



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO**

**FACULTAD DE MEDICINA**



**LICENCIATURA EN ODONTOLOGÍA**

**Tesis**

**Comparación de la efectividad antimicrobiana de tres irrigantes endodónticos contra el *Streptococcus mutans*: estudio “in vitro”**

**Tesista**

Verónica Morales Dorantes

**Director de Tesis**

M en C Germán González Pérez

**Santiago de Querétaro, Qro. 2014**



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Medicina

Licenciatura en Odontología



**COMPARACIÓN DE LA EFECTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE TRES IRRIGANTES ENDODÓNTICOS  
CONTRA EL *STREPTOCOCCUS MUTANS*: ESTUDIO "IN VITRO"**

**TESIS**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de la

**Licenciado en Odontología**

**Presenta:**

Verónica Morales Dorantes

**Dirigido por:**

M en C Germán González Pérez

SINODALES

M en C Germán González Pérez

\_\_\_\_\_

Presidente

Firma

Dra. Ma. Guadalupe Zaldívar Lelo de Larrea

\_\_\_\_\_

Secretario

Firma

Dra. María Elena Villagrán Herrera

\_\_\_\_\_

Vocal

Firma

CDEE Irak Osiris Villareal Vera

\_\_\_\_\_

Suplente

Firma

CD Beatriz Elena Artigas Sandoval

\_\_\_\_\_

Suplente

Firma

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Med. Esp. Javier Ávila Morales

Dr. Irineo Torres Pacheco

Director de la Facultad

Director de Investigación y Posgrado

Centro Universitario  
Querétaro, Qro.  
Agosto de 2014  
México

## RESUMEN

La instrumentación mecánica no proporciona suficiente desinfección de los conductos radiculares, por lo que es indispensable el uso de irrigantes para eliminar los microorganismos. Estos desempeñan un papel esencial en la etiología y desarrollo de los procesos infecciosos e inflamatorios en el tejido pulpar; el *Streptococcus mutans* metaboliza una amplia variedad de hidratos de carbono, con los cuales da lugar a la producción de ácido láctico desmineralizando la porción inorgánica, destruyendo la porción orgánica y causando agresión al sistema de conductos. **Objetivo:** Determinar la efectividad antimicrobiana de tres irrigantes endodónticos contra *Streptococcus mutans*. **Metodología:** Se realizó un estudio experimental, longitudinal prospectivo y de correlación, en el cual se inoculó *Streptococcus mutans* en 33 cajas Petri con agar sangre, para su crecimiento y reproducción. Se colocaron sensidiscos humedecidos con las soluciones irrigantes; se observaron y midieron los halos de acción bactericida resultantes a las 24 y 48 horas de incubación. **Resultados:** A las 24 y 48 horas de haber colocado los sensidiscos, se observó diversidad en la amplitud de los halos de acción bactericida; la clorhexidina mostró el mayor porcentaje con un 39.4% contra el *Streptococcus mutans*. Al realizar ANOVA de una vía, se encuentra una diferencia estadística entre todas las muestras de  $p = 0.0001$ . **Conclusión:** En este estudio se presenta una correlación positiva para el uso de clorhexidina al 2% contra el *Streptococcus mutans*.

Palabras clave: Irrigante, *S. mutans*, Clorhexidina, Microdacyn, Hipoclorito de sodio.

## SUMMARY

The mechanical instrumentation does not provide enough disinfection of the conduct system, being necessary the use of irrigants to kill the microorganisms; they play an essential role in the etiology and development of infectious and inflammatory processes in the pulp tissue; the *Streptococcus mutans* metabolizes a wide variety of carbohydrates, which gives rise to the production of lactic acid demineralizing the inorganic portion, destroying the organic portion and causing aggression of conduct system. **Objective:** Determine the antimicrobial effectiveness of three endodontic irrigants against *Streptococcus mutans*. **Methodology:** An experimental, longitudinal, prospective and correlation study, in which *Streptococcus mutans* was inoculated into 33 Petri dishes with blood agar, for it is growth and reproduction. Moistened sensidiscs with the irrigating solutions were placed, the halos of bactericide action resulting were observed and measured at 24 and 48 hours of incubation. **Results:** At 24 and 48 hours of having placed the sensidiscs were observed the zones of bactericide action; however only clorhexidine showed the highest percentage with 39.4% against *Streptococcus mutans*. When one-way ANOVA was done, statistical difference between all samples  $p = 0.0001$  was shown. **Conclusion:** This study shows a positive correlation of the use of 2% clorhexidine against *Streptococcus mutans*.

Keywords: Irrigant, *S. mutans*, Clorhexidine, Microdacyn, Sodium hypochlorite.

## **DEDICATORIAS**

### **A mis padres**

Quienes me han apoyado en todo momento

### **A mis hermanos**

Que han tenido palabras de aliento y motivación

### **A mis amigos**

Que me han alentado a ser mejor persona cada día

## **AGRADECIMIENTOS**

### **Al Dr. German González**

Agradeciendo su tiempo, dedicación y paciencia para llevar a cabo este proyecto.

### **A la Dra. María Elena Villagrán**

Reconociendo su entusiasmo para concluir objetivos planteados.

## CONTENIDO

	Página
Resumen _____	i
Summary _____	ii
Dedicatorias _____	iii
Agradecimientos _____	iv
Contenido _____	v - vi
Índice de figuras _____	vii
Índice de cuadros _____	viii
Índice de gráficas _____	viii

	Página
<b>I. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>II. Revisión de la literatura.....</b>	<b>3</b>
➤ Microbiología .....	7
➤ <i>Streptococcus Mutans</i> .....	8
➤ Irrigación .....	11
➤ Hipoclorito de Sodio.....	14
➤ Clorhexidina.....	18
➤ Microdacyn.....	21
<b>III. Metodología.....</b>	<b>23</b>
➤ <i>Streptococcus Mutans</i> .....	23
➤ Método de preparación de Agar sangre .....	24
➤ Observación colonias de <i>Streptococcus Mutans</i> .....	26
➤ Colocación sensidiscos en placas de agar .....	27

<b>IV. Resultados .....</b>	<b>28</b>
➤ Observación y medición halos de acción bactericida .....	28
➤ Prueba exacta de Fisher.....	33
<b>V. Discusión.....</b>	<b>35</b>
<b>VI. Conclusiones.....</b>	<b>37</b>
<b>VII. Bibliografía.....</b>	<b>38</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	23
Figura 2.....	24
Figura 3.....	25
Figura 4.....	25
Figura 5.....	26
Figura 6.....	26
Figura 7.....	27
Figura 8.....	27
Figura 9.....	28
Figura 10.....	30

## **INDICE DE CUADROS**

Cuadro 1.....	29
Cuadro 2.....	31
Cuadro 3.....	32
Cuadro 4.....	33
Cuadro 5.....	34
Cuadro 6.....	34
Cuadro 7.....	34
Cuadro 8.....	34

## **INDICE DE GRÁFICAS**

Gráfica 1.....	30
Gráfica 2.....	33

## I. INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo se han realizado diversos estudios para identificar el irrigante ideal dentro del complejo sistema de conductos radiculares. Dado que la instrumentación mecánica por sí sola no logra la remoción completa de los microorganismos, sobre todo en aquellos espacios difíciles de desbridar con limas como son deltas apicales y conductos laterales, es necesario el uso constante de sustancias químicas para la reducción de la microflora presente en el sistema radicular.

La irrigación consiste en el lavado y aspiración de todos los restos de lodillo dentinario y bacterias que puedan estar contenidos en la cámara pulpar y conducto radicular durante la instrumentación y conformación del conducto.

La efectividad de la irrigación depende del volumen de solución utilizada y de su composición química.

*Streptococcus mutans* es el microorganismo cariogénico más estudiado y, si el proceso carioso no es detenido a tiempo, va a dañar el paquete vasculonervioso causando desde un simple fenómeno hiperreactivo hasta necrosis pulpar con o sin afección apical.

Cronológicamente, las bacterias sacarolíticas de crecimiento rápido utilizan los glúcidos como elemento nutritivo más importante, liberando de su metabolismo ácido láctico y fórmico. En estadios más avanzados de la inflamación pulpar, la hidrólisis proteica posibilita el metabolismo de péptidos y aminoácidos por bacterias anaerobias.

La efectividad antimicrobiana del hipoclorito de sodio corresponde a su elevado pH el cual interfiere con la integridad de la membrana citoplasmática, promueve alteraciones biosintéticas e interfiere en el metabolismo celular inhibiendo las enzimas bacterianas de manera irreversible.

El gluconato de clorhexidina es una solución relativamente no tóxica, posee amplio espectro antibacteriano y efecto residual, no afecta el comportamiento de los cementos selladores a corto ni a largo plazo; sin embargo, a diferencia del hipoclorito de sodio, no tiene la capacidad de disolver tejido orgánico.

Microdacyn 60-Oculus es una solución de superoxidación y pH neutro que se produce a través de la electrólisis de agua y cloruro de sodio en celdas de tres cámaras. Durante el proceso de electrólisis, las moléculas son disgregadas y se seleccionan las especies reactivas de cloro y oxígeno activas que componen Microdacyn 60-Oculus.

El objetivo general fue comparar la efectividad antimicrobiana de tres irrigantes endodónticos contra el *Streptococcus mutans*.

## **II. REVISION LITERARIA**

El síntoma de dolor es el principal motivo por el cual los pacientes acuden a consulta, sobre todo, si se trata de un dolor dental, acuden de la manera más rápida posible; por ello es de suma importancia que el odontólogo tratante sea capaz de realizar el diagnóstico preciso de la patología, dando lugar al tratamiento adecuado (Quiñones, 2000).

La endodoncia se dedica a la prevención, diagnóstico y tratamiento de las patologías pulpares y perirradiculares, y es considerada el cimiento sobre el cual descansa todo el edificio odontológico (Caballero, 2004).

El tratamiento de conductos es un procedimiento de remoción de la pulpa infectada, dañada o muerta, mediante el ensanchamiento del conducto con instrumentos adecuados, auxiliándose de irrigaciones para eliminar detritus dentinarios, bacterias, etc., y sellando dicho espacio con cementos y gutapercha. La probabilidad de infección es determinada por una compleja interacción entre el huésped, bacterias y los factores ambientales, incluyendo la virulencia de las bacterias, el grado de contaminación bacteriana, el medio ambiente, la gestión preoperatoria, y la respuesta del huésped. Sin embargo, la adhesión de bacterias en el tejido representa la primera etapa crucial de la progresión de la infección. Esto no significa que exclusivamente la presencia de bacterias sea el único problema crítico. Las bacterias crean enfermedad no sólo por su acción directa, sino por las toxinas que secretan (Dass, 2009).

