

1. Endodoncia -- Tesis y disertaciones académicas  
2. Endodoncia -- Tratamiento

Tesis  
RK  
325  
M46  
2008

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio de Postgrados**

**Estudio comparativo in vitro de remoción de barrillo dentinario en  
conductos radiculares instrumentados con técnica Protaper con MTAD y  
EDTA AL 17%**

**María Daniela Mendoza Pazmiño**

**USFQ - BIBLIOTECA**

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de especialista en  
endodoncia

90259

Quito, Diciembre del 2008

Faint handwritten text at the top of the page.

Faint handwritten text in the middle of the page.

USFQ - BIBLIOTECA	
d. AUTORA	
09-05-12	
12 MAYO 2009	01517

Universidad San Francisco de Quito  
Colegio de Postgrados

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

Estudio comparativo in vitro de remoción de barrillo dentinario en  
conductos radiculares instrumentados con técnica Protaper con MTAD y  
EDTA AL 17%

**María Daniela Mendoza Pazmiño**

Johana Monar, Dra.  
Directora de Tesis



---

Ana Corina Cisneros, Dra.  
Miembro del Comité de Tesis



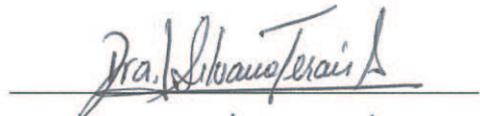
---

Andrea Ponce, Dra.  
Miembro del Comité de Tesis



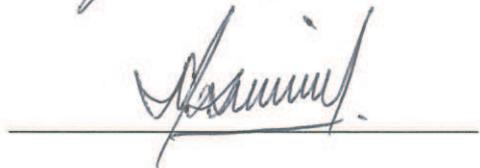
---

Silvana Terán, Dra.  
Miembro del Comité de Tesis



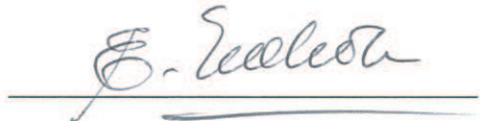
---

Mauricio Tinajero, Dr.  
Director de la Especialidad de Endodoncia



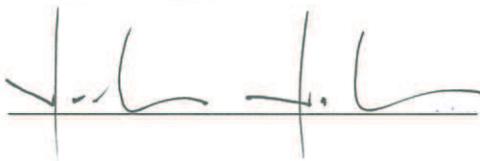
---

Noboa Enrique, Dr.  
Decano del Colegio de Ciencias de la Salud



---

Víctor Viteri Breedy, Ph.D.  
Decano del Colegio de Postgrados



---

Quito, Diciembre del 2008

## AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que colaboraron con la realización de este trabajo investigativo.

A mis profesores del postgrado de endodoncia, por compartir sus múltiples conocimientos y experiencias; y sobretodo por su calidad humana. En especial a la tutora de esta tesis, Dra. Johana Monar por su tiempo, dedicación y compromiso con este proyecto.

A las instituciones que con su personal de alto profesionalismo y tecnología de punta, hicieron que esta investigación tenga un mayor nivel científico, como son la Facultad de Odontología de la Universidad San Francisco de Quito, el departamento de Biometría de la Facultad de Ciencias Exactas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, al Centro de Investigaciones Científicas de la Escuela Politécnica del Ejército y a los Laboratorios de la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la calidad del Agro de Tumbaco.

Mil gracias a mi madre por su apoyo incondicional. A mis familiares, amigos y compañeros, por sus sugerencias y observaciones que aportaron en el mejoramiento de este trabajo.

## RESUMEN

En el presente trabajo se evalúa la capacidad de remoción del barrillo dentinario de dos sustancias quelantes como el EDTA al 17% y el MTAD, en 1 y 3 minutos a través del análisis de microscopio electrónico de barrido.

Se utilizaron 30 dientes premolares unirradiculares extraídos por razones ortodónticas que luego de remover su corona, se prepararon los conductos radiculares con técnica rotatoria Protaper e irrigaron continuamente con hipoclorito de sodio 5.25% luego de cada lima. Posteriormente se sometieron a irrigación final con las dos sustancias quelantes en los dos tiempos de prueba. Luego se hemiseccionaron los dientes por fractura, y una de las mitades fue llevada a estudio bajo microscopio electrónico de barrido.

Las microfotografías tomadas a 3000x se sometieron a análisis cuantitativo de comparación de áreas de túbulos dentinarios abiertos sin barrillo dentinario. Los porcentajes obtenidos se sometieron a análisis estadísticos, concluyendo que los mejores resultados en remoción de barrillo dentinario se lograron con el MTAD por 3 minutos con una diferencia estadísticamente significativa con los otros grupos de prueba, seguido del EDTA al 17% en 3 y 1 minutos pero sin diferencia estadística significativa entre ellos.

## **ABSTRACT**

This study evaluated the capacity in removal of smear layer of two chelating substances like: EDTA 17% and MTAD, in 1 and 3 minutes through electronic microscope study.

Thirty single rooted human premolar extracted teeth for orthodontic reasons teeth were used, that after removing their crown, they were instrumented with rotary technique Protaper and they were continually irrigated with sodium hypochlorite 5.25% after each file. Later on they underwent final irrigation with two chelating substances in two testing times. Then they were fractured in two halves, and one of them was to asses with electronic microscope.

Microphotographs at 3000x were studied by a quantitative analysis of comparison of areas of open dentinal tubules without smear layer.

Percentages had statistical analysis, concluding that the best results in removal of smear layer were achieved with the MTAD for 3 minutes with statistic significant difference with other test groups, followed by the EDTA to 17% in 3 and 1 minute intervals, but without significant statistical difference among them.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Introducción	1
2. Justificación	3
3. Objetivo general	4
4. Objetivos específicos	4
5. Materiales y métodos	5
5.1 Muestra: criterios de inclusión y exclusión	5
5.1 Metodología	5
5.1 Evaluación	8
6. Marco teórico	9
6.1 Barrillo dentinario	9
6.2 Hipoclorito de sodio	10
6.3 Quelantes	18
6.4 Combinación hipoclorito de sodio y quelantes	24
6.5 Nuevo irrigante endodónticos MTAD	26
7. Resultados	30
7.1 Interpretación de los resultados	35
8. Discusión	36
9. Conclusiones	51
10. Recomendaciones	52
11. Bibliografía	53
12. Anexos	57
Anexo# 1 Radiografías periapicales	
Anexo# 2 Microfotografías 3000x	
Anexo# 3 Áreas de túbulos dentinarios abiertos	
Anexo# 4 Porcentajes de túbulos dentinarios abiertos	

## ÍNDICE DE TABLAS

▪ Tabla # 1. Longitud de trabajo aparente y definitiva de los 30 dientes usados en la investigación	6
▪ Tabla # 2. Grupos del trabajo de experimentación con los diferentes irrigantes finales y tiempos de aplicación	7
▪ Tabla # 3. Método de deshidratación de las muestras para análisis con microscopio electrónico de barrido.	8
▪ Tabla # 4. Ventajas y desventajas del hipoclorito de sodio	11
▪ Tabla #5. Efecto sobre tejido por aumento de temperatura del NaOCL	14
▪ Tabla #6. Ventajas y desventajas por aumento de temperatura del NaOCL	14
▪ Tabla # 7. Ventajas y desventajas por dilución del NaOCl	15
▪ Tabla # 8. Relación entre concentración del NaOCl e ingreso en túbulos dentinarios en micras.	15
▪ Tabla # 9. Relación entre concentración del NaOCl y velocidad de deterioro de la solución	16
▪ Tabla # 10. Adecuado manejo y almacenamiento del NaOCl	17
▪ Tabla # 11. Análisis estadístico descriptivo	30
▪ Tabla # 12. Análisis Anova de un factor para datos transformados	31
▪ Tabla # 13. Prueba de significación de Tukey al 0.05 de área total	31
▪ Tabla # 14. Prueba de significación de Tukey al 0.05 de área cervical	32
▪ Tabla # 15. Prueba de significación de Tukey al 0.05 de área media	33
▪ Tabla # 16. Prueba de significación de Tukey al 0.05 de área apical	34

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico # 1. Porcentajes de remoción de barrillo dentinario en área total.	32
Gráfico # 2. Porcentajes de remoción de barrillo dentinario en área cervical.	33
Gráfico # 3. Porcentajes de remoción de barrillo dentinario en área media.	34
Gráfico # 4. Porcentajes de remoción de barrillo dentinario en área apical.	35

## 1. INTRODUCCIÓN

La preparación de los conductos radiculares como parte del tratamiento endodóncico consta de, la instrumentación mecánica de los conductos con limas manuales o rotatorias, y de la irrigación constante del conducto con soluciones de características químicas especiales, que permiten la desinfección del conducto y eliminación de los restos de tejido pulpar (1,2).

La irrigación del sistema de conductos, se define como el lavado y aspiración de todos los restos y sustancias que puedan estar contenidos en la cámara pulpar o conductos radiculares (3).

La instrumentación radicular solo se limita al conducto principal, mas la anatomía pulpar consta de un verdadero sistema de ramificaciones como los deltas, accesorios, secundarios, laterales, recurrentes, etc.; a los cuales no se puede llegar con limas, por lo que se hace necesario la disolución del contenido tisular de ellos (1).

Como producto del limado, la dentina de las paredes del conducto se desprende y junto con los microorganismos adosados a las irregularidades de estas paredes e incluso presentes en la intimidad de los túbulos dentinarios; forman una capa de barrillo dentinario que deberá ser eliminada por acción química (1,2).

Debido a la importancia de la preparación química de los conductos, se ha buscado a través de la historia, la solución irrigadora ideal, así como sus concentraciones más efectivas y su tiempo de acción óptimo (1).

