



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "IZTACALA"**



# **“Propuesta de una nueva metodología para la activación del irrigante intraconducto en la terapia endodóntica”**

**Protocolo de tesis que para obtener el título de cirujano dentista**

**Presenta:**

**Carlos Donovan Tovar Sosa**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**M en O. Alberto Taketoshi Furuya Meguro**

México, D.F., 2015



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## INDICE

INTRODUCCION.....	3
OBJETIVOS.....	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEEMA.....	4
HIPOTESIS.....	4
MARCO TEORICO.....	5
METODOLOGIA.....	26
RESULTADOS.....	37
DISCUSION.....	39
CONCLUSIONES.....	40
ANEXOS.....	41
BIBLIOGRAFIA.....	45

## INTRODUCCION

El control bacteriológico de los conductos radiculares juega un papel importante para el éxito o fracaso del tratamiento, aunque la instrumentación de los conductos logra eliminar un gran porcentaje de bacterias, pueden quedar muchas en zonas inaccesibles que por su ubicación no son eliminadas (conductos laterales, accesorios, etc.), es por este motivo que para su completa eliminación se utilicen sustancias que logren penetrar en todo el sistema de conductos y ayuden en primer lugar a la eliminación de los gérmenes, logren la lubricación del conducto, tengan efectos de arrastre mecánico tanto de detritus y bacterias, etc.(irrigantes)

Actualmente los irrigantes que mejor efecto antimicrobiano han demostrado a través de los años son el hipoclorito de sodio y la clorhexidina, a pesar de esto, existen bacterias que pueden no ser afectadas por el efecto del irrigante, si no a su capacidad de penetrar en los túbulos dentinarios (*E. faecalis*), además el lodo dentinario producido durante la instrumentación impide el contacto del irrigante con el germen.

Se ha demostrado que el uso del hipoclorito de sodio en conjunto con el EDTA arroja excelentes resultados en la práctica clínica, ya que su combinación resulta muy efectiva en la remoción del tejido orgánico e inorgánico del sistema de conductos radiculares, logrando una completa remoción de la capa de barrillo dentinario y la apertura de los túbulos dentinarios lo que brinda una mayor remoción bacteriana.

Hoy en día el método de irrigación más común es la irrigación manual pasiva, pero desgraciadamente hay ocasiones en la que esta no resulta del todo efectiva para la completa desinfección de los conductos radiculares

Por lo tanto el propósito del presente trabajo es la propuesta de un método de activación del irrigante pulpar mediante sistema rotatorio, el cual al lograr una agitación del irrigante dentro del conducto radicular pueda llegar a eliminar mayor número de barrillo dentinario y por ende, bacterias que la irrigación manual pasiva por sí sola no es capaz de eliminar.

## OBJETIVO

Comparar la efectividad de la activación del irrigante mediante sistema manual pasivo y activación del irrigante con sistema rotatorio.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En la mayoría de las ocasiones, al momento de realizar la limpieza y conformación del conducto radicular en endodoncia, el irrigante no es capaz de llegar totalmente al interior del sistema de conductos y por ende no se obtiene una desinfección total, lo cual trae como consecuencia fracaso en el tratamiento o recidivas.

¿La propuesta de activación del irrigante mediante instrumento rotatorio tendrá mayor éxito de limpieza y desinfección que la irrigación manual convencional?

## HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

El hipoclorito de sodio y el EDTA activados mediante sistema rotatorio tienen mayor y mejor eficacia para eliminar el *Enterococcus faecalis*.

## VARIABLES

DEPENDIENTE: unidades formadoras de colonias.

INDEPENDIENTE: activación del irrigante pasiva y con sistema rotatorio.

## MARCO TEORICO

Actualmente se sabe que el principal factor etiológico de la enfermedad endodóntica es de origen microbiológico, esto fue ampliamente demostrado por Kakehashi y colaboradores, la caries dental es el principal factor causante de esta enfermedad.<sup>1</sup>

La caries es una enfermedad que se caracteriza por la destrucción de los tejidos duros del diente provocada por los ácidos producidos por las bacterias de la placa bacteriana a partir de los hidratos de carbono de la dieta. La unión del *Streptococcus mutans* junto con los carbohidratos fermentables, particularmente la sacarosa producen ácido láctico, el cual es el causante de la desmineralización del esmalte. (Leverett, 1982; Newbrun, 1982).<sup>2</sup>

Si no es tratada, tras la destrucción del esmalte ataca a la dentina y alcanza la pulpa dental produciendo su inflamación, pulpitis, y posterior necrosis.<sup>2</sup>

El mecanismo de defensa inicial de la pulpa durante un avance lento de la caries es una inflamación que está acompañada de la formación de dentina esclerótica y terciaria, cuando la lesión cariosa es de avance rápido sobrepasa la capacidad de defensa pulpar por calcificación, ocasionando dilatación de los vasos pulpares y células inflamatorias crónicas.<sup>3</sup>

Conforme la enfermedad se acerca a la pulpa más y más macrófagos, plasmocitos y linfocitos se encuentran diseminados en ella, en especial por debajo de la región de los túbulos dentinarios dañados. Tarde o temprano ocurre una exposición franca (Torneck, 1981; Lin y Langeland, 1981). Lo que permite una gran penetración de bacterias, restos de dentina cariada y productos de degradación además de la saliva, lo que favorece el crecimiento y proliferación de microorganismos.<sup>2</sup>

Otro factor importante de contaminación es a través de los conductos laterales deltas apicales, conductos accesorios, etc. y la enfermedad periodontal.<sup>4</sup>

Se estima que en la cavidad bucal humana habitan cerca de 500 especies microbianas, la mayoría de las patologías pulpares y periodontales poseen una flora polimicrobiana.<sup>5</sup>

Dependiendo del tipo de microorganismos existentes en los conductos radiculares infectados, las manifestaciones clínicas y la sintomatología pueden variar de leve a severa, es por esto que es necesario la completa desinfección del conducto radicular para lograr el éxito del tratamiento.

Para contrarrestar la flora microbiana que invade el conducto radicular se utiliza la medicación intermedia y la irrigación.<sup>6</sup>

Durante muchos años se utilizó la medicación intermedia empíricamente y se han llegado a utilizar desde sustancias mucho muy tóxicas como el arsénico, el guano del gorrión inglés, etc. Actualmente se utilizan medicamentos encaminados a la eliminación de los microorganismos y se utilizan fundamentalmente como sustancias temporales o intermedias y la irrigación.<sup>6</sup>

La medicación temporal, salvo a algunas excepciones está casi en desuso, debido a que la mayoría de los productos utilizados para este fin son compuestos derivados de los fenoles dentro de estos: eugenol, formocresol, paramonoclorofenol alcanforado, etc. Estos medicamentos son citotóxicos y algunos de ellos afectan la reparación periapical, los únicos medicamentos que actualmente han demostrado su efectividad como medicación temporal son el hidróxido de calcio y la clorhexidina.

El hidróxido de calcio, es uno de los medicamentos que ha demostrado a través de las pruebas científicas y clínicas su efectividad debido a que posee propiedades bactericidas, capacidad osteogénica para inducir la formación de tejido duro y buena tolerancia biológica es el más usado en la actualidad.<sup>7</sup>

El uso del hidróxido de calcio en endodoncia en la actualidad es de gran importancia por sus múltiples aplicaciones:

- Acción antiinflamatoria: debido a su acción higroscópica, a la formación de puentes de calcio- proteínas, la cual previene la salida de exudado desde

los vasos sanguíneos hacia los ápices, y por la inhibición de la fosfolipasa con lo cual disminuye la lisis celular y consecuentemente la liberación de prostaglandinas.

- Control de la hemorragia: mediante el taponamiento con el CaOH en la superficie hemorrágica, lo cual detiene con efectividad la hemorragia en unos minutos.
- Capacidad de desnaturalizar e hidrolizar proteínas: destruyendo dentro del conducto el tejido blando remanente, haciéndolo más limpio.
- Como solución irrigadora (agua de cal): indicada en biopulpectomías ya que no irrita el muñón pulpar y facilita su reparación. Es altamente hemostático y no provoca el efecto rebote en los vasos sanguíneos como sucede con la adrenalina y la noradrenalina.
- Control de abscesos y de conductos húmedos con drenaje persistente de exudado: debido a sus propiedades antibacterianas, a que favorece la reparación y la calcificación, pudiendo influir la contracción de capilares, formación de una barrera fibrosa o de un tapón apical, lo que ayuda a la curación de la inflamación periapical.
- Disminuye la filtración apical: lo cual mejora el pronóstico del tratamiento. Un tapón apical de CaOH consigue un mejor sellado formando una matriz con la gutapercha y el cemento sellador.
- Tratamiento de dientes con desarrollo radicular incompleto: la inducción a la formación del ápice radicular representa el empleo más importante del CaOH, para lo que se deben tener en cuenta las indicaciones precisas. El CaOH junto a la preparación mecánica, creará el ambiente adecuado para que las células diferenciadas del periápice produzcan el cierre apical mediante la elaboración de un tejido que posteriormente se remineraliza. (osteocemento).<sup>8</sup>

Los restos celulares epiteliales de Malassez han sido implicados en la apicoformación. Las células de la región periapical de un diente incompletamente formado pueden ser consideradas pluripotenciales y de ese modo, presentan diferenciación en células capaces de formar tejido dentario normal después de ser

resuelta la reacción inflamatoria. El CaOH favorece el proceso de diferenciación cuando es usado en el interior del conducto.