El tratamiento del conducto radicular consiste en limpieza, configuración y obturación del sistema del conducto radicular, de manera que se pueda conservar el diente como una unidad funcional dentro del arco dentario. El éxito de la terapia endodóntica depende de una instrumentación adecuada e irrigación, es decir, una preparación biomecánica (La Sala, 1981).

En 1979, Ingle señala que la piedra angular del éxito en el tratamiento del conducto está en el cumplimiento de la llamada Triada Endodóntica, compuesta por tres principios básicos: antisepsia, preparación biomecánica y sellado apical (Ingle, 1979).

Schilder ha denominado “Limpieza y Conformación” a la eliminación de todo el sustrato orgánico del sistema de conductos radiculares así como a la instrumentación seriada dentro del conducto radicular para realizar una obturación hermética y tridimensional (Schilder, 1974).

El tratamiento de conductos se realiza por varias razones:

- 1) Cuando hay una caries que agredió a la pulpa dentaria.
- 2) Cuando hay un trauma severo que ocasionó inflamación irreversible o muerte pulpar.
- 3) En caso de abscesos alveolares, granulomas periapicales o quistes periapicales.
- 4) Por razones protésicas cuando se trata de un diente con estructura coronaria deficiente para ser restaurado.

En cualquier caso, el diagnóstico es indispensable para poder realmente estar seguros cuando es necesario un tratamiento de conductos y no dejarse llevar por la primera impresión que resalta de la anamnesis del paciente (Cohen, 1999; Messer, 1999).

La comunicación entre la pulpa y el periodonto, mediante los canales laterales, se cree que es una posible vía para la entrada de bacterias a los canales de la raíz con pulpa necrótica (Tsang, 2005)

El principal factor etiológico de la enfermedad endodóntica es de origen bacteriano, fundamentalmente comienza con el proceso carioso, caracterizado por la desmineralización del diente. Si el proceso carioso no es detenido a tiempo se agrede al paquete vasculonervioso (Cohen, 1999).

Cuando la pulpa dental se expone a iatrogenias, desgaste de los dientes, preparaciones protésicas o fracturas traumáticas, las bacterias de la cavidad oral pueden invadir y causar inflamación pulpar. Productos tóxicos del metabolismo de estas bacterias se cree que son las responsables de tales reacciones inflamatorias y posterior desintegración e infección del espacio pulpar. Si la infección persiste en el canal y la inflamación continua, el área periapical se puede ver afectada y ello conduce a la pérdida de hueso (Tsang, 2005).

Los dientes con lesiones periapicales de origen endodóntico pueden dividirse en dos grupos principales: los dientes con necrosis pulpar o infecciones primarias y los dientes con

fracaso del tratamiento del conducto radicular. En los casos de problemas endodónticos por infección primaria, la flora está compuesta principalmente por microorganismos anaerobios. En tales casos, la colocación de un apósito de hidróxido de calcio al menos una semana, ha demostrado ser eficaz para eliminar las bacterias mejor que todos los demás medicamentos intracanal y se ha recomendado para el tratamiento de periodontitis apical en dientes con pulpas necróticas. Sin embargo, en los casos de fracaso de tratamiento endodóntico, la flora intraconducto es diferente, y por tanto microorganismos anaerobios facultativos han de dominar. En adición, las levaduras se han asociado con fracasos endodónticos (Haenni, 2003).

El cuadro clínico y la gravedad de la infección estarán relacionados con la interacción entre la microbiota presente en los conductos radiculares y la cámara pulpar tras la invasión bacteriana y la respuesta defensiva del hospedador. La agresión bacteriana del tejido pulpar es responsable de la aparición de un proceso inflamatorio, que dependerá de los factores de virulencia que afectan la colonización y la capacidad de producir daño (Liébana, 2002).

Una variedad de medicamentos intracanal se pueden utilizar para desinfectar las paredes dentinarias del conducto radicular. Se han demostrado, en pruebas *in vitro*, que las bacterias mueren cuando están en contacto directo a bajas concentraciones de algunos medicamentos. Sin embargo, los medicamentos intracanal, tal como el hidróxido de calcio, tienen una capacidad limitada para penetrar y desinfectar los túbulos dentinarios (Fuss, 2002).

El papel del hidróxido de calcio en endodoncia incluye su propiedad para inducir la formación de tejido duro, su incidencia para causar oclusión intratubular, sus acciones antibacterianas y su capacidad de disolución tisular (Silva-Herzog, 2003).

Curiosamente, el hidróxido de calcio ha demostrado ser ineficaz para matar a dos anaerobios facultativos, como el *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans* y a las levaduras, mientras que otros medicamentos o soluciones de irrigación han demostrado ser más efectivos contra este tipo de microbiota. Por ello, se ha sugerido que el hidróxido de calcio debe ser mezclado con yodo yoduro potásico, clorhexidina o hipoclorito de sodio, con el fin de obtener un antimicrobiano de amplio espectro para ser efectivo por más tiempo. Cuando se utiliza como un apósito intracanal, mezclado con agua o solución salina

presenta consistencia pastosa en un aumento de pH en la dentina radialmente disminuyendo con el tiempo, hasta un estado de equilibrio. Los álcalis tienen un llamativo efecto destructivo sobre las membranas celulares, específicamente sobre las proteínas de las mismas, estas propiedades están directamente relacionados a su pH (Haenni, 2003).

El hidróxido de calcio tiene un efecto antimicrobiano de larga duración en el espacio del conducto radicular debido a su elevado pH; sin embargo, el hidróxido de calcio tiene una solubilidad pobre y su efecto bactericida sobre la penetración en los túbulos dentinarios es insatisfactorio (Fuss, 2002).

La efectividad antimicrobiana del hidróxido de calcio se basa en su capacidad de liberar iones OH (Haenni, 2003).

Para lograr un aumento de pH dentro de toda la raíz, la pasta de hidróxido de calcio tiene que ser administrado durante al menos 1 semana (Barthel, 2002).

El hidróxido de calcio tiene ventajas adicionales de desintoxicación inflamatoria, al ser menos tóxico para las células humanas y estimular los mecanismos locales de reparación (Podbielski, 2003).

El éxito del hidróxido de calcio como un medicamento intraconducto es debido a su efecto iónico, observado por la disociación química en iones hidroxilo y calcio, y a su acción sobre los tejidos y microorganismos. Su capacidad para estimular la reparación tisular a través de la inducción de la mineralización confirma la acción biológica del hidróxido de calcio. El posible efecto terapéutico de los iones calcio no se comprende tan bien, pero al parecer ejercería un efecto estimulante sobre ciertas fosfatasas alcalinas, que son enzimas vinculadas con la formación de tejidos duros. También es posible que los iones calcio tengan un efecto benéfico sobre la respuesta inmunitaria local (Silva-Herzog, 2003).

## **Microbiología**

La microflora oral es un ecosistema complejo que contiene diversas especies bacterianas. La boca es colonizada por bacterias antes de la erupción de los dientes, esto es al momento de pasar el canal vaginal. Con la erupción de la dentición se desarrolla, en las superficies del esmalte, una película casi invisible compuesta principalmente de glicoproteína salival, en la cual comienza la agregación bacteriana, generando lo que conocemos como placa dental (Cohen, 2008).

En la cavidad oral se pueden aislar más de 500 especies de microorganismos; la mayoría corresponde a la microbiota transitoria, siendo como microbiota residente 20 especies, predominando Gram positivos, principalmente estreptococos del grupo viridans componiendo el 90% de la microbiota oral (Estrela, 2005).

Según Liébana, la causa más prevalente de infección de la pulpa dental es la comunicación con la dentina cariada a través de los túbulos dentinarios (Liébana, 2002).

La caries dental es una enfermedad multifactorial en la que influyen fundamentalmente tres factores: microorganismos orales, dieta y factores del huésped. Entre los factores del hospedador puede jugar un papel muy importante la respuesta inmune frente a los microorganismos causantes de la caries dental (Cohen, 2008).

La caries dental ocurre cuando los metabolitos ácidos del estreptococo disuelven la dentina. La disolución progresa a cavitación, y si no es tratada, a invasión de la pulpa dental, y de allí las bacterias pueden acceder a la circulación (Kukleva, 1998).

Si los microorganismos, sus toxinas u otros productos derivados del metabolismo celular ingresan al tejido pulpar, se producirá la inflamación de la pulpa llamada pulpitis. Ésta puede revertirse o no de acuerdo a la respuesta defensiva del hospedero y la capacidad infecciosa de las bacterias (Liébana, 2002).

La infección endodóntica es endógena y predominantemente polimicrobiana, y una posible correlación se ha propuesto entre la magnitud de la radiolucidez radiográfica y la cantidad y diversidad de los microorganismos. La microbiota intracanal se caracteriza también por las alteraciones cualitativas y cuantitativas que tienen lugar en respuesta a las condiciones

ecológicas en el canal de la raíz, incluyendo cambios en la disponibilidad de hidratos de carbono, proteínas, glicoproteínas, oxígeno y el potencial oxi-reductor. Por consiguiente, los microorganismos y la disponibilidad de nutrientes son los principales determinantes del desarrollo de la infección y su patogenicidad (Alves, 2006).

Los microorganismos desempeñan un papel esencial en la etiología y desarrollo de los procesos inflamatorios en los tejidos periapicales resultantes en la periodontitis apical. Aunque el tratamiento de endodoncia es exitoso en la mayoría de los casos, aproximadamente 10 por ciento de ellos fracasan. Investigaciones recientes, en las que se han combinado técnicas microbiológicas avanzadas con microscopio electrónico de luz, han demostrado que hay cuatro factores individuales o colectivos que contribuyen al fracaso endodóntico: la infección persistente dentro del conducto radicular, reacciones a cuerpos extraños que perjudican la salud del conducto, quistes verdaderos y la persistencia de la infección extrarradicular, es decir, en los tejidos periapicales que provoca una terapia endodóntica insuficiente (Sánchez, 2009).

Las bacterias gram positivas son más resistentes a los tratamientos antimicrobianos, y tienen la capacidad de adaptarse a las rigurosas condiciones ambientales que existen en conductos instrumentados y medicados (Torabinejad, 2010).

### **Streptococcus Mutans**

*Streptococcus mutans* es una bacteria Gram positiva, anaerobia facultativa que se encuentra normalmente en la cavidad bucal humana, formando parte de la placa bacteriana o biofilm dental. Se asocia al inicio y desarrollo de la caries dental. Es acidófilo porque vive en medio con pH bajo, acidogénico por metabolizar los azúcares a ácidos y acidúrico por sintetizar ácidos a pesar de encontrarse en un medio de tales condiciones (Clarke, 1924).