Hasta la fecha, no hay irrigante que haya demostrado ser capaz de disolver tejido orgánico, y a su vez desmineralizar el tejido calcificado (3).

Durante años se han utilizado muchos agentes irrigantes y se ha estado en la búsqueda de el irrigante ideal; por lo que se hace imprescindible la selección correcta del mismo, puesto que los irrigantes pueden llegar a provocar efectos citotóxicos e irritantes a nivel periapical, al ser extruidos hacia el periápice por una mala técnica de aplicación de éstos en el conducto (1,4).

De manera general, el irrigante debe presentar elevada capacidad de humectación y poder de limpieza, capacidad antimicrobiana, acción de solvencia y tolerancia del tejido (5).

La selección de una solución irrigadora debe estar ligada al tipo de patología pulpar del caso tratado, pues el tipo de microorganismos presentes también puede variar (5).

Para otros investigadores el método de aplicación de los irrigantes pudiera ser el factor más importante de la eficacia del tratamiento y no de la solución irrigadora misma (2).

Muchos investigadores afirman que el éxito del tratamiento endodóncico se basa en la buena limpieza de los conductos. Por lo que el profesional debe conocer las propiedades químicas de la solución irrigadora, su mecanismo de acción, el tipo de microorganismos en los que actúa, y también el método de aplicación más afectivo (1,5).

## 2. JUSTIFICACIÓN

La remoción del barrillo dentinario producido por la instrumentación de los conductos determina el éxito del tratamiento endodóncico, por lo que es necesario utilizar sustancias de características ideales para este fin, y en el mercado no disponemos de esos medicamentos. Actualmente existe el irrigante MTAD, de costo muy elevado, pero con estudios reportados de alta efectividad de la capa residual dentinaria. Sin embargo, las investigaciones existentes se han llevado a cabo por el mismo inventor, por lo que sería importante realizar un estudio para comprobar su eficacia de manera más objetiva.

### 3. OBJETIVO GENERAL

Evaluar cuál irrigante final presenta una mejor capacidad de remoción del barrillo dentinario producido durante la preparación biomecánica.

### 4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar a través del análisis microscópico electrónico de barrido el nivel de remoción de barrillo dentinario de los túbulos dentinarios comparando el MTAD y el EDTA 17% como agentes irrigantes.
- Determinar el tiempo de acción del irrigante más efectivo para remover mayor cantidad de barrillo de los túbulos dentinarios.

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 MUESTRA

Treinta dientes premolares humanos extraídos, se tomaron como muestra bajo criterios de inclusión, para lo cual fueron analizados por observación clínica y radiográfica. Los dientes se conservaron en suero fisiológico desde su recolección posterior a la exodoncia hasta la fase práctica de la investigación. Se tomaron radiografías periapicales con radiografiógrafo de cada diente, para observar la accesibilidad a la cámara pulpar y al conducto radicular. (Anexo # 1 radiografías periapicales).

**Criterios de inclusión:** Dientes unirradiculares extraídos por razones ortodónticas, sin tratamiento de conducto previo y sin restauraciones coronales; que radiográficamente presenten cámara pulpar y línea de conductos radiculares identificablemente accesibles. Luego de la hemisección dentaria, fragmentos completos con superficies lisas.

**Criterios de exclusión:** Dientes cariados o muy destruidos. Multirradiculares con curvaturas muy prominentes. Con restauraciones coronales amplias o pequeñas. Extraídas por razones no ortodónticas. Radiográficamente con cámara pulpar y línea de conducto imperceptible, inaccesible o con cálculos. Luego de la hemisección dentaria, fragmentos incompletos con superficies irregulares.

### 5.2 METODOLOGÍA

Las coronas de cada diente se seccionaron con un disco de carburo Diatech (Swiss Dental Instruments), con motor de baja velocidad NSK. Se hicieron accesos radiculares y posterior toma de LT con lima K# 15 (Densply-Maillefer) y Rx periapical con radiovisiógrafo, a 1mm corto de la longitud obtenida a nivel del ápice radiográfico. (Anexo # 1 radiografías periapicales).

## La técnica

Las longitudes de trabajo de cada diente obtenidas, se exponen en la tabla # 1,

# DE DIENTE	LONGITUD DE TRABAJO APARENTE	LONGITUD DE TRABAJO DEFINITIVA
1	10mm	10mm
2	13mm	12mm
3	10-10.5mm	10-10.5mm
4	13-12mm	12.5-12mm
5	11.5-12mm	11-11mm
6	13mm	12mm
7	13.5-12mm	13-13mm
8	11mm	11mm
9	14-14.5mm	14-14mm
10	15mm	15mm
11	12-10.5mm	12-12mm
12	14-13mm	13-13mm
13	15-14.5mm	14.5-14.5mm
14	14mm	14mm
15	14mm	14mm
16	15.5mm	15mm
17	15.5-14.5mm	15.14.5mm
18	12-14.5mm	12-14mm
19	16.5mm	16mm
20	15mm	14mm
21	15.5-16mm	15-15mm
22	14.5mm	14mm
23	13mm	12mm
24	15.5mm	15mm
25	14mm	14mm
26	15mm	14mm
27	14-15mm	14-14mm
28	14-14mm	13-13mm
29	13-15mm	15-14mm
30	14.5-15mm	14-14.5mm

Tabla # 1. Longitud de trabajo aparente y definitiva de los 30 dientes usados en la investigación.

Los segmentos radiculares se instrumentaron con sistema rotatorio Protaper (Maillefer, Suiza) con la técnica recomendada en el sistema rotatorio, con motor eléctrico Tecnica, hasta LAM F4 a LT y continuamente irrigados con 2ml de hipoclorito de sodio 5,25% con jeringa y aguja medida a 3mm menos de la LT después de cada lima.

La técnica de instrumentación Protaper en sentido corono apical recomendada en el sistema es:

#### TÉCNICA

- Limas K 10,15(20)
- Protaper S1
- Limas K 10,15(20)
- Protaper Sx
- Protaper S1, S2
- Protaper F1,F2,F3, F4

Una vez instrumentados los dientes hasta una lima apical maestra Protaper F4, se dividieron las muestras en 5 grupos de 5 dientes en cada uno, para aplicar los diferentes tipos de solución irrigadora final en cada grupo.

Se aplicaron 5ml de cada irrigante final y se los dejará actuar dentro del conducto por el tiempo determinado en el grupo de la muestra al que formen parte.

Los 5 grupos de evaluación se exponen en la tabla # 2.

TIPO DE GRUPO	IRRIGANTE DURANTE PREPARACIÓN	IRRIGANTE FINAL	TIEMPO DE ACCIÓN DEL IRRIGANTE FINAL
Grupo A control positivo ( n=5)	H2O destilada	H2O destilada	1 min.
Grupo B control negativo( n=5)	NaOCl al 5.25%	Ácido cítrico 50%	3 min.
Grupo C( n=5)	NaOCl al 5.25%	EDTA 17%	1 min.
Grupo D( n=5)	NaOCl al 5.25%	MTAD	1 min.
Grupo E( n=5)	NaOCl al 5.25%	EDTA 17%	3 min.
Grupo F( n=5)	NaOCl al 5.25%	MTAD	3 min.

Tabla # 2. Grupos de trabajo con los diferentes irrigantes finales y tiempos de aplicación.

Se evitó que la solución irrigadora final siga actuando mediante la irrigación con 10 ml de agua destilada. Luego se secaron los conductos radiculares con puntas de papel (Densply-Maillefer).

Se fracturaron los dientes con un martillo y cincel. Se introdujo el cincel en una de las dos ranuras hechas en las superficies vestibular, palatina o lingual de las raíces con un disco de

diamante Diamond Disc (DessQual) y motor de baja velocidad NSK, y por golpes muy suaves del martillo sobre la cabeza del cincel se separaron los segmentos, dejando expuesto el conducto radicular preparado.

Las hemisecciones dentarias serán preparadas para ser observados a microscopio electrónico de barrido DSM ADDA II (facilitado por ESPE).

### 5.2.1 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA PARA ANÁLISIS DE BARRILLO DENTINARIO EN MICROSCOPIO ELÉCTRICO DE BARRIDO

Se somete a una deshidratación a las muestras, sumergiendo cada fragmento en concentraciones descendientes de acetona y luego en concentraciones crecientes de alcohol etílico absoluto en diferentes tiempos, de la manera como se expone en la tabla # 3.

REACTIVO	TIEMPO DE INMERSIÓN
Acetona 60%	5 minutos
Acetona 40%	5 minutos
Acetona 20%	5 minutos
Alcohol 20%	20 minutos
Alcohol 40%	20 minutos
Alcohol 60%	20 minutos
Alcohol 80%	20 minutos
Alcohol 100%	20 minutos

Tabla # 3. Método de deshidratación de la muestras para análisis con microscopio electrónico de barrido.

Después se secaron las muestras en una estufa y luego se sumergieron las muestras en oro. Posteriormente se sometió cada fragmento al análisis microscópico, para obtener microfotografías a 3000x de los sectores apical, medio y cervical de cada uno de los fragmentos. Por lo tanto habrá 3 microfotografías por cada fragmento dentario, es decir 15 fotos de cada grupo de análisis, las mismas que se encuentran en el Anexo # 2.

### 5.3 EVALUACIÓN

Por medio de las fotografías del MEB se evalúa la cantidad de barrillo dentinario en los túbulos dentinarios de una manera porcentual, comparando el área de la microfotografía, con la sumatoria de las áreas de los túbulos dentinarios libres del barrillo dentinario, con la ayuda de un programa computarizado del microscopio electrónico de barrido Measure T.

