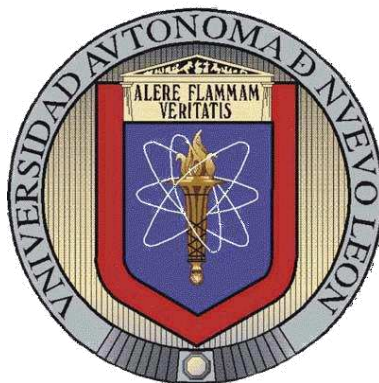


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**EFICACIA ANTIMICROBIANA DE MICRODACYN 60, HIPOCLORITO DE SODIO AL 5.25% Y MTAD CONTRA ENTEROCOCCUS FAECALIS**

Por

AMADA RODRIGUEZ DE LOS REYES

Como requisito parcial para obtener el Grado de  
MAESTRIA EN CIENCIAS ODONTOLOGICAS CON ESPECIALIDAD EN  
ENDODONCIA

Julio, 2012

**EFICACIA ANTIMICROBIANA DE MICRODACYN 60,  
HIPOCLORITO DE SODIO AL 5.25% Y MTAD  
CONTRA ENTEROCOCCUS FAECALIS**

**Comité de Tesis**

---

C.D.E.E.M.C. Idalia Rodríguez Delgado PhD  
Directora de Tesis

---

C.D.M.S. Jorge Jaime Flores Treviño  
Coodirector de Tesis

**ASESORES**

---

C.D.M.C. Miriam de la Garza Ramos PhD  
Asesor Microbiológico

---

C.D.E.O.M.C. Hilda H. Torre Martínez PhD  
Asesor Metodológico

---

M.S.P. Gustavo Israel Martínez González  
Asesor Estadístico

**EFICACIA ANTIMICROBIANA DE MICRODACYN 60,  
HIPOCLORITO DE SODIO AL 5.25% Y MTAD  
CONTRA ENTEROCOCCUS FAECALIS**

---

C.D.M.S. JORGE JAIME FLORES TREVIÑO  
COORDINADOR DEL POSGRADO DE ENDODONCIA

---

C.D.M.E. OSERGIO EDUARDO NAKAGOSHI CEPEDA PHD  
SUBDIRECTOR DE LA DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE  
ODONTOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

**EFICACIA ANTIMICROBIANA DE MICRODACYN 60,  
HIPOCLORITO DE SODIO AL 5.25% Y MTAD  
CONTRA ENTEROCOCCUS FAECALIS**

**APROBACION DE LA TESIS**

LOS MIEMBROS DEL JURADO ACEPTAMOS LA INVESTIGACION Y  
APROBAMOS EL DOCUMENTO QUE AVALA LA MISMA; COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRIA EN CIENCIAS  
ODONTOLOGICAS CON ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA.

**HONORABLES MIEMROS DEL JURADO**

**PRESIDENTE**

C.D.E.E.M.C. Idalia Rodríguez Delgado PhD

---

**SECRETARIO**

C.D.M.S. Jorge Jaime Flores Treviño

---

**VOCAL**

C.D.M.C.O. Rosalva González Meléndez PhD

---

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero y a antes que nadie, agradezco a Dios por haberme permitido llegar hasta esta etapa, con salud y bienestar para poder concluir este paso más en mi vida, así como a mis PADRES por su incondicional amor y por estar siempre a mi lado, por su apoyo, esfuerzo y dedicación para darme una formación académica, a mis hermanos que son un ejemplo a seguir, al amor de vida Arturo que siempre estuvo ahí para dar animo cuando lo necesitaba.

Gracias a mi Directora de Tesis la Dra. Idalia Rodríguez que con sus constantes aportes se logró obtener la finalización satisfactoria de la tesis, al Dr. Jorge Flores por su sabiduría y consejos, a la Dra. Hilda Torre, Dra. Myriam de la Garza, al Lic. Gustavo Martínez.

La Bioquímica Vilma Suárez quien con su ayuda desinteresada, nos brindó su apoyo y tiempo. Al Dr. Oscar Bolaños, que sin su ayuda no hubiera podido realizar este estudio. El resultado de esta investigación es el esfuerzo en conjunto de todos y cada uno de ellos también.

Por último y no menos importante, a mi compañera de Tesis Denisse, que sin su ayuda no lo hubiera podido lograr.

## INDICE

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 1. Resumen.....                       | 1  |
| 2. Introducción.....                  | 2  |
| 3. Antecedentes.....                  | 5  |
| 4. Marco de Referencia.....           | 24 |
| 5. Materiales y Métodos.....          | 32 |
| 6. Diseño y Análisis Estadístico..... | 49 |
| 7. Resultados.....                    | 54 |
| 8. Discusión.....                     | 58 |
| 9. Conclusiones.....                  | 64 |
| 10. Recomendaciones.....              | 65 |
| 11. Referencias Bibliográficas.....   | 66 |

**Nombre:** Amada Rodríguez de los Reyes

**Fecha de Graduación:** Julio de 2012

**Universidad Autónoma de Nuevo León**

**Facultad de Odontología**

**Maestría en Ciencias Odontológicas con Especialidad en Endodoncia**

**Páginas:** 75

**Título del Estudio:** Eficacia antimicrobiana de Microdacyn 60, Hipoclorito de sodio al 5.25% y MTAD contra *Enterococcus faecalis*.

## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN:** La remoción de los restos vitales y necróticos de tejidos de la pulpa, microorganismos y toxinas microbianas del sistema de conductos radiculares es esencial para el éxito endodóntico. Esto podría lograrse mediante desbridamiento mecánico, es imposible conformar y limpiar el conducto radicular completo, debido a la naturaleza complicada de la anatomía del conducto radicular. Por lo tanto, la irrigación es una parte esencial en el desbridamiento del conducto radicular, ya que permite una limpieza más allá de lo que podría lograrse mediante instrumentación del conducto radicular.

**OBJETIVOS:** Comparar el efecto antimicrobiano de: Microdacyn 60, NaOCl 5.25% y MTAD contra el *E. faecalis*.

**MATERIALES Y MÉTODOS:** 33 piezas unirradiculares extraídas, previamente instrumentadas, se utilizaron para inocular el *E. faecalis*. Posterior a su crecimiento, se irrigaron con NaCl, NaOCl 5.25%, Microdacyn 60 y MTAD dentro de la cámara de anaerobiosis, se tomó una muestra de cada uno de los especímenes, se colocó en un tubo Eppendorf con caldo de tripticaseína de soya para llevar a la incubadora y después de 7 días se observó el crecimiento bacteriano. Se tomó una muestra y se sembró cada crecimiento en cajas de agar, después de 7 días se realizó conteo bacteriano de cada una de ellas, se realizó PCR y tinción de Gram para identificar la bacteria.

**RESULTADOS:** El análisis estadístico demostró que MTAD y el NaOCl al 5.25% son excelentes irrigantes intraconducto contra la eliminación del *E. faecalis*. Ya que en ninguno de los especímenes utilizados en cada grupo hubo crecimiento bacteriano. Sin presentar diferencias estadísticamente significativas entre ellos. El Microdacyn 60 presenta efecto disminuido contra dicha bacteria.

**CONCLUSIONES:** El NaOCl 5.25% y MTAD presentan propiedades antibacterianas superiores al Microdacyn 60, eliminando el *Enterococcus faecalis*.

---

C.D.E.E.M.C. Idalia Rodríguez Delgado PhD  
Directora de Tesis

---

C.D.M.S. Jorge Jaime Flores Treviño  
Co-director de Tesis

## INTRODUCCIÓN

La remoción de los restos vitales y necróticos de tejidos de la pulpa, microorganismos y toxinas microbianas del sistema de conductos radiculares es esencial para el éxito endodóntico. Aunque esto podría lograrse mediante desbridamiento mecánico es imposible dar forma y limpiar el conducto radicular completo, debido a la naturaleza complicada de la anatomía del conducto radicular.

Incluso con el uso de instrumental rotatorio, los instrumentos de níquel-titanio disponibles en la actualidad actúan únicamente sobre el cuerpo central del conducto, dejando paredes del conducto e istmos sin tocar después de la finalización de la preparación. Estas zonas podrían albergar los restos de tejido, microbios y sus productos derivados, que podrían obstaculizar la adaptación del material de obturación y el resultado en la inflamación persistente perirradicular.

Por lo tanto, la irrigación es una parte esencial en el desbridamiento del conducto radicular, ya que permite una limpieza más allá de lo que podría lograrse mediante instrumentación del conducto radicular.

Uno de los factores más importantes de la terapia endodontal, es la eliminación de las bacterias y sus productos del interior de los conductos radiculares, los cuales son considerados agentes etiológicos principales de los estados de necrosis pulpar y de las lesiones periapicales. La mayoría de las bacterias infectantes pueden ser removidas por los procedimientos endodónticos de rutina, como son la instrumentación e irrigación del



conducto; sin embargo, en algunos casos la instrumentación químico-mecánica sola, es incapaz de desinfectar completamente el sistema de conducto radicular.

La irrigación es un complemento esencial en el proceso de limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares para lograr su desinfección antes de proceder con la obturación tridimensional de los mismos. Este procedimiento se lleva a cabo mediante el empleo de agentes químicos lo suficientemente capaces de promover el arrastre, mantener la humedad, ser disolventes y actuar sobre la flora microbiana presente.

La solución irrigadora tiene como objetivo primordial facilitar la preparación biomecánica del sistema de conductos radiculares.

En la terapéutica endodóntica contemporánea es recomendable el uso de agentes irrigantes combinables que le brinden al clínico la facilidad de limpiar y conformar el sistema de conductos, para minimizar las dificultades de dicho procedimiento y a la vez neutralizar los efectos químicos adversos.

Evidencia científica indica que los microorganismos son los principales agentes causales del fracaso endodóntico, caracterizada por la persistencia o la aparición de una lesión perirradicular inflamatoria tras el tratamiento.

En técnicas de cultivo microbiológico, utilizados para investigar la microbiota asociada con infecciones endodónticas, han revelado que *Enterococcus Faecalis* es la especie más frecuente en infecciones persistentes o infecciones secundarias intrarradiculares asociadas con el fracaso del tratamiento endodóntico

En particular, el *E. faecalis* ha ganado la atención en la literatura endodóntica, ya que con frecuencia se puede aislar de los conductos radiculares en los casos de fracasos en los tratamientos de conductos radiculares.

Por lo cual es importante el comparar distintas soluciones como lo son: Microdacyn 60, Hipoclorito de Sodio 5.25% (NaOCl) y MTAD contra *E. Faecalis* dentro de los conductos radiculares, para identificar la eficacia antibacteriana y contrastar los

resultados obtenidos. Comparándolos por medio del estudio de estas diferentes soluciones.

Los objetivos establecidos en la presente investigación fueron:

Como **OBJETIVO GENERAL:** comparar el efecto antimicrobiano de: Microdacyn 60, NaOCl 5.25% y MTAD contra el E. faecalis. Dentro de los **OBJETIVOS ESPECIFICOS:** Identificar la actividad antibacteriana de Microdacyn 60, Analizar el efecto antimicrobiano de MTAD, Evaluar el efecto antimicrobiano de Hipoclorito de Sodio 5.25% y Contrastar los resultados obtenidos.

El Diseño del estudio fue clasificado como: un estudio abierto, experimental, prospectivo y longitudinal. Dentro de la **HIPÓTESIS**, se planteó que; El efecto antimicrobiano del irrigante MTAD y el desinfectante Microdacyn 60 es superior al NaOCl al 5.25%, al ser utilizados como agentes irrigantes durante la terapia endodental en piezas unirradiculares humanas extraídas.

## ANTECEDENTES

La irrigación del sistema de conductos radiculares juega un rol importante en la limpieza y desinfección del mismo, siendo una parte integral del procedimiento de preparación del conducto. La limpieza es uno de los principales objetivos del tratamiento del conducto radicular, y esto puede lograrse mediante el uso de varios agentes antimicrobianos en forma de irrigantes y medicamentos. (Hülsmann and Hahn, 2000)

Es un complemento fundamental de la instrumentación puesto que residuos de tejido pulpar, bacterias y restos de dentina pueden permanecer en el conducto aún después de haber realizado una meticulosa preparación biomecánica. Con la instrumentación por si sola no se llega a ciertas variaciones en la anatomía de los conductos tales como presencia de conductos en forma de C, S, elípticos, conductos accesorios y laterales, los cuales no son evidentes a simple vista y en donde se alojan dichos residuos; por lo tanto es necesario el uso de varias soluciones irrigantes antes, durante y después de la instrumentación. (Siqueira et al., 2002)

El objetivo principal del tratamiento de endodoncia es eliminar tantas bacterias como sea posible del sistema de conductos radiculares y luego crear un entorno en el que los organismos no puedan sobrevivir. Esto sólo puede lograrse mediante el uso de una combinación de técnicas de tratamiento aséptico, mecanicoquímica, soluciones de irrigación y medicamentos intraconducto. (El Karim et al., 2007; Athanassiadis et al., 2007)

Lasala en 1992, definió la irrigación como el lavado y aspiración de los restos y sustancias que puedan estar contenidos en la cámara pulpar o conductos radiculares.

**Según Walton y Torabinejad en 1997; las propiedades que debe presentar la solución irrigadora ideal son:**

- Bactericida o bacteriostático, debe actuar contra hongos y esporas.
- Baja toxicidad, no debe ser agresivo para los tejidos perirradiculares y poco potencial de causar una reacción anafiláctica.
- Solvente de tejidos o residuos orgánicos e inorgánicos. En las regiones inaccesibles a los instrumentos, el irrigante puede disolver o romper remanentes de tejido blando o duro para permitir su eliminación.
- Baja tensión superficial. Esta propiedad fomenta el flujo a las áreas inaccesibles. El alcohol agregado a un irrigante disminuye la tensión superficial y aumenta su penetrabilidad; se desconoce si mejora la limpieza.
- Eliminar la capa de desecho destinatario.
- Lubricante. La lubricación ayuda a que los instrumentos se deslicen dentro del conducto; todos los líquidos tienen este efecto, algunos más que otros.
- Aplicación simple, tiempo de vida adecuado, fácil almacenaje, costo moderado, acción rápida y sostenida.

La solución irrigadora tiene como efecto principal, actuar como lubricante y agente de limpieza durante la preparación biomecánica, removiendo microorganismos, productos asociados de degeneración tisular y restos orgánicos e inorgánicos, lo que impide la acumulación de los mismos en el tercio apical, garantizando la eliminación de dentina contaminada y la permeabilidad del conducto desde el orificio coronario hasta el agujero apical. (Camoés et al., 2009)

En 1847 Semmelweis introdujo la solución de NaOCl, en la medicina para el lavado de las manos. En la búsqueda del origen de las primeras irrigaciones en endodoncia, tenemos que data desde tiempo atrás, en estudios realizados por Schreier, retiró por primera vez tejidos necróticos de conductos radiculares por medio de la introducción de potasio y sodio metálico, produciendo según el autor “fuegos artificiales”. (Schreier, 1893)

La solución de NaOCl al .05% fue usada con efectividad durante la primera Guerra Mundial para limpiar heridas contaminadas. Además, el NaOCl a concentraciones variables se ha empleado durante muchas décadas en el tratamiento de los conductos radiculares. (Siqueira et al., 2000)

Una vez que terminó la Primera Guerra Mundial en el año de 1914, comienzan a aplicarse soluciones a partir de cloro, para el tratamiento de conductos infectados. Dakin en 1915 introdujo el uso del hipoclorito de sodio al 0.5% y 0.6% como antiséptico en heridas infectadas.

Basado en este reporte, el NaOCl fue recomendado como irrigante por Coolidge en 1919, posteriormente, la irrigación del sistema de conductos radiculares con Peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) es preconizada por Grossman, el cual prefiere combinar una solución de NaOCl con un oxidante Peróxido de Hidrógeno, aplicándola en forma alternada, consiguiendo de esta manera una mayor limpieza. (Grossman and Meiman, 1982)

Walker en 1936 identificó la importancia del irrigante, con el uso del agua clorinada, doblemente reforzada para la irrigación, debido a sus propiedades de disolver las proteínas y por su acción germicida, consiguiendo con ello la eliminación total del tejido pulpar.

Según Lasala en 1992 el agua destilada era el irrigante endodóntico más frecuentemente usado antes de 1940, y también se usaron ácidos como el ácido clorhídrico al 30% y el ácido sulfúrico al 50%, sin entender los peligros que estos agentes ocasionarían a los tejidos perirradiculares.

Seidbergen 1974 describió un aparato de irrigación y succión para el lavado de los conductos radiculares, consistía en dos terminales de pequeños tubos; uno corto y ancho, y otro más largo y delgado, ambos terminales se juntaban y se colocaban a la entrada del conducto. La irrigación elimina automáticamente los restos y el tejido orgánico, también puede emplearse para arrastrar los restos alimentarios si el conducto ha quedado abierto para mantener el drenaje durante el estadio agudo de un absceso alveolar.

El uso del ultrasonido fue empleado por primera vez durante el tratamiento de conductos por Richmann , usando el cavitron, y propuso la irrigación primeramente con NaOCl, para evitar el sobrecalentamiento y disolver la materia orgánica. (Richman, 1957)

Stewart et. al. en 1961 introdujeron el Glyóxido, como un compuesto a base de peróxido de urea al 10% en un vehículo glicerinado; el peróxido de urea posee una actividad antimicrobiana y la base glicerina actúa como lubricante.

La irrigación debe realizarse en una secuencia alternada con agua oxigenada y su fase final se hará siempre con el NaOCl, para prevenir la formación de gases en el interior de los conductos. (Ingle and Taintor, 1987)

En 1969 Stewart propuso el uso de EDTA al 15%, peróxido de urea al 10% y una base homogenizada de carbowax soluble en agua, compuesto conocido comercialmente como técnica telese Rc-prep.