Cronológicamente, las bacterias sacarolíticas de crecimiento rápido utilizan los glúcidos de origen sérico como el elemento nutritivo más importante, liberando de su metabolismo ácido láctico y fórmico. En estadios más avanzados de la inflamación pulpar, la hidrólisis proteica posibilita el metabolismo de péptidos y aminoácidos por bacterias anaerobias. Al

agotarse los glúcidos séricos, la metabolización de aminoácidos es la única fuente energética disponible y utilizada por bacterias anaerobias de los géneros *Porphyromonas*, *Prevotella*, *Fusobacterium*, *Eubacterium* y *Peptostreptococcus* (Canalda, 2001).

Los microorganismos aislados más frecuentemente en infecciones de pulpa vital son: *Staphylococcus aureus*, *Streptococos* orales y *Peptostreptococcus* (Liébana, 2002).

En las cámaras abiertas hay aproximadamente entre 25-30% de organismos anaerobios, 50% de estreptococos del grupo viridans (Canalda, 2001).

El grupo de *Streptococos viridans* conforma un grupo heterogéneo de estreptococos alfa-hemolíticos y no hemolíticos. El nombre se deriva de *viridis* (del latín verde) un reflejo de la producción de un pigmento verde en los medios de agar sangre por muchas de estas bacterias (Murray, 2009).

Los estreptococos del grupo viridans (SGV) son habitantes normales de la mucosa oral, respiratoria y gastrointestinal de los mamíferos y del tracto genital en la mujer, donde juegan un papel importante en la prevención de la colonización de patógenos potenciales. Es conocido que diversos microorganismos de este grupo, como *Streptococcus mutans*, tiene la capacidad de producir dextranos extracelulares que actúan como mediadores en los mecanismos de fijación, favoreciendo el establecimiento de nichos en diferentes superficies como los dientes (Ruoff, 1999).

Deng y col. Concluyeron que la presencia de *Streptococcus mutans* tiene un efecto marcado en el modo de crecimiento del biofilm de *E. faecalis* (Deng, 2009).

La transformación anaerobia de la microflora se establece porque la destrucción del tejido conjuntivo por bacterias aerobias y anaerobias facultativas da origen a nutrientes utilizados en el metabolismo de las bacterias estrictamente anaerobias y así sucesivamente; unas bacterias son capaces de aprovechar los metabolitos producidos por otras (Canalda, 2001).

Las interacciones de sinergismos comprenden una cadena de reacciones en que un microorganismo a través de su metabolismo, proporciona la fuente de un nutriente esencial que es requerida, pero no sintetizada por otro miembro de la población, estableciendo la vía

de unión entre el alimentador primario o sintetizador y el alimentador secundario o consumidor (Sundqvist, 1992).

*Streptococcus mutans* es el microorganismo cariogénico más estudiado y presenta varios componentes en su pared celular que pueden estimular la respuesta inmune en el hospedador, como son los glucanos, ácidos lipoteicoicos, glucosil transferasa, polisacárido C y las proteínas I, II, III, IV. Todas las cepas aisladas fermentan la glucosa, lactosa, manitol, y fructosa con la producción de ácido, capaz de disminuir el pH de 7 a 4.2 (Shigeyuki, 1980).

El *Streptococcus mutans* se considera el más cariogénico de todos los estreptococos orales; su genoma es UA159, el cual nos permite una mayor comprensión de como se ha adaptado a sobrevivir en el medio oral a través de recursos de defensa contra el huésped y del uso de productos genéticos que mantienen su nicho frente a las bacterias competidoras. El *Streptococcus mutans* metaboliza una amplia variedad de hidratos de carbono con lo cuales da lugar a la producción de ácido láctico, que a su vez desmineraliza el esmalte dentario para provocar la caries dental. La caries dental es una de las enfermedades infecciosas que afligen más a los seres humanos y que es aliviada con tratamientos invasivos de la pulpa dentaria o la extracción del órgano dental. Aunque se han asociados más de 200 especies bacterianas con la placa dental, solo el *Streptococcus mutans* se ha vinculado consistentemente con el desarrollo de la caries dental (Dragana, 2002).

Fundamentalmente la caries dental es el factor etiológico de la enfermedad endodóntica, debido a que la caries dental se caracteriza por la desmineralización de la porción inorgánica y la destrucción de la porción orgánica del diente, si el proceso carioso no es detenido a tiempo, los productos del metabolismo del *Streptococcus mutans* va a dañar el paquete vasculonervioso causando desde un fenómeno hiperreactivo hasta necrosis pulpar con o sin infección apical (Sánchez, 2009).

Entre los factores de virulencia, principalmente el ácido lipoteicoico que se encuentra dentro de la pared celular de Gram positivos, induce una respuesta inflamatoria al primer contacto con las células del huésped (Lee, 2012).

## **Irrigación**

Un objetivo importante de la terapia endodóntica es proporcionar la descontaminación completa del conducto radicular. La antisepsia del conducto se intenta por medio de una serie de etapas secuenciales de primordial importancia, entre las cuales la instrumentación mecánica y la irrigación química durante la limpieza son consideradas las más notables (Chaves, 2006).

Los estudios han demostrado que la instrumentación mecánica no puede proporcionar suficiente desinfección de los conductos radiculares; se necesitan irrigantes para eliminar los microorganismos. El irrigante ideal elimina las bacterias, disuelve el tejido necrótico, lubrica el conducto, elimina la capa de barrillo dentinario y no irrita a los tejidos sanos (Cohen 2008).

La limpieza y desinfección de las paredes de los conductos, y de todos los conductos laterales y accesorios, que se presentan frecuentemente en la zona apical, es una tarea reservada a la irrigación (Canalda, 2001).

La irrigación consiste en el lavado y aspiración de todos los restos que puedan estar contenidos en la cámara pulpar y conducto radicular (Estrela, 2002).

El objetivo de la irrigación es la limpieza del conducto y la lubricación de los instrumentos (Cohen, 2008).

La limpieza del sistema endodóntico no siempre es eficaz, especialmente en los conductos radiculares aplanados o cuando el canal no permite la acción de los instrumentos. Por lo anterior, las soluciones químicas son de importancia fundamental durante la preparación quimio-mecánica para la eliminación o inhibición de las bacterias presentes en el conducto (Baratto-Filho, 2004).

La efectividad de la irrigación depende del volumen de solución utilizado y de su composición química (Canalda, 2001).

La eficacia de la irrigación está influenciada por factores tales como el diámetro de la aguja de irrigación, la profundidad que alcanza dentro del conducto radicular, el diámetro final de

la raíz ampliada, la viscosidad de la solución de irrigación, la velocidad del irrigante en la punta de la aguja e incluso la orientación del bisel en la aguja (Hsieh, 2007).

La eliminación de los residuos del conducto radicular parece estar más relacionada con el diámetro del conducto que con el tipo de solución empleada (Ingle, 1987).

La técnica de irrigación es sencilla. Se deben llevar las soluciones a la zona más apical del conducto y al mismo tiempo aspirar con una cánula de diámetro moderado para ejercer el efecto de succión cerca de la entrada de los conductos (Canalda, 2001).

La fuerza mecánica de riego puede eliminar los restos necróticos, materias extrañas y bacterias. Las bacterias tienen muchas estructuras llamadas adhesinas que se unen a diferentes receptores que se encuentran en los tejidos específicos del huésped. Las cápsulas bacterianas ayudan a proporcionar una capa exterior para proteger a la célula bacteriana del espacio extracelular. Los agentes quelantes o divalentes cationes, como el calcio y el magnesio, afectarían a la adhesión bacteriana. El riesgo de infección es directamente proporcional al grado de contaminación bacteriana (Dass, 2009).

Las soluciones se introducen en jeringas de plástico. Las agujas se conectan a la jeringas mediante un mecanismo de rosca para evitar que se puedan desprender al presionar el émbolo. Se eligen agujas de calibre moderado 27 y 30 siendo las últimas las de elección en conductos curvos y estrechos. Las agujas se doblan para facilitar su introducción en los conductos, deben mantenerse de modo pasivo sin presionar las paredes del conducto para permitir el reflujo de la solución irrigadora y que esta no sea forzada a presión hacia el periapice, lo que podría causar complicaciones postoperatorias como reagudización de una infección o enfisema facial (Canalda, 2001).

Con la reducción del tiempo de trabajo lograda gracias a la llegada de las técnicas rotatorias para preparación del conducto radicular, el irrigante de elección debe ser uno que ejerza su actividad antimicrobiana rápidamente contra la mayoría de los microorganismos encontrados en los conductos y túbulos dentinarios. Por esta razón, es importante conocer tanto el tiempo requerido por un irrigante para matar a los microorganismos, así como el tiempo residual de actividad después de la preparación del conducto (Morgana, 2004).

Los objetivos de un irrigante son:

1. Limpieza o arrastre físico de trozos de pulpa, sangre líquida o coagulada, virutas de dentina, plasma, exudados, restos alimenticios, etc., con el fin de evitar el taponamiento del conducto.
2. Disolución de agentes orgánicos e inorgánicos del conducto radicular, incluyendo la capa de desechos que se producen en la superficie de la dentina por la acción de los instrumentos y se compacta al interior de los túbulos dentinarios.
3. Acción antiséptica o desinfectante y lubricante para evitar la ruptura de los instrumentos endodónticos.
4. Acción blanqueante, debido a la presencia de oxígeno liberado (Sánchez, 2009).

Es importante, para conseguir los objetivos de la irrigación que la aguja acceda lo más cerca posible de la zona apical; de esta forma se producirá una presión positiva en dicha zona y negativa en la corona al aplicar una cánula de aspiración, lo cual producirá una corriente de las sustancias irrigadoras que arrastrarán las partículas de la dentina que produce la instrumentación; es significativo, por consiguiente, irrigar abundantemente (Canalda, 2001).

Por desgracia, las soluciones para irrigación no son igualmente eficaces para los tres tipos de tejido: vivo, desvitalizado y fijado (Ingle, 1987).

El éxito del tratamiento de conductos es dependiente de la eliminación de las bacterias del conducto radicular. Es ampliamente aceptado que las bacterias que invaden los túbulos dentinarios, el conducto radicular y sus ramificaciones, son responsables de la infección endodóntica persistente. La instrumentación mecánica y la irrigación son los principales métodos de eliminación de bacterias en el espacio radicular; la irrigación con agentes antibacterianos y la colocación de medicamento intracanal son esenciales para matar las bacterias en túbulos dentinarios infectados y en el conducto radicular (Fuss, 2002).

Muchos intentos se han hecho para encontrar irrigantes eficientes con una alta acción antimicrobiana y baja toxicidad (Randi, 2001).