El hidróxido de calcio también está indicado como tratamiento para algunos traumatismos como fracturas radiculares, luxaciones y avulsiones, reabsorciones internas y lesiones endoperiodontales.<sup>8</sup>

Es importante resaltar que aunque el hidróxido de calcio tenga función antimicrobiana, es incapaz de eliminar las bacterias contenidas dentro de los túbulos dentinarios.<sup>9</sup> Se ha reportado que diferentes preparaciones de hidróxido de calcio son incapaces de eliminar *Enterococcus Faecalis* de los túbulos dentinarios, aun cuando éste se encuentra en la entrada de los túbulos.<sup>10,11</sup>

La razón por la cual el hidróxido de calcio no pueda entrar a los túbulos dentinarios se debe a su alta tensión superficial. Esto ha hecho, que se intente mezclar el hidróxido de calcio con un gran número de vehículos, por 2 razones principalmente, la primera, modificar su tensión superficial, y la segunda, prolongar la liberación iónica.<sup>12, 13,14</sup>

## **Clorhexidina**

La clorhexidina fue sintetizada en 1950 en los laboratorios de imperial chemical industries (ICI) en Inglaterra, cuando se buscaba un agente antimalárico.

Se halló que la clorhexidina tiene alta actividad antibacteriana, además de baja toxicidad, y una buena afinidad con la piel y membranas mucosas. Todas estas propiedades condujeron al desarrollo y aplicación de la CHX como antiséptico para piel y mucosas, para aplicar en heridas leves, y para uso odontológico para desinfección de la boca y en endodoncia.<sup>15</sup>

Este compuesto es una base fuerte dicatiónica a pH superior a 3,5 con dos cargas positivas en cada extremo del puente de hexametileno, es esta naturaleza dicatiónica la que la hace extremadamente interactiva con los aniones, lo que es relevante para su eficacia, seguridad, efectos secundarios locales y dificultad para formularla en productos. Aunque es una base, la clorhexidina se mantiene más

estable en forma de sal y la preparación más común es la sal de digluconato por su alta solubilidad en agua.<sup>16</sup>

La clorhexidina se ha propuesto por varios autores como irrigante de conductos radiculares por su acción bactericida, compatibilidad y por su liberación gradual prolongada; así como medicamento intraconducto.<sup>17</sup>

Como irrigante endodóntico es utilizado al 0.12% o 2%, demostrando propiedades antibacterianas como el hipoclorito de sodio, pero a diferencia de este, continua su liberación por un periodo de 48 a 72 horas posterior a la instrumentación, tanto así que puede servir como medicación intraconducto.<sup>18</sup>

Leonardo y cols. (1999) irrigaron con clorhexidina al 2% durante la instrumentación de 22 conductos radiculares de incisivos y molares, confirmando la actividad antimicrobiana de esta solución y sus efectos residuales 48 horas después de la instrumentación.<sup>19</sup>

Toledo et al, Fardal y Turnbull en 1986 determinaron las siguientes propiedades de la CHX:

- \* Amplio espectro principalmente contra bacterias Gram positivas
- \* Capacidad de adsorción por los tejidos dentales y superficie de mucosas
- \* Sustantividad: Liberación prolongada y gradual (48-72 hrs). La clorhexidina es adsorbido por la hidroxiapatita de la superficie dental y las proteínas salivales y es subsecuentemente liberado cuando disminuye la cantidad del mismo en el medio bucal (Fardal y Turnbull, 1986).
- \* Bactericida: en altas concentraciones induce la precipitación o coagulación del citoplasma celular. La actividad antimicrobiana de la clorhexidina se debe a que es absorbida por la pared celular causando rotura y pérdida de los componentes celulares (Yesilsoy y col., 1995).
- \* Bacteriostático: En bajas concentraciones, sustancias de bajo peso molecular, como el potasio y el fósforo pueden disgregarse ejerciendo un efecto bacteriostático. Este efecto ocurre debido a la lenta liberación de la clorhexidina.

Se ha dicho que el efecto bacteriostático de la clorhexidina es de mayor importancia que el efecto bactericida (Fardal y Turnbull, 1986).

\* Baja toxicidad: recomendado como irrigante en pacientes alérgicos al hipoclorito

\* Baja tensión superficial: por lo que tiene un excelente efecto humectante

El mecanismo de acción de la CHX fue reseñado por Woodcock en 1988.

A bajas concentraciones la CHX funciona como bacteriostático, a concentraciones mayores se comporta como bactericida; los niveles de diferenciación pueden variar de una especie a otra.

El proceso letal para el microorganismo involucra varios cambios a nivel citológico y fisiológico, algunos de los cuales son reversibles y que conducen a la muerte de la célula.

La secuencia ha sido descrita de la siguiente manera:

- 1- Rápida atracción hacia la célula bacteriana
- 2- Adsorción fuerte y específica hacia compuestos con grupos fosfato en la superficie bacteriana.
- 3- Debilitamiento de los mecanismos de exclusión de la pared celular bacteriana.
- 4- Atracción hacia la membrana citoplasmática.
- 5- Pérdida de componentes citoplasmáticos de bajo peso molecular (por ej. iones potasio) e inhibición de enzimas asociadas a membrana como adenosin fosfatasa.
- 6- Precipitación en citoplasma por formación de complejos con entidades fosfatadas tales como adenosin trifosfato (ATP) y ácidos nucleicos. Las primeras etapas se consideran reversibles, cuando ocurre pérdida de material citoplasmático el proceso se vuelve irreversible. Los niveles de CH tales que pueden producir ataque a los ácidos nucleicos y enzimas varias se consideran de efecto bactericida.

La CHX, aunque se ha reportado que es una solución relativamente inocua, puede inducir reacciones alérgicas. El rango de sensibilización ha sido reportado en varios estudios y corresponde aproximadamente al 2% (Krautheim 2004). El caso de una reacción de shock anafiláctico después de la aplicación de CHX al 0.6% en piel intacta, que sólo mostró signos de Rush fue reportado en la literatura dermatológica (Autegarden 1999). Reacciones alérgicas tales como anafilaxis, dermatitis por contacto y urticaria han sido reportadas después del contacto directo con mucosa o heridas abiertas (Ebo 1998, Snellman E 1999, Pham NH 2000, Scully C 2003). No se ha encontrado reporte de reacciones alérgicas después de la irrigación de canales con CHX (Hulsmann 2007).

Los efectos adversos en boca de este medicamento son, en general, leves y transitorios en especial manchas pardas en los dientes, la lengua, prótesis y restauraciones de silicato y resina, así como la alteración pasajera de la percepción gustativa y descamación de la mucosa oral. Al utilizarse específicamente dentro de los conductos radiculares en endodoncia, su uso es completamente seguro.

A nivel endodóntico la utilización de la CHX, se ha comunicado que existe buena regeneración de los tejidos sin efectos tóxicos o irritantes causados por la CHX, comparados con otros agentes irrigantes tanto in vivo como in vitro.<sup>20</sup>

La principal ventaja que posee la clorhexidina es la capacidad de seguir liberándose por un lapso de 48 a 72 hrs, posterior a su aplicación<sup>21</sup>, además de no ser toxico ni agresivo a los tejidos periapicales, por estos motivos puede ser un buen sustituto en pacientes alérgicos al hipoclorito de sodio, en dientes con ápices muy abiertos. La irrigación en tales dientes con hipoclorito de sodio al pasar más allá del ápice puede generar una inflamación periapical excesiva; que en similares condiciones la clorhexidina es inocuo.

Actualmente la clorhexidina se utiliza en forma de solución al 0.12 y 2, y en presentación de gel, se ha comprobado también que tiene un buen efecto sobre el *E. faecalis*.

El principal cuidado que hay que tener al usarlo es el de no mezclarlo con hipoclorito de sodio ya que se forma *para-cloro-anilina (PCA)* que es un producto altamente tóxico.

Para lograr un buen control bacteriológico no solo es importante la sustancia que nos brindara el apoyo para realizarlo, la metodología de irrigación juega un papel importante en el tratamiento de conductos y el pronóstico.

La Asociación Americana de Endodoncistas define la irrigación como el lavado mediante una corriente de fluido.<sup>22</sup>

La importancia de la irrigación en el tratamiento endodóntico principalmente es que lograra el arrastre mecánico tanto de gérmenes como de detritus, ayuda a la lubricación de los instrumentos dentro del conducto, evitando su fractura.

Actualmente se utilizan dos tipos de irrigantes los pasivos y los activos, los pasivos logran un arrastre mecánico tanto de gérmenes como de detritus, lo cual ayuda a la disminución de la carga bacteriana y proporciona una adecuada lubricación de los instrumentos dentro del conducto, evitando así su fractura, sin embargo, su único mérito es que no son tóxicos para los tejidos perirradiculares, pero ninguno es capaz de disolver detritus orgánicos o inorgánicos ni exhiben un efecto antimicrobiano, además se ha demostrado que producen lodo dentinario en cantidades importantes.

Los irrigantes químicamente activos además de poseer las características anteriormente mencionadas, poseen fundamentalmente capacidad antimicrobiana y dependiendo del tipo de sustancia activa se pueden obtener ventajas específicas: capacidad de disolver tejidos orgánicos e inorgánicos, lubricación más efectiva e incluso acción blanqueante.