McComby Smith en 1975 señalaron un preparado comercial de ácido etilendiamino tetracético (EDTA) con bromuro de cetil trimetilamonio, solución de hidróxido de sodio y agua (REDTA), como un agente efectivo para limpiar químicamente las paredes del conducto.

Parsons et al., 1980 sugiere la utilización de la clorhexidina, como irrigante en la terapia endodóntica. Estudiaron las propiedades de adsorción y liberación de éste agente, sobre especímenes de ganado bovino y observaron que ésta tenía propiedades antibacterianas, hasta por una semana después de aplicada.

Goldmann et al., 1988, reporta el uso de ácido cítrico como agente para la irrigación del sistema de conductos radiculares, éste es un agente quelante que reacciona con los metales para formar un quelato soluble aniónico; igualmente, observaron que los efectos sobre la remoción de la capa de desecho obtenida con el ácido es similar a aquellos donde se utilizó EDTA.

El NaOCl ha sido utilizado durante mucho tiempo a diferentes concentraciones (0.5-5.25%) durante la instrumentación, encontrando que a altas concentraciones, es citotóxico para los tejidos. (Leonardo et al., 1995; Gomes et al., 2001; Yamashita et al., 2003)

A bajas concentraciones es relativamente menos citotóxico pero en cuanto a su efectividad antimicrobiana, algunos microorganismos como el *Enterococcus faecalis* son resistentes a ésta concentración. (Gomes et al., 2001)

Al utilizar concentraciones altas se aumenta la citotoxicidad por lo tanto para disminuir ésta se podría realizar una irrigación frecuente con bajas concentraciones de NaOCl para lograr el mismo efecto proteolítico como el que se alcanza con concentraciones más altas. (Hauman and Love, 2003)

Se debe tener en cuenta la técnica de irrigación seleccionando la aguja adecuada, ya que existen diferentes tipos y formas de puntas: Max-I-Probe (punta de seguridad), endo eze, punta cerrada con doble salida lateral, aguja biselada, punta abierta plana, etc. preferiblemente de calibre 27 ya que posee el potencial de penetrar con mayor profundidad en el conducto proporcionando una mayor distribución de la solución; a medida que la preparación se acerca a la constricción apical la frecuencia de irrigación debe aumentar realizando siempre movimientos de bombeo. (Boutsioukis et al, 2010)

Se ha reportado que el volumen apropiado del irrigante debe ser de 1 a 2ml cada vez que es irrigado el conducto. Se sabe que durante la irrigación si se usa una excelente técnica no se van a afectar los tejidos y de esta manera no se llegará a extruir el irrigante a los tejidos perirradiculares. (Cohen et al., 2008)

El protocolo de irrigación que se ha sugerido: es tan frecuente e intensa según la proporción de contaminación del conducto radicular, el volumen de la solución es más importante que la concentración de la sustancia. En la fase inicial del tratamiento, puede llenarse la cámara pulpar con la sustancia irrigadora.

Usar el ultrasonido, el cual brinda ventajas para que el irrigante fluya hacia el tercio apical a través del uso de limas delgadas. Durante la instrumentación se aconseja utilizar NaOCl y estar recambiando constantemente la solución irrigadora, irrigar el conducto entre lima y lima, usar una jeringa con aguja delgada y penetrar la aguja hasta la región apical y luego retirarla 2 mm para evitar extrusión a tejidos perirradiculares. (Hülsmann, 1998; Siqueira et al., 2000)

La irrigación se debe realizar en forma lenta y con baja presión, y se debe aspirar la solución; esta debe hacerse hasta que el líquido que salga del conducto no salga turbio, se recomienda irrigar con volúmenes grandes (2 a 5 ml por conducto). (Hülsmann, 1998; Siqueira et al., 2000; Zaccaro et al., 2000)

Para la irrigación final, se recomienda un volumen de 10 ml de NaOCl por conducto, seguido de una irrigación de EDTA de 2 a 3 min., y finalmente 10 ml más de NaOCl para la completa remoción del EDTA. Una alternativa de la irrigación manual es la irrigación con ultrasonido. (Hülsmann, 1998; Siqueira et al., 2000; Zaccaro et al., 2000)

Durante la irrigación con ultrasonido se debe evitar que las limas contacten con las paredes, pues las rotaciones de las limas se pueden bloquear y disminuir la efectividad de la irrigación. Al finalizar la preparación del conducto y la irrigación profusa se hace el secado del conducto con puntas de papel equivalentes a la lima principal apical. Por último, se realiza una última irrigación con alcohol al 95% para asegurar que el conducto quede seco. (Hülsmann, 1998; Siqueira et al., 2000; Zaccaro et al., 2000)



## SOLUCIONES IRRIGADORAS

### HIPOCLORITO DE SODIO

Diversos irrigantes han sido recomendados para su uso en el tratamiento de conductos radiculares. El NaOCl es el más ampliamente utilizado de las soluciones de irrigación en endodoncia en base de su excelente potencia antimicrobiana y capacidad distintiva para disolver los tejidos necróticos remanentes. La eficacia de la acción antimicrobiana está relacionada con el tiempo de concentración y exposición. (Gründling et al., 2011; Zehnder et al., 2002)

El NaOCl es un compuesto químico resultante de la mezcla de cloro, hidróxido de sodio y agua. Su amplia utilización en endodoncia se debe a su capacidad para disolver tejidos y a su acción antibacteriana. (<http://www.peruprom.com/hogar/lejia.html>. [Revisado en Noviembre de 2010]).

Tiene la capacidad única para disolver el tejido necrótico y componentes orgánicos de la capa de barrillo. (Zehnder, 2006)

Su capacidad germicida está relacionado con la formación de ácido hipocloroso en contacto con los desechos orgánicos. En alta concentración es tóxico y puede causar inflamación en los tejidos periapicales, mientras que en bajas concentraciones no es eficaz frente a microorganismos específicos. (Leonardo et al., 1999, Kuruvilla et al., 1998, Ohara et al 1993, Jeansonne et al., 1994 and Ferguson et al., 2002)

**Mecanismo de acción**, 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, neutraliza aminoácidos formando agua y sal, la reacción entre el cloro y el grupo amino forma cloraminas que interfieren en el metabolismo celular. (Estrela et al., 2002)

El cloro posee una acción antimicrobiana inhibiendo enzimas esenciales de las bacterias por medio de oxidación. La acción bactericida y de disolución de tejidos del hipoclorito de sodio puede ser modificada por la concentración, temperatura y pH de la solución.

Es efectivo contra microorganismos de la flora del conducto radicular, incluyendo aquellos difíciles de erradicar de los conductos, como las especies *Enterococcus*, *Actinomyces* y *Candida*. (Cohen et al. 2008)

A pesar que el NaOCl parece ser la más deseable solución de irrigación endodóntica, sola no puede disolver las partículas inorgánicas de dentina y evitar así la formación de una capa de barrillo durante la instrumentación, sólo proporciona una mínima eliminación de la dentina, por lo tanto algunos expertos recomiendan el uso simultáneo de sustancias desmineralizantes para potenciar la limpieza de las áreas difíciles de alcanzar. Durante el tratamiento de conducto radicular, las soluciones de NaOCl se usan a concentraciones variables entre 0.5% 5.25%. (Cohen et al., 2008)

La asociación entre NaOCl y el EDTA ha mostrado una mayor acción bactericida de NaOCl y también se traduce en una mayor remoción de la capa de barrillo. Sin embargo, estas soluciones deben estar en contacto directo con la superficie del conducto radicular para la eficacia de acción . (Gründling et al., 2011)

El NaOCl es la solución de irrigación endodóntica más utilizada debido a su excelencia contra las bacterias, la disolución de los tejidos orgánicos y las propiedades lubricantes. Sin embargo, es muy citotóxico para los tejidos periapicales. (Mehdipouret al., 2007)

Disuelve el material inorgánico, como el tejido pulpar y el colágeno. Las concentraciones menores disuelven principalmente el tejido necrótico. Las concentraciones mayores proporcionan mejor disolución tisular, pero disuelven los tejidos tanto necróticos como vivos, un efecto no siempre deseable.

En algunos casos puede estar indicado utilizar el NaOCl a máxima concentración (5.25%); sin embargo, aunque las mayores concentraciones pueden aumentar el efecto

antibacteriano in vitro, no se ha demostrado concluyentemente la mayor efectividad clínica de las concentraciones por encima del 1%. (Zhang et al., 2003)

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

## COMPONENTES Y PROPIEDADES DEL MTAD

Torabinejad investigó el efecto de un nuevo irrigante; una solución acuosa compuesta de 3% de doxiciclina, 4.25% de ácido cítrico, y 0.5% de detergente (tween 80), propuesto como enjuague final para remover el barrillo dentinario de la superficie instrumentada de los conductos radiculares. (Mohammadi, 2009; Torabinejad et al., 2003 a,b ; Zhang, 2003; Zhongchun et al., 2011, Zhongchun et al., 2012)

Su efecto antibacteriano se atribuye en gran medida a la doxiciclina, un componente principal que se incluye para inhibir las bacterias. Sin embargo, la resistencia a la doxiciclina (tetraciclina), no es raro entre las bacterias aisladas de los conductos radiculares, y el antibiótico tiene un estrecho espectro. (Tong et al., 2011)

Presenta una tensión superficial muy baja y alto grado de eficacia contra las biopelículas bacterianas. Es una solución ácida con un pH de 2,15 que es capaz de eliminar sustancias inorgánicas. (Torabinejad et al., 2003)

Es una solución eficaz para la eliminación de la capa de barrillo dentinario y no se produce un cambio significativo en la estructura de los túbulos dentinarios cuando los conductos son irrigados con hipoclorito de sodio primero y luego con un lavado de MTAD.

Tiene un pH bajo que puede actuar como un quelante del calcio y causa desmineralización del esmalte y la superficie radicular. Esta desmineralización de la superficie de la dentina es comparable con la que se logra con el ácido cítrico. (Shabahang and Torabinejad, 2003)

### **Las propiedades que presenta son:**

1. Solubiliza los tejidos orgánicos e inorgánicos.
2. No erosiona las paredes del conducto.
3. Es antimicrobiano.

4. Mantiene sus propiedades aún al ser diluido.
5. Es menos citotóxico que el EDTA y el NaOCl al 5.25% .
6. Tiene baja tensión superficial.

**Indicaciones de uso** ([www. tulsadentalspecialties.com](http://www.tulsadentalspecialties.com) [Revisado en Mayo de 2010]).

- Se usa la solución después de toda la instrumentación y funciona eficazmente cuando se utiliza durante el proceso de instrumentación con 1.3% NaOCl.
- Se coloca pasivamente una aguja en el espacio del conducto de 1-2 mm por debajo de la longitud de trabajo. Lentamente se irriga 1 ml de solución en el conducto mediante un movimiento ascendente y descendente.
- Se coloca una lima manual # 15 a la longitud de trabajo y mecánicamente se agita la solución.
- Se deja que la solución permanezca en el conducto durante cinco minutos y se retira la solución con la succión.
- Se enjuaga el conducto con el resto de los 4 ml de solución.
- No está recomendado para uso en pacientes que tienen alergia a la doxiciclina o cualquier otra tetraciclina. El uso de este producto en estos pacientes puede causar: dificultad para respirar, hinchazón de la cara o los ojos, ronchas o sarpullido.
- No está recomendado para uso en pacientes que están embarazadas o en lactancia ni en niños menores de 8 años.
- Debe ser el último líquido en el espacio del conducto antes de su obturación.

## MICRODACYN 60

Anteriormente llamado MICROCYN 60, es un producto hecho en México, para el cuidado de heridas dérmicas, no causa irritación, no es sensibilizador y no requiere enjuague; se utiliza para humedecer apósitos absorbentes para heridas, así como para limpiar y desbridar lesiones dérmicas agudas y crónicas como úlceras, quemaduras, abrasiones e irritaciones de la piel. (Yahagi et al., 2000)

Es un agente antimicrobiano de amplio espectro y pH controlado, reduce significativamente la carga bacteriana y/o viral de las heridas, creando así el ambiente ideal para promover la cicatrización. Las soluciones de superoxidación aceleran por sí mismas el proceso de cicatrización, al estimular la proliferación y migración de fibroblastos. (Yahagi et al., 2000)

**Como antiséptico:** Es una solución de superoxidación de pH neutro, adyuvante en el tratamiento integral y multidisciplinario de lesiones agudas y crónicas.

Es útil para humectación, irrigación, debridación y desinfección de heridas agudas y crónicas, como úlceras, cortaduras, abrasiones, quemaduras, abscesos, posquirúrgicas y postraumáticas, entre otras. (Yahagi et al., 2000; Landa et al., 2005)

Ha sido usado para el tratamiento de lesiones bucofaríngeas, para la mayoría de procesos inflamatorios o infecciosos de la boca y dientes. MICRODACYN ha sido útil también en cirugías maxilofaciales y dentales, para la prevención y tratamiento de infecciones, así como tratamiento previo a cirugías o procedimiento odontológico.

Como tratamiento posterior, bajo las mismas indicaciones, hasta que haya una resolución completa del cuadro inflamatorio. Como enjuague bucal durante procedimientos dentales, incluyendo su infiltración en el canal radicular en endodoncias. (Yahagi et al., 2000; Landa et al., 2005)

**Toxicidad:** De acuerdo a diversos estudios hechos bajo normas sanitarias internacionales, MICRODACYN no irrita ni sensibiliza la piel intacta. (Landa et al., 2005; González, 2007)

Presenta un pH neutro, antiséptico y desinfectante de alto nivel.

**Características:**

- Presenta amplio espectro contra microorganismos: bactericida, virucida, fungicida, esporicida.
- No tóxico.
- Biodegradable.
- Rápida acción.
- Efecto bactericida en menos de 60 segundos y realiza desinfección de alto nivel en 15 minutos.
- Con una vida de anaquel prolongada (>12 meses)
- Potente actividad antimicrobiana.
- Es una solución hipotónica con osmolaridad de 13 mOsm/kg.

Durante los últimos 20 años, esta solución ha demostrado ser potente agente antimicrobiano y desinfectante, la toxicidad potencial de Microdacyn en las células eucariotas no se han documentado, esto es relevante ya que las especies reactivas de oxígeno y cloro, posiblemente, puede inducir a disfunciones de envejecimiento celular e irreversible que finalmente producen la muerte celular. (Landa et al., 2005; González, 2007; Sauer et al., 2009)

**Propiedades**

**Bactericida y fungicida:** De acuerdo a normas internacionales, reduce la carga microbiana con tan solo 15 a 30 segundos de exposición, incluyendo: Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli, Enterococcus hirae, Acinetobacter baumannii, Acinetobacter species, Bacteroides fragilis, Enterobacter aerogenes, Enterococcus

faecalis, Enterococcus faecium resistente a vancomicina (VRE, MDR), Haemophilus influenzae, Klebsiella oxytoca, Klebsiella pneumoniae, Micrococcus luteus, Proteus mirabilis, Serratia marcescens, Staphylococcus aureus, Staphylococcus epidermidis, Staphylococcus haemolyticus, Staphylococcus hominis, Staphylococcus saprophyticus, Streptococcus pneumoniae, Streptococcus pyogenes, Candida albicans y Candida - tropicalis. . (Landa et al., 2005; González, 2007)

### **Mecanismo de acción**

**Efecto antimicrobiano:** Actúa al contacto con los microorganismos. Las especies reactivas de cloro y oxígeno de Microdacyn desnaturalizan proteínas de la pared bacteriana y de las cápsidas virales. Esto altera las funciones básicas de los microorganismos los cuales sufren un choque osmótico que termina por destruirlos.

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

En superficies inanimadas, se logra la acción bactericida en un minuto y la desinfección de alto nivel en 15 minutos. (Land et al., 2005; González, 2007)

Las bacterias que crecen en biopelículas pueden llegar a ser hasta 1000 veces más resistentes a los antibióticos y biocidas, en comparación con sus contrapartes planctónicas. Como resultado de este aumento de la resistencia, los biofilms y las infecciones relacionadas con biofilm, no se pueden tratar efectivamente con terapia de antibióticos convencionales. Por lo tanto se han realizado estudios para determinar la eficacia de soluciones contra estas bacterias. (Sauer et al., 2009)



## MICROBIOLOGÍA DEL CONDUCTO RADICULAR

Las bacterias y sus productos son considerados los principales agentes etiológicos de las lesiones periapicales. El tratamiento de endodoncia tiene como objetivo la eliminación de estos microorganismos del conducto radicular con la consiguiente reparación de la región periapical (Grundling et al., 2011)

Como resultado de los cambios patológicos en la pulpa, el sistema de conductos radiculares adquiere la capacidad de albergar varias especies de bacterias, sus toxinas, y sus productos derivados.

Kakehashi en 1965 demostró que la patología pulpar y perirradicular no se desarrollan sin la presencia de contaminación bacteriana.

La enfermedad pulpar y perirradicular en un alto porcentaje está relacionada directa o indirectamente con los microorganismos, los cuales pueden utilizar diversas puertas de entrada. En función de su magnitud y proximidad, la patología se instaura rápidamente o de forma prolongada. (Grossman et al., 1982)

No hay duda que hasta hoy en día que los microorganismos, ya sea que permanecen en el espacio del conducto radicular después del tratamiento o re-colonicen el sistema de conductos obturados, son la principal causa de fracaso endodóntico. (Isabela and Siqueira., 2010)

El éxito del tratamiento del conducto radicular depende en gran medida la eliminación de la contaminación microbiana del sistema de conductos. Si bien la instrumentación mecánica de los conductos radiculares puede reducir la población bacteriana; la eliminación efectiva de las bacterias no se puede lograr sin el uso de antimicrobianos de irrigación de conductos radiculares y la medicación.