Se han realizado diversos estudios en los cuales las consideraciones importantes fueron el volumen de solución empleado y el diámetro de la preparación, ya que las paredes más limpias se han obturado a nivel apical de 5 mm donde el diámetro es mayor y penetra mejor la solución de irrigación (Ingle, 1987).

En cualquier caso, la actividad antimicrobiana no es el único requisito para un irrigante endodóntico (Carson, 2005).

Es importante para conseguir los objetivos de la irrigación que la aguja acceda lo más cerca posible de la zona apical, de esta forma se producirá una presión positiva en dicha zona y negativa en la corona al aplicar una cánula de aspiración, lo cual producirá una corriente de las sustancias irrigadoras que arrastrarán las partículas de la dentina que produce la instrumentación., es importante por consiguiente irrigar abundantemente (Canalda, 2001).

### ➤ **Hipoclorito de Sodio**

El uso del hipoclorito de sodio en odontología se inició en 1792 cuando fue producido por primera vez, mezclado con potasio y llamado Agua de Javele. Años más tarde Labarraque un químico francés lo obtuvo al 2.5% de cloro activo siendo utilizado por los soldados durante la primera guerra mundial, pero al observar una cicatrización retardada Dakin propuso en 1915 diluir la solución hasta la concentración del 0.5% y fue utilizada para la misma finalidad pero con mejores resultados (Estrela, 2005).

El NaOCl es un compuesto halogenado altamente cáustico, con un pH de entre 11 y 12.9, lo que explica el daño severo que produce a nivel tisular; estudios in vitro han demostrado una extrema citotoxicidad, causada primariamente por la oxidación de proteínas; se ha reportado una marcada injuria celular en células endoteliales y fibroblastos, e inhibición de la migración de neutrófilos. En modelos in vivo en animales, se observó el desarrollo de una inflamación de moderada a severa y una reacción a cuerpo extraño. La toxicidad tisular del NaOCl depende de la concentración de la solución, de la respuesta del huésped y también de la vía de entrada al organismo; no producen el mismo daño el contacto superficial con la mucosa, la extravasación a través del ápice o la aplicación intersticial. Las

complicaciones y hallazgos clínicos registrados en esos accidentes fueron gusto a cloro, sensación de quemadura, dolor severo, marcado edema de rápido desarrollo, hemorragias, hematomas, necrosis, úlceras, parestesia, alteraciones oculares, cicatrices contráctiles, trismus, infección secundaria y abscesos (Juárez, 2001).

El hipoclorito de sodio no se presenta en forma de polvo, solamente en solución acuosa, manteniendo un equilibrio químico dinámico y presentándose como una sal no disociada.



La efectividad antimicrobiana del hipoclorito de sodio corresponde a su elevado pH, el cual, interfiere con la integridad de la membrana citoplasmática y promueve alteraciones biosintéticas inhibiendo las enzimas contenidas de manera irreversible. Con la formación de las cloraminas se interfiere en el metabolismo celular, con la oxidación irreversible del grupo sulfhidrilo de las enzimas bacteriana y la degradación de ácidos grasos y fosfolípidos por el proceso de peroxidación lipídica (Estrela, 2005).

La temperatura del hipoclorito de sodio así como su concentración, pueden afectar la eficacia de la solución. Se ha demostrado que el NaOCl a 37°C fue igualmente eficaz al 5.25% y al 2.6%, sin embargo, a temperatura ambiente (21°C) la solución al 2.6% es menos eficaz (Ingle, 1987).

El hipoclorito de sodio al 5% debe almacenarse en envase de vidrio color ámbar bien sellado, ya que la pérdida de cloro activo es directamente proporcional al tiempo que se mantiene expuesto al ambiente independientemente de las condiciones de temperatura (Estrela, 2005).

Entre las soluciones químicas utilizadas actualmente en endodoncia, el hipoclorito de sodio (NaOCl) a diferentes concentraciones es el más común y es aceptado en todo el mundo por sus propiedades que contribuyen al eficaz desbridamiento quimio-mecánico del sistema de conductos radiculares. El NaOCl actúa como un lubricante para la instrumentación y puede ayudar a que salga la suciedad suelta de los conductos radiculares, antes y durante la instrumentación debido a que disuelve el tejido vital y no vital y tiene acción antibacteriana (Baratto-Filho, 2004).

La lejía doméstica disponible comercialmente contiene NaOCl al 5.25%, tiene un pH alcalino de 12 a 13 y es hipertónica. Algunos autores recomiendan la dilución del NaOCl comercial con bicarbonato al 1% en lugar de agua para ajustar el pH a un nivel inferior (Cohen, 2008).

Para que las soluciones de hipoclorito de sodio puedan ejercer su total efectividad, es necesario que la concentración sea lo más fiel posible a la que está indicada por el fabricante en la etiqueta. Algunos factores como el pH de la solución, el tono de cloro, el almacenamiento y la temperatura, pueden afectar considerablemente la estabilidad de la solución (Estrela, 2005).

La acción bactericida y de disolución de tejidos del hipoclorito de sodio, pueden ser modificadas por tres factores: concentración, temperatura y pH de la solución (Balandrano, 2007).

Se ha demostrado en diversos estudios que al disminuir la concentración del hipoclorito de sodio también se reduce la capacidad de disolver tejido necrótico, no siendo así para su efectividad antimicrobiana, puesto que sigue siendo la misma (Carson, 2005).

Las soluciones de hipoclorito de sódico por sí solas no son capaces de eliminar todas las bacterias del interior del conducto, por lo que deben complementarse con preparados capaces de eliminar la capa residual e incrementar, al mismo tiempo, su eficacia contras las bacterias del conducto radicular (Ingle, 1987).

El NaOCl solo proporciona una mínima eliminación de la dentina; por lo que algunos expertos recomiendan el uso simultáneo de sustancia desmineralizantes para potenciar la limpieza de las áreas difíciles de alcanzar, como los túbulos dentinarios y los canales laterales (Cohen, 2008).

La irrigación de conductos con hipoclorito de sodio, en diferentes concentraciones, debe ser abundante para obtenerse el máximo efecto (Estrela, 2005).

Al disminuir el pH del hipoclorito de sodio de 11.6 a 9, con el consecuente cambio en el equilibrio químico con la formación de ácido hipocloroso, disminuye la velocidad de disolución de tejidos en un rango importante (Balandrano, 2007).

Cuanto mayor la disponibilidad de iones hidroxilo, mayor la velocidad de disolución pulpar, presentando reducción de la tensión superficial por saponificación de las grasas y un mayor porcentaje de cloro remanente (Estrela, 2005).

Las acciones del hipoclorito de sodio operan mediante tres mecanismos:

a) Saponificación, actúa como un solvente orgánico que degrada los ácidos grasos hacia sales ácidas grasosas (jabón) y glicerol (alcohol), reduce la tensión superficial de la solución remanente.

b) Neutralización, donde el hipoclorito de sodio neutraliza aminoácidos formando agua y sal, y degrada los ácidos grasos.

c) Cloraminación. La reacción entre el cloro y el grupo amino forma cloraminas que interfieren en el metabolismo celular; con la salida de iones hidroxilo ocurre la reducción del pH de la solución remanente; el ácido hipocloroso en contacto con la materia orgánica, actúa como solvente, libera cloro naciente que, en contacto con las proteínas del grupo amina, forma las cloraminas; el cloro posee una acción antimicrobiana inhibiendo enzimas esenciales de las bacterias por medio de oxidación (Estrela, 2005).

La actividad antimicrobiana está relacionada con sitios enzimáticos específicos de las bacterias para promover la inactivación de los iones hidroxilo de manera irreversible. El hipoclorito promueve alteraciones biosintéticas en el metabolismo celular, destruye los fosfolípidos de la membrana y con la formación de cloraminas interfiere en el metabolismo celular. La disolución orgánica se puede observar en la reacción de saponificación, cuando el hipoclorito de sodio destruye los lípidos y los ácidos grasos dando lugar a jabón y glicerol (Pécora, 2003).

### ➤ **Clorhexidina**

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, no tiene la capacidad de disolver tejidos (Balandrano, 2007).

El gluconato de clorhexidina es un bisguanida catiónico que parece actuar por adsorción sobre la pared celular del microorganismo provocando fugas de los componentes intracelulares. A bajas concentraciones de clorhexidina, pequeñas sustancias de peso molecular se escapará, resultando en un efecto bacteriostático. A mayores concentraciones tiene un efecto bactericida debido a la precipitación y / o coagulación del citoplasma, probablemente causada por reticulación de proteínas (Randi, 2001).

La clorhexidina se utiliza ampliamente como enjuague bucal en la prevención y tratamiento de la enfermedad periodontal y la caries dental, y se ha sugerido como una irrigación intracanal en la terapia endodóntica (Morgana, 2004).

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% (Balandrano, 2007).

Tiene un componente molecular catiónico que se adhiere a las áreas de la membrana celular con carga negativa y causa lisis celular (Cohen, 2008).

Debido a las propiedades catiónicas de la clorhexidina, esta se une a la hidroxiapatita del esmalte dental, a la película de la superficie de diente, a proteínas salivales, 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. La clorhexidina posee un amplio espectro antibacteriano residual hasta por 168 horas posteriores a su aplicación (Balandro, 2007).

Varios investigadores han señalado al gluconato de clorhexidina como un medicamento antibacteriano eficaz para su uso en endodoncia. El gluconato de clorhexidina, es un agente antimicrobiano de amplio espectro que puede ser utilizado con éxito, ya sea como un irrigante o un medicamento intraconducto, debido a que desinfecta los túbulos dentinarios y se adsorbe en la dentina del conducto radicular. Los estudios han revelado que, como

resultado de tales propiedades, la dentina radicular tratada con clorhexidina parece adquirir sustentividad antimicrobiana. Además, la clorhexidina se informa que es relativamente no tóxica para los tejidos periapicales y, por lo tanto, puede ser indicada como una opción fiable para pacientes alérgicos al hipoclorito de sodio (Chaves, 2006).

Como irrigante posible para la irrigación final puede ser el gluconato de clorhexidina, debido a que posee la habilidad de sostener la actividad antimicrobiana hasta 21 días, que puede ser el tiempo necesario para matar las bacterias que penetran 382 micras de los túbulos. También se ha demostrado poseer sustentividad con el beneficio añadido de evitar la posible secuela negativa biológica de los antibióticos, es decir, presentar reacciones de hipersensibilidad o el desarrollo de resistencia por parte de las bacterias. A pesar de sus propiedades antibacterianas, la clorhexidina no ha demostrado disolver el tejido en el sistema de conductos radiculares (Carson, 2005).