Entre los requisitos más importantes que debe cumplir un irrigante intraconducto están, el disolver tejidos orgánicos como inorgánicos, tener acción antimicrobiana, ser biocompatible sin efectos tóxicos, contar con una baja tensión superficial y lograr una adecuada lubricación del conducto radicular.<sup>23</sup>

Leonardo en el 2005 realizó una clasificación de todos los irrigantes utilizados en el tratamiento de conductos radiculares donde se mencionan los siguientes:

1.- Compuestos halógenos: Solución de hipoclorito de sodio al 0.5% (solución de Dakin). Solución de hipoclorito de sodio al 1% + Ácido bórico (solución de Milton), Solución de hipoclorito de sodio al 2.5 % (licor de Labarraque), Solución de hipoclorito de sodio al 4-6,5% (soda clorada doblemente concentrada), Solución de hipoclorito de sodio al 5.25% (preparación oficial, USP), Solución de Gluconato de Clorhexidina al 2%

2.- Detergentes sintéticos: Duponol C – al 1 (alquil – sulfato de sodio) 2. Zefirol – cloruro de alquildimetil – bencilamonio (cloruro de Benzalconium), Dehyquart – A (cloruro de cetiltrimetilamonio), Tween – 80 (Polisorbato 80)

3.- Quelantes: Soluciones de ácido etilendiaminotetraacético – EDTA, Largal ultra (agente quelante comercial), Redta (agente quelante comercial)

4.- Asociaciones: RC Prep (Ácido etilendiaminotetraacético + peróxido de urea + base hidrosoluble e polietilenoglicol – Carbowax), Endo – PTC (peróxido de urea + Tween 80 + Carbowax 3. Glyde File Prep, MTAD – (Asociación de una tetraciclina ismérica, ácido cítrico y un detergente–Tween 80), Smear Clear.

5.-Otras soluciones de irrigación: Agua destilada esterilizada, Agua de hidróxido de calcio – 0.14 g%, Peróxido de hidrogeno – 10 vol., Suero fisiológico, Solución de ácido cítrico

A pesar de la gran variedad de irrigantes que hay en el mercado actualmente los más utilizados que han demostrado a través de los años tanto en pruebas

científicas como clínicas la mejor efectividad son el hipoclorito de sodio y la clorhexidina.

### **Hipoclorito de sodio**

Se considera la solución irrigadora más utilizada en la práctica actual, por ser la que más se acerca a las condiciones ideales por su efectividad para eliminar tejido vital y no vital y además de poseer un amplio efecto antibacteriano, matando rápidamente bacterias, esporas, hongos y virus (incluyendo el HIV, rotavirus, HSV-1 y &endash;2, y el virus de la hepatitis A y B), Tiene un pH alcalino entre 10,7 y 12,2, es excelente lubricante y blanqueador, posee una tensión superficial baja, posee una vida media de almacenamiento prolongada y es poco costoso . Sin embargo el hipoclorito de sodio resulta un agente irritante para el tejido periapical, el sabor es inaceptable por los pacientes y por sí solo no remueve la capa de desecho, ya que solo actúa sobre la materia orgánica de la pulpa y predentina.<sup>24</sup>

Para su uso en odontología lo podemos encontrar en diferentes concentraciones:

1. Solución de Labarraque: Hipoclorito de Sodio al 2,5%
2. Solución de Grossman: Hipoclorito de Sodio al 5%
3. Solución de Milton: Hipoclorito de Sodio al 1%
4. Solución de Dakin: Hipoclorito de Sodio al 0,5% (Neutralizado con ácido bórico)
5. Solución de Dausfrene: Hipoclorito de Sodio al 0,5% (Neutralizado con Bicarbonato de Sodio)

La solución de Milton, se considera que es una de las más estables y que no se deterioran con rapidez. A pesar de esto, se recomienda utilizar concentraciones mayores, al 2,5% o al 5,25%.<sup>19</sup>

Roman y Leonardo en 2005 describieron las propiedades del hipoclorito de sodio, mencionando lo siguiente:

- Buena capacidad de limpieza (arrastre mecánico)

- Poder antibacteriano efectivo (Bactericida)
- Neutralizante de productos tóxicos
- Disolvente de tejido orgánico
- Acción rápida, desodorante y blanqueante
- Baja tensión superficial (Penetración a todas las concavidades del conducto radicular)
- Humectación (humedece las paredes del conducto radicular favoreciendo la acción de los instrumentos)
- Lubricación de las paredes
  - PH alcalino (neutraliza la acidez del medio y, crea un ambiente inadecuado para el desarrollo bacteriano)
- Acción rápida
- Doble acción detergente (emulsión, saponificación) <sup>19</sup>

Numerosos estudios muestran la efectividad del hipoclorito de sodio en el tratamiento de conductos radiculares.

En 1978, Rosenfeld en un estudio acerca de la respuesta del tejido vital pulpar al hipoclorito de sodio demostró que éste al 5.25% disolvía el tejido viviente, y además, Hand también demostró en 1978 que el hipoclorito de sodio como solvente del tejido necrótico, era significativamente mejor que al 2.6%, 1% o 0.5%.<sup>25</sup>

Las investigaciones realizadas con respecto al hipoclorito de sodio coinciden en afirmar que es un eficaz agente antibacteriano. Esto fue corroborado por Cunningham y Balekjian en 1980, en su estudio sobre el efecto de la temperatura sobre la capacidad del hipoclorito de sodio como irrigante endodóntico para disolver colágeno, ya que a temperaturas de 21°C y 37°C y al 2% y al 5.2% tuvieron igual nivel de éxito.<sup>26</sup>

Un estudio realizado por Baumgartner y Mader en 1985 acerca de la evaluación del desbridamiento de los conductos radiculares usando solución salina, hipoclorito de sodio y ácido cítrico confirmó que el hipoclorito de sodio en concentración desde 2.5% hasta 5.25% era extremadamente efectivo para eliminar el tejido pulpar de las paredes dentinarias, incluso aquellas partes que no habían sido tocadas por limas, siempre y cuando se usaran a concentraciones adecuadas.<sup>27</sup>

En un estudio realizado por Baumgartner y Mader en 1987 acerca de la evaluación de cuatro soluciones irrigadoras demostraron que las paredes aplanadas de los conductos con instrumentos cortantes desarrollan superficies con detritos adheridos que requerían de un agente quelante para su remoción; pero esto no ocurría en las paredes que no habían sido tocadas por limas y por lo tanto, sólo se necesitaba del disolvente de hipoclorito de sodio para limpiarlas totalmente.<sup>28</sup>

Gómez y cols. Demostraron que el NaOCl al 5.25% mata *E. faecalis* en 30 segundos, mientras que a concentraciones del 0,5% al 2,5% requieren de 10 a 30 minutos, por lo tanto se recomienda aumentar la efectividad de las bajas concentraciones de NaOCl utilizando grandes volúmenes de irrigante, un recambio frecuente o presencia del irrigante en el conducto por períodos de tiempo mayor.<sup>29</sup>

A pesar de la efectividad antimicrobiana de los irrigantes anteriormente descritos, estos efectos pueden ser disminuidos por dos razones, en primer lugar el lodo dentinario, el cual impide el contacto del irrigante con los gérmenes, y por el tipo de germen. (*E. Faecalis*, por su capacidad de entrar a los túbulos dentinarios), es por eso que es importante apoyarse de los agentes quelantes para reducir estas condiciones.

### **Agentes quelantes:**

Las sustancias quelantes son desde el punto de vista químico, moléculas grandes de forma compleja, que están en la capacidad de unirse a los iones de calcio provenientes de la dentina. La dentina de la raíz debe reblandecerse químicamente, lo cual facilita la preparación de los conductos estrechos y/o calcificados; hasta el momento no se ha comprobado el hecho de que si una sustancia quelante permanece en un conducto radicular por más tiempo, ésta tenga un mayor efecto.<sup>30</sup>

Sus propiedades son las siguientes:

- Descalcificante: captación y transformación de los iones calcio ( $\text{Ca}^{+}$ ) en un complejo electronegativo, puede descalcificar la dentina para favorecer desbridamiento del conducto radicular y aumentar la permeabilidad de las paredes dentinarias
- Autolimitante por saturación de Calcio (máxima saturación a las 48 hrs)
- Actúa en 5 minutos.
- El pH aumenta, a medida que se satura de iones Calcio, lo que va aumentando también la capacidad de quelacion.

Los quelantes, al formar un complejo de calcio estable con el lodo dentinario, la capa de detritos y los depósitos cálcicos a lo largo de las paredes de los conductos, pueden ayudar a prevenir el bloqueo apical y contribuir a la desinfección ya que de esta manera se mejora la difusión de las soluciones desinfectantes en el conducto radicular.<sup>29</sup>

En 1957, Nygaard Ostby fue el primero en sugerir el empleo del EDTA para la limpieza y ensanchamiento de los conductos. En 1963, este mismo autor introdujo el EDTAC, que es EDTA con centramida, bromuro cuaternario de amonio, utilizado para reducir la tensión superficial y así favorecer la penetración.