Las diversas especies bacterianas que han sido aisladas de conductos radiculares infectados, son los *Streptococcus viridans*, las especies de los géneros *Peptostreptococcus*, *Fusobacterium*, *Prevotella* y *Porphyromonas*, representan el grupo de microorganismos más frecuentemente aislados. También se ha establecido la

presencia de *Veillonella parvula*, *Actinomyces* spp. y *Lactobacillus* spp. (Craig et al., 2003)

La mayor parte de las bacterias en una infección endodóntica son anaerobios estrictos; estas bacterias proliferan en ausencia de oxígeno pero tienen sensibilidad variable a éste, funcionan a potenciales de oxidación y reducción bajos y generalmente carecen de las enzimas superóxido dismutasa y catalasa. (Craig et al., 2003)

La evidencia científica indica que las infecciones endodónticas son de origen polimicrobiano y mixto, de tal manera que incluyen anaerobios estrictos, anaerobios facultativos o microaerófilos.

Estos últimos y los aerobios estrictos, disminuyen la tensión de oxígeno ( $O_2$ ) y el potencial de oxidorreducción en los tejidos. De este modo, proporcionan las condiciones favorables para que se desarrollen las bacterias estrictamente anaerobias que representan cerca de un 90% de la flora cultivable. (Lana et al., 2001)

Por otra parte, los líquidos tisulares y las células desintegradas del tejido necrótico forman un sustrato de nutrientes, en especial polipéptidos y aminoácidos, esenciales para los microorganismos, que junto con la baja presión de  $O_2$  y las interacciones bacterianas, son los determinantes ecológicos claves que favorecen el crecimiento de un determinado grupo de bacterias, por lo general anaerobias. (Lana et al., 2001)

## ENTEROCOCCUS FAECALIS

Los factores que pueden contribuir a una infección perirradicular persistente después del tratamiento del conducto radicular incluyen la infección intrarradicular, infección extrarradicular, reacción a cuerpo extraño, y los quistes que contienen cristales de colesterol.

*E. faecalis* es un microorganismo comúnmente observados en las infecciones asintomáticas, endodónticas persistentes o infecciones secundarias intrarradicular asociadas con el fracaso del tratamiento endodóntico. Su prevalencia en estas infecciones varía entre 24% a 77%. (Stuart et al., 2006; Evans et al., 2002)

Poseen cierta resistencia al tratamiento endodóntico, es un coco gram-positivo anaerobio facultativo que se encuentran comúnmente en los casos de fracaso en el tratamiento de endodoncia. Su prevalencia es mayor en las infecciones persistentes que en las infecciones primarias. Esto puede explicarse por su capacidad para resistir períodos prolongados de limitación de nutrientes, lo que le permite persistir como un agente patógeno en el conducto radicular. (Grundling et al., 2011)

Este hallazgo puede explicarse por la supervivencia de varios factores de virulencia, incluyendo su capacidad para competir con otros microorganismos, invaden los túbulos dentinarios, y se resisten a la privación nutricional.(Zoletti et al., 2006)

Cuando el *E. faecalis*, se encuentran en periodo de ambruna mantiene su viabilidad por largos períodos y se vuelven resistentes a la radiación UV, calor, NaOCl, peróxido de hidrógeno, etanol y ácido. Y de esta manera adquiere la capacidad de adaptarse y de tolerancia. Esto podría explicar su supervivencia en las infecciones del conducto radicular, donde los nutrientes son escasos y no hay manera de escapar de los medicamentos. (Kayaoglu et al., 2004 )

A pesar que constituyen una pequeña proporción de la flora en los conductos, desempeña un papel importante en la etiología de las lesiones perirradiculares

persistentes después del tratamiento del conducto radicular. Se encuentra comúnmente en un alto porcentaje de fracasos del conducto radicular y es capaz de sobrevivir en el conducto como un organismo único o como un componente importante de la flora. ( Zoletti et al., 2006; Tendolkar et al., 2003)

Los enterococos son cocos gram positivos, células ovoides con 0,5 a 1 micra de diámetro, se presentan por separado, en parejas o en cadenas cortas, y con frecuencia son alargadas en la dirección de la cadena. La mayoría de las cepas son no hemolíticas y no móviles. Son anaerobios facultativos, que poseen la capacidad de crecer en presencia o ausencia de oxígeno.

Los enterococos sobreviven en ambientes muy severos incluyendo pH alcalino y concentraciones de sal. Pueden crecer en el rango de 10 a 45 ° C y sobrevivir a una temperatura de 60 ° C durante 30 min.(Teixeira and Facklam, 2003)

En este momento hay 23 especies de enterococos y estos se dividen en cinco grupos en función de su interacción con el manitol, sorbosa, y la arginina. *E. faecalis* pertenece al mismo grupo que *E. faecium*, *E. casseliflavus*, *mundtii* *E.* y *E. gallinarum*. Estas cinco especies forman ácido en caldo manitol e hidrolizan arginina, sin embargo, no logran formar ácido en caldo sorbosa. (Tyrrel et al., 1997)

Debido a las técnicas de cultivo son lentos, tienen baja sensibilidad diagnóstica, y puede llevar a errores de identificación de las cepas que muestran un comportamiento fenotípico atípicos, se han propuesto los métodos alternativos para la identificación de los enterococos.

Varios ensayos moleculares se han utilizado tanto para la identificación precisa de los aislamientos de *Enterococcus* o para la detección directa en muestras clínicas. Estos estudios incluyen la reacción en cadena de polimerasa (PCR). (Dutka et al., 1995)

## REACCIÓN DE POLIMERASA EN CADENA (PCR)

Todas las especies en la cavidad oral tiene una oportunidad de entrar en el conducto radicular, y mientras una diversidad de organismos pueden invadir, sólo un grupo restringido tienen la capacidad de establecer una infección viable.

Esto es porque el conducto radicular es un ambiente único que selecciona para un surtido limitado de la flora oral. Los modernos métodos de cultivo han sido esenciales para la caracterización de la infección polimicrobiana en el conducto radicular infectado. (Younget al., 2007)

Una microflora endodóntica más diversa que la mostrada por los cultivos se ha descrito con métodos moleculares. Con la reacción en cadena de polimerasa (PCR), varias especies de difícil cultivo se han divulgado que son más frecuentes en las muestras de conducto radicular a como se pensaba. (Younget al., 2007)

Los enfoques de biología molecular para la identificación microbiana ha dejado claro que la presencia de varios agentes patógenos putativos orales en infecciones endodónticas ha pasado por alto debido a obstáculos técnicos relacionados con los procedimientos tradicionales de cultivo. Además, los métodos moleculares como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) puede detectar los microorganismos cultivables con mayor sensibilidad y especificidad, incluso mejorado en comparación con los procedimientos de la cultivo tradicionales. (Siqueira et. al., 2004)

Esta técnica de Reacción en Cadena de la taq Polimerasa es un método innovador, el cual se basa en el ensayo de ácido nucleico y posee más alta sensibilidad que cualquier otra técnica microbiología para la identificación de bacterias. (Baumgarther et al., 2004)

## MARCO DE REFERENCIA

El objetivo final del tratamiento de endodoncia es mantener o restaurar la salud de los tejidos perirradiculares. Debido a que la periodontitis apical es una enfermedad causada principalmente por bacterias que infectan el sistema de conductos radiculares, el tratamiento endodóntico exitoso consiste en mantener el conducto radicular libre de la infección en casos vitales o el control de la infección en casos necróticos y repetir el tratamiento hasta el punto de completa o la máxima reducción de las poblaciones de bacterias en el conducto radicular. (El Karim et al., 2007; Athanassiadis, 2007)

En diversos estudios se apoya que el éxito del tratamiento del conducto radicular depende en gran medida la eliminación de la contaminación microbiana del sistema de conductos. (El Karim et al., 2007; Athanassiadis, 2007)

La importancia de las bacterias en la enfermedad endodóntica se demostró en el estudio clásico realizado por Kakehashi, cuyo propósito fue observar los cambios patológicos resultantes de exposiciones pulpares no tratadas, en ratas libres de gérmenes cuando se comparaban con ratas convencionales con una microflora normalmente compleja. (Kakehashi et al., 1965)

Estos investigadores encontraron que no ocurrían cambios patológicos en los tejidos pulpares o perirradiculares expuestos al medio ambiente bucal de las ratas libres de gérmenes, conocidas también como ratas gnotobióticas. En estos casos, observaron la cicatrización de la zona de exposición pulpar con la formación de dentina, independientemente de la gravedad de la exposición. (Kakehashi et al., 1965)

Siqueira et al., 2003, utilizó el análisis de hibridización de ADN, y propuso examinar la microbiota de conductos radiculares infectados y encontraron la prevalencia de las siguientes especies: *Bacteroides forsythus* (39.3%), *Hemophilus aphrophilus* (25%), *Corynebacterium matruchotii* (21.4%), *Porphyromona gingivalis* (17.9%) y *Treponema denticola* (17.9%). *Enterococcus faecalis*, *Capnocytophaga gingivalis* y *Streptococcus intermedius*, fueron detectados en un 14.3% de las muestras de dientes infectados. Especies orales inusuales, tales como *Ralstonia* spp. Y *Pseudomona aeruginosa* fueron aislados en algunos casos.

Peters et al., 2001-2002 investigaron la identificación de las especies más predominantes en túbulos dentinales infectados, los cuales fueron: *Prevotella intermedia*, *Prevotella prevotii*, *Prevotella buccae*, *Porphyromonas gingivalis*, *Porphyromonas asaccharolytica*, *Fusobacterium nucleatum*, *Fusobacterium necrogenes*, *Peptostreptococcus anaerobius*, *Peptostreptococcus micros*, *Actinomyces israelii*, *Actinomyces viscosus*, *Actinomyces naeslundii*, *Actinomyces odontolyticus*, *Streptococcus sanguis*, *Propionibacterium acnes*, *Bifidobacterium adolescentis*, y *Lactobacillus acidophilus*.

Grossman y Meiman en 1941 ensayaron varios agentes químicos utilizados durante la fase de preparación biomecánica de los conductos radiculares y comprobaron que el NaOCl al 5% fue el disolvente más eficaz del tejido pulpar.

En el estudio realizado por Sen et al., 1999 observaron que en bloques de dentina infectados, una solución de NaOCl al 0.25% fue suficiente para eliminar el *Enterococcus faecalis* en 15 minutos: una concentración de NaOCl al 1% requirió 1 hora para eliminar a *Candida albicans*.

Zehnder et al., en el 2002 no encontró ninguna reducción en la capacidad lesiva sobre el tejido sano con la neutralización del NaOCl, y recomiendan diluir las soluciones de NaOCl con agua para obtener soluciones de irrigación menos concentradas.

Estudios previos realizados por Hu en el 2010 encontró que incluso a bajas concentraciones del NaOCl, mostró actividad antimicrobiana frente a bacterias

resistentes, como *E. faecalis*, *Candida albicans* y *Pseudomonas aeruginosa*, mientras que el 1,3% y 2,5% no eliminan al *E. faecalis*. En diferentes concentraciones (1%, 2%, 4% y 6%) y la exposición (2, 5, y 10 minutos) puede penetrar en los túbulos dentinarios entre 77 y 300 micras.

El hidróxido de calcio también se ha introducido como una alternativa en la irrigación del sistema de conductos, en investigaciones realizadas in vitro por Morgan; sobre la capacidad de disolución de tejido pulpar bovino, se concluyó que el hidróxido de calcio no tiene efecto solvente sobre el mismo al emplearse sólo o en combinación con NaOCl al 2,5%. (Morgan et al., 1991)

En el estudio de Clegg et al., del 2006 evaluó la eficacia de diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio (NaOCl), clorhexidina al 2%(CHX) y Biopure MTAD.

Cultivando muestras de pacientes con diagnóstico de periodontitis apical crónica, para generar una biopelícula polimicrobiana, cada biofilm fue sumergido por separado en el 6% NaOCl, el 3% NaOCl, el 1%NaOCl, CHX2%, 1%NaOCl seguido por Biopure MTAD y el análisis mostró que el 6%NaOCl y el 3%NaOCl eran capaces de interrumpir y eliminar el biofilm, un 1%NaOCl, seguido de MTAD son capaces de alterar el biofilm, pero no la eliminación de las bacterias; CHX2% no era capaz de alterar la biopelícula. (Clegg et al., 2006)

Retamozo et al., en el 2010, determinó la concentración de hipoclorito de sodio y el tiempo de irrigación necesario para la desinfección de cilindros de la dentina infectados con *E. faecalis*. Comparando diferentes concentraciones de NaOCl al 1,3%, 2,5%, y 5.25% se aplicó en 5 -, 10 -, 15 -, 20 -, 25 -, 30 -, 35 -, y 40 minutos. Los resultados indicaron que la irrigación más eficaz fué de 5,25% a los 40 minutos, mientras que la irrigación con el 1,3% y 2,5% NaOCl para este mismo intervalo de tiempo no fue efectivo en la eliminación de *E. faecalis*.

Se ha demostrado que el NaOCl mezclado con CHX forma la paracloranilina (PCA), y los resultados del estudio revelan que el PCA ha demostrado ser tóxico. (Basrani et al., 2007)



Torabinejad et al., 2003 menciona que el MTAD además de ser un irrigante, posee la propiedad de ser bactericida, aún cuando es diluido hasta 200 veces, en contraste, el NaOCl deja de ejercer su acción al diluirse 32 veces, y en investigaciones ha demostrado ser eficaz contra el *E. faecalis* que es un habitante común de los conductos abiertos a cavidad oral, pero muy difícil de erradicar incluso al ser expuesto a un pH muy alto, teniendo mejores resultados cuando es comparado con el NaOCl y el EDTA.

Uno de los aspectos importantes relacionados con las soluciones de irrigación disponibles en la actualidad, es decir, EDTA y ácido cítrico, es que interactúan fuertemente con hipoclorito de sodio. Tanto el ácido cítrico y EDTA inmediatamente reducen el nivel de cloro en solución, haciendo que al hipoclorito de sodio ineficaz contra las bacterias y el tejido necrótico. Por lo tanto, el ácido cítrico o EDTA nunca debe mezclarse con el hipoclorito de sodio. (Zehnder et al., 2005)

Ozdemir et al., 2010 evaluaron los efectos del ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) e hipoclorito de sodio (NaOCl) sobre el crecimiento de biopelícula de *E. faecalis* en dentina de conductos radiculares de personas jóvenes y mayores.

La combinación de EDTA y NaOCl redujo significativamente la cantidad de biopelícula intraconducto en ambos grupos, los recuentos bacterianos de *E. faecalis* en el grupo de edad avanzada fueron aún más altos. Se sugiere que los conductos radiculares de población de edad avanzada son más susceptibles a la infección del conducto. Sin embargo, la aplicación combinada de EDTA y NaOCl reduce significativamente la cantidad de biopelícula intracanal. (Ozdemir et al., 2010)

Aubut et al., 2010 evaluaron la neutralización de NaOCl 2,5%, citotoxicidad, genotoxicidad, y el tejido de disolución potencial. Se concluyó que el Hipoclorito de sodio al 2,5% neutralizado fue 10 veces más citotóxico que el 2,5% de NaOCl. Ninguna de las soluciones fue genotóxica.

Un hallazgo clave del estudio de Retamozo et al., 2010 fué la evidencia de que la irrigación con hipoclorito de sodio 1,3% o 2,5% es ineficaz en

la eliminación de la cepa de *E. faecalis* (ATCC 4082) en dientes de especie bovina en menos de 40 minutos. Por otro lado, NaOCl 5.25% fue del 100% de efectividad en 40 minutos.

Clínicamente, los actuales sistemas de conductos radiculares son más complejos. Además, los avances tecnológicos han hecho que los procedimientos más eficientes, conduzcan a la reducción del tiempo de contacto. En la base de los resultados de este estudio, parece que una alta concentración y una larga exposición de NaOCl son necesarios para la eliminación de *E. faecalis* (Retamozo et al., 2010).

Los efectos de solubilización de MTAD en pulpa y dentina son algo similares a los de EDTA, y la principal diferencia entre las acciones de estas soluciones es una alta afinidad de la doxiciclina (componente) en MTAD para la dentina. (Shabahang et al., 2008; Beltz et al., 2003; Shabahang et al., 2003)

Beltz et al., 2003 evaluó in vitro el efecto antimicrobiano del MTAD sobre *E. faecalis* y compararon su eficacia con el hipoclorito de sodio y el EDTA. La medición de las zonas de inhibición y la determinación de las concentraciones inhibitorias mínimas mostraron que el MTAD es tan efectivo como el hipoclorito al 5,25% y significativamente más efectivo que el EDTA.

Una observación significativa fué como ya se mencionó, que el MTAD conserva sus propiedades bactericidas a pesar de ser diluido hasta 200 veces, en contraste con el hipoclorito que cesa su actividad antibacterial antes de la dilución. (Beltz et al., 2003)

Mohammadi et al., 2009 comparó EDTA, MTAD Clorhexidina al 2% e NaOCl y observó que el EDTA no mostró actividad antibacterial. Por el contrario MTAD y Tetraciclina inducen la zona más grande de inhibición microbiana de *E. faecalis* cultivado tanto en condiciones aeróbicas como en anaerobias.

Cuando el EDTA se usa alternado con 5,25% de hipoclorito, se remueve completamente la capa de limaya en el tercio medio y coronario de los conductos preparados, pero esta combinación es menos efectiva en el tercio apical; probablemente debido a un volumen o penetración inadecuada de la solución dentro de la porción apical. La apariencia de los túbulos muestra mayor cantidad de erosión con el EDTA.

Beltz et al., en el 2003 indica que con respecto al tiempo, de la capacidad del MTAD en destruir el *E. faecalis* se ha visto en estudios que después de una exposición de 2 a 5 minutos son eliminados. Estos hallazgos coinciden con los resultados de pruebas de inhibición y dilución, que demuestran que el MTAD tiene un efecto antibacterial superior comparado con el hipoclorito o EDTA en un corto período de tiempo.