Algunos autores recomiendan irrigar con hipoclorito de sodio y al final utilizar la clorhexidina, con el fin de aprovechar la propiedad de liberación gradual de esta última; el inconveniente es que si se mezclan adquieren un color oscuro que puede pigmentar la dentina (Balandrano, 2007).

Se sabe que la clorhexidina se une a los tejidos duros del diente y que tiene un cierto efecto residual. Aunque no es capaz de neutralizar la endotoxina bacteriana, es capaz de eliminar las bacterias gram-negativas y gram positivas (Barthel, 2002).

Su acción es el resultado de la absorción de clorhexidina dentro de la pared celular de los microorganismos produciendo filtración de los componentes intracelulares; también daña las barreras de permeabilidad en la pared celular, originando 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 proteica en el citoplasma bacteriano, inactivando sus procesos reproductivos y vitales (Balandrano, 2007).

El gluconato de clorhexidina se ha usado en endodoncia como solución irrigante, pero siempre en forma líquida. El gel sólo se ha evaluado como medicación intracanal, lo que demuestra buen rendimiento; ha sido utilizado como irrigante, pero debido a su baja

solubilidad en agua deja residuos sobre las paredes de la dentina que dañan la obturación definitiva del sistema de conductos radiculares (Randi, 2001).

La formulación de gel, que es más difícil de mezclar, impide el contacto directo entre las células bacterianas por lo que requiere un tiempo más largo para actuar en contra de los microorganismos (Morgana, 2004).

Simoës y colaboradores estudiaron, in vivo, la actividad antimicrobiana del gluconato de clorhexidina al 2% en 22 canales radiculares de incisivos y molares con necrosis pulpar y reacción periapical; posterior a la apertura coronaria, las muestras microbiológicas fueron colectadas y colocadas en medio de transporte reducido, siendo posteriormente procesadas; simultáneamente, los canales radiculares fueron preparados utilizándose la solución irrigante. Una nueva colecta de muestra fue hecha después del secado de los canales radiculares y los dientes fueron temporalmente sellados. Luego de 48 horas, se colectaron nuevas muestras que fueron procesadas. Los resultados indicaron significativa reducción de los microorganismos anaeróbicos y completa eliminación de *Streptococcus mutans* (Simoës, 1994).

En un estudio llevado a cabo en el 2004, Morgana y colaboradores, demostraron que el gel de gluconato de clorhexidina al 2% elimina microorganismos aerobios y bacterias anaerobias facultativas en tan sólo 22 segundos; aunque en concentraciones al 0.2% puede llevar 2 horas en destruirlas, mientras que con una solución líquida de clorhexidina en todas las concentraciones (0.2% - 2%) llega a matar todo tipo de vida bacteriana en 30 segundos. El gluconato de clorhexidina ha sido recomendado como una alternativa de irrigante, especialmente en casos de ápice abierto, debido a su biocompatibilidad, o en casos de alergias relacionadas con soluciones blanqueadoras. El efecto antimicrobiano de la clorhexidina está relacionado con la molécula catiónica, la unión a las paredes celulares bacterianas cargadas negativamente, alterando así el equilibrio osmótico bacteriano (Morgana, 2004).

El gluconato de clorhexidina en gel se ha utilizado ampliamente en odontología, mostrando buenos resultados en el control de la caries mediante la reducción de *Streptococcus mutans* y especies de *Lactobacillus*, y como una ayuda en la terapia periodontal mediante el control

de bacterias gram-positivas y gram-negativas. En endodoncia la aplicación de Chlorhexidina en forma de gel ya se ha sugerido, pero sólo como una medicación intracanal. El gluconato de clorhexidina ha sido recomendado como un tratamiento de conducto irrigante y muchos estudios han demostrado su amplio espectro de acción antimicrobiana, sustentividad y bajo grado de toxicidad; sin embargo, la incapacidad de la clorhexidina para disolver pulpa ha sido un problema (Randi, 2001).

### ➤ **Microdacyn 60**

Microdacyn 60-Oculus es una solución de superoxidación y pH neutro que se produce a través de la electrólisis de agua y cloruro de sodio en celdas de tres cámaras. Esta innovadora tecnología que produce la primera solución de superoxidación estable en el mercado, fue desarrollada por Oculus Innovative Sciences en Petaluma, CA. Durante el proceso de electrólisis, las moléculas son disgregadas y se seleccionan las especies reactivas de cloro y oxígeno activas que componen Microcyn 60-Oculus. El producto final es una solución de superoxidación con una vida de anaquel prolongada >12 meses con potente actividad antimicrobiana (Oculus, 2000).

El agua purificada y la sal (NaCl) son los únicos materiales que se incluyen en el proceso de producción del Microdacyn. El resultado final de este proceso es agua altamente oxidada, con pH neutral (7.2 - 7.6), con cantidades controladas de iones de radicales libres (Sánchez, 2009).

El cloro y el oxígeno de Microdacyn son las sustancias reactivas capaces de desnaturalizar proteínas de la pared bacteriana y de las cápsidas virales, es decir, alteran las funciones básicas de los microorganismos en los cuales se da lugar a un choque osmótico que termina por destruirlos (Martínez-Munive et. al, 2005).

Para que un microorganismo pueda ser destruido en su totalidad, debe ser sometido a la acción de Microdacyn; el tiempo para eliminarlo puede variar por la misma composición de la bacteria, del grado de infección, de la presencia de materia orgánica contaminante, de

la accesibilidad del Microdacyn al tejido, del volumen usado y del tiempo de exposición (Oculus, 2000).

En microscopía de contraste de fases, se ha demostrado que el volumen de las bacterias expuestas a Microdacyn disminuye notablemente en menos de 60 segundos, quedando solo detritus en los primeros 5 minutos de exposición (Martínez-Munive et. al, 2005).

La acción bactericida de Microdacyn se logra en tal sólo un minuto y la desinfección de alto nivel en 15 minutos; esto es en esporas que son las bacterias vegetativas con mayor resistencia al ataque antimicrobiano, pero pueden eliminarse con Microdacyn (Oculus, 2000)

Ofrece un tiempo de antisepsia de alto nivel en 60 segundos eliminando una gran variedad de bacterias gram+ y gram-, y en 15 minutos una esterilización completa eliminando virus, hongos y esporas. Dentro de los estudios odontológicos del uso del Microdacyn se ha reportado que tiene buenos resultados en la esterilización y lavado de instrumental, utilizando el lavado ultrasónico; se reporta también el uso de Microdacyn como colutorio en periodoncia con magníficos resultados, además no causa irritación y su uso como agente irrigante de canales radiculares con magníficos resultados (Sánchez, 2009).

Microdacyn 60-Oculus también ha sido usado para el tratamiento de lesiones bucofaríngeas. Colutorios por dos minutos con un volumen total de 50 ml tres o cuatro veces al día, suelen ser útiles para la mayoría de procesos inflamatorios o infecciosos de la boca y dientes como, pero no exclusivamente, aftas, candidiasis oral, estomatitis post-quimioterapia, herpes, gingivitis, periodontitis, halitosis, faringitis, y abscesos (Oculus, 2000).

Microcyn 60-Oculus ha sido útil también en cirugías maxilofaciales y dentales, para la prevención y tratamiento de infecciones, así como tratamiento preparatorio con colutorios de 2 minutos, 2 veces al día, 2 a 3 días previos a la cirugía o procedimiento odontológico, como tratamiento posoperatorio, bajo las mismas indicaciones, hasta que haya una resolución completa del cuadro inflamatorio, y como enjuague bucal durante procedimientos dentales, incluyendo su infiltración en el canal radicular en endodoncias (Oculus, 2000).

### III. METODOLOGÍA

El estudio experimental y longitudinal que aquí se presenta, se realizó mediante el cultivo de *Streptococcus mutans* para determinar la efectividad de tres sustancias antibacterianas así como de la solución salina utilizada como control positivo.

#### **Streptococcus Mutans**

El microorganismo estudiado fue el *Streptococcus mutans*, el cual fue aislado en infusión estéril de Cerebro-Corazón, medio de cultivo adecuado para bacterias anaerobias facultativas como los estreptococos. Es un medio rico en nutrientes, el cerebro de ternera y corazón vacuno son la fuente principal de macromoléculas, carbono, nitrógeno y vitaminas, con adición de 5% de sangre de oveja. La glucosa es el carbohidrato fermentable, el cloruro de sodio mantiene el balance osmótico y el fosfato disódico, contenido en la fórmula, otorga capacidad buffer.

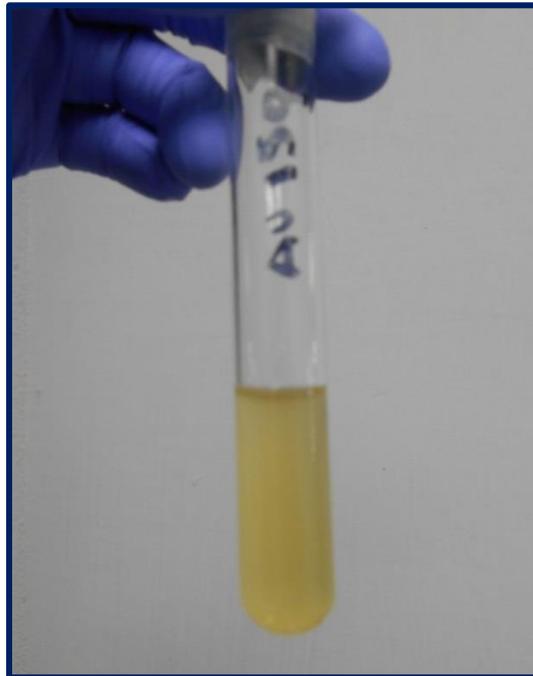


Figura 1. Medio de cultivo Cerebro-Corazón

## Método de preparación de Agar Sangre

El cultivo de la bacteria fue llevado a cabo en base de agar con 5% de sangre estéril de carnero desfibrinada. Para la elaboración de la base de agar se requirió suspender 40 g del polvo de agar en un litro de agua purificada.

Se mezcló homogéneamente mediante agitación constante sobre estufa hasta hervir durante un minuto, es decir, hasta la disolución completa del polvo; se selló el matraz con gasa, papel de estraza y cinta testigo, y se esterilizó a 121° C por 15 minutos.