Luego de obtener las áreas de los túbulos dentinarios abiertos, mediante regla matemática de tres, se calcula la remoción del barrillo dentinario dentro de los túbulos en porcentajes.

Los resultados numéricos y porcentuales se analizan estadísticamente para llegar a conclusiones.

## 6. MARCO TEÓRICO

### 6.1 BARRILLO DENTINARIO

Mc Comb y Smith, alrededor de 1975, fueron los primeros en hablar de la existencia del barrillo dentinario como subproducto no deseado pero inevitable de la instrumentación manual o mecánica de los conductos radiculares durante la terapia endodóncica. (3,5,6)

Este subproducto del raspado selectivo y progresivo de la pared dentinaria está formado por elementos "tritutados y desorganizados" de la pared que se instrumenta, por lo que esta capa llamada barrillo dentinario, smear-layer o capa residual, estará compuesta por una fase orgánica y otra inorgánica. (3,6)

El componente orgánico lo forman bacterias, células sanguíneas, fibras de colágeno y procesos odontoblásticos y/o restos de tejido necrótico. El componente inorgánico lo constituyen las limallas dentinarias, constituidas por hidroxiapatita donde los minerales que más predominan son el calcio y el fósforo. (6)

La delgada capa de barrillo dentinario ocluye los orificios de los túbulos dentinales y se introduce hasta una profundidad media de 10 micras en ellos y cubre la dentina intertubular de la pared del conducto preparada, aunque dicho grosor depende del tipo y filo del instrumento usado y de si en la preparación del conducto la dentina esta seca o húmeda. Esta capa se denomina barrillo dentinal. (3, 5,6)

El barrillo dentinario para algunos autores puede ser benéfico porque reduce la permeabilidad de la dentina atenuando la penetración de bacterias a los túbulos dentinales. Sin embargo, la gran mayoría de estudiosos del tema afirman que el barrillo dentinario es deletéreo, porque:

- Sirve de acumulo de bacterias que podrían producir una reagudización del proceso infeccioso.
- También porque es una capa inestable y soluble que podría dejar un espacio para la posterior colonización bacteriana.

- Además éste impide la penetración de irrigantes, medicamentos o materiales de selle a los túbulos dentinales (3,6).

### 6.1.1 ELIMINACIÓN DEL BARRILLO DENTINARIO

El smear layer tiene una parte orgánica y otra inorgánica, por tanto debemos utilizar irrigantes que eliminen ambos tipos de tejidos, como no existe hasta la actualidad un irrigante que elimine conjuntamente ambos componentes del smear layer debemos utilizar por separado una sustancia que elimine la matriz orgánica y otra que elimine la inorgánica. Para eliminar el tejido orgánico se usa hipoclorito de sodio (5.25%) y para destruir la matriz inorgánica se utilizan quelantes. (6)

## 6.2 HIPOCLORITO DE SODIO

Pertenece al grupo de los compuestos halogenados (5). Es el irrigante más recomendado en diversas concentraciones, debido a su poder bactericida, reduciendo algunas poblaciones microbianas de los conductos radiculares (2).

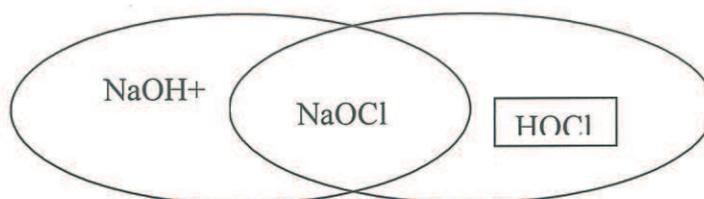
Su uso en clínica es generalizado en concentraciones que van desde 0.5% hasta el 5.25% (3).

El hipoclorito de sodio ha sido definido por la Asociación Americana de Endodoncistas como un líquido claro, pálido, verde-amarillento, extremadamente alcalino y con fuerte olor clorino, que presenta una acción disolvente sobre el tejido necrótico y restos orgánicos y además es un potente agente antimicrobiano (4).

### 6.2.1 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

- El hipoclorito de sodio es una sal formada de la unión de dos compuestos químicos:
  - El ácido hipocloroso
  - El hidróxido de sodio, que presenta propiedades oxidantes.

La fórmula química de este compuesto es:



- El hipoclorito de sodio es hipertónico (2800mOsmol/Kg).
- Es muy alcalino (pH= 11.5 a 11.7) (3).

### 6.2.2 HISTORIA:

Las propiedades desinfectantes del cloro fueron reconocidas a comienzos del siglo XIX. Fue utilizado por primera vez en odontología en 1792(4,3).

El químico francés Labarraque utilizó el hipoclorito de sodio al 2.5% para desinfectar heridas. Dakin en 1915 observó que la solución de Labarraque desinfectaba heridas pero la cicatrización de la herida tardaba, por lo que en 1920, propuso su propia fórmula de Dakin, con hipoclorito de sodio al 0.5% neutralizado con ácido bórico al 0.4%; y la utilizó en los soldados de la segunda guerra mundial, teniendo como resultado una cicatrización rápida de heridas con desinfección de la zona. También con la solución de Dausfrene se puede neutralizar el pH del hipoclorito, mezclándolo con bicarbonato de sodio (3,5).

A pesar de tener varios años en uso odontológico el  $\text{NaOCl}$  es aún el irrigante más utilizado en la endodoncia moderna por sus propiedades antibacterianas, lubricantes, y disolventes de tejido (3).

El uso del hipoclorito de sodio tiene ventajas y desventajas, que se presentan en la tabla # 4. (3, 4, 5)

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Eficaz antimicrobiano destruye bacterias, hongos, esporas y virus.	Agente irritante, citotóxico para el tejido periapical.
Lubricante para instrumentación, humedece las paredes del conducto radicular favoreciendo la acción de los	

instrumentos.	
Disuelve tejido vital y no vital.	Sabor inaceptable.
Una tensión superficial baja permite su penetración a zonas de difícil acceso, como conductos laterales y túbulos dentinales.	Por sí solo no remueve el barro dentinario.
Vida media de almacenamiento prolongada.	
Poco costoso.	
Desbridamiento, la irrigación con NaOCl expulsa los detritos generados por la preparación biomecánica de los conductos.	

Tabla # 4. Ventajas y desventajas del hipoclorito de sodio

### 6.2.3 ¿REMUEVE EL HIPOCLORITO EL BARRILLO DENTINARIO?

Existe controversia al respecto, pues se han publicado muchos artículos que confirman que el NaOCl utilizado como lavado final en los conductos radiculares preparados no remueve la capa de desecho. Pero por otra parte otros trabajos publicados afirman que cuando el lavado final se realiza con NaOCl, los resultados en cuanto a la remoción de la capa de desecho fueron demostrablemente más efectivos (4).

A la fecha, no hay irrigante que haya demostrado ser capaz de disolver tejido orgánico, y a su vez desmineralizar el tejido calcificado.

### 6.2.4 MECANISMO DE ACCIÓN

Una pulpa puede ser disuelta en un tiempo de 20 minutos a 2 horas con 30 minutos. La eficacia de la disolución del hipoclorito de sodio se ve influida por la integridad estructural de los componentes del tejido conjuntivo de la pulpa. Si la pulpa está descompuesta, los restos de tejidos se disuelven rápidamente, si está vital y hay poca degradación estructural, el NaOCl necesita más tiempo para disolver los restos. El hipoclorito reacciona con residuos orgánicos en el conducto radicular y de esta forma facilita la limpieza, sin

embargo, esta reacción inactiva químicamente al NaOCl y reduce su capacidad antibacteriana, por esto una solución fresca de NaOCl debe ser aplicada frecuentemente dentro del conducto radicular para reactivar la reacción química y la remoción de restos (4).

La actividad solvente, y las propiedades antimicrobianas son debidas primariamente a: a) la habilidad del hipoclorito de sodio de oxidar e hidrolizar las proteínas celulares, b) la liberación de cloro, para formar ácido hipocloroso, y c) a largo plazo, su habilidad osmótica de extraer líquidos fuera de las células (4).

Según Ohara el ácido hipocloroso ejerce su efecto por la oxidación de los grupos sulfhidrilos de los sistemas enzimáticos de las bacterias, produciendo desorganización de importantes reacciones metabólicas, resultando en la muerte de la bacteria. Por otro lado, el pH alcalino del NaOCl neutraliza la acidez del medio y por lo tanto crea un ambiente inadecuado para el desarrollo bacteriano; sin embargo, ciertos autores consideran que esta propiedad añade un componente tóxico a la solución haciendo el NaOCl más cáustico (3,5).

El proceso químico por el cual el NaOCl realiza su acción antimicrobiana ocurre cuando entra en contacto con las proteínas tisulares, haciendo que se forme hidrógeno, formaldehído y acetaldehído. Las cadenas peptídicas se rompen para disolver las proteínas; en este proceso el hidrógeno es sustituido por el cloro con formación de cloramina, que interviene directamente como antimicrobiano, ya que interfiere en la acción oxidativa celular con inactivación enzimática irreversible en la degradación de lípidos y ácidos grasos; de este modo se disuelve el tejido necrótico y el NaOCl penetra y limpia mejor las áreas infectadas (3,5).

#### 6.2.5 FACTORES QUE AFECTAN LAS PROPIEDADES DEL HIPOCLORITO DE SODIO (NaOCl)

Se ha reportado que existen algunos factores como, la concentración del hipoclorito de sodio, el aire, la luz, la temperatura, la exposición a rayos UV, el tiempo y tipo de almacenamiento y el grado de pureza de la solución (presencia de metales y contaminantes orgánicos) que afectan la eficacia de la solución. Esto se debe a que las soluciones de NaOCl son molecularmente inestables (1,4,5).