Un manifestación importante en la investigación de Shabahang et al.,2003 fue la capacidad del MTAD de ejercer su efecto antimicrobiano durante un tiempo breve. Esta propiedad es deseable en la práctica clínica donde los irrigantes empleados están en contacto con ciertas áreas del sistema de conductos radiculares por corto tiempo. Así, esta propiedad desinfectante obvia la necesidad de colocar un medicamento intraconducto necesitando múltiples sesiones.

Por otra parte, Shabahang y Torabinejad en el 2003, también compararon el efecto antimicrobiano del hipoclorito de sodio al 1,3% o 5,25% como irrigante intraconducto con y sin EDTA, y el MTAD como lavado final sobre conductos radiculares de dientes humanos extraídos contaminados con *E. faecalis*, se observó que ninguna de las muestras tratadas con MTAD mostraron bacterias en los túbulos.

Además fue capaz de penetrar los túbulos dentinarios, y la presencia del detergente puede explicar esta última posibilidad.

Se menciona que la eficacia del MTAD en la desinfección de la superficie interna y externa de las raíces es un resultado de la presencia del efecto antibacterial de la doxiciclina, su capacidad de remover sustancias orgánicas e inorgánicas de la superficie radicular, lo cual es facilitado por la presencia del ácido cítrico; y la presencia de un

detergente que adiciona su capacidad de difundir dentro del conducto y los túbulos dentinarios. (Shabahang et al., 2003)

La reducción de la tensión superficial por los detergentes ha demostrado que mejora las propiedades. (Shabahang and Torabinejad, 2003)

Torabinejad 2003, realizó un estudio donde instrumentó piezas unirradiculares extraídas utilizando hipoclorito de sodio al 5.25% como irrigante intraconducto.

Los conductos fueron luego tratados con 5 ml de una de las siguientes soluciones como un enjuague final: agua destilada estéril, 5,25% de sodio hipoclorito de sodio, EDTA al 17%, o MTAD. Los resultados muestran que MTAD es una solución eficaz para la remoción de la capa de barrillo y no cambia significativamente la estructura de la túbulos dentinarios cuando los conductos se irrigan con hipoclorito de sodio y con un enjuague final de MTAD. (Torabinejad et al., 2003)

En un estudio evaluaron las tasas de supervivencia de 9 patógenos, se determinaron después de 1 -, 5 y 10 minutos con el tratamiento con MTAD, MtAn (sustitución de doxiciclina con la nisina), y MTADN (nisina en combinación con doxiciclina).

Las tasas de supervivencia de *Enterococcus faecalis* en la fase de la inanición y la alcalinización de pretratamiento así como en el estado fisiológico normal bajo MTAD, MtAn, y MTADN durante 1, 5, y 10 minutos fueron evaluados y comparados.

*Enterococcus faecalis* en el estado de estrés fué tan sensible al MTAD, MtAn, y MTADN. (Zhongchun et al., 2012)

En un estudio realizado por Horiba et al., 1999 investigaron el efecto bactericida del agua electrolizada neutra (Microdacyn 60) en bacterias aisladas de conductos radiculares infectados. Se midió el valor del pH, potencial de oxidación-reducción, y la concentración de cloro, se midieron en diferentes momentos tras el almacenamiento del agua en estado abierto, en estado cerrado y estado oscuro.

El efecto bactericida de las distintas muestras de agua electrolizada se probó contra 17 cepas de bacterias, incluyendo 15 cepas aisladas de conductos infectados, así como contra una cepa del hongo. Los resultados indican que el agua electrolizada neutra mantiene un pH constante y el potencial de oxidación-reducción, cuando se conserve en un recipiente cerrado, sin luz y que presenta una acción bactericida contra cepas obtenidas de conductos radiculares infectados. (Horiban, 1999)

Yamada et al, 2010 investigaron la actividad antibacteriana del agua súper oxidada, contra los cultivos de células planctónicas de bacterias cariogénicas, bacterias periodontopáticas y *Candida albicans*.

La exposición de agua superoxidada provocó un efecto bactericida contra todas las bacterias cariogénicas y periodontopáticas, se observó efecto fungicida significativo contra *C. albicans*, los resultados demostraron que el agua superoxidada ejerce un efecto antibacteriano en las bacterias cariogénicas y periodontopáticas. (Yamada et al, 2010)

La Clorhexidina también ha demostrado ser un excelente irrigante intraconducto, según el estudio in vitro de Ertugrul Ercan, en el cual comparó gluconato de clorhexidina al 2% e NaOCl al 5,25%, realizando un cultivo microbiológico de conductos radiculares de pacientes para identificación de bacterias presentes en los conductos.

Posteriormente se instrumentaron los conductos y se dividieron en 2 grupos diferentes, uno de Clorhexidina y otro de NaOCl, irrigando entre cada instrumento de cada grupo respectivamente, finalmente se tomó una muestra ya instrumentados y se comparó el efecto de cada uno de ellos, obteniendo que la clorhexidina fue significativamente más efectiva que el hipoclorito de sodio después de la instrumentación. (Ercan et al., 2004)

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una medición evaluando la Eficacia Antimicrobiana del desinfectante Microdacyn 60 y los irrigantes intraconducto MTAD e Hipoclorito de Sodio al 5.25% utilizando la bacteria *Enterococcus faecalis* (ATCC 11420) proporcionada por el laboratorio de Biología Molecular de la Facultad de Odontología de la UANL.

El tamaño de la muestra fué 33 piezas unirradiculares, que cumplieron con los siguientes criterios de selección:

**Criterios de Inclusión:** Piezas unirradiculares, un sólo conducto recto, formación completa de la raíz, libre de fracturas y caries en la porción radicular, y ápice cerrado.

**Criterios de Exclusión:** Piezas con tratamiento previo de endodoncia y que presentaran conductos calcificados.

**Criterios de Eliminación:** Órganos dentarios contaminados, fractura de instrumentos y piezas fracturadas durante el procedimiento.

### DEFINICIÓN DE VARIABLES

| <b>Independientes.</b>           | <b>Dependientes.</b>  |
|----------------------------------|---|
| Microdacyn 60, MTAD, NaOCl 5.25% | Bacteria anaerobia <i>Enterococcus faecalis</i><br>(ATTC 11420) |

## DESCRIPCION DE PROCEDIMIENTOS

Para llevar a cabo esta investigación se seleccionó la bacteria *Enterococcus faecalis* (ATCC 11420), la cual se adquirió del laboratorio de Biología Molecular de la Facultad de Odontología de la UANL.

### Preparación de los órganos dentarios

Se seleccionaron 33 piezas unirradiculares humanas extraídas, a estas se les seccionó la corona en la unión amelocementaria y se tomó longitud de trabajo con lima #15 tipo K Maillefer, restando un milímetro de su salida al ras del foramen apical.

Se instrumentaron hasta diámetro apical #40 con ProTaper Universal, utilizando como irrigación NaOCl al 5.25% al termino del uso de cada instrumento para mantener permeable el conducto, se secaron los conductos con puntas de papel #40 Hygenic y se colocó EDTA al 17% por cinco minutos, posteriormente se irrigaron con NaOCl 5.25% y de nuevo se secaron con puntas de papel. Se cubrió la superficie externa de la raíz con una capa de barniz transparente de uñas, con el que también se selló el foramen apical para evitar contaminación externa.



Fig 1. Grupos de órganos dentarios

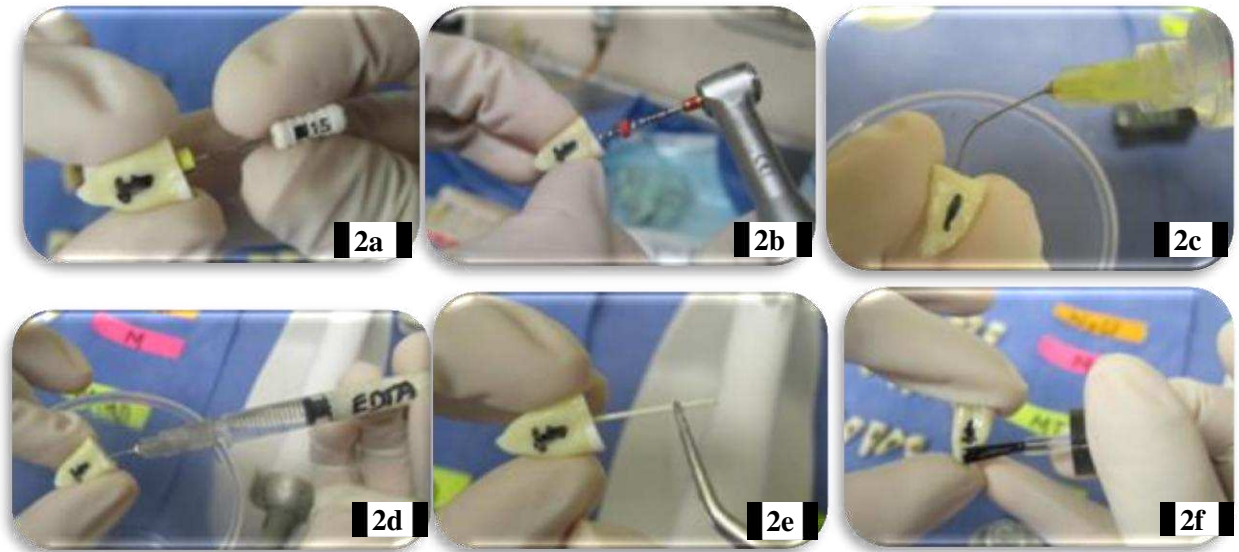


Fig. 2 a) Longitud de Trabajo, b) Instrumentación, c) Irrigación NaOCl 5.25%, d) Irrigación EDTA, e) Secado de conducto, f) Barnizado

### Activación del *Enterococcus faecalis*

Dentro de la cámara de anaerobiosis se tomarón 100  $\mu$ l de la bacteria con una micropipeta eppendorf y se inocularon en tubos eppendorf con tripticaseina de soya, se colocaron en la incubadora Shell Lab a 37°C durante 7 días, para activarla. Al término de este tiempo se tomaron 100  $\mu$ l del tubo inoculado y se sembraron en cajas de agar sangre de carnero al 5%, sellándolas con cinta testigo y colocándolas en bolsas herméticas. Estas se llevaron por 7 días más a la incubadora, transcurrido éste tiempo, se realizó coloración de Gram a las colonias bacterianas para observar su morfología con la utilización de un Microscopio óptico a 100x y se comprobó la viabilidad bacteriana.



Fig. 3 a), b) Sembrado de *E. faecalis*, c) Tinción de Gram (*E. faecalis*).



### Elaboración de la mezcla

Al haber confirmado el óptimo crecimiento de la bacteria se tomaron 1000  $\mu\text{l}$  del tubo que contenía las bacterias reactivas y se colocaron en un tubo de ensaye que contenía previamente 5000  $\mu\text{l}$  de caldo tripticaseína de soya para realizar la mezcla.

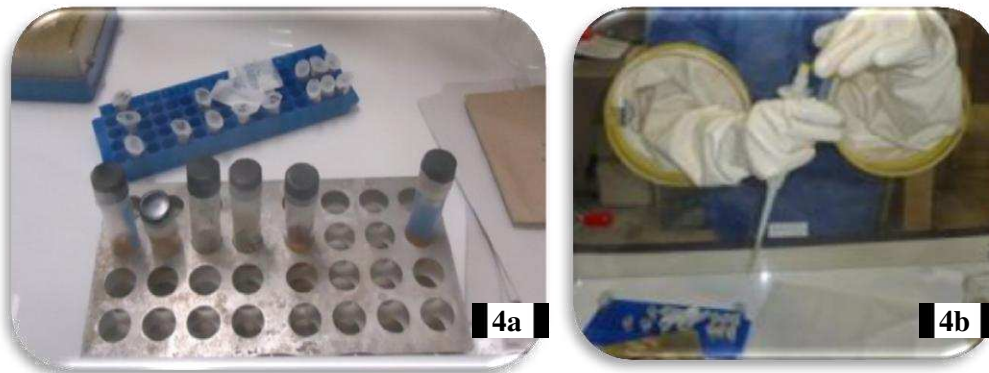


Fig. 4 a) Caldo de tripticaseína de Soya y bacteria reactiva (*E. faecalis*), b) Toma de muestra

### Esterilización de órganos dentarios

Los órganos dentarios se colocaron en gradillas individuales hechas a base de Silicona pesada marca Speedex Trial (Coltene Whaledente), se esterilizaron en autoclave durante 30 minutos a 121  $^{\circ}\text{C}$  y 15 libras de presión.



Fig. 5 Órganos dentarios en Silicona

Posterior a esto, se tomó una muestra de los especímenes con puntas de papel #40 Hygenic previamente estéril, colocándola en un tubo Eppendorf con caldo de tripticaseína de soya, para incubarla durante 24 horas.

Al término de este tiempo, no se observó presencia de turbidez, lo cual nos indicó ausencia bacteriana, en caso de haber presentado turbidez, debería ser comprobada mediante un sembrado en cajas de agar sangre de carnero al 5%, incubándolas durante 24 horas, volviendo a esterilizar los especímenes y corroborando la prueba.

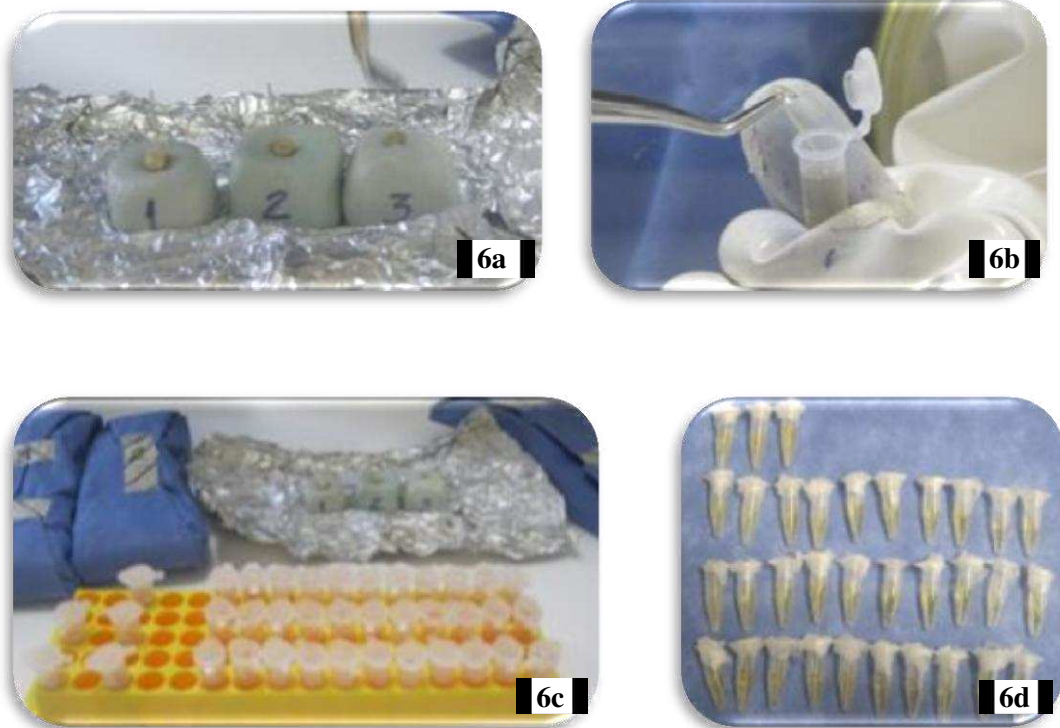


Fig. 6 a) Toma de muestra, b) Muestra en tubo eppendorf, c) Grupos en Caldo de tripticaseína, d) Muestras sin contaminación.

## Inoculación de los especímenes y colocación de irrigantes

Los especímenes se dividieron en 3 grupos experimentales y un grupo control, estos colocados en las gradillas individuales de Silicona para facilitar su manejo dentro de la cámara de anaerobiosis.

Ya comprobada la esterilización de los especímenes dentarios y cultivada la bacteria, partiendo de una concentración bacteriana de  $0.5 \times 10^8$  UFC/ ml, se colocaron 10  $\mu$ l de esta bacteria dentro de los conductos radiculares, mediante el uso de micropipeta Eppendorf, sellando la entrada del conducto con un pequeño fragmento de cinta testigo estéril, se colocó cada grupo en bolsas herméticas para llevar a incubar durante 7 días; después de la incubación bacteriana se procedió a la irrigación de las diferentes soluciones irrigantes.



Fig. 7 a) Micropipeta de Eppendorf, y *E. faecalis*, b) Inoculación de *E. faecalis*, c) Grupo inoculado.

