio RM, Handysides R, Jaramillo DE. Biofilm removal by 6% sodium hypochlorite activated by different irrigation techniques. *Int Endod J.* 2014;47(7):659–66.
35. Negroni, M. (2000). *Microbiología Estomatológica* (Vol. 1 edición). Buenos Aires : Medica Panamericana.
36. Bettina, B.(2015). *Endodontic Irrigation* (vol 1 edición). New York: Springer Cham Heidelberg.

CAPÍTULO

XIV