Muchos estudios se han realizado desde 1981 acerca de la eficacia del EDTA y el

NaOCl para retirar la capa residual, y se informó en dos ocasiones de la importancia del empleo alternado de EDTA al 15% y el NaOCl al 5.25%.<sup>25</sup>

Las investigaciones han demostrado la excelente eficacia de la limpieza al utilizar como irrigantes soluciones de hipoclorito de sodio y de EDTA, con los cuales se eliminan los remanentes de tejidos blandos y la capa de detritos orgánicos e inorgánicos adheridos.<sup>31</sup>

De toda la flora bacteriana localizada en el interior de los conductos radiculares el *Enterococcus faecalis* es uno de los microorganismos más difíciles de eliminar debido a que puede penetrar los túbulos dentinarios y posee características que lo hacen muy resistente.

### *Enterococcus faecalis*

Los *Enterococcus* son cocos Gram-positivos que pueden encontrarse individualmente, en parejas o como cadenas cortas. Son anaerobios facultativos, pudiendo crecer en medios en presencia o ausencia de oxígeno. Pueden sobrevivir en ambientes desfavorables, incluyendo medios con PH extremadamente alcalino. Son resistentes a las sales biliares, detergentes, metales pesados, etanol, ácidos y desecación. Pueden crecer a una temperatura de 10-45° y sobreviven a un aumento de esta a 60° durante 30 minutos.<sup>32</sup>

Estudios de cultivo han demostrado que la microbiota de infecciones persistentes intrarradiculares o secundarios asociados con el fracaso del tratamiento endodóntico, a diferencia de las infecciones primarias, es generalmente compuesto de sólo una o dos especies bacterianas. Bacterias Gram-positivas facultativas, particularmente *Enterococcus faecalis*, son los predominantes.<sup>33-35</sup>

Los *Enterococcus* están implicados en las infecciones del sistema de conductos radiculares, sin embargo aún no se conoce cuál es su papel. Constituyen una

pequeña proporción de la flora inicial, la cual está determinada por especies Gram-negativas, por otro lado se ha descrito que los *Enterococcus* se aíslan frecuentemente en los conductos obturados de dientes que muestran patología periapical crónica, por lo tanto *Enterococcus faecalis* es la especie que se encuentra con más frecuencia en las infecciones intraradiculares persistentes y secundarias asociadas con el tratamiento de endodoncia fracasado. Su habilidad para invadir los túbulos dentinarios y adherirse al colágeno, en presencia de suero humano, debe explicar porque las células de *Enterococcus faecalis* dentro de los túbulos actúan como un patógeno en los dientes tratados con endodoncia y fracasados.<sup>32</sup>

*Enterococcus faecalis* es el organismo que se asocia con inflamación apical, persistente en situaciones donde los órganos dentales ya han sido tratados. Se ha demostrado que produce una infección densa de los túbulos dentinarios, alcanzando fácilmente 300-400  $\mu\text{m}$ .<sup>36</sup>

Molande dice que la penetración de rellenos del conducto radicular por *Enterococcus faecalis* es muy frecuente, esto se debe a la propiedad de esta bacteria de sobrevivir en lugares inhóspitos.<sup>37</sup>

La frecuente recolección de *Enterococcus faecalis* en conductos asociados a infecciones persistentes ha intensificado el interés en esta bacteria. *E. Faecalis*, ha llegado a ser el microorganismo ideal para probar diferentes irrigantes, medicamentos y soluciones antisépticas usadas en endodoncia in vitro, con hallazgos que revelan su capacidad de resistencia.

El régimen de riego basado en la alternancia de NaOCl y EDTA parece ser un instrumento endodóntico prometedor, ya que promueve la eliminación del lodo dentinario del conducto infectado con *E. faecalis* durante el período experimental.

38

Se evaluaron los efectos del ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y el hipoclorito de sodio (NaOCl) sobre el crecimiento de biopelícula de *Enterococcus*

*faecalis* en la dentina del conducto radicular de las personas jóvenes y mayores. La combinación de EDTA y NaOCl redujo significativamente la cantidad de biopelícula intraconducto en ambos grupos de edad ( $P < .01$ ). Sin embargo, los recuentos bacterianos de *E. faecalis* en el grupo de edad avanzada fueron aún más altos ( $P < .05$ ). Se podría sugerir 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.<sup>39</sup>

Espinel Pinzón ML y cols., en 2009 en un estudio de comparación del hipoclorito de sodio y la clorhexidina como irrigantes para eliminar el *Enterococcus faecalis* concluyeron que ninguna de las sustancias irrigadoras utilizadas fue eficaz para remover totalmente al *E. Faecalis*. El uso de sustancias quelantes tipo EDTA al 1.7% no aumento la efectividad de la remoción del microorganismo, igualmente este estudio sugiere que la preparación del conducto radicular no es suficiente y necesita un coadyuvante para realizar una remoción efectiva del *E. faecalis*.

Existen diferentes métodos para realizar una adecuada irrigación intraconducto, entre los más sobresalientes están:

### **Irrigación pasiva**

La técnica de irrigación convencional, también llamada irrigación pasiva, consiste en depositar el irrigante mediante una jeringa con agujas de diversos calibres ya sea de forma pasiva o con agitación, introduciendo y retirando gentilmente la aguja en el conducto radicular.<sup>29</sup>

Es importante recalcar que la aguja al depositar el irrigante debe permanecer holgada en el conducto radicular para permitir el correcto flujo de la solución así como la salida hacia coronal del líquido con detritus.<sup>40</sup>

Agujas utilizadas en la irrigación pasiva:

- Monojet: agujas diseñadas para tener una salida lateral y permitir que el irrigante fluya desde la parte final hasta distal.
- Max I Probe: agujas con diseño cerrado en su punta con una salida lateral o con varios orificios laterales, para minimizar la extrusión del irrigante hacia los tejidos periapicales.
- Endo-Eze tips: aguja metálica fina y roma (calibres 27-40) con un extremo antiobturante único. La punta presenta una abertura hacia un lado para irrigación lateral, evitando la extrusión de fluidos a través del ápice. Longitud: 25mm.
- Navitips: se presentan en dos calibres (29 y 30) y en cuatro longitudes (17, 21, 25 y 27 mm) se adaptan a la anatomía del conducto.
- Capillary tips: punta plástica muy fina para irrigación y aspiración con longitud de 25 mm y dos calibres (35 y 25)
- Navitips plásticas: puntas plásticas muy pequeñas para irrigación (diámetro interno de 0.0008 mm)

Algunos factores que pueden mejorar esta técnica de irrigación son: mayor proximidad de la aguja con el tercio apical radicular, mayor diámetro de los conductos, mayor volumen del irrigante y agujas de menor calibre, las cuales pueden penetrar más profundamente en el conducto radicular lo que, a la vez, puede volverse contraproducente, porque se incrementa el riesgo de extruir el irrigante hacia los tejidos periapicales. Es por esta razón que se recomienda depositar el irrigante lentamente en combinación con un movimiento manual y continuo para minimizar los accidentes con NaOCl.<sup>29</sup>

Pasos de la técnica:

- Se selecciona el calibre adecuado de la aguja irrigadora
- Se carga la jeringa con la solución irrigante
- Se coloca la aguja irrigadora en la entrada del conducto a irrigar
- Se presiona el embolo de la jeringa para iniciar irrigación

- Con suavidad y a medida que el líquido se deposita se introduce la aguja en el interior del conducto con movimiento de vaivén hasta 3 o 4 mm de la longitud de trabajo o hasta sentir resistencia
- Si se siente resistencia, retirar la aguja hacia atrás 2 a 3 mm.
- La irrigación y la aspiración se realizan al mismo tiempo para establecer la circulación de la solución irrigante.

Desventajas de la técnica:

- Es necesario optimizar la eficacia de la irrigación mediante una mayor instrumentación y las consecuencias negativas de una excesiva reducción de la dentina radicular y el debilitamiento dentario.
- La acción mecánica creada en los fluidos por la jeringa convencional es débil.
- La solución solo profundiza 1 mm más allá de la punta de la aguja, esto preocupa porque el irrigante no alcanza el tercio apical.
- Si se ejerce presión excesiva hay extrusión del irrigante a la región periapical

**Irrigación manual dinámica**

La investigación ha demostrado que realizando movimientos superiores e inferiores de 2-3 mm en un conducto con un cono maestro de gutapercha en un conducto instrumentado, se puede producir un efecto hidrodinámico eficaz mejorando el desplazamiento y cambio del irrigante llevado al sistema de conductos. Esto ha sido confirmado por McGill et al (McGill 2008) y Huang et al (Huang 2008). Todos estos estudios, demostraron una superioridad de la irrigación manual dinámica frente a algunos sistemas automáticos de irrigación y la irrigación pasiva.<sup>41</sup>

## **Irrigación sónica**

La irrigación sónica es diferente de la ultrasónica en que la primera ópera a una frecuencia más baja (1-6 kHz)<sup>42</sup>, además, genera una mayor amplitud o un mayor movimiento hacia atrás y hacia adelante del movimiento de la punta, los patrones de oscilación son diferentes a los del sistema ultrasónico y el sistema sónico presenta una oscilación de la lima puramente longitudinal. Este tipo de vibración ha mostrado ser eficiente en la limpieza de los conductos radiculares, ya que produce una gran amplitud de desplazamiento.<sup>41</sup>