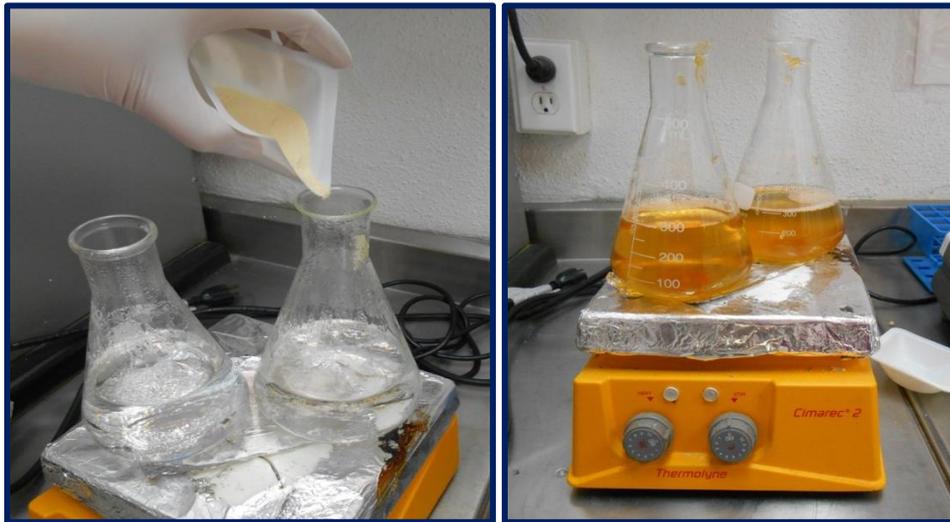


Figura 2. Preparación de la base agar. (A) Pesado del polvo agar y colocados sobre el agua purificada. (B) Agitación constante para mezcla homogénea.

Para la preparación de cajas Petri con agar sangre, se dejó enfriar la base a 45 -50°C en la campana de dispersión previamente desinfectada con alcohol al 96% en torunda de algodón, se adicionó 5% de sangre estéril desfibrinada dando lugar a una mezcla homogénea.

Posteriormente se colocaron 20 ml de agar en cada una de las cajas Petri.

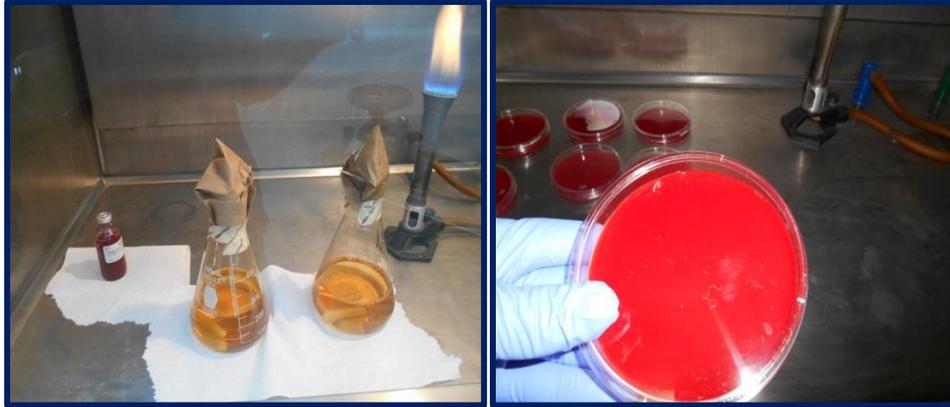


Figura 3. Preparación de cajas Petri con agar sangre.

### **Observación colonias de *Streptococcus Mutans***

Se tomó una muestra de *Streptococcus Mutans* contenida en tubo de ensayo y se extendió a manera de estrías mediante un asa de inoculación estéril sobre el agar sangre contenido en cajas Petri.



Figura 4. Asa de platino es llevada al rojo vivo antes de sembrar el *Streptococcus mutans*.

A las 24 horas de mantener las 33 cajas Petri en incubación, se observó reflejo de la producción de un pigmento verde en los medios de agar sangre, debido a la hemólisis parcial del *Streptococcus mutans*.



Figura 5. Crecimiento bacteriano a las 24 horas

#### **Colocación sensidiscos en placas de agar**

A las 24 horas de crecimiento bacteriano, se colocaron los sensidiscos previamente impregnados de 10µl medidos con micropipeta de NaOCl al 5.25% (concentración provista por el fabricante debido a que ha sido demostrada su efectividad desinfectante) y 2.62% (concentración utilizada clínicamente con resultados ideales para desinfección) Clorhexidina 2% (concentración de fabricación) y Microdacyn (agua superoxidada al 10% de NaCl), además de solución salina al 0.9% como control positivo.

Se utilizaron cajas Petri con divisiones, en cada una de las cuales se colocó un sensidiscos con determinado irrigante y en la parte central el sensidisco con solución salina.



Figura 6. Preparación de los sensidiscos colocando 10 $\mu$ m del irrigante.

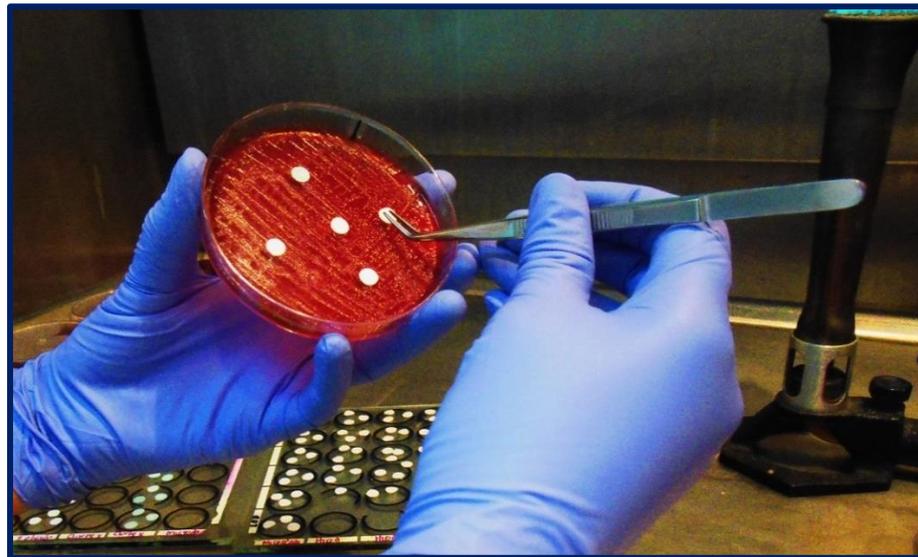


Figura 7. Colocación de los sensidiscos dentro de las cajas Petri

Todas las cajas Petri fueron colocadas en una incubadora a 37° C por 24 y 48 horas.

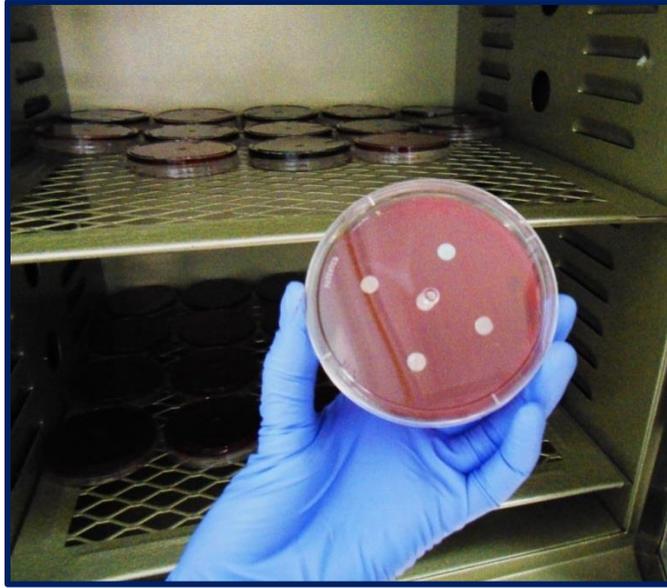


Figura 8. Se colocan las cajas dentro de la incubadora.

#### **IV. RESULTADOS**

##### **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

##### **Observación y medición halos de acción bactericida**

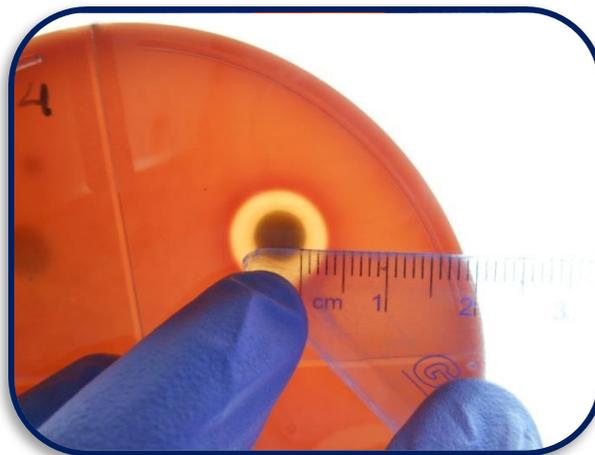


Figura 9. Medición halos de acción bactericida con regla milimétrica

A las 24 horas de haber colocado los sensidiscos con los diferentes irrigantes sobre las placas previamente sembradas con *S. mutans*, se observaron los halos de acción bactericida, sobre todo los originados en el sensidisco humedecido con clorhexidina, puesto que fueron los halos más nítidos en las 33 réplicas llevadas a cabo; éstos fueron medidos mediante una regla milimétrica; se cotejaron los resultados en Excel.

Solo la clorhexidina mostró efectividad con diversos tamaños de halos; el mayor porcentaje fue de 3 mm con un 39.4%.