## ME ■ EFECTOS DE LA TEMPERATURA

El aumento de la temperatura tiene un efecto positivo sobre la acción disolvente del NaOCl, porque al aplicar calor a una solución se aumenta la energía cinética de las moléculas, las cuales contactarán más rápido y producirán la desintegración de las superficies que contacten en un tiempo menor. Por lo tanto el aumento de temperatura tiene un efecto positivo sobre la acción disolvente del NaOCl (1,4,5).

TEMPERATURAS	EFEECTO
35,5°C	Aumentan el poder disolvente sobre tejidos necróticos.
60°C	Mayor efecto de disolución en tejidos frescos.

Tabla #5. Efecto sobre tejido por aumento de temperatura del NaOCL

AUMENTO DE TEMPERATURA	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Aumenta su efecto bactericida.	Al calentarlo a 37°C solo se mantiene estable por 4 horas y luego se degrada.
Mejora el desbridamiento, las propiedades bactericidas y disolutorias. ↓ Gambarini	Precaución ya que no se sabe que daño puede causar a los tejidos periapicales.
	Cuando se aumenta la temperatura, la solución tiende a las 24 horas a deteriorarse.

Tabla #6. Ventajas y desventajas por aumento de temperatura del NaOCL

Cunningham demostró que el NaOCl al 5,25% y 2,6% eran igual de eficaces a una temperatura de 37°C. Sin embargo, a temperatura ambiente de 21°C, la solución al 2,6% resultaba menos eficaz. Otros autores demuestran que la habilidad de disolver colágeno por parte del NaOCl en concentraciones de 2.6 y 5.2% a temperatura de 37°C, es igual que a temperatura ambiente (1,4,5).

## MÉTODO PARA CALENTAR HIPOCLORITO DE SODIO

Para calentarlo se pueden utilizar los calentadores de café, que mantienen una temperatura de 37°C, se coloca agua y posteriormente las jeringas con el hipoclorito de sodio (1,4,5).

### ■ DILUCIÓN

DILUCIÓN DEL NaOCl AL 5,25%	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Reduce el olor.	Disminuye significativamente la propiedad antimicrobiana.
Reduce el potencial de toxicidad a los tejidos perirradiculares.	Menor propiedad de disolución del tejido.
	Propiedad de desbridamiento reducida.
	Aumenta el tiempo de exposición necesaria para destruir los microorganismos.

Tabla # 7. Ventajas y desventajas por dilución del NaOCl

No se recomienda la dilución de NaOCl. Pues se pierden muchas propiedades del hipoclorito, y aumenta el tiempo de trabajo. Una dilución 1 a 1 hasta una concentración de 2,6% aproximadamente, triplica el tiempo de exposición necesaria para destruir las mismas bacterias. Sin embargo, si se determina diluir el NaOCl no debe utilizarse una dilución mayor del 1 a 1 de la concentración al 5,25% con agua destilada estéril, ya que esta reducción al 2,6% produce una solución que es sólo ligeramente más eficaz que el agua. (1,4,5).

RELACIÓN ENTRE LA CONCENTRACIÓN DEL NaOCl Y SU CAPACIDAD DE PENETRACIÓN EN LOS TÚBULOS DENTINARIOS	
INVESTIGACIÓN DE MÉRID	
CONCENTRACIÓN	PENETRACIÓN A LOS CANALÍCULOS DENTINARIOS
1%	100 micras.
2,5%	220 micras.

5,25%	350 micras.
5,25% + EDTA	500 micras y en algunos puntos anatómicos casi hasta el LDC.

Tabla # 8. Relación entre concentración del NaOCl e ingreso en túbulos dentinarios en micras.

RELACIÓN ENTRE LA CONCENTRACIÓN DEL NaOCl CON EL DETERIORO DE LAS SOLUCIONES.	
CONCENTRACIÓN	VELOCIDAD DEL DETERIORO
5%	Rápida descomposición a 24°C.
0.5%.	No se observan cambios

Tabla # 9. Relación entre concentración del NaOCl y velocidad de deterioro de la solución.

#### ▪ GRADO DE PUREZA

Los hipocloritos de acuerdo a su pureza química de extracción se clasifican de acuerdo a su porcentaje diferencial en:

- Menos puros de 1 a 96%
  - De grado técnico (70%)
  - Industrial (60%)
  - Doméstico (40-50%)

Los cuales tienen mayor cantidad de contaminantes dañinos (plomo, arsénico, mercurio, bismuto, aluminio). Por lo tanto, no es recomendable usar cloro casero o doméstico para irrigar durante el tratamiento de conductos radiculares (4).

El Clorox tiene 60% de pureza y se incluye entre los hipocloritos de uso industrial y es el recomendado para la terapia endodóntica; los domésticos tienen una pureza de 40-50%, por lo cual que no son muy recomendables (4).

## 6.3 U

- Más puros de 96-100%



Los cuales tienen casi nada de contaminantes.

-De tipo pro-análisis (99-100%)

-USP(98%) equipos especializados

- **AIRE, LUZ, TIEMPO Y TIPO DE ALMACENAMIENTO**

- Luz
- Aire
- Metales
- Contaminantes orgánicos
- Por pérdida de estabilidad química de la solución

degradan el hipoclorito de sodio



Puede alterar sus propiedades químicas

ALMACENAMIENTO Nicoletti	A bajas temperaturas	Todas las soluciones muestran degradación con el tiempo y ésta es más rápida en soluciones que contienen cloro al 5% cuando son almacenadas a temperaturas de 24°C que cuando se almacenan a 4°C.
	Frascos herméticos	El contenido de cloro de las soluciones tiende a disminuir después que los envases se han abierto, por lo que se recomienda el uso de soluciones frescas o recientes.
	Obscuridad	La estabilidad química se altera en presencia de luz.
	Envases más recomendados	<ul style="list-style-type: none"> <li>➡ Ámbar</li> <li>➡ Plástico opaco verde</li> <li>➡ Plástico blanco</li> </ul>

Tabla # 10. Adecuado manejo y almacenamiento del NaOCl

### 6.3 QUELANTES

El término quelar proviene de "chele", palabra griega que significa garra, lo que hace relación a su acción de unirse fuertemente o de atrapar a un complejo molecular y provocar la ruptura de sus enlaces iónicos, de tal manera que dan como resultado la disgregación molecular de la sustancia con la que tiene contacto. (6,7, 8)

Los quelantes o floculantes son sustancias químicas que hacen que partículas pequeñas se unan y formen partículas de mayor tamaño llamado "quelato", que puedan ser precipitadas con mayor facilidad. Esta unión molecular se produce porque el quelante es capaz de unirse con los iones metálicos del complejo molecular al cual se encuentra entrelazado. Es decir el quelante remueve los iones inorgánicos al captar los iones metálicos tales como magnesio, calcio, sodio, potasio y litio, del complejo molecular donde están adheridos. (6,7)

**"Quelato:** Estructura molecular en la que los iones metálicos se hallan unidos a un compuesto orgánico. El átomo central suele ser un metal". (7)

En el campo odontológico se empezó a utilizar los quelantes en 1951 por la introducción del EDTA en el mercado, y específicamente en endodoncia se lo aplicó como irrigante intracanal en 1957 por Nygaard Ostby. (8)

#### 6.3.1 MECANISMO DE ACCIÓN:

En endodoncia el efecto de las sustancias quelantes no es de desmineralización sino de descalcificación de un tejido mineralizado como la pared dentinaria que limita el conducto radicular. (6)

La sustancia quelante interactúa con los iones metálicos de los cristales de hidroxiapatita; para producir un quelato metálico, el cual reacciona con las terminaciones del agente quelante al remover los iones de calcio de la dentina; como resultado la dentina peritubular rica en hidroxiapatita se reblandece, incrementando el diámetro de los túbulos dentinales expuestos. (6)

Una vez que todos los iones de calcio disponibles han sido quelados, éstos forman complejos moleculares con el quelante, por ejemplo "calcio-EDTA", los cuales son

estables y al haber un equilibrio molecular, ya no hay más disolución de la dentina, por lo que se entiende que el mecanismo de quelación es autolimitado. (8)

Se ha calculado con microscopio electrónico de barrido que los túbulos dentinales expuestos aumentan de 2.5 a 4mm de diámetro; en esta evaluación, los dientes preparados convencionalmente, utilizando solución de NaOCl al 5%, mostraron una acumulación de barrillo dentinario amorfo y típico en todas las áreas instrumentadas del conducto. En preparaciones en las cuales los conductos fueron irrigados con EDTA seguido por NaOCl, se observó que el barrillo dentinario fue removido completamente, sin embargo, en estos especímenes se presentó erosión dentinal intertubular y peritubular, principalmente en el tercio medio. (3)

### 6.3.2 PROPIEDADES DE UN QUELANTE

- Eliminar la capa de desecho dentinario o detritos.
- Baja toxicidad.
- Tener baja tensión superficial.
- Ser lubricante: por tener glicerina o cera.
- Incoloro, inodoro y sabor neutro.
- Ser de acción rápida, tiempo de vida útil adecuado.
- De fácil manipulación (6).

### 6.3.3 MANEJO ENDODÓNCICO DE LOS QUELANTES

- Se recomienda usarlos en seco para que no pierdan su efecto.
- Con movimientos de impulsión-tracción.
- Si no hay movimiento del quelante, este empieza a actuar a las 24 horas por disociación iónica siendo el punto máximo de quelación al quinto día.
- Cuando hay movimientos con la lima, el quelante empieza a actuar a los sesenta minutos, con un punto máximo de quelación a las 7 horas, aunque si el movimiento de la lima es intenso no debe usárselo mas de 5 a 10 minutos ya que después de este tiempo pierde su efecto de descalcificación, la sustancia se satura, por ende ya no va a descalcificar.
- No usar la sustancia más de cinco veces y se debe esperar en cada intervalo tres minutos, para evitar transportaciones y perforaciones.