La activación sónica ha sido mostrada para ser un método efectivo en la desinfección de los conductos radiculares, algunos artículos representativos son: Pitt 2005, Tronstad 1985, Barnett 1985, Stamos 1987, Reynolds 1987, Pugh 1989, Walker 1989, Jensen 1999, Sabins 2003, Ruddle 2008.<sup>41</sup>

## **Irrigación ultrasónica**

El uso de sistemas ultrasónicos como auxiliares en la irrigación es conocido como irrigación ultrasónica pasiva, fue introducido por primera vez por Weller y cols. Para describir un tipo de irrigación en donde no se involucraba la instrumentación así como ningún contacto de las paredes dentinarias con la lima o instrumento utilizado.<sup>43</sup>

Con esta tecnología no cortante, la posibilidad de crear defectos en el conducto radicular fue reducida. Durante la irrigación ultrasónica pasiva la energía es transmitida de una lima o cable oscilante hacia el irrigante dentro del conducto radicular por las ondas ultrasónicas. Esto último produce ondas acústicas y

cavitación en el irrigante. La técnica consiste en depositar el irrigante dentro del conducto radicular por medio de una jeringa, seguido de la activación del irrigante por el sistema ultrasónico, llevando la lima entre 2 o 3mm de la longitud de trabajo, el conducto radicular es irrigado nuevamente para sacar todos los remanentes que quedan dentro del conducto.<sup>29</sup>

### **Sistema Endovac**

En el sistema Endovac (Discus Dental, Culver City, CA) una macro o microcánula es conectada con un tubo a una jeringa de irrigación y aspiración de la unidad dental. La macrocánula plástica tiene un diámetro apical de 55 y una conicidad de 02. La microcánula tiene un diámetro de 32 y agujeros laterales en la aguja de final cerrado. Este sistema funciona por aspiración negativa, es decir, el irrigante es llevado al conducto por una jeringa pero es aspirado en la región apical o media por la micro o macrocánula. De esta forma, el hipoclorito se está renovando continuamente.<sup>41</sup>

Desai en 2009 en un estudio en el que analizaron la extrusión de diversos mecanismos de agitación del irrigante, reportaron que el Endovac era el mecanismo junto con el EndoActivator que producía menos extrusión de irrigante comparado con la irrigación ultrasónica, la irrigación con jeringa convencional y el RinsEndo.<sup>44</sup>

## **TIPO DE INVESTIGACION: EXPERIMENTAL**

### **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Dientes uniradiculares
- Dientes con raíz completa
- Dientes con ápices cerrados
- Dientes sin perforaciones a nivel radicular

### **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- Dientes multirradiculares
- Dientes con raíces fracturadas

### **CRITERIOS DE ELIMINACIÓN**

- Dientes que se fracturen, a la instrumentación

## Metodología

La muestra estuvo conformada por 40 piezas dentales extraídas, uniradiculares con ápice completo y sin tratamiento endodóntico. Donadas por los pacientes que acudieron a la clínica Odontológica Iztacala y de Especialización en Endoperiodontología.



La muestra se dividió en 2 grupos de 20 órganos dentarios cada uno. El primer grupo para realizar irrigación manual pasiva y el segundo grupo para realizar la activación del irrigante mediante sistema rotatorio.

A Los órganos dentarios les fue retirado cualquier resto de sarro con curetas gracey, posteriormente fueron hidratados en solución salina durante 24 hrs. y desinfectados con hipoclorito de Sodio al 5.25% por 12 hrs.

A ambos grupos se les realizó el acceso endodóntico utilizando una fresa de bola de diamante del número 2 con pieza de alta velocidad, siguiendo la anatomía para crear el acceso directo a la cámara pulpar del órgano dentario.



Una vez creado el acceso endodóntico se procedió a la toma de conductometrías correspondientes de cada órgano dentario para lo cual fue utilizado un localizador de ápices NSK, las raíces de los órganos dentarios fueron sumergidas en alginato (técnica de tinaz) para de esta manera lograr cerrar el circuito y poder obtener las conductometrías de trabajo, tomando como parámetro 0.5 mm a CDC.



Las conductometrías fueron anotadas para realizar la estandarización de la longitud de trabajo, se permeabilizo el conducto radicular con lima tipo K 15 (Maillefer), y se instrumentó cada pieza con lima K 15, 20 y 25 (Maillefer).



La Preparación biomecánica de los conductos radiculares fue realizada con el sistema rotatorio K3XF de Sybronendo siguiendo las indicaciones del fabricante, fue utilizado un motor endodóntico NSK todos los órganos dentarios se irrigaron con 1ml de agua destilada, entre lima y lima para mantener la permeabilidad del conducto.



Por último se irriego con EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) al 17% e hipoclorito de sodio al 5.25% para remover el lodo dentinario, posteriormente los órganos dentarios fueron esterilizados con una autoclave a 121°C a 15 libras de presión durante 15 minutos.



Una vez instrumentados y esterilizados los órganos dentarios, se procedió a la preparación de la cepa de *Enterococcus faecalis* ATTC 29212, la cual venía liofilizada, bajo la flama de un mechero se procedió a esterilizar la ampollita con alcohol acetona, una vez esterilizada, se efectuó la apertura de la ampollita y con una pipeta estéril fue hidratada con infusión cerebro corazón (BHI) y posteriormente la cepa hidratada fue introducida en un tubo de ensaye con tapón de rosca con 10 ml de infusión cerebro-corazón (BHI) posteriormente se llevó a incubación a 37°C por 24hrs. Al término de este tiempo se procedió a verificar la viabilidad de la cepa, primero a través del enturbiamiento de tubos de ensaye y posteriormente por la tinción de Gram y la microscopia.

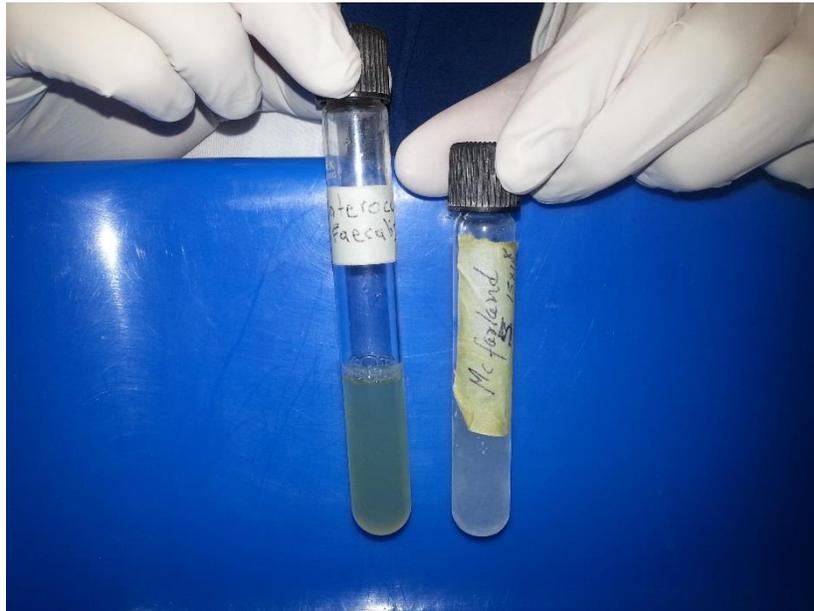
Obtenidas las cepas bacterianas puras, se prepararon suspensiones en solución salina isotónica con la estandarización de Mac Farland al 0:5 ( $1.5 \times 10^8$  bacterias /ml). *La cepa fue donada* por el laboratorio de Farmacognosia de la Unidad de Biotecnología y Prototipos de la FES Iztacala.

Los patrones de McFarland se utilizan como patrones de turbidez en la preparación de suspensiones de microorganismos. El patrón 0.5 de McFarland tiene una aplicación especial en la preparación de inóculos bacterianos para la realización de pruebas de sensibilidad antimicrobianas.

En 1907 McFarland desarrollo una serie de soluciones de sulfato de bario para calcular aproximadamente el número de bacterias en soluciones de turbidez equivalente, según lo determinado por recuentos en placa.<sup>45, 46</sup>

TUBO	Cl <sub>2</sub> Ba 1%	SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> 1%	u.f.c/ml
1	0,1	9,9	3,0x10 <sup>8</sup>
2	0,2	9,8	6,0x10 <sup>8</sup>
3	0,3	9,7	9,0x10 <sup>8</sup>
4	0,4	9,6	1,2x10 <sup>9</sup>
5	0,5	9,5	1,5x10 <sup>9</sup>
6	0,6	9,4	1,8x10 <sup>9</sup>
7	0,7	9,3	2,1x10 <sup>9</sup>
8	0,8	9,2	2,4x10 <sup>9</sup>
9	0,9	9,1	2,7x10 <sup>9</sup>
10	1,0	9,0	3,0x10 <sup>9</sup>

Las normas de turbidez se preparan mezclando productos químicos que generan precipitación para formar una solución de turbidez reproducible. Los patrones de McFarland se preparan añadiendo ácido sulfúrico a una solución acuosa de cloruro de bario que produce la formación de un precipitado de sulfato de bario suspendido, una vez obtenida la turbidez a la escala de McFarland al 0.5, se procede a preparar los microorganismos con la misma turbidez, en un tubo de ensaye con caldo BHI se añadió una muestra de *E. faecalis* y se llevó a incubación a 37° C, cada 24 hrs, se comparó el tubo de ensaye con la muestra de *E. faecalis* junto con el tubo de ensaye que contenía la escala de McFarland 0.5, hasta el momento que ambos tubos presentaran el mismo grado de turbidez, para esto se utilizó un espectrómetro.