Cuadro 1										
Presencia de halos de acción bactericida de irrigantes vs <i>S. mutans</i> a las 24/horas										
Tamaño del halo (mm)	Solución		Clorhexidina		Microdacyn		NaOCl 2.67%		NaOCl 5.25%	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
0	33	100	0	0	31	93.9	33	100	32	97
1	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0
1.5	0	0	3	9.1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	11	33.3	0	0	0	0	0	0
2.5	0	0	4	12.1	0	0	0	0	0	0
3	0	0	13	39.4	1	3	0	0	0	0
3.5	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	3	0	0	1	3
<b>Total</b>	33	100	33	100	33	100	33	100	33	100

Fuente: tomada de la hoja de recolección de datos

Grafica 1  
 Acción de los irrigantes a las  
 24 hrs sobre S. mutans

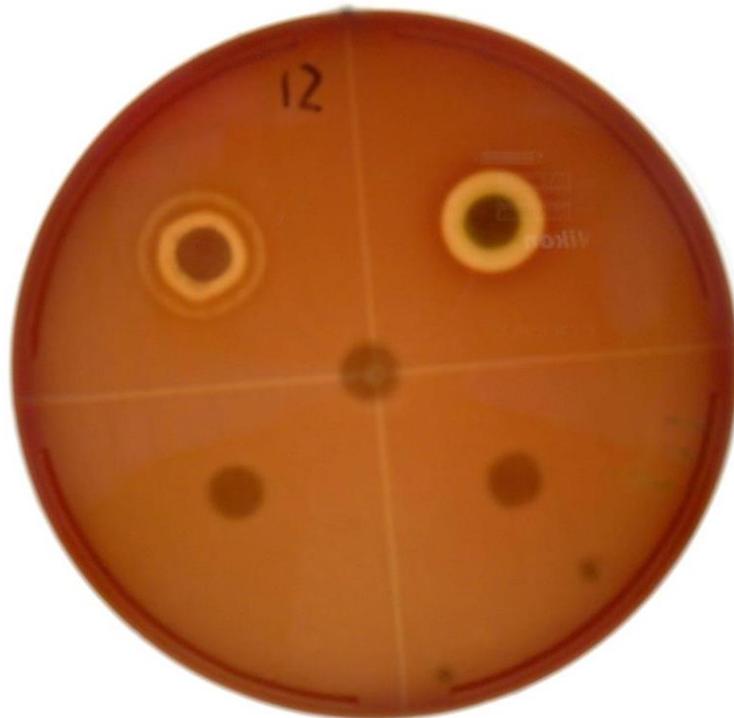
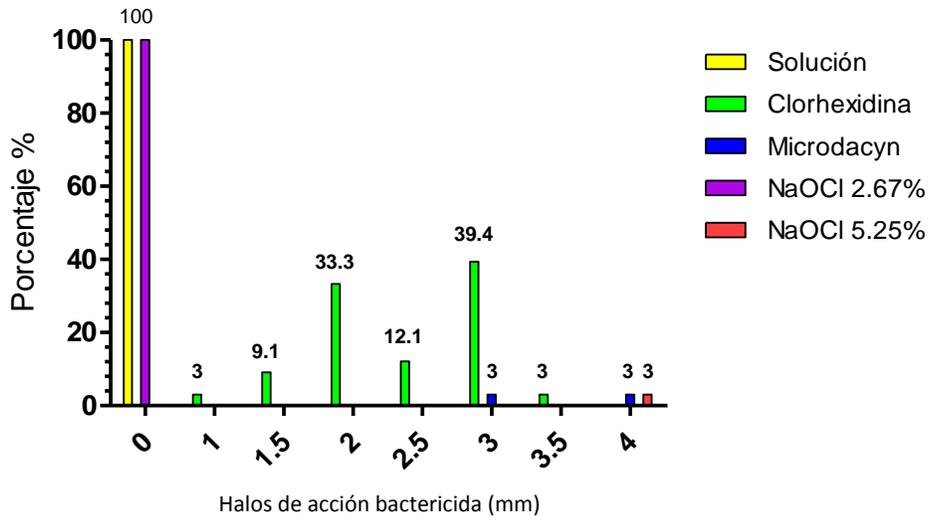


Figura 10. Halos de acción bactericida de Clorhexidina y Microdacyn 60.

A las 48 horas se puede observar la consistencia, por parte de la clorhexidina, con un 39.4% en cuanto a la acción bactericida contra el *S. mutans*, existe un aumento como se esperaba en el tamaño de los halos de acción bactericida ya que el 3% obtuvo 5 mm; sin embargo, con el NaOCl al 5.25% la máxima fue de 9 mm pero solo en una placa lo que equivale a un 3% y el 93.9% no presentó ningún halo de acción bactericida; cabe mencionar que el NaOCl al 2.67% no tuvo ninguna acción bactericida al no presentar halos en ninguna de las cajas sembradas; el comportamiento de la solución fue como se esperaba, negativa en todas las placas.

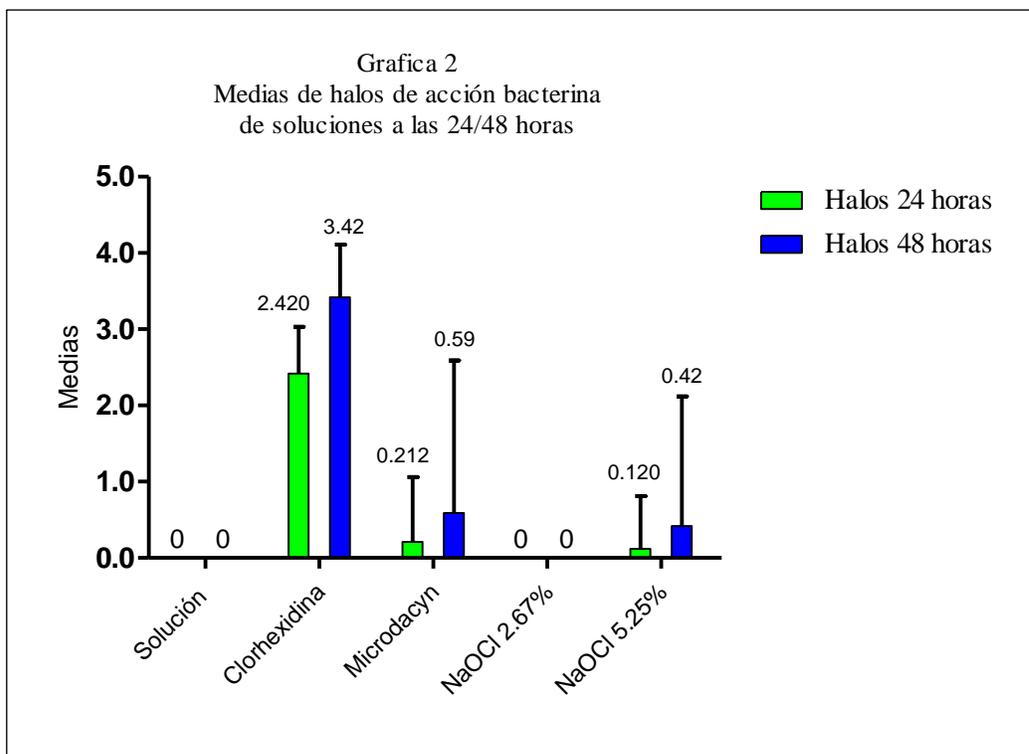
Cuadro 2										
Presencia de halos de acción bactericida de soluciones vs <i>S. Mutans</i> a las 48/horas										
Tamaño del halo (mm)	Solución		Clorhexidina		Microdacyn		NaOCl 2.67%		NaOCl 5.25%	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
0	33	100	0	0	30	90.9	33	100	31	93.9
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.5	0	0	0	6.1	0	0	0	0	0	0
3	0	0	13	39.4	0	0	0	0	0	0
3.5	0	0	5	15.2	1	3	0	0	0	0
4	0	0	9	27.3	0	0	0	0	0	0
4.5	0	0	2	6.1	0	0	0	0	0	0
5	0	0	1	3	0	0	0	0	1	3
8	0	0	0	0	2	6.1	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
<b>Total</b>	33	100	33	100	33	100	33	100	33	100

Fuente: tomada de la hoja de recolección de datos

En el cuadro No. 3 se comparan las medias de los irrigantes utilizados; como se puede observar, los valores de la clorhexidina se localizan por el resultado en la mitad de la curva de la gráfica y los valores del Microdacyn y NaOCl 5.25% se localizan hacia la izquierda de la gráfica, y fuera de ella, para la solución salina y NaOCl 2.67%, no hay valores.

Cuadro 3						
Presencia de halos de acción bactericida de soluciones vs S. Mutans a las 24/48 horas						
24 horas		Mínimo	Máximo	Media	Desv. Tip.	Varianza
Solución	33	0	0	0	0	0
Clorhexidina	33	1.0	3.5	2.424	.6139	.377
Microdacyn	33	0	4.0	.212	.8572	.735
NaOCl 2.67%	33	0	0	0	0	0
NaOCl 5.25%	33	0	4.0	.121	.6963	.485
48 horas						
Solución	33	0	0	0	0	0
Clorhexidina	33	1.5	5.0	3.424	.6973	.485
Microdacyn	33	0	8.0	.591	2.0057	4.023
NaOCl 2.67%	33	0	0	0	0	0
NaOCl 5.25%	33	0	9.0	.424	1.7683	3.127

Fuente: tomada de la hoja de recolección de datos



### Prueba exacta de Fisher

Al haber nulo o muy pocos halos de acción bactericida no resultó apropiado utilizar pruebas de t de student ni pruebas de ji-cuadrada. Por lo tanto se recurrió a utilizar la prueba exacta de Fisher. Para ello se acumularon los tratamientos sin halo y el control, comparándose con el tratamiento de mayor respuesta.

<b>Cuadro 4</b>				
<b>Cuantificación de la presencia de halos de acción bactericida</b>				
<b>Presencia de halo</b>	<b>de</b>	<b>Trt 1</b>	<b>Trt2</b>	<b>Suma</b>
<b>Si</b>		5	33	38
<b>No</b>		127	0	127
<b>Suma</b>		132	33	165

<b>Cuadro 5</b> <b>Total sumatorias halos de acción bactericida</b>		
	Total	Total!
<b>Suma1</b>	132	1.1182E+224
<b>Suma2</b>	33	8.68332E+36
<b>Suma3</b>	38	5.23023E+44
<b>Suma4</b>	127	3.0127E+213

<b>Cuadro 6</b> <b>Elementos con presencia y ausencia de halos de acción bactericida</b>		
<b>A</b>	5	120
<b>B</b>	127	3.0127E+213
<b>C</b>	33	8.68332E+36
<b>D</b>	0	1

<b>Cuadro 7</b> <b>Factorial total de replicas</b>
<b>n!</b>
<b>5.4239E+295</b>

<b>Cuadro 8</b> <b>Factorial de los todos los elementos</b>	
	<b>Productos</b>
	9.3187E+221
	2.8823E-177
	60233040
	3.0127E+213
<b>Suma productos</b>	4.8739E+266
<b>Probabilidad</b>	<b>8.98597E-30</b>

El resultado indica que la Clorhexidina resultó superior con un elevada significancia (p< .001)

## V. DISCUSIÓN

La selección del patógeno *Streptococcus mutans* se realizó debido a su persistente presencia en la cavidad bucal, así como en los conductos radiculares con patología pulpar. Es de suma importancia conocer que dicha bacteria anaerobia facultativa se encuentra sobre todo en el tercio cervical, pero además es quien inicia el metabolismo anaerobio, dando lugar a los sustratos necesarios e indispensables para la supervivencia de bacterias alojada en tercio apical, pues las bacterias anaerobias estrictas encontradas no presentan la capacidad de metabolizar carbohidratos para su crecimiento y reproducción. Los resultados obtenidos acerca de la efectividad del hipoclorito de sodio, clorhexidina y Microdacyn 60 contra *Streptococcus Mutans* han sido muy convincentes.

Este estudio mostró que clorhexidina al 2% tuvo significativamente mayor efectividad antimicrobiana contra el *Streptococcus mutans* que el hipoclorito al 2.62% y 5.25%, así como el Microdacyn 60, debido a que éste gram positivo tiene su blanco de acción sobre la pared celular así como en la membrana citoplásmica, generando fuga de los elementos celulares.