Bajo condiciones asépticas y en estricta anaerobiosis se irrigaron intraconducto, las siguientes soluciones:

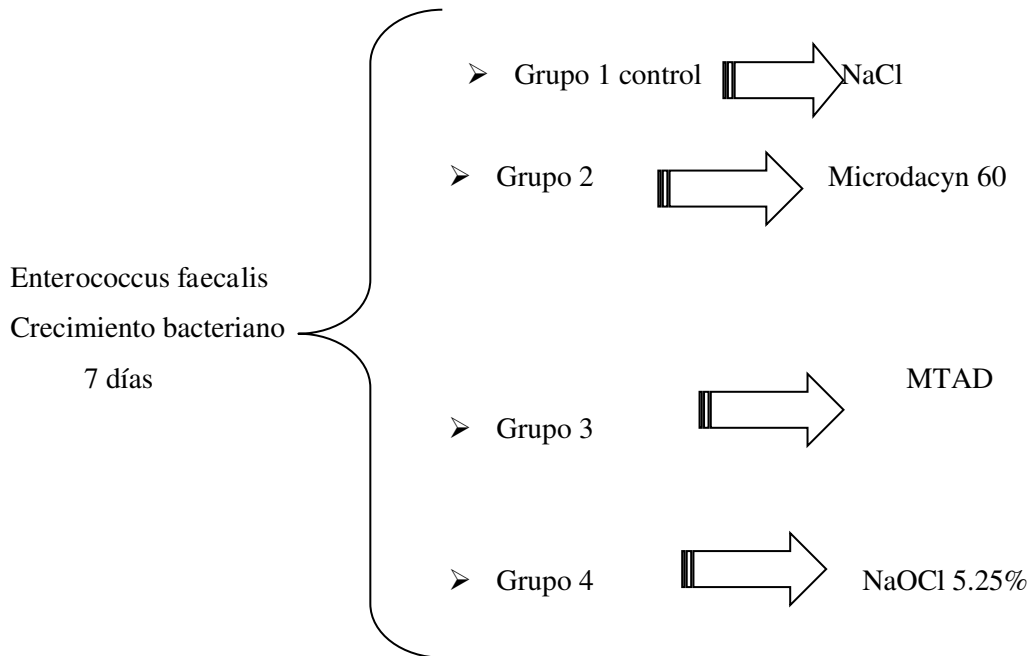


Fig. 8 a) Soluciones de irrigación (NaCl, NaOCl 5.25%, Microdacyn 60, MTAD)

Se irrigan 5ml de cada una de las soluciones, dentro de los conductos radiculares durante 5 minutos (se determinó este tiempo, ya que de acuerdo a la literatura revisada, es el tiempo que se estandariza, para las diferentes soluciones de irrigación, así como también; es el tiempo indicado por el fabricante, para el uso de MTAD) colocándolos con una jeringa hipodérmica de 5 ml y aguja de punta cerrada y salida lateral calibre ISO 30, el mismo procedimiento se realizó para cada grupo. (Boutsioukis et al., 2010)



Fig. 9 a) NaCl, b) Microdacyn 60, c) MTAD, d) NaOCl 5.25%, e) y f) Irrigación intraconducto.

## Toma de muestra

Cinco minutos después de haber irrigado cada una de los especímenes, se secaron con puntas de papel estéril #40 Hygenic y se procedió a tomar cada una de las muestra con punta de papel previamente humedecida con solución salina estéril y posteriormente se introdujo cada una de estas en tubos eppendorf con 1000  $\mu$ l de caldo de tripticaseina de soya para incubarlos por 7 días a 37 °C y observar el crecimiento bacteriano en los irrigantes en los que no hubo eficacia antimicrobiana.

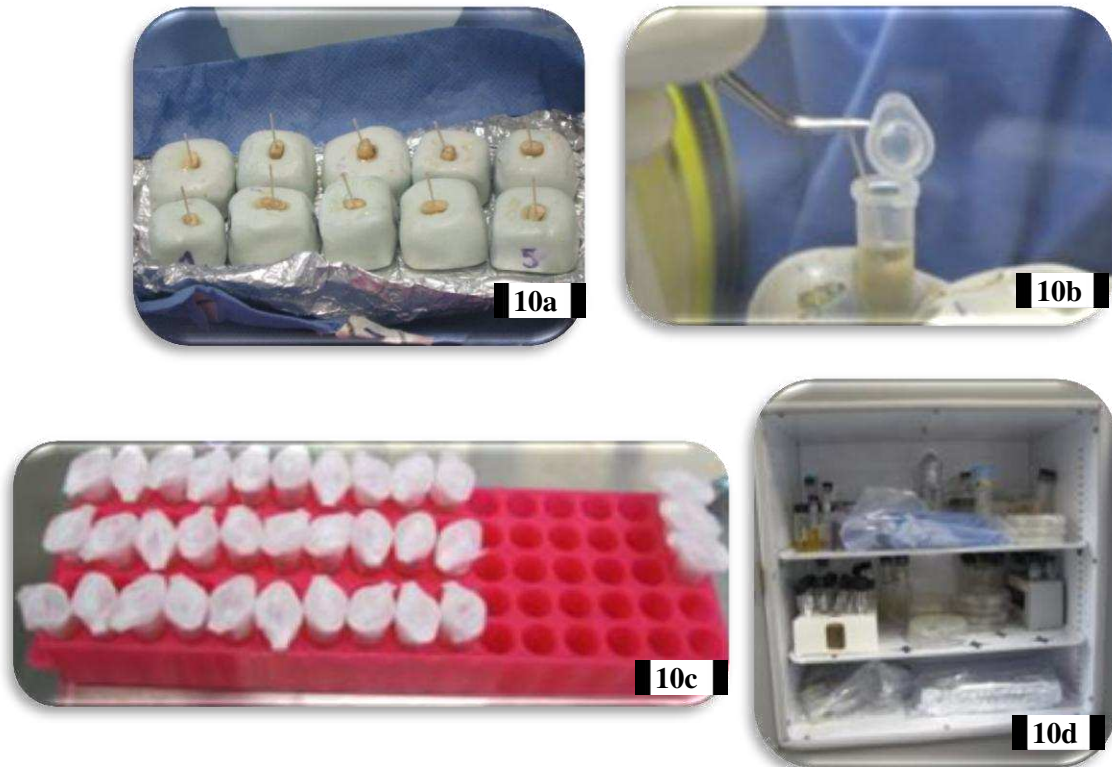


Fig. 10 a) Toma de muestra, b) Colocación en caldo de tripticaseina de soya, c) Muestras de grupos, d) Incubadora.

Posterior a este tiempo los tubos se colocaron en un Vórtex Maxi-Mix Thermolyne tipo 16700 para homogeneizar su contenido y observar los tubos contaminados, en la cámara de anaerobiosis se tomaron 100  $\mu$ l de cada tubo y se sembró en cajas de agar sangre de carnero al 5% y se incubaron por 7 días, para posteriormente observar que soluciones no presentaron actividad antimicrobiana.

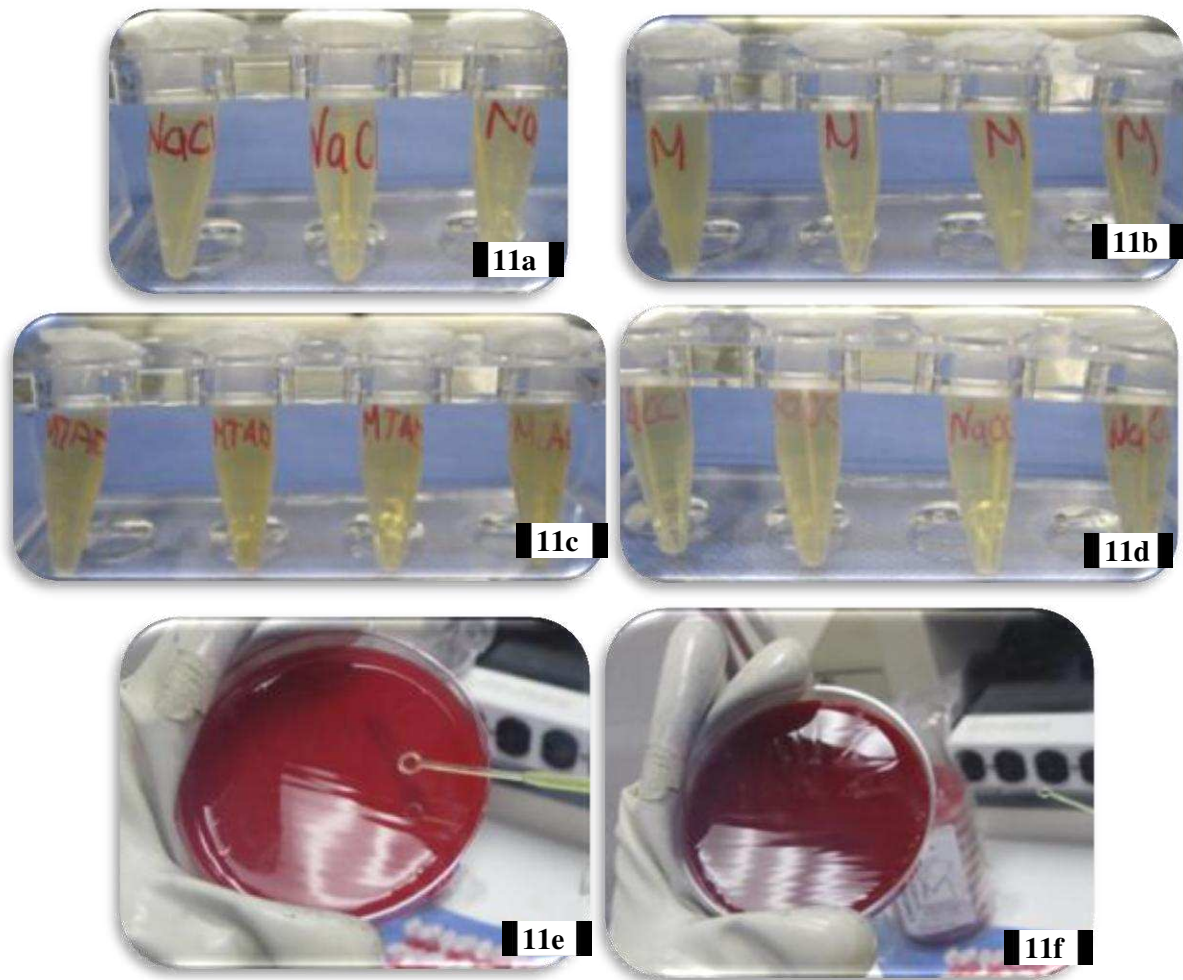
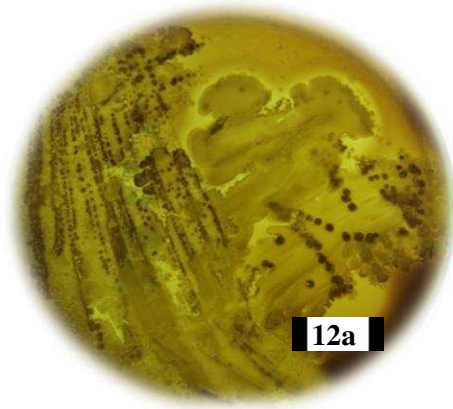


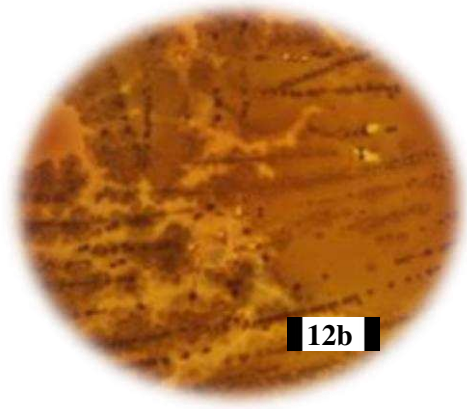
Fig. 11 a) Grupo NaCl contaminado, b) Grupo Microdacyn 60 contaminado, c) Grupo MTAD sin crecimiento bacteriano, d) Grupo NaOCl 5.25% sin crecimiento bacteriano.

Fig. 12. Cajas de Agar



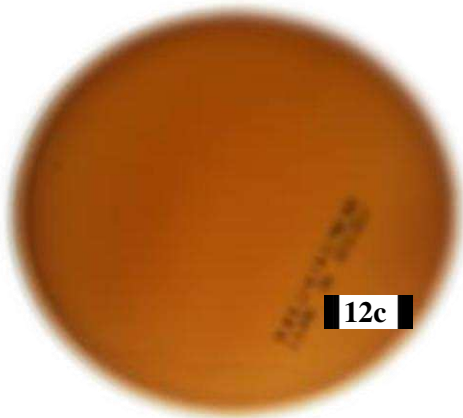
**12a**

a) Grupo Control NaCl (contaminado)



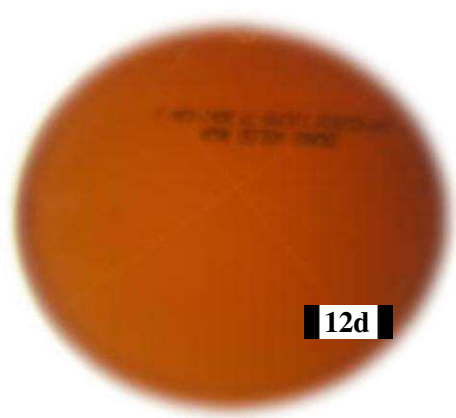
**12b**

b) Grupo Microdacyn 60 (contaminado)



**12c**

c) Grupo MTAD (sin crecimiento bacteriano)



**12d**

d) Grupo NaOCl 5.25% (sin crecimiento bacteriano.)



## Conteo Bacteriano

Se realizó el conteo bacteriano en una dilución de  $10^{-3}$  y  $10^{-4}$  en agua bidestilada estéril, ya que estas diluciones resultaron ser las que mostraron mejores condiciones para llevar a cabo el conteo de células viables, se tomaron  $10\ \mu\text{l}$  de la dilución y se colocó en la cámara de Neubauer y se procedió al conteo de células bacterianas, bajo el microscopio óptico Zeiss y determinando el número de células por mililitro encontradas.

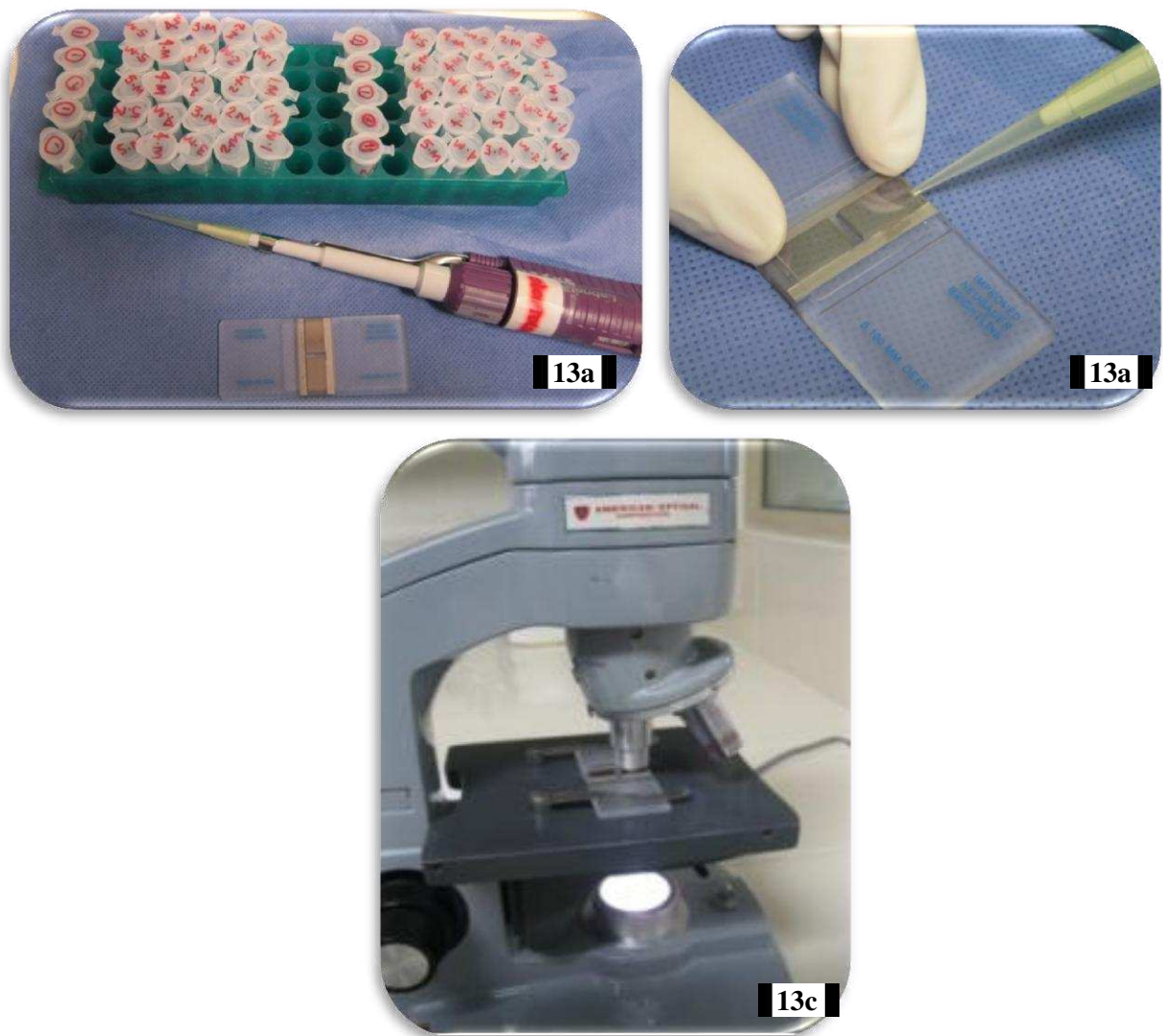


Fig. 13 a) Dilución bacteriana de muestras, b) Cámara de Neubauer, c) Microscopio de Zeiss

## Reacción en cadena de la taq Polimeras (PCR)

Se realizó la extracción del DNA bacteriano con el uso del Kit Promega RNA Isolation System y se tomaron 7 $\mu$ l del sobrenadante como fuente de ADN. Las muestras se mezclaron con los diversos componentes de reacción bajo el siguiente esquema:

|                              |               |
|------------------------------|---------------|
| <b>D`Ntp`s</b>               | 1.5           |
| <b>Buffer</b>                | 2.5           |
| <b>MgCl<sub>2</sub></b>      | 1             |
| <b>Primer 1</b>              | 1             |
| <b>Primer 2</b>              | 1             |
| <b>H<sub>2</sub>O mili Q</b> | 5.5           |
| <b>ADN</b>                   | 7             |
| <b>taq Polimerasa</b>        | 0.5           |
| <b>Total</b>                 | 20.00 $\mu$ l |

Todos los reactivos anteriores pertenecen al kit de BIOLASE™ TAQ Core Kit de BIOLANE. La mezcla se colocó en el Termociclador Perkin-Elmer modelo 2400 con las siguientes condiciones: 94°C/ 5 minutos para desnaturalizar el ADN. Posteriormente se dieron 30 ciclos de 94°C /1 minuto (desnaturalización); 36°C /1 minuto (alineamiento) y 70°C /1 minuto (polimerización). Al final, un ciclo de 4 minutos a 73°C para completar la polimerización.