Efectuada la estandarización del inocuo se procederá a infectar los conductos radiculares con 0.1ml de *Enterococcus faecalis* en un medio líquido de infusión cerebro corazón (BHI) que será introducido dentro del conducto con una aguja calibre 27, posteriormente los dientes serán mantenidos en cámara húmeda a 37°C en 100% de humedad durante 7 días re contaminándolos cada 48 horas con la misma cantidad de solución con microorganismos los órganos dentarios fueron mantenidos dentro de una cámara húmeda a temperatura de 37°C por un tiempo de 7 días, durante este tiempo los órganos dentarios fueron re contaminados cada 48 hrs con la misma cantidad de *Enterococcus faecalis*, (se trabajó en un medio aeróbico ya que según reportes de la literatura, este permite la penetración del *E. faecalis* a los túbulos dentinarios)

### **Metodología de irrigación:**

#### **El Grupo 1. Técnica de irrigación pasiva**

La irrigación se inició aplicando 3 ml de EDTA AL 17% y posteriormente 6 ml de hipoclorito de sodio al 5.25%, se realizó utilizando una aguja calibre 27 estéril, tomando la aguja fue introducida al conducto lo más apical posible, el tiempo que se dejó cada solución dentro del conducto fue de 1 minuto aplicando movimientos de entrada y salida del conducto durante la administración de cada solución.



## **El Grupo 2. Activación del irrigante mediante sistema rotatorio.**

Por ser una metodología nueva se realizaron preliminares para poder determinar la metodología más efectiva para la activación de los irrigantes utilizando sistema rotatorio.

Fueron utilizados 30 órganos dentarios, divididos en 3 grupos, previamente preparados biomecánicamente con el sistema K3XF, todos los grupos fueron contaminados con la cepa de *E. Faecalis*, de la manera descrita anteriormente y posteriormente fueron irrigados con 3 ml de EDTA al 17% con una aguja calibre 27 y secuencialmente con 6 ml de hipoclorito de sodio al 5.25%, cambiando la activación del irrigante de la siguiente manera:

**Grupo 1:** se seleccionó la lima (25-04), se programó el motor endodóntico al mínimo torque y a la mínima velocidad. (La lima 25-04 fue seleccionada por ser la lima que quedo más holgada en el interior del cuerpo del conducto radicular),

**Grupo 2:** se usó la misma lima (25-04) pero cambiando la programación del motor a la máxima velocidad

**Grupo 3:** se utilizó una lima (40-04) programando el motor a la máxima velocidad. (En este caso la lima 40-04 fue seleccionada por ser la lima que quedo más ajustada en el interior del cuerpo del conducto radicular, pero sin comprometer las paredes del mismo).

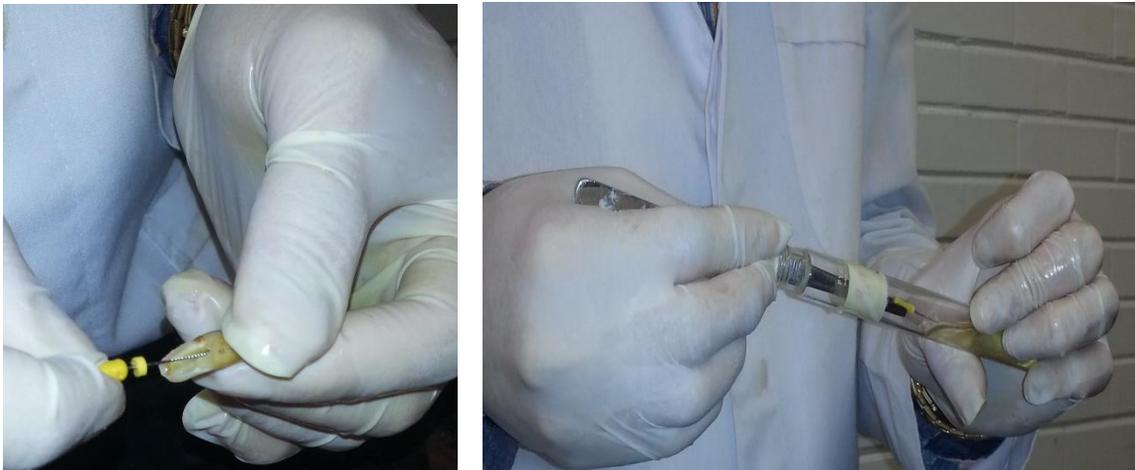
Al finalizar la irrigación de los tres grupos se procedió a realizar el conteo de unidades formadoras de colonias, con los resultados obtenidos se realizó una prueba de ANOVA y posteriormente una prueba LSD, dando como resultado que el grupo 3 fue la metodología que logro eliminar más bacterias.

Obtenida la metodología idónea para la activación de los irrigantes con sistema rotatorio, se procedió a realizar la fase experimental, utilizando 20 órganos dentarios preparados biomecánicamente con sistema K3XF y contaminados con *E.faecalis*.

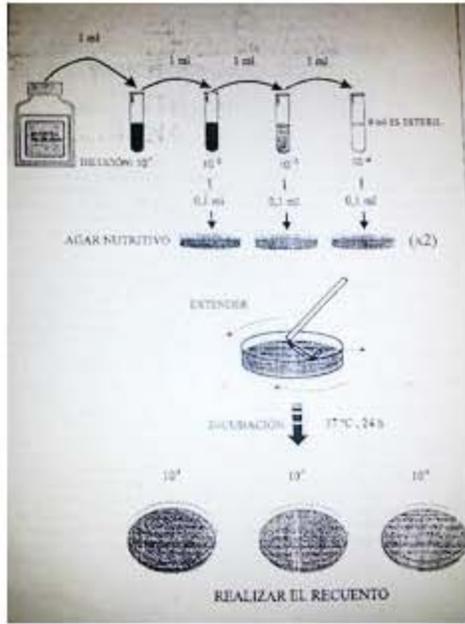
La irrigación se inició aplicando 3 ml de EDTA al 17% con una aguja calibre 27, una vez inundado el conducto con la solución, fue introducida la lima (40-04) del

sistema K3XF al mínimo torque y a la máxima velocidad, durante 1 minuto y posteriormente se repitió la hazaña aplicando 6 ml de hipoclorito de sodio al 5.25%. Con la misma lima y durante el mismo tiempo.

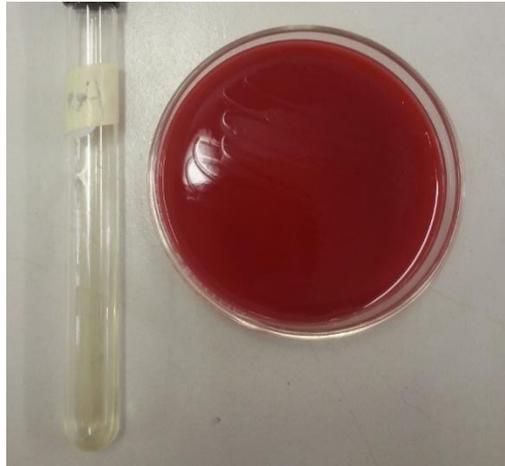
Finalizada la irrigación de ambos grupos experimentales, se procedió a tomar la muestra bacteriana remanente, se realizó con limas tipo K estériles, las cuales fueron introducidas dentro del conducto radicular ya irrigado y tomando una pequeña muestra de limalla dentinaria, la cual fue transferido a un tubo de ensayo con tapón de rosca con 15 ml de caldo BHI, y se llevaron a incubación por 24 horas a 37°C. Al cabo de este tiempo se efectuó la identificación del *E. faecalis* a través de tinción de Gram y microscopia.



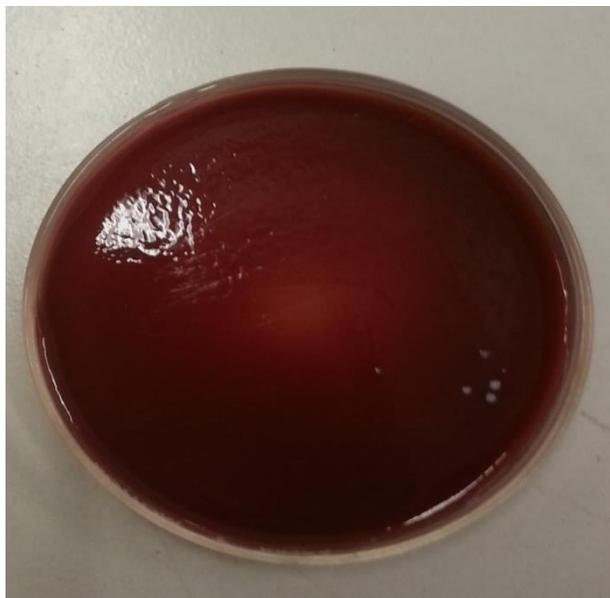
Pasadas las 24 horas, se realizaron diluciones seriadas en solución salina, para esto se prepararon 5 tubos de ensayo con 9 ml de solución salina, de la muestra obtenida se tomó 1 ml de solución y se llevó al primer tubo de ensayo con solución salina y así sucesivamente hasta completar las 5 diluciones necesarias para realizar el vertido en placa.