En un estudio realizado por Jeansonne y White (1994) consideraron como irrigantes endodónticos clorhexidina e hipoclorito de sodio en dientes extraídos con patología pulpar 24 horas post extracción, observaron menor crecimiento de microbiota endodóntica cuando fue utilizada la clorhexidina al 2% como irrigante principal en comparación con el hipoclorito de sodio al 5.25% (Jeansonne, 1994).

Para Estrela y colaboradores (2002) es importante tener conocimiento del mecanismo de acción del hipoclorito de sodio para ser utilizado como irrigante endodóntico, puesto que la elección de esta solución no debe ser de manera arbitraria, se debe contemplar que ésta solución destruye los fosfolípidos de membrana, degrada los ácidos grasos, da lugar a la formación de cloraminas así como la inactivación irreversible de las enzimas bacterianas (Estrela, 2002).

En otro estudio realizado se comparó la efectividad del hipoclorito de sodio al 2.5 % y 5% con el Microdacyn 60; éste no reportó ningún efecto bactericida contra las bacterias

causantes de los fracasos endodónticos como el *E. Fecalis* y *P. Aeruginosa* a diferencia del hipoclorito, que desde las 24 horas manifestó halos de acción bactericida.

Para el Dr. Miguel Ángel Flores el Microdacyn 60 es sumamente efectivo para desinfección y esterilización de instrumental, menciona que como irrigante pulpar se obtienen buenos resultados, mismos que no se han observado en este estudio, puesto que se presentaron halos de acción bactericida tan sólo en 2 cajas Petri sin presentar resultados significativos (Flores, 2003).

Los resultados obtenidos en este estudio con el Microdacyn 60 muestran que no tiene acción bactericida contra el *Streptococcus mutans* a las 24 y 48 horas.

En un estudio realizado por Eli Vianna Morgana y colaboradores (2004) evaluaron la efectividad del hipoclorito de sodio y clorhexidina en varias concentraciones contra *Candida albicans*, *Enterococcus Fecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Porphyromona endodontalis*, *gingivalis* y *Prevotella intermedia*, encontraron que el hipoclorito de sodio al 5.25% es igualmente efectivo para todas las cepas bacteriana con un tiempo de contacto de 15 segundos, a comparación de las demás soluciones, como en el caso de la clorhexidina al 0.2% en gel, que tardó 2 horas para destruir al *Enterococcus Fecalis* (Morgana, 2004).

## VI. CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación presentan una diferencia estadísticamente significativa para el uso de clorhexidina al 2% contra el *Streptococcus mutans*, puesto que ha presentado los halos de acción bactericida más nítidos y persistentes por 48 horas, en comparación con el hipoclorito de sodio al 5.25% que presentó en sólo 3% halos amorfos de acción bactericida con crecimiento bacteriano. En el caso del Microdacyn 60 presentó un 6.1% de efecto bactericida, manteniendo hasta por 48 halos amorfos con crecimiento bacteriano dentro de ellos, concluyendo que el Microdacyn 60 no es un buen candidato a ser usado como irrigante en la preparación de conductos. La clorhexidina es excelente irrigante para erradicar *Streptococcus mutans* del conducto radicular.

## I. BIBLIOGRAFÍA

- Alves Soares Janir, Donaldo Rosa Pires Júnior. 2006. Influence of Sodium Hypochlorite-Based Irrigants on the Susceptibility of Intracanal Microbiota to Biomechanical Preparation. *Braz Dent J* 17(4): 310-316.
- Baratto-filho, Carvalho, Fariniuk, Sousa-neto, Pécora, Cruz-filho. 2004. Morphometric. Analysis of the Effectiveness of Different Concentrations of Sodium Hypochlorite Associated with Rotary Instrumentation for Root Canal Cleaning. *Braz Dent J* 15(1): 36-40.
- Barthel, Dr Claudia R., Stefan Zimmer, PD, Dr. Sascha Zilliges, Reinhold Schiller, Dr. Jean-Franc, Roulet. 2002. In Situ Antimicrobial Effectiveness of Chlorhexidine and Calcium Hydroxide: Gel and Paste Versus Gutta-Percha Points. *Journal of endodontics*. vol. 28, no. 6.
- Caballero Vargas C. Claros Martínez X. Lafuente Taborga L. Eterovic Ruiz MB. Pérez Campuzano GI. 2004. ¿Es siempre necesaria la endodoncia quirúrgica? Universidad del Valle. *Revista Imbiomed*.
- Carson Katherine R., Gary G. Goodell, Scott B. Mc Clanahan. 2005. Comparison of the Antimicrobial Activity of Six Irrigants on Primary Endodontic Pathogens. *JOE* — Volume 31, Number 6.
- Chaves Medici Mônica, Izabel Cristina Fröner. 2006. A scanning electron microscopic evaluation of different root canal irrigation regimens. *Braz Oral Res*; 20(3):235-40.
- Clarke, J. Kilian. 1924. "On the Bacterial Factor in the Etiology of Dental Caries". *British Journal of Experimental Pathology* 5: 141-7
- Cohen, S. Burns, R. 1999. *Vías de la Pulpa*. 7ª ed. Madrid. Harcourt. Madrid España.
- Dawson-Saunders Beth, Trapp Robert, Mérito Jane Jorge. 1999. *Bioestadística Médica*. 2da Edición. Editorial El Manual Moderno.

Deng et al. 2009. Influence of *Streptococcus mutans* on *Enterococcus faecalis* Biofilm Formation. J Endod.

Dragana Ajdic, William M. McShan, Robert E. McLaughlin, Gorana Savic, y cols. 2002. Genome sequence of *Streptococcus mutans* UA159, a cariogenic dental pathogen. Communicated by Roy Curtiss, Washington University, St. Louis, MO, August 19.

Ercan E, Ozekinci T, Atakul F, Gul K. 2004. Antibacterial activity of 2% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite in infected root canal: in vivo study. J. Endod; 30:84–7.

Estrela C, Estrela CRA, Barbin EL, Spanó JC, Marchesan MA, Pécora JD. 2002. Mechanism of action of sodium hypochlorite. Brazil. Dent J; 2:113-117.

Fabricius L, Dahlén G, Sundqvist G, Happonen RP, Möller AJR. 2006. Influence of residual bacteria on periapical tissue healing after chemomechanical treatment and rootfilling of experimentally infected monkey teeth. Eur J Oral Sci.

Flores MMA. 2003. Agua superoxidada- Protocolo de Aplicación Odontológica Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia Michoacán.

Hsieh Y. D., C. H. Gau, S. F. Kung Wu, E. C. Shen, P. W. Hsu & E. Fu. 2007. Recording of irrigating fluid distribution in root canals using thermal image analysis. International Endodontic Journal International Endodontic Journal, 40, 11–17.

<http://britanialab.com>.

<http://www.bd.com/>

<http://www.medicamentosplm.com>. Microdacyn60® (antes microcyn60). Solución. Oculus Innovative Sciences.

Ingle, J. Beveridge, E. 1979. “Endodoncia”. Segunda edición. Editorial Panamericana. México.

- Jeansonne MJ, White RR. 1994. A comparison of 2.0% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. *J Endod.*; 20:276–8.
- Juárez Dr. Ronaldo P, Lucas Dr. Oscar N. 2001. Complicaciones ocasionadas por la infiltración accidental con una solución de hipoclorito de sodio. Artículo original. Vol. LVIII, No. 5. Pp 173-176.
- Koneman, Alle, Dowell, Janda, et al. 1992. Diagnóstico Microbiológico. Texto y Atlas a Color. Tercera Edición. Editorial Médica Panamericana. P.412-434.
- Kukleva M, Kondeva V. 1998. A study on the prevalence of caries incipiens in 7-14 years old children from Plovdiv. *Foila Med.*
- L., Mary F. Walsh, Sue Seo, Hiroe Shiratsuchi, David H. Craig, Marc D. Basson. 2009. Irrigant divalent cation concentrations influence bacterial adhesion. *J Surg Res*; 156(1): 57–63. doi:10.1016/j.jss.2009.03.067.
- La Sala, A. 1981. “Endodoncia”. Tercera edición Salvats editores S.A. España.
- Lee Sung-Hoon, PhD, ande Baek Dong-Heon, DDS, PhD. 2012. Antibacterial and neutralizing Effect of Human b-Defensins on *Enterococcus faecalis* and *Enterococcus faecalis* Lipoteichoic Acid. *J Endod.*
- Liébana, J. 2002. Microbiología oral 2º Edición. McGraw-Hill-Interamericana, Madrid.
- Messer, H. H. 1999. Clinical Judgement and decision making in Endodontics. *AustEndod J.* 25.
- Morgana Eli Vianna, Brenda. Gomes, Vanessa Bellocchio Berber, Alexandre Augusto Zaia, Caio Cezar Randi Ferraz, Francisco Jose´ de Souza-Filho, Piracicaba. 2004. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. Vol. 97 No. 1.
- Murra, Patrick R. Rosenthal, Ken S. Pfaller, Michael A. 2009. Microbiología Médica. Sexta edición. Elsevier Mosby. P. 236-237.



- Schilder, H. 1974. "Cleaning And Shaping The Root Canal" Dent. Clin. Nort America, 18:269-296.
- Shigeyuki Hamada, Hutton D. Slade. 1980. Biology, Immunology, and Cariogenicity of *Streptococcus mutans*. Microbiological Reviews, p. 331-384.
- Silva-Herzog Daniel F. Luz Ma. Andrade Velásquez. Julio LainfiestaRímola. 2003. Comparación del hidróxido de calcio como medicamento intraconducto, utilizando vehículos viscosos y acuosos. Estudio in vitro. Vol. LX, No. 1. Pp 14-18.
- Simoës Leonardo M. 1994. Preparación biomecánica de los conductos radiculares, medios físicos: irrigación, aspiración e inundación. Leonardo M, Leal J. Editores. Endodoncia: tratamiento de los conductos radiculares. Editorial Médica Panamericana, Argentina. 268-75.
- Sundqvist G. 1992. Ecology of the root canal flora. J Endod.
- Torabinajed y Walton. 2010. Endodoncia, principios y práctica. 4° Edición. Elseiver España.
- Tsang Frederick, Peter, Tak W. Chow, Lakshman P. Samaranayake. 2005. Identification of Cultivable Microorganisms from Primary Endodontic Infections with Exposed and Unexposed Pulp Space. Chu et al. JOE—Volume 31, Number 6.
- Yeng, T. Messer, H.H. Parashos, P. 2007. Treatment planning the endodontic case. Aust Dent J.52