- Se recomienda no usarlo con limas de mayor calibre de 20 ya que es probable que se queden restos de quelante en el CDC y puede fracasar el selle del tratamiento de conductos (6).

Ha sido aceptado que el método más efectivo para remover el barrillo dentinario es irrigar el conducto radicular durante todo el procedimiento endodóntico con NaOCl al 5,25% y un lavado final 10ml de 17% EDTA dejándolo actuar de 3 a 5 minutos y luego un nuevo y último lavado con 10 ml de hipoclorito de sodio, o mejor aún, con clorhexidina al 2% donde obtendremos además un efecto bacteriostático mas prolongado, dada la sustantividad de la clorhexidina (4,6).

#### 6.3.4 SOLUCIONES QUELANTES

Las soluciones quelantes son compuestos que se basan generalmente en el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) junto con vehículos, antimicrobianos, etc. Dentro de los quelantes más usados en endodoncia están:

- EDTA (ácido etilendiaminotetraacético).
- RC-prep, contiene peróxido de úrea.
- EDTAC, es un amonio cuaternario con adición de cetramida.
- REDTA, solución de EDTA 17%, más Centrimide junto con 5 molar de hidróxido de sodio.
- EDTA-T, que consiste en EDTA 17% con Tergentol (laurel sulfato éter de sodio).
- GLY-OXIDE.
- Ácido cítrico (6, 8).

#### ▪ EDTA

Este es el compuesto base de todos los quelantes que existen hasta el día de hoy en el mercado. El EDTA químicamente es el ácido etilendiaminotetraacético, que es una sal disódica dihidratada, el cual puede descalcificar hasta 50µm del conducto radicular. Su fórmula química es  $C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8 \cdot 2H_2O$ . (6, 8)

Ostby introduce el EDTA en endodoncia como coadyuvante en la preparación de conductos estrechos o calcificados por su capacidad de reblandecer la dentina.

Posteriormente se lo usa como irrigante endodóncico para la remoción de barrillo dentinario a una concentración del 17% y un pH de 7.3; el cual se lo obtiene a partir de la fórmula original propuesta por Ostby, que consiste en:

- 17 gramos de EDTA sal disódica.
- 9.25ml de solución 5 molar de hidróxido de sodio.
- 100ml de agua destilada (8).

Ha sido aceptado que el método más efectivo para remover el barrillo dentinario es irrigar el conducto radicular con 10 ml (mililitros) de 17% EDTA seguido de 10 ml de NaOCl al 5%. (3).

#### CARACTERÍSTICAS:

- pH de 7.3: Al aumentar el pH se incrementa la penetración del EDTA hasta espacios reducidos.
- Se usa en concentración del 10 al 17%.
- La acidez del EDTA es el mayor factor que afecta la limpieza del conducto: La capacidad de quelación aumenta a medida que la acidez del EDTA disminuye.
- Biocompatible.
- Su fórmula química es  $C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8 \cdot 2H_2O$ .
- Manejo debe ser limitado (6,8).

#### ▪ EGTA

Es un quelante menos fuerte pues no induce erosión en los túbulos dentinarios pero se ha visto que a nivel del tercio apical no es tan eficaz.

Composición: ácido tetra- acético y etilenglicol.

Concentración: 17% (6)

### ▪ EDTAC

Es más irritable para los tejidos periodontales. Su pH es de 7.4. El tiempo de trabajo es 15 minutos porque después ya no tiene efecto de quelación, y la dentina se hace lisa y regular.

Concentración: 15%

#### Composición

- EDTA.
- Bromuro de amonio cuaternario denominado Cetavión con el fin de reducir la tensión superficial y aumentar la penetrabilidad de la solución; provee propiedades antisépticas y hace más fluida la viscosidad del agente, permitiendo a los agentes de irrigación y quelantes fluir más fácilmente hacia la profundidad del sistema de conductos.
- Hidróxido sódico.
- Agua destilada. (4, 6).

### ▪ RC-PREP

No remueve completamente la capa de desecho por su bajo pH. Es un quelante de consistencia jabonosa, al utilizarlo con limas de calibre mayor a 20 así se instrumente e irrigue copiosamente deja una película cremosa en las paredes y en el periápice de los conductos la cual puede ocasionar un selle deficiente de la endodoncia, por lo tanto se aconseja usarlo con limas de pequeño calibre (6).

#### COMPOSICIÓN:

- 15% de EDTA.
- 10% de Peróxido de urea: la urea es un compuesto aminado que forma solventes en forma de ureato de calcio, cuando reaccionan con los iones de calcio quelados por el EDTA, lo que aumenta la permeabilidad de la dentina. Tiene característica cremosa y efervescente para hacer flotar los detritos. El peróxido de urea produce radicales hidroxilo que oxidan grupos sulfhídricos, dobles enlaces en proteínas, lípidos de la pared celular bacteriana y causa muerte celular.

- Glycol o Carbowax: lubricante y prolonga la vida útil del quelante para que dure por lo menos un año, protege el EDTA de la oxidación producida por el peróxido de urea (4,6).

Heling recomienda su uso, porque la interacción del peróxido de urea con el NaOCl produce una acción burbujeante que supone libera y arrastra los residuos dentinarios siendo más fácil su posterior aspiración. El tamaño de las burbujas resultantes de esta mezcla, es más pequeño que las producidas por el peróxido de hidrógeno y el NaOCl, siendo más fácil su posterior aspiración. (4)

#### ▪ GLY-OXIDE

También llamado peróxido de Carbamida. Provee una disolución de tejidos baja, es más viscoso por lo tanto se recomienda su uso solo en procesos iniciales. No es alergénico ni irritante por lo que se usa en ápices abiertos. (6)

Según estudios, el Gly-oxide no tiene ninguna acción sobre la dentina radicular, pues no elimina la capa de desecho. (6)

#### COMPOSICIÓN

- Peróxido de úrea al 10%.
- Glicerol: lubricante.
- Su composición es hidrosoluble lo que facilita el desprendimiento de la película cremosa que deja el glicerol. (6)

#### ▪ ÁCIDO CÍTRICO

Este ácido es un quelante de bajo pH y se encuentra naturalmente en el cuerpo, lo cual lo hace biológicamente más aceptable que otros ácidos. Su efecto es muy rápido, ya que un ácido cítrico al 6% solo en 5 segundos logra remover el barrillo dentinario, pero esto puede ser contraproducente por el riesgo de provocar la erosión de la dentina, aunque esto depende del tiempo de aplicación, pues con 20 segundos se reportan buenos resultados. Su desventaja es su bajo pH de 2.2 al 1% y de 1,8 al 10%, ya que podría ser irritante sobre tejidos periapicales. Concentraciones: de 0.6 – 50%. (8, 10).

## 6.4 HIPOCLORITO DE SODIO-AGENTES QUELANTES

### COMBINACIÓN DE NaOCl CON EDTA

Ha sido aceptado que el método más efectivo para remover el barrillo dentinario es irrigar el conducto radicular con 10 ml de 17% EDTA seguido de 10 ml de NaOCl al 5%. El EDTA desmineraliza la dentina y remueve el tejido inorgánico del barrillo dentinario. Estos agentes conocidos como quelantes, reaccionan con los iones calcio en los cristales de hidroxiapatita, y forma quelatos metálicos. La remoción de iones calcio de la dentina peritubular básicamente, incrementa el diámetro de los túbulos dentinales expuestos: de 2.5 a 4mm (3).

En una evaluación bajo microscopio electrónico de barrido, los dientes preparados convencionalmente, utilizando solución de NaOCl al 5%, mostraron una acumulación de barrillo dentinario amorfo y típico en todas las áreas instrumentadas del conducto. En preparaciones en las cuales los conductos fueron irrigados con EDTA seguido por NaOCl, se observó que el barrillo dentinario fue removido completamente, sin embargo, en estos especímenes se presentó erosión dentinal intertubular y peritubular, principalmente en el tercio medio (3).

Bystrom, Ciucchi y Goldman demuestran que la combinación de hipoclorito de sodio y EDTA es efectiva en la remoción del tejido orgánico e inorgánico del sistema de conductos radiculares, logrando una completa remoción de la capa de desecho dentinario y la apertura de los túbulos dentinarios lo que brinda una mayor eficiencia bacteriana. Numerosos investigadores han usado varias concentraciones y diferentes productos comerciales de EDTA y NaOCl con la intención de remover la capa de desecho (5).

En una investigación de Mérida con el MEB evaluó la acción desinfectante de 10 diferentes irrigantes sobre los conductos dentinarios y demostraron que la combinación de soluciones de EDTA/NaOCl permite una acción efectiva demostrada por la ausencia de residuos orgánicos e inorgánicos en los túbulos dentinarios. Igualmente, en el mismo estudio se midió el valor de la tensión superficial de todas las soluciones, observando que la combinación mencionada obtuvo el valor más bajo (35,1 dinas/cm), la cual permitió una mejor penetración de ambas soluciones hacia el interior de los túbulos dentinarios (4).

### COMBINACIÓN DE NaOCl CON RC-PREP

El Rc-prep contiene peróxido de urea, la urea es un compuesto aminado que forma solventes en forma de ureato de calcio, cuando reaccionan con los iones de calcio quelados por el EDTA, lo que aumenta la permeabilidad de la dentina. Heling refieren que el peróxido de urea al 10% contenido en la fórmula RC-Prep, es un ingrediente activo que produce radicales hidroxilos que oxidan los grupos sulfhídricos, las cadenas dobles proteicas, los lípidos y la pared celular bacteriana causando muerte celular. Su uso generalizado se debe a la interacción del peróxido de urea con el NaOCl que produce una acción burbujeante que supone libera y arrastra los residuos dentinarios siendo más fácil su posterior aspiración. El tamaño de las burbujas resultantes de esta mezcla es más pequeño que las producidas por el peróxido de hidrógeno y el NaOCl, siendo más fácil su posterior aspiración (4).