Obtenida la dilución final se realizó la Inoculación de las 40 placas en medio de cultivo (agar-sangre), siguiendo las indicaciones del método de vertido en placa con el fin de realizar el recuento de las unidades formadoras de colonias (UFC).

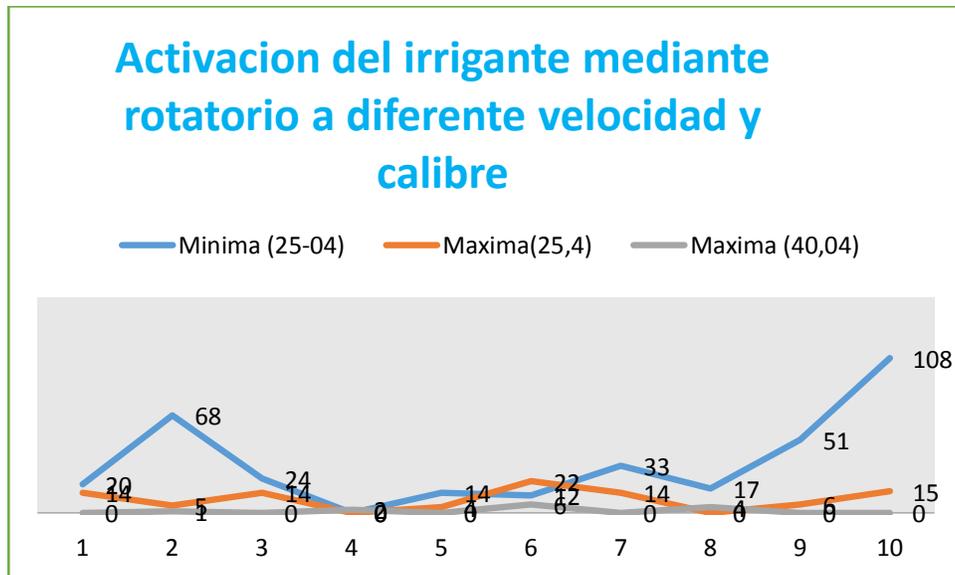


Pasadas 24 hrs a 37°C se realizó el conteo de colonias presentes en cada placa.



## RESULTADOS:

Preliminares:



A la prueba ANOVA con un alfa de 0.05 si existió diferencia entre grupos, ya que la F calculada (8.13659829636837) es mayor a la F de tablas (3.3541308285292)

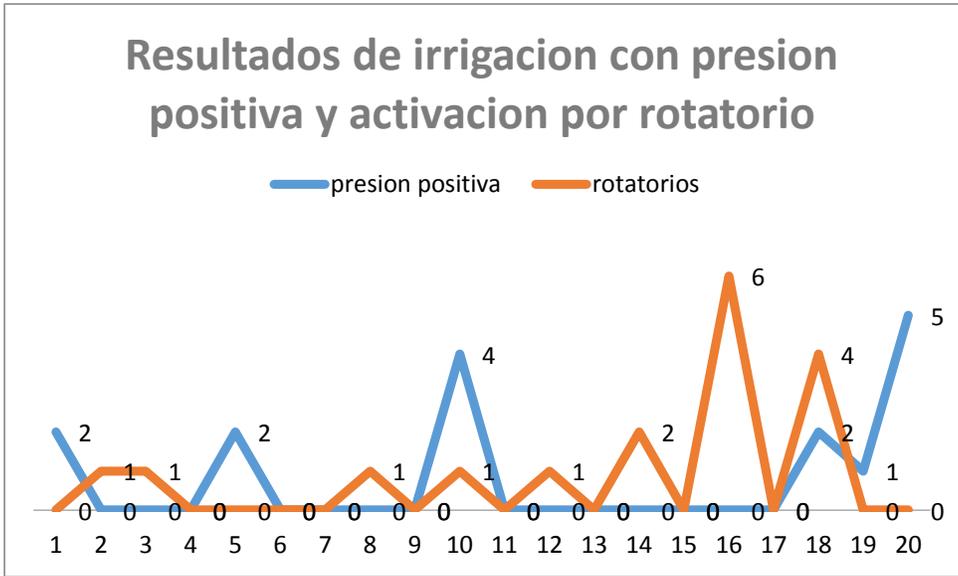
A la prueba LSD si se encontraron las siguientes diferencias:

Mínima velocidad con lima (25-04) con la Máxima velocidad con lima (25,4) fue de **253**

Minima velocidad con lima (25-04) con la máxima velocidad con lima (40,04) fue de **334**

Máxima velocidad con lima (25,04) con la máxima velocidad con lima (40,04) fue de **81**

**Esto nos demuestra que se deben de utilizar limas de grueso calibre y una velocidad alta para que la limpieza del conducto sea más efectiva.**



A la prueba T de Student con un alfa de 0.05, no se encontró diferencia significativa entre grupos.

Se encontraron 14 controles negativos en la irrigación positiva y 12 en la irrigación mediante sistema rotatorio.

## **DISCUSION**

Los resultados obtenidos concuerdan con los obtenidos por Patricia R.R. Brito.<sup>47</sup> Y cols. Y Espinel Pinzón y cols. Con respecto a que la combinación del hipoclorito de sodio al 5.25% y el EDTA al 17% es efectiva para la eliminación del *E. faecalis* y que cualquier método de activación utilizado que permita la penetración de esta combinación en los túbulos dentinarios es efectiva.

Con respecto a los resultados obtenidos con Patricia R.R. Brito<sup>47</sup>, diferimos respecto a la concentración del hipoclorito de sodio ya que en su estudio ella utilizó hipoclorito de sodio al 2.5% y en el presente estudio se utilizó al 5.25%, el cual mostró mayor efectividad germicida sobre el *E. faecalis*. Y estos resultados son similares a los obtenidos por Daniel E. García. 2001.<sup>49</sup>

Con respecto a la irrigación pasiva no coincidimos con los resultados obtenidos por los de O'Connell MS y cols.<sup>50</sup>, quienes dicen que esta técnica logra una buena desinfección en el tercio medio y coronal y que no es efectiva en el tercio apical, nuestros resultados obtenidos en el presente estudio demostraron que se logra una buena desinfección del tercio apical, esto puede deberse en primer lugar a la instrumentación apical ya que se ha demostrado que un conducto conformado con limas de grueso calibre mejora la irrigación, además permite la penetración de una jeringa (calibre 27 o menor) llegando lo más apical posible.

## **CONCLUSIONES**

+ La combinación de soluciones de EDTA/NaOCl permite la eliminación del barrilillo dentinario, abrir los túbulos dentinarios, lo que ayuda a la penetración del irrigante, además de que la tensión superficial de esta combinación es baja (35,1 dina/cm), lo cual permite una mejor penetración de ambas soluciones hacia el interior de los túbulos dentinarios, por lo tanto cualquier método de activación realizado de manera adecuada elimina el *Enterococcus faecalis*, en el caso de la técnica de presión positiva se deben de usar agujas de calibre 27 o menores para obtener un resultado positivo.

En el caso de la activación del irrigante mediante sistema rotatorio se debe usar una lima que quede ajustada al cuerpo del conducto pero sin modificar el mismo para tener una mayor tasa de éxito.

## ANEXOS

### Conductometrias obtenidas

ÓRGANO DENTARIO	CONDUCTOMETRIA EN MM
1	20mm
2	20mm
3	19mm
4	20mm
5	19mm
6	20mm
7	22mm
8	21.5mm
9	22.5mm
10	21.5mm
11	21mm
12	19mm
13	22mm
14	19mm
15	14mm
16	22.5mm
17	22mm
18	16mm
19	19mm
20	20mm

<b>21</b>	<b>21mm</b>
<b>22</b>	20mm
<b>23</b>	20mm
<b>24</b>	18mm
<b>25</b>	26mm
<b>26</b>	24mm
<b>27</b>	24mm
<b>28</b>	22mm
<b>29</b>	25mm
<b>30</b>	23mm
<b>31</b>	21mm
<b>32</b>	21.5mm
<b>33</b>	21mm
<b>34</b>	18mm
<b>35</b>	19.5mm
<b>36</b>	20mm
<b>37</b>	20mm
<b>38</b>	20mm
<b>39</b>	20mm
<b>40</b>	21mm

Activación del irrigante mediante rotatorio a diferente velocidad y calibre.

<b>Minima velocidad</b>	<b>Máxima velocidad</b>	<b>Máxima velocidad</b>
<b>Lima (25, 04)</b>	<b>Lima (25,04)</b>	<b>Lima(40, 04)</b>
<b>20</b>	<b>14</b>	<b>0</b>
<b>68</b>	<b>5</b>	<b>1</b>
<b>24</b>	<b>14</b>	<b>0</b>
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
<b>14</b>	<b>4</b>	<b>0</b>
<b>12</b>	<b>22</b>	<b>6</b>
<b>33</b>	<b>14</b>	<b>0</b>
<b>17</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
<b>51</b>	<b>6</b>	<b>0</b>
<b>108</b>	<b>15</b>	<b>0</b>

Resultados de irrigación con presión positiva y activación por rotatorio.