Obteniendo el producto final (20 $\mu$ l), se mezclaron 5 $\mu$ l de la muestra de PCR, 2 $\mu$ l de Syber Green y 2 $\mu$ l de Go Taq™; se cargaron los pozos de los geles horizontales de agarosa al 1% en buffer TAE (Tris.Ácido Acético-EDTA, pH 8.0) en una cámara de electroforesis BIO-RAD por 40 minutos con una carga de 100 Voltios de una fuente de poder BIO-RAD. Al término de éste periodo se agregó a cada gel bromuro de etidio para facilitar la visualización de las bandas de ADN en los geles en una lámpara de luz ultravioleta BIO-RAD UV Transiluminator 2000.



Fig. 14 a) Termociclador Perkin-Elmer modelo 2400, b) y c) Extracción de ADN, d) PCR System 2400, e) Muestras de ADN, f) Gel de PCR

Se utilizó una tabla realizada en el programa Excel, para vaciar los resultados del conteo bacteriano, obtenidos de cada una de las muestras de los grupos establecidos.

### HOJA DE CAPTURA DE DATOS

| NaCl    | Dilución de Muestra: |  |  |  |            |         |        |                              |                 |                   |  |
|---------|----------------------|--|--|--|------------|---------|--------|------------------------------|-----------------|-------------------|--|
| MUESTRA |                      |  |  |  | SUMA TOTAL | ENTRE 5 | POR 25 | POR 10 <sup>4</sup> (10,000) | POR DILUCIÓN -3 | RESULTADO CEL/ML. |  |
|         |                      |  |  |  |            |         |        |                              |                 |                   |  |
|         |                      |  |  |  |            |         |        |                              |                 |                   |  |
|         |                      |  |  |  |            |         |        |                              |                 |                   |  |
|         |                      |  |  |  |            |         |        |                              |                 |                   |  |
|         |                      |  |  |  |            |         |        |                              |                 |                   |  |

## CONTEO BACTERIANO

Al hacer las observaciones, fueron anotadas de la siguiente forma:

| NaCl    |                      |    |    |    |    |            |         |        |                              |                 |                        |  |
|---------|----------------------|----|----|----|----|------------|---------|--------|------------------------------|-----------------|------------------------|--|
| MUESTRA | Dilución de Muestra: |    |    |    |    | SUMA TOTAL | ENTRE 5 | POR 25 | POR 10 <sup>4</sup> (10,000) | POR DILUCIÓN -3 | RESULTADO CEL./ML.     |  |
|         |                      |    |    |    |    |            |         |        |                              |                 |                        |  |
| 1       | 10                   | 15 | 30 | 29 | 10 | 94         | 18.5    | 470    | 4,700,000                    | 4,700,000,000   | 4.70 x 10 <sup>9</sup> |  |
| 2       | 18                   | 16 | 27 | 20 | 17 | 98         | 19.6    | 490    | 4,900,000                    | 4,900,000,000   | 4.90 x 10 <sup>9</sup> |  |
| 3       | 20                   | 17 | 28 | 27 | 1  | 93         | 18.6    | 465    | 4,650,000                    | 4,650,000,000   | 4.65 x 10 <sup>9</sup> |  |

| Microdacyn |                      |    |    |    |    |            |         |        |                              |                 |                         |  |
|------------|----------------------|----|----|----|----|------------|---------|--------|------------------------------|-----------------|-------------------------|--|
| MUESTRA    | Dilución de Muestra: |    |    |    |    | SUMA TOTAL | ENTRE 5 | POR 25 | POR 10 <sup>4</sup> (10,000) | POR DILUCIÓN -4 | RESULTADO CEL./ML.      |  |
|            |                      |    |    |    |    |            |         |        |                              |                 |                         |  |
| 1          | 1                    | 30 | 1  | 10 | 12 | 54         | 10.8    | 270    | 2,700,000                    | 27,000,000,000  | 2.70 x 10 <sup>10</sup> |  |
| 2          | 28                   | 25 | 14 | 15 | 32 | 114        | 22.8    | 570    | 5,700,000                    | 57,000,000,000  | 5.70 x 10 <sup>10</sup> |  |
| 3          | 24                   | 20 | 4  | 4  | 19 | 71         | 14.2    | 355    | 3,550,000                    | 35,500,000,000  | 3.55 x 10 <sup>10</sup> |  |
| 4          | 6                    | 1  | 0  | 0  | 1  | 8          | 1.6     | 40     | 400,000                      | 4,000,000,000   | 0.4 x 10 <sup>10</sup>  |  |
| 5          | 3                    | 4  | 2  | 6  | 2  | 17         | 3.4     | 85     | 850,000                      | 8,500,000,000   | 0.85 x 10 <sup>10</sup> |  |
| 6          | 3                    | 1  | 2  | 2  | 4  | 12         | 2.4     | 60     | 600,000                      | 6,000,000,000   | 0.60 x 10 <sup>10</sup> |  |
| 7          | 10                   | 11 | 6  | 2  | 8  | 37         | 7.4     | 185    | 1,850,000                    | 18,500,000,000  | 1.85 x 10 <sup>10</sup> |  |
| 8          | 4                    | 10 | 9  | 16 | 15 | 54         | 10.8    | 270    | 2,700,000                    | 27,000,000,000  | 2.70 x 10 <sup>10</sup> |  |
| 9          | 13                   | 11 | 3  | 3  | 5  | 35         | 7       | 175    | 1,750,000                    | 17,500,000,000  | 1.75 x 10 <sup>10</sup> |  |
| 10         | 10                   | 8  | 4  | 15 | 3  | 40         | 8       | 200    | 2,000,000                    | 20,000,000,000  | 2.0 x 10 <sup>10</sup>  |  |

| MTAD    | Dilución de Muestra: |   |   |   |   |            |         |        |                              |              |                   |
|---------|----------------------|---|---|---|---|------------|---------|--------|------------------------------|--------------|-------------------|
| MUESTRA | ■                    | ■ | ■ | ■ | ■ | SUMA TOTAL | ENTRE 5 | POR 25 | POR 10 <sup>4</sup> (10,000) | POR DILUCIÓN | RESULTADO CEL/ML. |
| 1       | 0                    | 0 | 0 | 0 | 0 |            |         |        |                              |              |                   |
| 2       | 0                    | 0 | 0 | 0 | 0 |            |         |        |                              |              |                   |
| 3       | 0                    | 0 | 0 | 0 | 0 |            |         |        |                              |              |                   |
| 4       | 0                    | 0 | 0 | 0 | 0 |            |         |        |                              |              |                   |
| 5       | 0                    | 0 | 0 | 0 | 0 |            |         |        |                              |              |                   |
| 6       | 0                    | 0 | 0 | 0 | 0 |            |         |        |                              |              |                   |
| 7       | 0                    | 0 | 0 | 0 | 0 |            |         |        |                              |              |                   |
| 8       | 0                    | 0 | 0 | 0 | 0 |            |         |        |                              |              |                   |
| 9       | 0                    | 0 | 0 | 0 | 0 |            |         |        |                              |              |                   |
| 10      | 0                    | 0 | 0 | 0 | 0 |            |         |        |                              |              |                   |

| NaOCl   | Dilución de Muestra: |   |   |   |   |            |         |        |                              |              |                   |
|---------|----------------------|---|---|---|---|------------|---------|--------|------------------------------|--------------|-------------------|
| MUESTRA | ■                    | ■ | ■ | ■ | ■ | SUMA TOTAL | ENTRE 5 | POR 25 | POR 10 <sup>4</sup> (10,000) | POR DILUCIÓN | RESULTADO CEL/ML. |
| 1       | 0                    | 0 | 0 | 0 | 0 |            |         |        |                              |              |                   |
| 2       | 0                    | 0 | 0 | 0 | 0 |            |         |        |                              |              |                   |
| 3       | 0                    | 0 | 0 | 0 | 0 |            |         |        |                              |              |                   |
| 4       | 0                    | 0 | 0 | 0 | 0 |            |         |        |                              |              |                   |
| 5       | 0                    | 0 | 0 | 0 | 0 |            |         |        |                              |              |                   |
| 6       | 0                    | 0 | 0 | 0 | 0 |            |         |        |                              |              |                   |
| 7       | 0                    | 0 | 0 | 0 | 0 |            |         |        |                              |              |                   |
| 8       | 0                    | 0 | 0 | 0 | 0 |            |         |        |                              |              |                   |
| 9       | 0                    | 0 | 0 | 0 | 0 |            |         |        |                              |              |                   |
| 10      | 0                    | 0 | 0 | 0 | 0 |            |         |        |                              |              |                   |

## DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

**La formula utilizada para obtener la muestra fue:**

$$\text{Fórmula: } n = \frac{z^2 \sigma^2}{e^2}$$

**n**= número buscado de muestras

**z**= nivel de confianza elegido

**$\sigma$** = desviación estándar

**e**= error de estimación permitido

$$n = \frac{(1.96)^2 (8.6)^2}{(3)^2 \cdot 9} = \frac{4 \times 74}{9} = \frac{296}{9} = 32.88 = 33$$

Es un estudio comparativo, la diferencia a encontrar entre los grupos es menor a 0.05. Número de 3 grupos de 10 muestras cada uno y un grupo control de 3 especímenes. Con nivel alfa de 0.05 y con una **confiabilidad de 95%**

Para evaluar la eficacia antibacteriana de los diferentes irrigantes utilizados se aplicaron las pruebas estadísticas: **ANOVA y TUKEY.**

La prueba ANOVA es una prueba paramétrica y como tal requiere una serie de supuestos para poder ser aplicada correctamente. Denominada ANOVA o análisis de la

varianza, sirve no solo para estudiar las dispersiones o varianzas de los grupos, sino para estudiar sus medias y la posibilidad de crear subconjuntos de grupos con medias iguales.

Las técnicas de ANOVA se basan en la partición de la varianza para establecer si la varianza explicada por los grupos formados es suficientemente mayor que la varianza residual o no explicada.

El análisis de la varianza (ANOVA) es una técnica estadística de contraste de hipótesis.

La técnica TUKEY se puede considerar como una técnica de comparaciones múltiples y a la vez de rangos. Es un test que se suele utilizar cuando se quiere comparar cada grupo con todos los demás y el número de números es alto. En una prueba conservadora (mantiene bajo el error de tipo I, sacrificando la capacidad de detectar diferencias existentes).



## ANALISIS DE DATOS

### **Análisis de varianza**

Se realiza un análisis de varianza para confrontar los resultados de los efectos antimicrobianos cada uno de los productos y evaluar si existe diferencia significativa entre los grupos.

La prueba de análisis de varianza es un modelo estadístico multivariado definido para determinar si existe diferencia significativa entre los resultados de varios grupos básicamente lo que evalúa o lo que compara son las varianzas, otras pruebas como la t student compara promedios, y es utilizada para variables que presentan una distribución normal, la diferencia que mide es entre grupos o dentro de los mismos grupos.

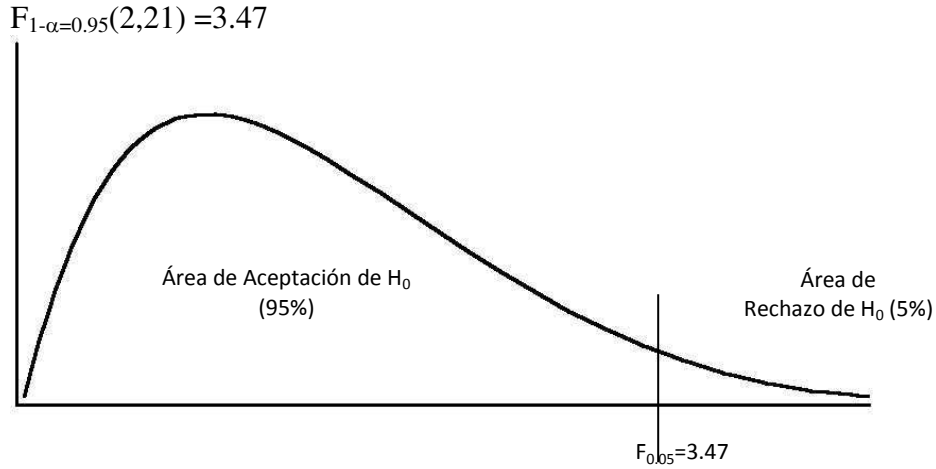
### **Planteamiento de las hipótesis**

$$H_0: \sigma^2_1 = \sigma^2_2 = \sigma^2_3 = \sigma^2_4 \quad H_1: \sigma^2_1 \neq \sigma^2_2 \neq \sigma^2_3 \neq \sigma^2_4$$

### **Estadística de prueba**

$$RV = \frac{CM_{\text{Entre}}}{CM_{\text{Dentro}}}$$

### Distribución o presentación de la prueba



#### CRITERIO DE DECISIÓN

Se acepta hipótesis nula si el valor de RV es menor a 3.47, se rechaza hipótesis nula si el valor de RV es igual o mayor a 3.47

#### Estadística de prueba calculada

#### ANOVA Valor

|              | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F      | Sig. |
|--------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| Inter-grupos | 76.488            | 3  | 25.496           | 32.725 | .005 |
| Intra-grupos | 22.594            | 29 | .779             |        |      |
| Total        | 99.082            | 32 |                  |        |      |

### Comparaciones múltiples

Valor  
HSD de Tukey

| (I) Producto  | (J) Producto  | Diferencia de medias (I-J) | Error típico | Sig.  | Intervalo de confianza al 5% |                 |
|---------------|---------------|----------------------------|--------------|-------|------------------------------|-----------------|
|               |               |                            |              |       | Límite inferior              | Límite superior |
| NaCl          | Microdacyn 60 | 2.5400*                    | .5810        | .001  | 2.230                        | 2.850           |
|               | MTAD          | 4.7500*                    | .5810        | .000  | 4.440                        | 5.060           |
|               | NaOCl 5.25%   | 4.7500*                    | .5810        | .000  | 4.440                        | 5.060           |
| Microdacyn 60 | NaCl          | -2.5400*                   | .5810        | .001  | -2.850                       | -2.230          |
|               | MTAD          | 2.2100*                    | .3947        | .000  | 1.999                        | 2.421           |
|               | NaOCl 5.25%   | 2.2100*                    | .3947        | .000  | 1.999                        | 2.421           |
| MTAD          | NaCl          | -4.7500*                   | .5810        | .000  | -5.060                       | -4.440          |
|               | Microdacyn 60 | -2.2100*                   | .3947        | .000  | -2.421                       | -1.999          |
|               | NaOCl 5.25%   | .0000                      | .3947        | 1.000 | -.211                        | .211            |
| NaOCl 5.25%   | NaCl          | -4.7500*                   | .5810        | .000  | -5.060                       | -4.440          |
|               | Microdacyn 60 | -2.2100*                   | .3947        | .000  | -2.421                       | -1.999          |
|               | MTAD          | .0000                      | .3947        | 1.000 | -.211                        | .211            |

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.95.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la investigación, fueron: el NaOCl 5.25% y MTAD presentan propiedades antibacterianas superiores al Microdacyn 60, eliminando el *Enterococcus faecalis*.

Tabla 1

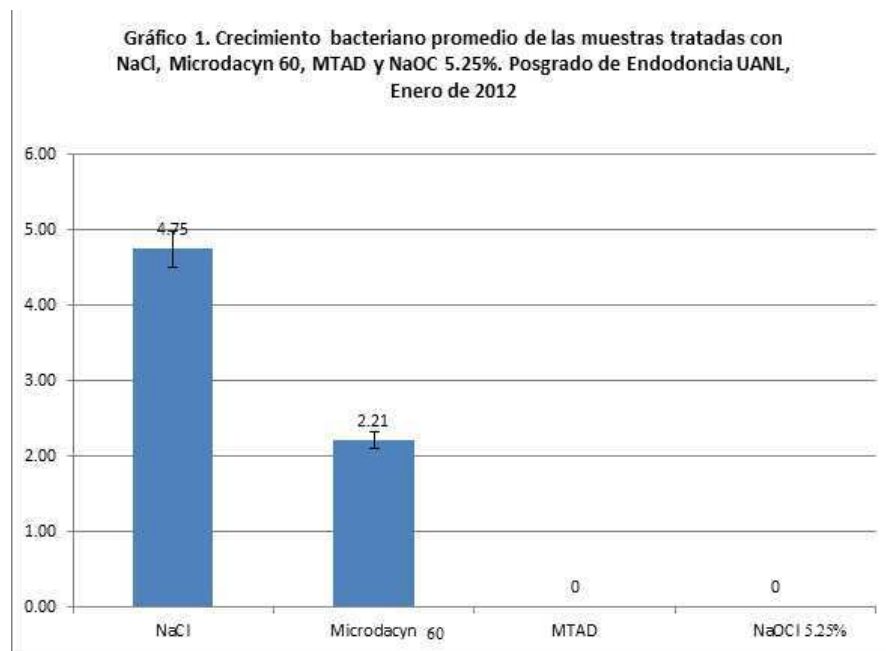
Estadística Descriptiva de los valores, según el tipo de producto antimicrobiano, Posgrado de Endodoncia UANL, Enero de 2012

|                        | NaCl | Microdacyn<br>60 | MTAD | NaOCl 5.25% |
|------------------------|------|------------------|------|-------------|
| Media                  | 4.75 | 2.21             | 0    | 0           |
| Error típico           | 0.08 | 0.50             | 0    | 0           |
| Mediana                | 4.70 | 1.93             | 0    | 0           |
| Moda                   | N/A  | 2.7              | 0    | 0           |
| Desviación estándar    | 0.13 | 1.58             | 0    | 0           |
| Varianza de la muestra | 0.02 | 2.51             | 0    | 0           |
| Rango                  | 0.25 | 5.30             | 0    | 0           |
| Mínimo                 | 4.65 | 0.40             | 0    | 0           |
| Máximo                 | 4.90 | 5.70             | 0    | 0           |
| n                      | 3.00 | 10.00            | 10   | 10          |
| Intervalo 95% (LI)     | 4.42 | 1.08             | 0    | 0           |
| Intervalo 95% (LS)     | 5.08 | 3.34             | 0    | 0           |

En la Tabla 1 se observa la estadística descriptiva de la bacteria persistente en cada una de las soluciones de irrigación utilizadas (NaCl, Microdacyn 60, NaOCl 5.25% y MTAD), a este respecto es posible observar que la muestra consistió en n=10 en los grupos experimentales y n=3 en el grupo control.