### COMBINACIÓN DE NaOCl CON EDTAC

El EDTAC contiene EDTA y Cetrimida, un derivado de amonio cuaternario, que provee propiedades antisépticas, reduce la tensión superficial y hace más fluida la viscosidad del agente, permitiendo a los agentes de irrigación y quelantes fluir más fácilmente hacia la profundidad del sistema de conductos (4).

La combinación de NaOCl con EDTAC provee mejor efectividad antibacteriana y paredes libres de capa de desecho; además mejora la permeabilidad de la dentina a los medicamentos intraconductos. Por lo tanto, Abbott en su estudio concluye que el mejor régimen de irrigación es EDTAC/NaOCl/EDTAC (4).

Goldberg sostienen que el EDTAC aumenta la permeabilidad dentinaria permitiendo la eliminación de microorganismos y restos orgánicos; igualmente permite la penetración de medicamentos en áreas donde la instrumentación mecánica ha sido deficiente como los túbulos dentinarios, conductos accesorios y foramen apical. (4)

## 6.5 NUEVO IRRIGANTE ENDODÓNTICO MTAD

Se ha introducido al mercado una nueva solución irrigadora ácida de uso endodóntico llamada Biopure-MTAD, con buenos reportes sobre la remoción de barrillo dentinario y capacidad antibacteriana. Su nombre se debe a siglas que hacen referencia a su composición, pues es una mezcla de un isómero de tetraciclina, la doxiciclina; con ácido cítrico y un detergente, el Tween 80 (8,11, 12, 13).

El creador de este nuevo producto es Mahmoud Torabinejad, quien junto con sus colaboradores lo desarrollaron en la Universidad de Loma Linda en California. La casa comercial que lo distribuye es Tulsa Dentsply. (8)

Las tetraciclinas son antibióticos bacteriostáticos de amplio espectro. La doxiciclina es un isómero de la tetraciclina cuyo mecanismo de acción antibacteriano es por inhibición de la síntesis proteica con ligadura de la subunidad ribosomal 30s de las bacterias. Aunque el antibiótico del MTAD solo sea bacteriostático, tiene una alta afinidad por la dentina, lo que resulta en sustentividad del producto, por lo tanto en un efecto antibacterial más prolongado. (8, 11, 12, 13)

La tetraciclina se reporta como un buen removedor de barrillo dentinario según Barkhordar y Haznedaeroglu-Ersev. La Doxiciclina es muy recomendada en el tratamiento periodontal por tener buenas propiedades de quelación, antibacterianas y por su sustentividad o efectividad en relación al tiempo, de acuerdo a la investigación de Genco. (14)

El ácido cítrico le provee al compuesto la capacidad quelante por desmineralización ácida. En varias investigaciones se indica superioridad del MTAD en remover barrillo dentinario sobre el EDTA, en especial en el tercio apical. (8)

El detergente Tween 80 que químicamente es Polisorbato 80, un surfactante de tipo hidrofílico no iónico, tiene la finalidad de disminuir la tensión superficial del producto, para que pueda penetrar fácilmente en la anatomía compleja del sistema de conductos radiculares. (8)

El protocolo para el uso clínico de MTAD es de una irrigación inicial con hipoclorito de sodio al 1.3% durante 20 minutos, seguido de la aplicación del MTAD por 5 minutos. (11)

### CARACTERÍSTICAS DEL MTAD

- Quelante.
- Antibacteriano.
- Biocompatible.
- Tiene sustantividad.
- pH 2.15.
- No produce cambios estructurales en las paredes de la dentina, pues se ha reportado que no modifican el módulo de elasticidad y la fuerza flexural de la dentina.
- No causan efectos adversos sobre los materiales de obturación (8, 11, 12, 13).

Torabinejad indica que su producto MTAD en cuanto a la capacidad antimicrobiana es tan eficaz como el hipoclorito de sodio al 5.25% y muy superior que el EDTA. Comprobándolo con un estudio de destrucción del *Enterococcus Faecalis*, en el que se revela que el MTAD sigue siendo eficaz en una disolución de 200x y en cambio el hipoclorito de sodio deja de ser eficaz en una dilución de 32x; y el EDTA no muestra ninguna actividad antimicrobiana (11,12). Además, los reportes de la casa fabricante sugieren que es la clorhexidina es mucho menos efectiva que el MTAD en la eliminación del *Enterococcus Faecalis*. (13)

Shabahang también analizó la efectividad antimicrobiana del MTAD y del NaOCl, con infección de conductos radiculares humanos con saliva. De los 60 conductos tratados con NaOCl, 23 seguían contaminados, y de los 60 tratados con MTAD solo 1 conducto mantenía infección bacteriana; lo que confirma la alta capacidad antimicrobiana de esta nueva solución. (11,12)

Se considera al MTAD un producto biocompatible ya que fue sometido a pruebas de toxicología, citotoxicidad y mutagenicidad en laboratorios de la Universidad de Loma Linda, y los resultados de las pruebas indican que es un producto biocompatible (13).

Zhang realizó una investigación sobre la citotoxicidad del MTAD en el 2003, comparándolo con otros materiales endodónticos; y sus conclusiones fueron que el MTAD es menos citotóxico que el eugenol, que el agua oxigenada al 3%, que el hidróxido de calcio, que el EDTA y que el hipoclorito de sodio al 5.25%. Pero por otro lado fue más citotóxico que el hipoclorito de sodio al 2.63%, al 1.31% y al 0.66% (11,12).

Otra ventaja del MTAD es que no interfiere en el proceso de adhesión de los materiales odontológicos, ya que de acuerdo a un trabajo de Machnick sobre efectos de algunos materiales sobre la estructura dentinaria, el nuevo irrigante MTAD no demostró ninguna diferencia significativa en la fuerza flexural y en el módulo de elasticidad, en comparación con la solución salina; incluso por períodos de hasta 20 minutos, por lo que se sugiere su uso clínico de manera segura (8, 11,12).

#### ORIGEN DEL MTAD

Mahmoud Torabinejad tuvo la inquietud de poder elaborar un irrigante endodóntico que tenga la capacidad de eliminar la infección bacteriana y el barrillo dentinario, por lo que, empezó a investigar sobre las combinaciones de sustancias que puedan cumplir con los dos objetivos, y después de varios proyectos pilotos combinó un quelante eficaz como el EDTA, con un antibiótico que destruye flora de los conductos radiculares como la Doxiciclina. (14)

Entre la base bibliográfica que direccionó las investigaciones de Torabinejad están; el trabajo de Grossman, quien concluyó que algunos antibióticos como la penicilina, bacitracín y estreptomycin son ineficaces en la desinfección de los conductos radiculares. Y por otro lado en las investigaciones de Bjorvatn se determina que la tetraciclina, minociclina y doxiciclina son antibióticos bacteriostáticos de amplio espectro que por su bajo pH destruyen un amplio rango de microorganismos endodónticos y que además pueden actuar como un quelante cálcico. (14)

En una investigación posterior de Wikesjo se evalúa el efecto quelante de la tetraciclina, identificando que esta desmineralización de la dentina es comparable con la del ácido

cítrico y que adicionalmente tiene una actividad antibacteriana de alta sustantividad en tejido dentinario. (14)

Luego con los resultados de Genco se encuentra otra ventaja del uso de la tetraciclina, ya que aumenta significativamente la cicatrización de los tejidos después de una cirugía periodontal. (14)

Con estos antecedentes Torabinejad realizó un estudio piloto para comprobar la eficacia de algunos antibióticos como desinfectantes endodónticos, incubando *Enterococcus Faecalis* en conductos radiculares por dos semanas para luego irrigarlos con 5mL de diferentes concentraciones de doxiciclina, penicilina y eritromicina en varios intervalos de tiempo. Los resultados revelaron que la destrucción total de esta bacteria en los conductos se consigue con la aplicación por 5 minutos de bajas concentraciones de doxiciclina, a diferencia de la eliminación bacteriana muy baja lograda con la eritromicina y la penicilina. (14)

En otro estudio piloto de Mahmoud Torabinejad, se buscó la mejor remoción de barrillo dentinario de conductos instrumentados con la aplicación de 1 a 10 ml de diferentes combinaciones de doxiciclina con agentes quelantes como ácido acético, ácido poliacrílico y ácido cítrico por intervalos de 1 a 10 minutos. Los mejores resultados se lograron con la mezcla de 5mL de doxiciclina y ácido cítrico de 1 a 5 minutos.

A pesar de los buenos resultados existía el inconveniente de la poca penetración en los túbulos dentinarios por la alta tensión superficial de la solución combinada, por lo que con ensayos posteriores se aplicaron diferentes detergentes con el objetivo de superar estas dificultades. Después de varias pruebas se encontró que el detergente apropiado para este fin fue el Tween-80, y de esta manera se creó el irrigante "ideal" MTAD de Torabinejad. (14)

## 7. RESULTADOS

Al comparar el área cuadrada de cada una de las fotografías con la sumatoria de las áreas circunferenciales de los túbulos dentinarios abiertos, se obtuvieron porcentajes de remoción de barrillo dentinario.

Los resultados numéricos porcentajes (Anexo # 3) se sometieron a análisis estadísticos descriptivo, de ANOVA de un factor de transformación de Arcoseno y de significación de Tuckey al 0.05, que se exponen en las tablas # 11, 12 y 13 respectivamente. Y para una mejor comprensión los datos se comparan gráficamente con barras estadísticas, que se muestran en los gráficos # 1, 2, 3, 4.