<b>presion positiva</b>	<b>rotatorios</b>
2	0
0	1
0	1
0	0
2	0
0	0
0	0
0	1
0	0
4	1
0	0
0	1
0	0
0	2
0	0
0	6
0	0
2	4
1	0
5	0

## **Bibliografía**

1. - kakehashi S. Stanley H. Fitzgerald R. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. Oral sur oral med oral pathol oral radioll endod 1965 sept; 20 (3) 340-49.
- 2.-Seltzer and Bender's Dental Pulp Quintessence Publishing Co, Inc. 2002
- 3.- Stephen Cohen, Richard C. Burns, Vías de la pulpa 7a edición Editorial Hartcourt, 1999
- 4.- Torabinejad y Walton, Endodoncia, principios y práctica, 4° Edición, Elsevier España, 2010
- 5.- Estrela, C. Ciencia endodóntica. 1° Edición, Artes Médicas Latinoamérica. Sao Paulo, 2005
- 6.- Canalda,S. Medicación intraconducto. En: Canalda,S. Brau,A., editores. Endodoncia. Técnicas clínicas y bases científicas. Barcelona. Masson,2001
- 7.- Ford TRP. Har. Endodoncia en la práctica clínica. 4ed. Mexico: McGraw-Hill Interamericana; 1999.
- 8.- Rodríguez Gutiérrez, Genné; Álvarez Llanes, Marina; García Boss, Joel; Arias Herrera, Sury R.; Más Sarabia, Maheli EL HIDRÓXIDO DE CALCIO: SU USO CLÍNICO EN LA ENDODONCIA ACTUAL Archivo Médico de Camagüey, vol. 9, núm. 3, 2005
- 9.-Haapasalo, M., Orstavik, D. In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. J Dent Res, 1987, 66: 137-59.
10. - Evans, M., Davies, J., Sundqvist, G., Figdor, D. Mechanisms involved in the resistance of *Enterococcus faecalis* to calcium hydroxide. Int Endod J, 2002, 35: 221-8.
11. - Distel, J., Hatton, J., Gillespie, J. Biofilm formation in medicated root canals. J Endod, 2002, 28: 689-93.

- 12.- Simon, S., Bhat, K., Francis, R. Effect of four vehicles on the pH of calcium hydroxide and the release of calcium ion. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 1995, 80: 459-64.
- 13.- Siqueira, J., Uzeda, M. Influence of different vehicles on the antibacterial effects of calcium hydroxide. J Endod, 1998, 24: 663-5
- 14.- Ozcelik, B., Tasman, F., Ogan, C. A comparison of the surface tension of calcium hydroxide mixed with different vehicles. J Endod, 2000, 26: 500-2
- 15.- schiott CrR, Loe H, Jensen SB, Kilian M, Davies RM, Glavind K, "The effect of chlorhexidine mouthrinses on the human oral flora.", J Periodontal Res. 1970:5(2):84-9
- 16.- Fordal O y Turnbull R. A review of the literature on use of chlorhexidine in dentistry. JADA 1986; 112: 863-69.
- 17.- Alan R. Milnes, DDS, PhD; Is Formocresol Obsolete? A Fresh Look at the Evidence Concerning Safety Issues. mber 7S, July 2008.
- 18.- Yamashita J, Tanomaru M, Leonardo M. Scanning electron microscopic study of the cleaning ability of chlorhexidine as a root-canal irrigant. Int Endod J. 2003; 36:391-94.
- 19.- Leonardo M. Endodoncia: Tratamiento de conductos radiculares-principios técnicos y biológicos. Vol.1.p. 435 -476.
20. - Wennberg A. Biological evaluation of root canal antiseptic using in vitro and in vivo methods. J. Dent. Res 88(1) 46-52. 1982
- 21.-Medina A. La clorhexidina como solución irrigadora en la terapia 2.5% sodium hipoclorite and 0.2 chlorhexidine gluconate separately and combined, as endodontic irrigants. J. Endod, 1998 Jul, 24:7, 472 -6

22. - Glossary: American Association of Endodontics. Contemporary terminology for Endodontics. 6th ed. Chicago, 1998.

23.- Mahmoud Torabinejad, Richard E. Walton, "endodoncia principios y practica", 4° edicion, editorial Elsevier Saunders, 2010, Barcelona, España.

24.- Vision actualizada de la irrigación en endodoncia: Mas allá del hipoclorito de sodio. Katherine Medina Arguella, Venezuela, 2001.

25.- Una alternativa de irrigación en los tratamientos de conductos: Hidroxido de sodio. Pablo Rangel Martinez Molero, Monterrey, N.L, Noviembre 1999

26.- Cunningham y Balekjian: Efecto de la temperatura sobre la acción bactericida del Hipoclorito de Sodio como irrigante endodóntico. OraL Surg. 50: 569,1980..

27.- Baumgartner, J. y Mader, C.L.: Una valoración en el microscopio electrónico del debridamiento del conducto radicular usando tres irrigantes. JOE. 11: Abstract #27, Mar. 1985.

28.- Baumgartner y Mader: Evaluación de cuatro soluciones irrigadoras en los conductos radiculares. JOE: 13:147, 1987.

29.- Conceptos y técnicas actuales en la irrigación endodontica. Jorge Vera Rojas, Marianella Benavides Garcia, Eugenio Morenos Silva, Monica Romero Viñas, J Endodoncia, Vol. 30, Numero 1, Enero-Marzo, 2012.

30.- Hülsmann M. Irrigación del conducto radicular: objetivos, soluciones y técnicas. J. Endodon Pract. Edición en español. 1998; 4(1): 15-29.

31.- Cohen/Burns. Endodoncia: Los Caminos de la Pulpa. 5ta. Edición. Editorial Médica Panamericana. pp: 145-235. 1994

32.- Pérez Alfayate R., Díaz-Flores García V., Algar Pinilla J., Valencia de Pablo O., Estévez Luaña R., Cisneros Cabello R. Actualización en microbiología endodóntica. *Cient. Dent.* 2013; 10; 1: 27-39.

33. - Siqueira J., Rocas I. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod.* Vol. 34. No. 11. November. 2008

34. - Farber P., Seltzer S. Endodontic microbiology I etiology. *J Endod.* Vol. 14. No. 7. July. 1988.

35. - Siqueira J., Rocas I. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod.* Vol. 34. No. 11.

36. - Baumgartner G., Zehnder M., Paque F. Enterococcus Faecalis Type strain leakage through root canal filled with Gutta-percha / AH Plus or resilon/ Epiphany. *J Endod.* Vol. 33. No. 1. January. 2007

37.- Gandolfi M., Salvatore S., Monocci F., Watson T., Zanna S., Capoferri M., Patri C. New tetrasilicate cements as retrograde filling material: an in vitro study on fluid penetration. *J Endod.* Vol. 33. No. 6. June. 2007

38. - Soares JA, Roque de Carvalho MA, Cunha Santos SM. 2010 "Effectiveness of chemomechanical preparation with alternating use of sodium hypochlorite and EDTA in eliminating intracanal Enterococcus faecalis biofilm". *J Endod.* May; 36(5):894-8

39.- 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.* May; 36(5):842-6

40.- Van der Sluis LW, Gambarini G, WuMK, Wesselink PR. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *Int Endod J* 2006;39:472-6

41.- Nuevos métodos de desinfección y limpieza del sistema de conductos radiculares. Pablo Castelo Baz, Santiago de Compostela, 2012.

42. - Ahmad M, Pitt Ford TI, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *J Endod* 1987;13:4909.

43.- Jensen SA, Walker TL, Hutter JW, Nicoll BK. Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod* 1999;25:735-8.

44.- Comparative safety of various intracanal irrigation systems. Pranav Desai, BDS, DDS and Van Himel, DDS JOE, Vol. 35, Number 4, April 2004 November. 2008

45.-McFarland, J. the nephelometer: an instrument for estimating the numbers of bacteria in suspensions used for calculating the opsonic index and for vaccines. *J. Am. Med. Assoc.* 49:1176-1178

46.-Forbes, B.A., D.F. Sahm, and A.S. Weissefeld. 1998. *Bailey & Scott's diagnostic microbiology*, 10 th, ed. Mosby, Inc. St. Louis.

47.- Patricia R.R. Brito, MSc, Letícia C. Souza, MSc, Julio C. Machado de Oliveira, PhD, Flávio R.F. Alves, PhD, Gustavo De-Deus, PhD, Hélio P. Lopes, LD, and José F. Siqueira, Jr, PhD. "Comparison of the Effectiveness of Three

Irrigation Techniques in Reducing Intracanal *Enterococcus faecalis* Populations: An in Vitro Study". Basic Research—Technology.

48.- Espinel Pinzón, Mercy Lorena; García Romero, Diana Carolina; Olarte Collazos, Adriana Margarita; Barajas Villamizar, Iomara; Barrientos Sánchez, Silvia. "Remoción de *Enterococcus faecalis* después de preparación rotatoria e irrigación con hipoclorito de sodio al 5% y gluconato de clorhexidina al 2% con/sin EDTA al 1,7%" *Universitas Odontológica*, vol. 28, núm. 60, enero-junio, 2009, pp. 39-43 Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

49.- Daniel E. García, "Uso del Ácido Etilendiaminotetraacético (EDTA) en la Terapia Endodóntica". página web:  
[http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado\\_11.htm](http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_11.htm)

50.- O'Connell MS<sup>1</sup>, Morgan LA, Beeler WJ, Baumgartner JC. "A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA." *J Endod.* 2000 Dec; 26(12):739-43.