Se encontró que la muestra irrigada con NaCl presentó un promedio mayor de bacterias presentes con 4.75 ( $\pm 0.13$ ), siendo el Intervalo de Confianza (IC) = 4.42 - 5.08, en cuanto al promedio de Microdacyn se observó que fue de 2.21 ( $\pm 1.58$ ) con IC= 1.08 - 3.34, tanto que el NaOCl 5.25% como la muestra irrigada con MTAD no presentaron crecimiento bacteriano.

La muestra irrigada con NaCl presentó valores máximos de crecimiento bacteriano de 4.90 y el valor mínimo de 4.65, para el caso de la muestra con Mincrodacyn se presentó un valor máximo fue 5.70 y el mínimo de 0.40.



En el Gráfico 1 se observa la diferencia de crecimiento bacteriano, de acuerdo a cada una de las soluciones utilizadas, donde se demuestra que el MTAD y NaOCl 5.25% no presentaron crecimiento bacteriano y el grupo control NaCl presentó mayor crecimiento, seguido por en Microdacyn 60.

Gráfico 2

Estadística descriptiva de la muestra tratada con NaCl, Microdacyn 60, MTAD y NaOCl 5.25% Posgrado de Endodoncia UANL, Enero de 2012

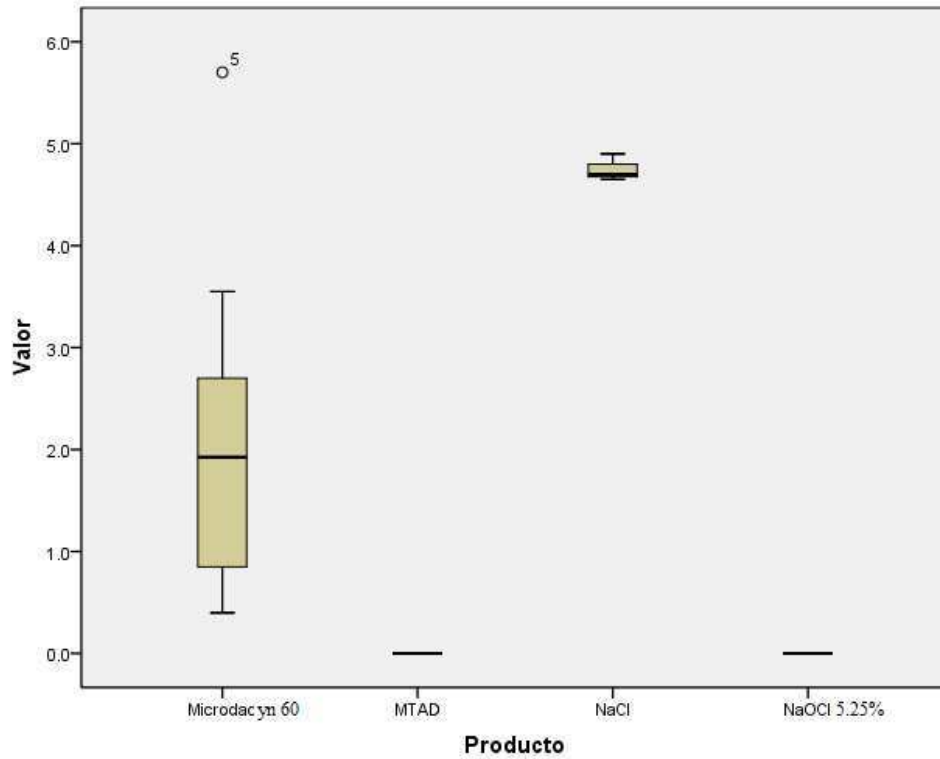


Tabla 2

|               | NaCl | Microdacyn 60 | MTAD | NaOCl 5.25% |
|---------------|------|---------------|------|-------------|
| NaCl          |      | ✓             | ✓    | ✓           |
| MICRODACYN 60 | ✓    |               | ✓    | ✓           |
| MTAD          | ✓    | ✓             |      | X           |
| NaOCl 5.25%   | ✓    | ✓             | X    |             |

En la Tabla 2 se muestran los resultados de la comparación entre los irrigantes evaluados, existiendo diferencia significativa en las comparaciones que se encuentran marcadas con ✓ y en tonalidad gris los grupos en los cuales no puede haber comparación.

## **Conclusión de Resultados**

Se rechaza hipótesis, por lo tanto se asegura con un 95% de confiabilidad que existe diferencia estadísticamente significativa entre el efecto antimicrobiano del Microdacyn 60 sobre el del NaOCl 5.25%, siendo significativamente superior el efecto antimicrobiano del NaOCl 5.25%.

Se acepta hipótesis, por lo tanto se asegura con un 95% de confiabilidad que no existe diferencia estadísticamente significativa entre el efecto antimicrobiano del MTAD sobre el NaOCl 5.25%, no existiendo diferencia significativa entre el efecto antimicrobiano de ambos.

Las diferencias encontradas entre el grupo del NaCl y el Microdacyn 60 son estadísticamente significativas, así como entre los grupos del NaCl y MTAD, NaCl y NaOCl, Microdacyn 60 y NaOCl 5.25% , Microdacyn 60 y MTAD y las diferencias entre MTAD y NaOCl 5.25% no fueron estadísticamente significativas.

## **Resultados del PCR**

Como resultado en la Reacción de Cadena de la Polimerasa (PCR), se encontró la presencia del *E. faecalis*, en el grupo control de NaCl y en el grupo experimental de Microdacyn 60, ya que esta cepa bacteriana fue resistente a estos irrigantes intraconducto. En los grupos de NaOCl 5.25% y MTAD no hubo presencia de dicha cepa bacteriana, por lo cual se estima la efectividad estas soluciones irrigantes

## DISCUSIÓN

En la presente investigación se evaluó in vitro la actividad antimicrobiana de distintos irrigantes utilizados durante la terapia endodental. Aunque los resultados de las investigaciones in vitro no pueden ser extrapolados a las situaciones in vivo son una forma de aproximación que nos permite evaluar y comparar la eficacia de los materiales dentales. Utilizando la bacteria más comúnmente observada en dientes con pulpa necrótica y lesión periapical.

En el desarrollo del procedimiento se colocó el irrigante de cada uno de los grupos, en los especímenes previamente contaminados con el *E. faecalis* durante cinco minutos, ya que por lo general es el tiempo estandarizado en la literatura revisada, de acuerdo a estudios similares. Pudiendo afectar este tiempo disminuido, al irrigante en el cual se obtuvieron resultados más deficientes a comparación de los que tuvieron mayor efecto, Sin embargo, en condiciones clínicas las soluciones irrigantes están en contacto por más tiempo de cinco minutos.

El tratamiento de endodoncia tiene como principal objetivo la eliminación de microorganismos del sistema de conductos y crear un entorno en el que no puedan sobrevivir con la consiguiente reparación de la región periapical. Esto sólo puede lograrse mediante el uso de una combinación de técnicas de tratamiento aséptico, mecanicoquímica, soluciones de irrigación y medicamentos intraconducto. (Grundling, et al., 2011; El Karim et al., 2007; Athanassiadis et al., 2007)

El éxito del tratamiento del conducto radicular depende en gran medida la eliminación de la contaminación microbiana del sistema de conductos. Si bien la instrumentación



mecánica de los conductos radiculares puede reducir la población bacteriana; la eliminación efectiva de las bacterias no se puede lograr sin el uso de antimicrobianos de irrigación de conductos radiculares y la medicación.( Craig et al., 2003)

La irrigación del sistema de conductos radiculares juega un rol importante en la limpieza y desinfección del mismo, siendo una parte integral del procedimiento de preparación del conducto. (Hülsmann and Hahn, 2000).

Un número de factores que pueden presentar obstáculos en la desinfección del sistema de conductos radiculares, es la morfología del conducto radicular, los dientes son complejos y contiene muchas irregularidades, conductos laterales, y túbulos dentales. Las bacterias pueden estar presentes no sólo en estas irregularidades, sino también en los túbulos dentinarios, a profundidades que varían. La acción de corte de los instrumentos crea una capa de limaya que puede impedir la penetración de soluciones desinfectantes en los túbulos. Además, la capa de limaya en sí puede contener bacterias, y puede ayudar en la adhesión de microorganismos en las paredes del conducto. (Shabahang et al., 2003)

La irrigación intraconducto es un complemento fundamental de la instrumentación puesto que residuos de tejido pulpar, bacterias y restos de dentina pueden permanecer en el conducto aún después de haber realizado una meticulosa preparación biomecánica. Con la instrumentación por si sola no se llega a ciertas variaciones en la anatomía de los conductos, en donde se alojan residuos; por lo tanto es necesario el uso de varias soluciones irrigantes antes, durante y después de la instrumentación. (Siqueira et al., 2002)

La enfermedad pulpar y perirradicular en un alto porcentaje está relacionada directa o indirectamente con los microorganismos, los cuales pueden utilizar diversas puertas de entrada. En función de su magnitud y proximidad, la patología se instaura rápidamente o de forma prolongada. (Grossman and Benjamin, 1982)

*E. faecalis* es un microorganismo comúnmente observado en las infecciones asintomáticas, endodónticas persistentes o infecciones secundarias intrarradicular

asociadas con el fracaso del tratamiento endodóntico. Su prevalencia en estas infecciones varía entre 24% a 77%. (Charles et al, 2006; Evans et al., 2002).

Poseen cierta resistencia al tratamiento endodóntico, es un coco gram-positivo anaerobio facultativo, su prevalencia es mayor en las infecciones persistentes que en las infecciones primarias. Esto puede explicarse por su capacidad para resistir períodos prolongados de limitación de nutrientes, lo que le permite persistir como un agente patógeno en el conducto radicular. (Grundling et al., 2011)

La solución irrigadora tiene como efecto principal, actuar como lubricante y agente de limpieza durante la preparación biomecánica, removiendo microorganismos, productos asociados de degeneración tisular y restos orgánicos e inorgánicos, lo que impide la acumulación de los mismos en el tercio apical, garantizando la eliminación de dentina contaminada y la permeabilidad del conducto desde el orificio coronario hasta el agujero apical. (Camoses et al., 2009)

El NaOCl ha sido el irrigante de elección utilizado durante mucho tiempo a diferentes concentraciones (0.5-5.25%) durante la instrumentación, encontrando que a altas concentraciones, es citotóxico para los tejidos. (Leonardo et al., 1995; Gomes et al., 2001; Yamashita et al., 2003)

A bajas concentraciones es relativamente menos citotóxico pero en cuanto a su efectividad antimicrobiana, algunos microorganismos como el *E. faecalis* son resistentes a ésta concentración. (Gomes et al, 2001)

Constantemente se han realizado investigaciones en busca de alternativas para identificar la solución de irrigación del sistema de conductos radiculares, que reúna todas las características y propiedades de una solución ideal, sin embargo no hay alguna que las reúna en la totalidad.

Bajo la metodología que se diseñó para este estudio, se obtuvo crecimiento bacteriano de algunos órganos dentarios. Entre los cuales encontramos los grupos del: NaCl y

Microdacyn 60, sin haber diferencia estadísticamente significativa, por el contrario en los grupos de NaOCl al 5.25%, así como MTAD, no hubo presencia bacteriana en ninguno de los especímenes utilizados.

El grupo de NaCl, se utilizó como grupo control para tener una base y de ahí partir y comparar con los diferentes grupos experimentales utilizados. En nuestros resultados obtenidos, encontramos que el Microdacyn 60 fue la solución de los grupos experimentales que presentó menor eficacia antimicrobiana, es decir mayor crecimiento bacteriano.

Por lo cual se encontró que por haber utilizado Microdacyn 60, una solución nunca antes reportada en estudios de irrigación en endodoncia, no pueden ser comparados con publicaciones anteriores, el objetivo de usar esta solución antimicrobiana fué, como propuesta para irrigación intraconducto, en caso de presentar resultados favorables.

Sin embargo podemos comparar los resultados obtenidos en los grupos del NaOCl al 5.25% y MTAD, y nuestros resultados coinciden con los de la investigación de Beltz et al. en el 2003 evaluó in vitro el efecto antimicrobiano del MTAD sobre *Enterococcus faecalis* y compararon su eficacia con el hipoclorito de sodio y el EDTA. La medición de las zonas de inhibición y la determinación de las concentraciones inhibitorias mínimas mostraron que el MTAD es tan efectivo como el NaOCl al 5,25% y significativamente más efectivo que el EDTA.

En el estudio de Shabahang et al., en el 2003, seleccionaron dientes humanos para comparar la eficacia de MTAD, NaOCl 5,25% en conductos radiculares contaminados. Los resultados demostraron una actividad superior a los antimicrobianos de MTAD en comparación con NaOCl 5,25%. Un hallazgo importante en la presente investigación fue la capacidad de MTAD para ejercer su efecto antimicrobiano durante un breve periodo de tiempo. Esta propiedad es deseable en la práctica clínica, donde los irrigantes del conducto radicular puede estar en contacto con ciertas áreas del conducto radicular para un tiempo corto.

Mohammadi et al., en el 2009 comparó EDTA, MTAD Clorhexidina al 2% e NaOCl 5.25% y observó que el EDTA no mostró actividad antibacterial. Por el contrario MTAD y Tetraciclina inducen la zona más grande de inhibición microbiana de *E. faecalis* cultivado tanto en condiciones aeróbicas como en anaerobias. Estos resultados coinciden con los de nuestra investigación.

Beltz et al., en el 2003 indica que con respecto al tiempo, de la capacidad del MTAD en destruir el *E. faecalis* se ha visto en estudios que después de una exposición de 2 a 5 minutos son eliminados. Estos hallazgos coinciden con los resultados de pruebas de inhibición y dilución, que demuestran que el MTAD tiene un efecto antibacterial superior comparado con el hipoclorito o EDTA en un corto período de tiempo.

Shabahang y Torabinejad en el 2003, también compararon el efecto antimicrobiano del hipoclorito de sodio al 1,3% o 5,25% como irrigante intraconducto con y sin EDTA, y el MTAD como lavado final sobre conductos radiculares de dientes humanos extraídos contaminados con *E. faecalis*, se observó que ninguna de las muestras tratadas con MTAD mostraron bacterias en los túbulos.

En un estudio realizado por Horiba et al., 1999 investigaron el efecto bactericida del agua electrolizada neutra (Microdacyn 60) en bacterias aisladas de conductos radiculares infectados, contra 17 cepas de bacterias, incluyendo 15 cepas aisladas de conductos infectados, así como contra una cepa de hongo.

Los resultados indican que el agua electrolizada neutra mantiene un pH constante y el potencial de oxidación-reducción, cuando se conserve en un recipiente cerrado, sin luz y que presenta una acción bactericida contra cepas obtenidas de conductos radiculares infectados. (Horiban, 1999)

Yamada et al, 2010 investigaron la actividad antibacteriana del agua súper oxidada, contra los cultivos de células planctónicas de bacterias cariogénicas, bacterias periodontopáticas y *Candida albicans*.

La exposición de agua superoxidada provocó un efecto bactericida contra todas las bacterias cariogénicas y periodontopáticas, se observó efecto fungicida significativo contra *C. albicans*, los resultados demostraron que el agua superoxidada ejerce un efecto antibacteriano en las bacterias cariogénicas y periodontopáticas, estos resultados no coinciden con los de nuestra investigación.

## CONCLUSIONES

Bajo la metodología desarrollada en la presente investigación y en base con los objetivos planteados, así como los resultados obtenidos se puede concluir que:

- El efecto antimicrobiano de NaOCl 5.25% y MTAD contra el *Enterococcus faecalis* es superior al Microdacyn 60, ya que ninguno de los dos primeros mencionados presentaron crecimiento bacteriano, después de la colocación de estos, en los especímenes.
- Microdacyn 60, presenta actividad antimicrobiana disminuida contra el *E. faecalis* en comparación con los otros dos grupos, ya que todas las muestras inoculadas presentaron crecimiento bacteriano.
- El MTAD presenta excelente eficacia antimicrobiana contra el *E. faecalis*, ya que ningún espécimen presentó presencia de dicha bacteria.
- El efecto antimicrobiano de NaOCl 5.25% contra el *E. faecalis*, fue excelente, debido a que eliminó esta bacteria.
- Al contrastar los resultados obtenidos, se observó que el NaOCl 5,25% y MTAD presentaron actividad superior contra en *E. faecalis* comparados con Microdacyn 60.
- El MTAD y el NaOCl al 5.25% demostraron ser excelentes irrigantes intraconducto contra la eliminación del *E. faecalis*. Ya que en ninguno de los especímenes utilizados en cada grupo hubo crecimiento bacteriano. Sin presentar diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

## **RECOMENDACIONES**

Tomando en cuenta las soluciones irrigantes intraconducto de nuestro estudio in vitro, se sugiere una continuación de éste trabajo, utilizando éstas mismas sustancias in vivo, para llegar así a una conclusión más real del efecto antibacteriano de los mismos, al ser confrontados con el *E. faecalis*, o incluso contra la gran diversidad de microorganismos que habitan los conductos radiculares necróticos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Athanassiadis B, Abbott PV, Walsh LJ. Mar 2007. The use of calcium hydroxide, antibiotics and biocides as antimicrobial medicaments in endodontics. *Aust Dent J.* 52(1 Suppl):64-82.
- 2.- Basrani BR, Manek S, Sodhi RN, Fillery E, Manzur A. 2007 Interaction between Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine Gluconate *J Endod*;33:966 –969
- 3.- Baumgarther JC, Siqueira JF, Xia T, Rocas IN. 2004 Mar. Geographical differences in bacteria detected in endodontic infections using polymerase chain reaction. *J Endod.* 30(3):141-4
- 4.- Beltz RE, Torabinejad M, Pouresmail M. 2003 May. Quantitative analysis of the solubilizing action of MTAD, sodium hypochlorite, and EDTA on bovine pulp and dentin. *J Endod.* 29(5):334-7.
- 5.- Boutsoukis C, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Wesselink PR, van der Sluis LW. October 2010. Evaluation of Irrigant Flow in the Root Canal Using Different Needle Types by an Unsteady Computational Fluid Dynamics Model, *J. Endod.* Vol. 36, Issue 10, Pages 1664-1668
- 6.- Camoes IC, Salles MR, Fernando MV, Freitas LF, Gomes CC. 2009 Oct-Dec. Relationship between the size of patency file and apical extrusion of sodium hypochlorite. *Indian J Dent Res.* 20(4):426-30.
- 7.- Clegg MS, Vertucci FJ, Walker C, Belanger M, Britto LR. 2006. The effect of exposure to irrigant solutions on apical dentin biofilms in vitro. *J Endod*;32:434–7.