El cálculo estadístico se realizó con la colaboración del departamento de Biometría estadística de la Facultad de Ciencias Exactas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

TABLA # 11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO

Descriptivos									
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo	
					Límite inferior	Límite superior			
ÁREA_TOT	5	32.8260	8.37382	3.74488	22.4285	43.2234	22.85	44.98	
EDTA 1 MIN	5	29.1967	21.60207	9.66074	2.3742	56.0192	16.07	67.49	
EDTA 3 MIN	5	15.8872	3.56159	1.59279	11.4649	20.3095	11.19	20.83	
MTAD 1 MIN	5	48.4383	17.23425	7.70739	27.0392	69.8374	19.04	60.89	
MTAD 3 MIN	5	62.8687	17.39920	7.78116	41.2648	84.4727	38.68	81.95	
AC 3 MIN	5	4.2174	3.21814	1.43920	.2216	8.2133	.40	8.04	
AGUA DEST.	5	32.2391	23.45369	4.28204	23.4813	40.9968	.40	81.95	
Total	30	32.2391	23.45369	4.28204	23.4813	40.9968	.40	81.95	
ÁREA_C	5	14.0475	4.17955	1.86915	8.8579	19.2371	8.61	18.65	
EDTA 1 MIN	5	16.3337	10.67810	4.77539	3.0751	29.5923	5.63	33.99	
EDTA 3 MIN	5	9.0756	2.06906	.92531	6.5065	11.6447	6.53	12.23	
MTAD 1 MIN	5	30.6466	14.05874	6.28726	13.1904	48.1029	8.00	43.67	
MTAD 3 MIN	5	28.9685	10.54446	4.71563	15.8758	42.0611	18.02	41.74	
AC 3 MIN	5	3.4252	2.68744	1.20186	.0883	6.7621	.33	6.78	
AGUA DEST.	5	17.0829	12.77881	2.33308	12.3112	21.8545	.33	43.67	
Total	30	17.0829	12.77881	2.33308	12.3112	21.8545	.33	43.67	
ÁREA_M	5	10.2088	2.82993	1.26559	6.6950	13.7226	6.84	13.66	
EDTA 1 MIN	5	9.0518	4.63887	2.07457	3.2918	14.8117	5.30	16.93	
EDTA 3 MIN	5	6.1410	3.77520	1.68832	1.4535	10.8285	.74	10.07	
MTAD 1 MIN	5	9.0854	4.40884	1.97169	3.6111	14.5597	2.85	14.02	
MTAD 3 MIN	5	23.6396	20.16304	9.01719	-1.3961	48.6753	9.51	58.92	
AC 3 MIN	5	.4181	.48431	.21659	-.1832	1.0195	.00	.95	
AGUA DEST.	5	9.7574	10.74925	1.96254	5.7436	13.7713	.00	58.92	
Total	30	9.7574	10.74925	1.96254	5.7436	13.7713	.00	58.92	
ÁREA_A	5	8.5697	5.82880	2.60672	1.3323	15.8071	1.97	17.11	
EDTA 1 MIN	5	3.8113	7.14526	3.19546	-5.0607	12.6833	.16	16.57	
EDTA 3 MIN	5	.6706	.75161	.33613	-.2627	1.6038	.00	1.77	
MTAD 1 MIN	5	8.7063	4.99564	2.23412	2.5034	14.9092	3.19	16.71	
MTAD 3 MIN	5	10.2607	8.10798	3.62600	.1933	20.3280	.00	20.29	
AC 3 MIN	5	.3741	.50647	.22650	-.2548	1.0030	.00	1.27	
AGUA DEST.	5	5.3988	6.37875	1.16460	3.0169	7.7806	.00	20.29	
Total	30	5.3988	6.37875	1.16460	3.0169	7.7806	.00	20.29	

TABLA # 12 ANÁLISIS ANOVA DE UN FACTOR PARA DATOS TRANSFORMADOS (TRANSFORMACIÓN DE ARCOSENO)

ANOVA							
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	CV%
ARC_ATOT	Inter-grupos	5232,189	5	1046,438	14,079	,000	25.5
	Intra-grupos	1783,798	24	74,325			
	Total	7015,988	29				
ARC_AC	Inter-grupos	1784,278	5	356,856	9,238	,000	26.1
	Intra-grupos	927,124	24	38,630			
	Total	2711,402	29				
ARC_AM	Inter-grupos	1263,504	5	252,701	6,577	,001	35.0
	Intra-grupos	922,129	24	38,422			
	Total	2185,632	29				
ARC_AA	Inter-grupos	733,256	5	146,651	4,484	,005	44.0
	Intra-grupos	784,952	24	32,706			
	Total	1518,208	29				

TABLA # 13 PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 0.05 DE ÁREA TOTAL

**PORCENTAJE DE ÁREA TOTAL (MEDIAS ORIGINALES)**

HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRATAM	N	Subconjunto para alfa = .05			
		1	2	3	4
AGUA DEST.	5	4.2174			
MTAD 1 MIN	5	15.8872	15.8872		
EDTA 3 MIN	5		29.1967	29.1967	
EDTA 1 MIN	5		32.8260	32.8260	
MTAD 3 MIN	5			48.4383	48.4383
AC 3 MIN	5				62.8687
Sig.		,310	,336	,297	,573

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 5,000.

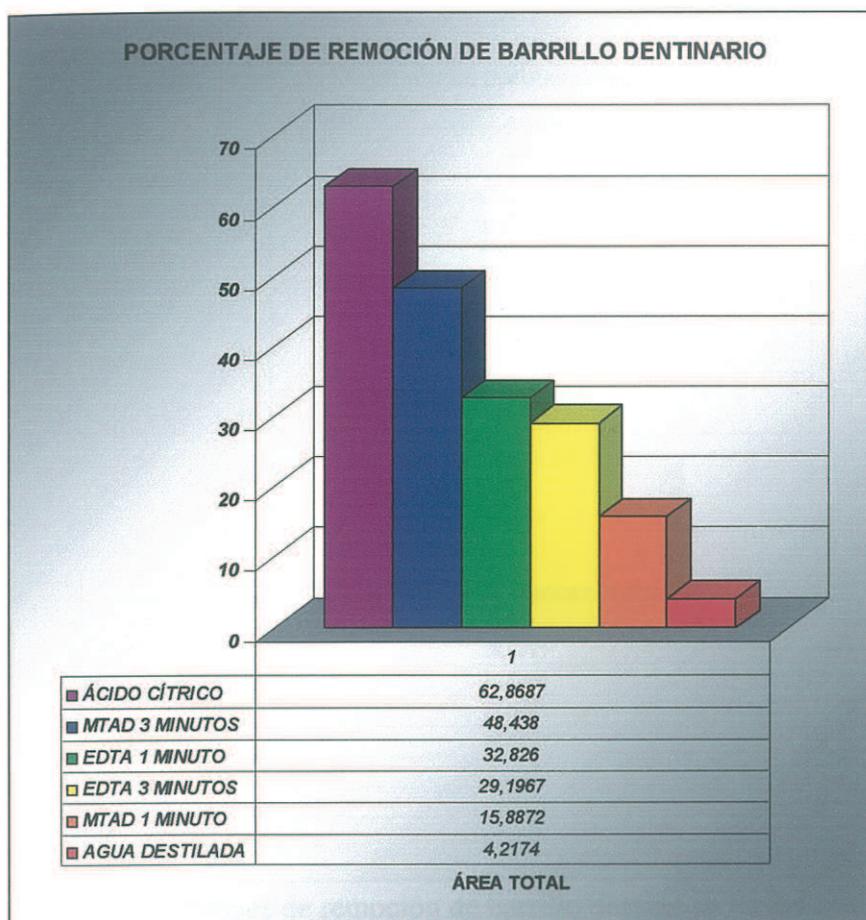


Gráfico # 1. Porcentajes de remoción de barrillo dentinario en área total

TABLA # 14 PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 0.05 DE ÁREA CERVICAL

**PORCENTAJE DE ÁREA C (MEDIAS ORIGINALES)**

HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRATAM	N	Subconjunto para alfa = .05		
		1	2	3
AGUA DEST.	5	3.4252		
MTAD 1 MIN	5	9.0756	9.0756	
EDTA 1 MIN	5	14.0475	14.0475	14.0475
EDTA 3 MIN	5		16.3337	16.3337
AC 3 MIN	5			28.9685
MTAD 3 MIN	5			30.6466
Sig.		,091	,734	,097

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 5,000.