- 8.- Craig J, Bakland L, Sugita E. 2003. Microbiología de la Endodoncia y Asepsia en la práctica endodóntica. Editorial McGraw-Hill Interamericana. México, pp. 63-93.
- 9.- Cohen Stephen, Hargreaves Kenneth M., 2008. Vías de la Pulpa. Edición 9. Madrid España pp. 325-331
- 10.- Dakin HD. 1915. The use of certain antiseptic substances in the treatment of infected wounds. Br Med J Endod. 2:318-20.
- 11.- Dutka-Malen S , Evers S , Courvalin P. 1995. Detection of glycopeptide resistance genotypes and identification to the species level of clinically relevant enterococci by PCR .J Clin Microbiol . 33:24–27
- 12.- El Karim I, Kennedy J, Hussey D. Apr 2007. The antimicrobial effects of root canal irrigation and medication.Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radio J Endod.103(4):560-9.
- 13.- Estrela C, Estrela CRA, Barbin EL, Spanó JL, Marchesan MA, Pécora JD. 2002. Mechanism of action of Sodium Hypochlorite, Braz Dent J. 13(2): 113-117
- 14.- Evans M , Davies JK , Sundqvist G , Figdor D. 2002. Mechanisms involved in the resistance of Enterococcus faecalis to calcium hydroxide .J. Endod.;35:221–228.
- 15.- Ercan E, Ozekinci T, Atakul F, Gül K.2004 Antibacterial Activity of 2% Chlorhexidine Gluconate and 5.25% Sodium Hypochlorite in Infected Root Canal: In Vivo Study. VOL. 30, NO. 2.
- 16.- Ferguson JW, Hatton JF, Gillespie MJ. 2002 Effectiveness of intracanal irrigants and medications against the yeast Candida albicans. J Endod;28:68 –71.
- 17.- Goldman M, White RR, Moser CR, Tenca JI. 1988. A comparison of three methods of cleaning and shaping the root canal in vitro. J Endod. 14:7-12.

- 18.- Gomes BP, Ferraz CC, Vianna ME Teixeira FB, Souza-Filho FJ.. 2001. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *J. Endod.* 34:424-28
- 19.- González-Espinosa D, Pérez-Romano L, Guzmán-Soriano B, Arias E, Bongiovanni CM, Gutiérrez AA. 2007 Sep. Effects of pH-neutral, super-oxidised solution on human dermal fibroblasts in vitro. *Int Wound J.* 4(3):241-50.
- 20.- Gründling GL, Zechin JG, Jardim WM, de Oliveira SD, de Figueiredo JA 2011 Effect of Ultrasonics on *Enterococcus faecalis* Biofilm in a Bovine Tooth Model. *J Endod* (37:1128–1133)
- 21.- Grossman LI, Meiman BW. Solution of pulp tissue by chemical agents. *J Am Dent Assoc* 1941,2:223-225. Comentado en Leonardo MR, Leal JM editores. *Endodoncia. Tratamiento de los conductos radiculares.* Buenos Aires, Argentina. Editorial Médica Panamericana 1994: 2
- 22.- Grossman Louis I., W. Benjamin . Meiman. January 1982 .Solution of pulp tissue by chemical agents. *J. Endod* Volume 8, Supplement. Pages S10-S12.
- 23.- Hauman CH, Love R. 2003. Biocompatibility of dental materials used in contemporary endodontic therapy: a review. Part 1. Intracanal drugs and substances. *J. Endod* . 36:75-85
- 24.- Ingle JJ, Taintor JF. 1987. *Endodoncia.* 3era ed. Interamericana. México.: pp.184-90.
- 25.- Horiba N, Hiratsuka K, Onoe T, Yoshida T, Suzuki K, Matsumoto T, Nakamura H. 1999 Jan. Bactericidal effect of electrolyzed neutral water on bacteria isolated from infected root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol J. Endod.* 87(1):83-7.
- 26.- [http. www. tulsadentalspecialties.com](http://www.tulsadentalspecialties.com) [Revisado en Mayo de 2010].

- 27.- [http. www.peruprom.com/hogar/lejia.html](http://www.peruprom.com/hogar/lejia.html). [Revisado en Noviembre de 2010].
- 28.- Hülsmann M, Hahn W. 2000. Complication during root canal irrigation- literature review and case reports. *J. Endod.* Volume 33 Pages 186-93.
- 29.- Hülsmann M. 1998. Irrigación del conducto radicular: objetivos, soluciones y técnicas. *J. Endod.* Edición en español. 4(1): pp. 15-29.
- 30.- Hu X, Peng Y, Sum CP, Ling J. December 2010. Effects of Concentrations and Exposure Times of Sodium Hypochlorite on Dentin Deproteinization: Attenuated Total Reflection Fourier Transform Infrared Spectroscopy Study. *J. Endod* Volume 36, Issue 12 , Pages 2008-2011.
- 31.- Isabela N. Rôças, José F. Siqueira Jr. January 2010. Identification of Bacteria Enduring Endodontic Treatment Procedures by a Combined Reverse Transcriptase–Polymerase Chain Reaction and Reverse-Capture Checkerboard Approach. *J. Endod.* Volume 36, Issue 1 , Pages 45-52.
- 32.- Jeanson 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.*
- 33.- Johal S, Baumgartner JC, Marshall JG. 2007. Comparison of the Antimicrobial Efficacy of 1.3% NaOCl/ BioPure MTAD to 5.25% NaOCl/ 15% EDTA for Root Canal Irrigation. (*J. Endod* 2007;33:48 –51)
- 34.- Kakehashi S, Stanley H, Fitzgerald R. 1965 The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol J. Endod* 20(3)340-49.
- 35.- Kayaoglu G, Ørstavik D. 2004. Virulence Factors of *Enterococcus faecalis*: Relationship to Endodontic Disease. *International and American Associations for Dental Research.* 15 (5):308-320

- 36.- Kuruvilla JR, Kamath MP. 1998 Antimicrobial activity of 2.5% sodium hypochlorite and 0.2% chlorhexidine gluconate separately and combined, as endodontic irrigants. *J Endod*;24:472– 6.
- 37.- Lana MA, Ribeiro-Sobrinho AP, Stehling R, Garcia GD, Silva BK, Hamdan JS, Nicoli JR, Carvalho MA, Farias Lde M. 2001. Microorganisms isolated from root canals present in necrotic pulp and their drug susceptibility in vitro. *Oral Microbiol Immunol.* 16:100-5.
- 38.- Landa-Solis, González-Espinosa D, Guzman B, Snyder M, Reyes-Terán G, Torres K and Gutiérrez AA. 2005 Dec. Microcyn™ a novel super-oxidized water with neutral pH and disinfectant activity. *J Hosp Infect.* 61(4):291-9.
- 39.- Lasala, A. 1992. Endodoncia. 4ta. Edición. Editorial Salvat. México, pp. 377-381.
- 40.- Leonardo MR, Tanomaru Filho M, Silva LA, Nelson Filho P, Bonifacio KC, Ito IY. 1999. In vivo antimicrobial activity of 2% chlorhexidine used as a root canal irrigating solution. *J Endod.* 25(3): 167-171
- 41.- McComb D, Smith DC. 1975, A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J Endod* 1:238-242.
- 42.- Mehdipour O, Kleier DJ, Averbach RE. 2007 Oct .Anatomy of sodium hypochlorite accidents. *Compend Contin Educ Dent.* 28(10):544-6, 548, 550.
- 43.- Mohammadi Z. Jan 2009. Local applications of tetracyclines in endodontics and dental trauma: a review. *Dent Today.* 28(1):95-6, 98, 100-1; quiz 101.
- 44.- Morgan RW, Carnes DL, Montgomery S. 1991. The solvent effects of calcium hydroxide irrigating solution on bovine pulp tissue. *J Endod.* 17:165-68.
- 45.- Ohara P, Torabinejad M, Kettering JD. 1993 Antibacterial effects of various endodontic irrigants on selected anaerobic bacteria. *Endod Dent Traumatol*;9:95–100.

- 46.- Ozdemir HO, Buzoglu HD, Calt S, Stabholz A, Steinberg D. 2010. Effect of ethylenediaminetetraacetic acid and sodium hypochlorite irrigation on *Enterococcus faecalis* biofilm colonization in young and old human root canal dentin: in vitro study. *J Endod.*;36(5):842-6.
- 47.- Parsons GJ, Patterson SS, Miller CH, Katz S, Kafrawy AH, Newton CW. 1980. Uptake and release of chlorhexidine by bovine pulp and dentin specimens and their subsequent acquisition of antibacterial properties. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 49:455-58.
- 48.- Peters LB, Wesselink PR, Buijs JF, van Winkelhoff AJ. 2001 Viable bacteria in root dentinal tubules of teeth with apical periodontitis. *J Endod.*;27 (2): 76-81.
- 49.- Peters LB, Wesselink PR, Buijs JF, van Winkelhoff AJ. 2002. Combinations of bacterial species in endodontic infections *J. Endod.*; 35(8): 698-702.
- 50.- Retamozo B, Shabahang S, Johnson N, Aprecio RM, Torabinejad M. 2010 Minimum Contact Time and Concentration of Sodium Hypochlorite Required to Eliminate *Enterococcus faecalis*. (*J Endod* ;36:520–523)
- 51.- Richman M. 1957. Use of ultrasonic in root canal therapy and root resection. *J Dent.* 12:12.
- 52.- Sauer K, Thatcher E, Northey R, Gutierrez AA. 2009. Neutral super-oxidised solutions are effective in killing *P. aeruginosa* biofilms. Department of Biological Sciences, Binghamton University, SUNY at Binghamton, Binghamton, NY, USA. ksauer@binghamton.edu. *Biofouling.* 25(1):45-54.
- 53.- Schreier EO. Sept., 1893. The treatment of infected root canals with kalium and natrium. *Dent. Cosmos*, 38:863.

- 54.- Seidberg BH, Schilder H, Syracuse NY. 1974. An evaluation of EDTA in endodontics. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 37:609-20.
- 55.- Sen B.H., Safavi KE, Spangberg LS. 1999. Antifungal effects of sodium hypochlorite and clorexidine in root canals, *J. Endod.*25:235.
- 56.- Shabahang S, Aslanyan J, Torabinejad M. 2008 Mar. The substitution of chlorhexidine for doxycycline in MTAD: the antibacterial efficacy against a strain of *Enterococcus faecalis*. *J Endod.* 34(3):288-90.
- 57.- Shabahang S, Pouresmail M, Torabinejad M. 2003 July. In vitro antimicrobial efficacy of MTAD and sodium hypochlorite. *J Endod.* 29(7):450-2.
- 58.- Shabahang S, Torabinejad M. 2003 Sep. Effect of MTAD on *Enterococcus faecalis*-contaminated root canals of extracted human teeth. *J Endod.* 29(9):576-9.
- 59.- Siqueira JF Jr, Rôças IN, Santos SR, Lima KC, Magalhães FA, de Uzeda M. Siqueira J, Rocas I, Santos S. 2002. Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals. *J Endod.* 28(3):181-4.
- 60.- Siqueira J, Rocas I, Souto R, Uzeda M, Colombo A. 2000 Jun. Checkerboard DNA-DNA hybridization analysis of endodontic infections. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*89:744-8.
- 61.- Siqueira JF, Rocas IN, 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.* 6:331-34.
- 62.- Siqueira JF Jr, Rôças IN. 2004 Simultaneous Detection of *Dialister pneumosintes* and *Filifactor alocis* in Endodontic Infections by 16S rDNA-directed Multiplex PCR. *J. Endod.* Pages 851-854.

- 63.- Siqueira JF Jr. October 2003. Taxonomic Changes of Bacteria Associated with Endodontic Infections, J Endod Volume 29, Issue 10 , Pages 619-623.
- 64.- Spangberg LSW, Haapasalo M. 2002. Rationale and efficacy of root canal medicaments and root filling materials with emphasis on treatment outcome, J. Endod. 2:35
- 65.- Stewart GG, Cobe HM, Rappaport H. 1961. A study of a new medicament in the chemomechanical preparation of infected root canals. J Am Dent Assoc. 63:34-7.
- 66.- Stewart GG, Kapsimalas P, Rappaport H. 1969. EDTA and urea peroxide for root canal preparation. J Am Dent Assoc. 78: 335-8.
- 67.- Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, Owatz CB. February 2006. Enterococcus faecalis: Its Role in Root Canal Treatment Failure and Current Concepts in Retreatment J. Endod Volume 32, Issue 2 , Pages 93-98,
- 68.- Teixeira LM , Facklam RR. 2003. Enterococcus .In: Murray PR editors. Manual of clinical microbiology .8th ed. Washington. pp. 422–433
- 69.- Tendolkar PM , Baghdayan AS , Shankar N. 2003 Pathogenic Enterococci (new developments in the 21st century) . Cell Mol Life Sci .60:2622–2636
- 70.- Tong Z, Zhou L, Li J, Jiang W, Ma L, Ni L. 2011. In Vitro Evaluation of the Antibacterial Activities of MTAD in Combination with Nisin against Enterococcus faecalis. J Endod 2011;37:1116–1120
- 71.- Torabinejad M, Cho Y, Khademi AA, Bakland LK, Shabahang S. 2003 Apr.The effect of various concentrations of sodium hypochlorite on the ability of MTAD to remove the smear layer.J Endod. 29(4):233-9.

- 72.- Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, Cho Y, Johnson WB, Bozhilov K, Kim J, Shabahang S. 2003. A new solution for the removal of the smear layer. *J Endod*;29:170–5.
- 73.- Torabinejad M, Shabahang S, Aprecio RM, Kettering JD. 2003 Jun. The antimicrobial effect of MTAD: an in vitro investigation. *J Endod*.29(6):400-3.
- 74.- Tyrrell GJ , Bethune RN , Willey B , Low DE. 1997. Species identification of enterococci via intergenic ribosomal PCR .*J Clin Microbiol* . 35:1054–1060.
- 75.- Walker A. 1936. A definitive and dependable therapy for pulpless teeth. *J Am Dent Assoc* 23:1418-24.
- 76.- Walton, R.E., Torabinejad, M. 1997. *Endodoncia. Principios y práctica*. 2ª Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana. México. pp. 216-250
- 77.- Yahagi N, Kono M, Kitahara M, Ohmura A, Sumita O, Hashimoto T, Hori K, Ning-Juan C, Woodson P, Kubota S, Murakami A, Takamoto S. 2000 Dec. Effect of electrolyzed water on wound healing.*Artif Organs*. 24(12):984-7.
- 78.- Yamada K, Yama M, Takaku Y, Kakizawa T, Kimizuka R, Okuda K, Kato T. 2010. Antimicrobial activity of super-oxidised water against oral microorganisms. *Arch Oral Biol*. Jun;55(6):397-400.
- 79.- Yamashita J, Tanomaru M, Leonardo M. 2003. Scanning electron microscopic study of the cleaning ability of chlorhexidine as a root-canal irrigant. *J. Endod*. 36:391-94
- 80.- Young G, Turner S, Davies JK, Sundqvist G, Figdor D. 2007 Bacterial DNA Persists for Extended Periods after Cell Death *J. Endod*. Volume 33, Pages 1417-1420
- 81.- Zaccaro MF, Antoniazzi JH, Scelsa P. 2000. Efficacy of final irrigation endash; A scanning electron microscopic evaluation. *J. Endod*. 26(6):355-58.



- 82.- Zhang W, Torabinejad M, Li Y. 2003 Oct.Evaluation of cytotoxicity of MTAD using the MTT-tetrazolium method.J Endod. 29(10):654-7.
- 83.- Zehnder Matthias, 2006. Root Canal Irrigants .J Endod ;(32: 389–398)
- 84.- Zehnder M. Kosicki D, Luder H, Sener B, Waltimo T. 2002. Tissue dissolving capacity and antibacterial effect of buffered an unbuffered hypochlorite solutions, Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol J. Endod 94:756.
- 85.- Zehnder M, Schmidlin P, Sener B, Waltimo T. 2005 Chelation in root canal therapy reconsidered. J Endod; 31:817–20.
- 86.- Zoletti G.O., Siqueira J.F., K.R.N. Santos. August 2006. Identification of Enterococcus faecalis in Root-filled Teeth With or Without Periradicular Lesions by Culture-dependent and—Independent Approaches. J. Endod. Volume 32, Issue 8 , Pages 722-726.
- 87.- Zhongchun T., Lin Z., Rong K., Tiejun Q., Longxing N. 2012. In Vitro Evaluation of MTAD and Nisin in Combination against Common Pathogens Associated with Root Canal Infection. J Endod; 38:490–494