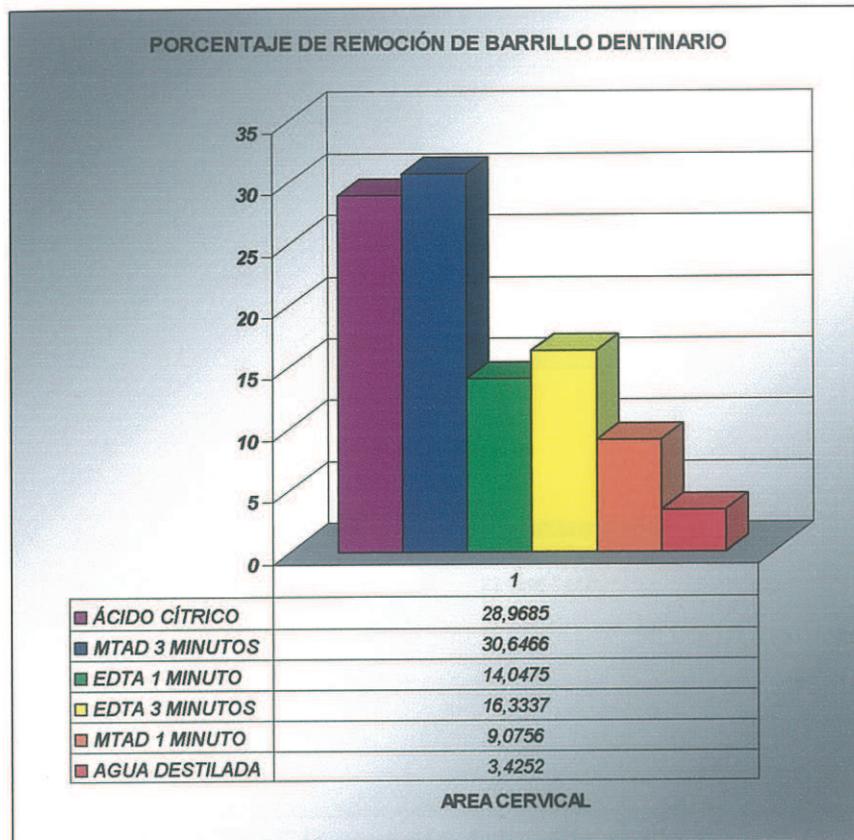


Gráfico # 2. Porcentajes de remoción de barrillo dentinario en área cervical

TABLA # 15 PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 0.05 DE ÁREA MEDIA

**PORCENTAJE DE AREA M (MEDIAS ORIGINALES)**

HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRATAM	N	Subconjunto para alfa = .05		
		1	2	3
AGUA DEST.	5	.4181		
MTAD 1 MIN	5	6.1410	6.1410	
MTAD 3 MIN	5	9.0854	9.0854	9.0854
EDTA 3 MIN	5	9.0518	9.0518	9.0518
EDTA 1 MIN	5		10.2088	10.2088
AC 3 MIN	5			23.6396
Sig.		,073	,856	,110

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 5,000.

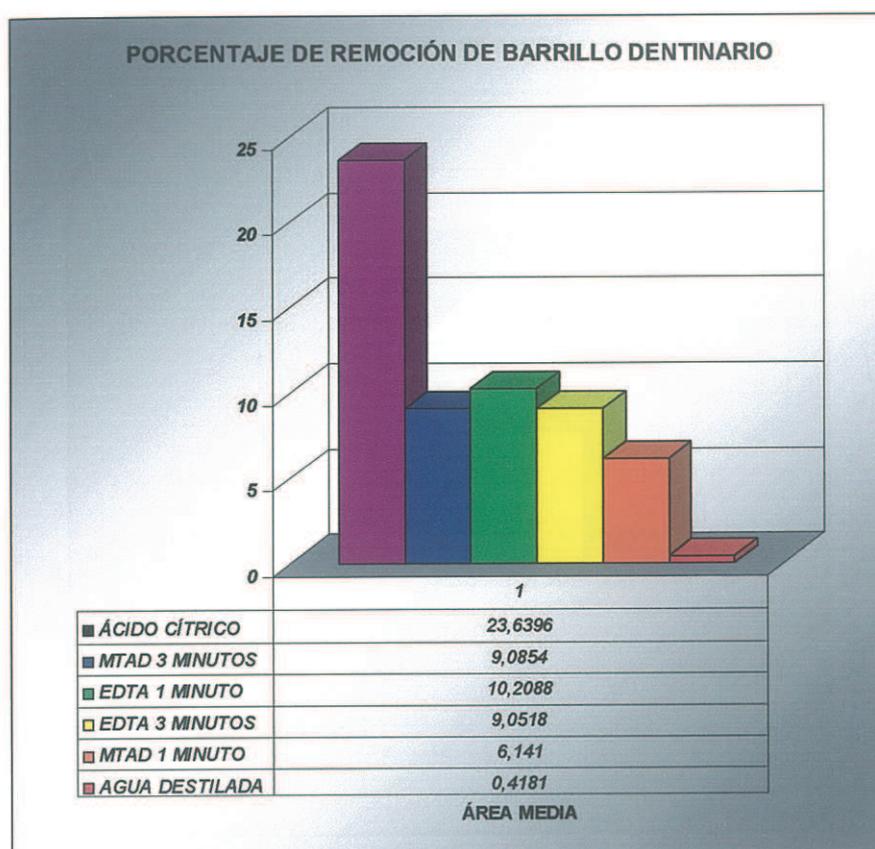


Gráfico # 3. Porcentajes de remoción de barrillo dentinario en área media

TABLA # 16 PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 0.05 DE ÁREA APICAL

**PORCENTAJE DE ÁREA A (MEDIAS ORIGINALES)**

HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRATAM	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
AGUA DEST.	5	.3741	
MTAD 1 MIN	5	.6706	.6706
EDTA 3 MIN	5	3.8113	3.8113
EDTA 1 MIN	5	8.5697	8.5697
MTAD 3 MIN	5	8.7063	8.7063
AC 3 MIN	5		10.2607
Sig.		,054	,057

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 5,000.

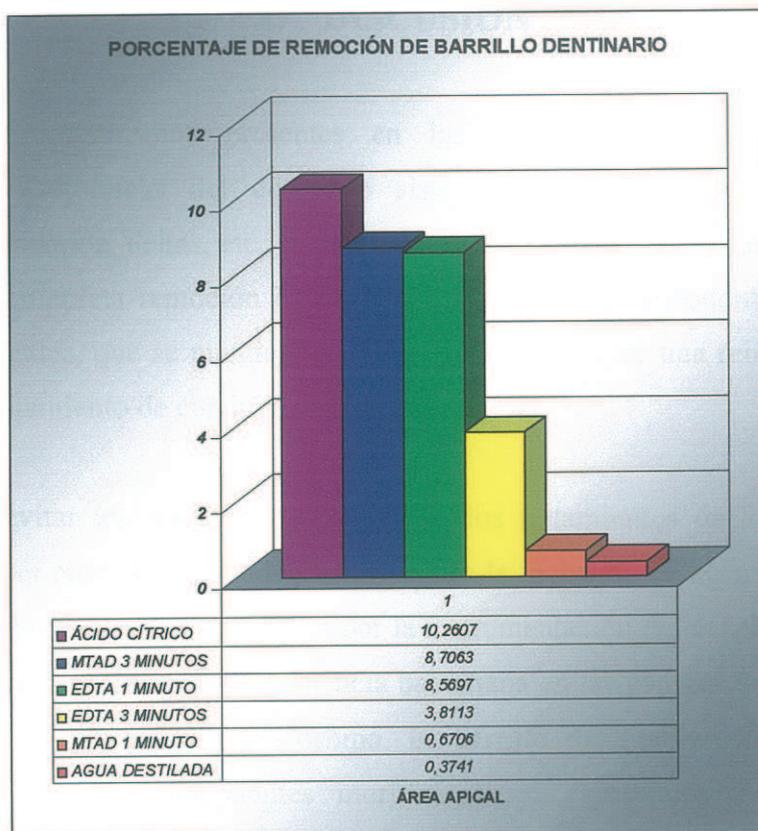


Gráfico # 4. Porcentajes de remoción de barrillo dentinario en área apical

### 7.1 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

El análisis de la variancia (ANOVA, de las siglas en ingles) permitió detectar diferencias altamente significativas entre los tratamientos ensayados, tanto para la variable porcentaje de área total, como para las variables del porcentaje de área C, M y A. Dado los altos Coeficientes de Variación (CV) y la falta de Homogeneidad de las variancias entre otros requerimientos del ANOVA se realizó la transformación de datos con el modelo del Arcoseno o angular. Con esta transformación se logró bajar los CV a niveles aceptables y por consiguiente utilizar para el análisis el método paramétrico del ANOVA y la prueba de significación de Tukey al 0.05. Estos análisis revelan que, en el caso del porcentaje total, el tratamiento más efectivo fue AC 3 MIN, pudiendo incluirse en este rango superior a MTAD 3 MIN. Estos tratamientos demuestran mayor efectividad que el EDTA 1 MIN, EDTA 3 MIN, MTAD 1 MIN y que el agua. Para el porcentaje de área C, los tratamientos MTAD 3 MIN y AC 3 MIN son superiores que EDTA 1 MIN, EDTA 3 MIN, MTAD 1 MIN y que el agua. Para el porcentaje de área M, resulto ser mejor el tratamiento AC 3 MIN. Finalmente, para el porcentaje del área A, también resultó ser el mejor tratamiento el AC 3 MIN.

## 8. DISCUSIÓN

Los microorganismos presentes en los conductos radiculares invaden las irregularidades anatómicas del complejo sistema radicular como canales laterales, accesorios, secundarios, deltas, etc.; y además se alojan dentro de los túbulos dentinarios, dificultando la completa remoción bacteriana con una terapia endodóntica simple. Estas bacterias remanentes, que se mantiene viables, pueden provocar una reinfección llevando al fracaso del tratamiento de conductos radiculares. (14)

Con el fin de evitar los fracasos endodónticos, los tratamientos de los conductos van encaminados a ser más especializados, por ejemplo la inclusión de agentes quelantes para remover el barrillo dentinario provocado por la instrumentación del canal radicular, que es un medio que puede permitir la permanencia bacteriana en las paredes del conducto como lo describieron en 1990 Ando y Hoshino. El barrillo dentinario está compuesto por estructura dentinaria y componentes inorgánicos no específicos. Los componentes orgánicos identificados son proteínas coaguladas, tejido pulpar necrótico y vital, procesos odontoblásticos, células sanguíneas, saliva y microorganismos. (14,15, 16, 17, 18, 19)

McComb y Smith en 1975 fueron los primeros investigadores en demostrar la presencia de barrillo dentinario producto de la instrumentación de los conductos radiculares con el uso de un microscopio electrónico de barrido. A partir de esta investigación, se han realizado muchos trabajos sobre diversos métodos para remover el barrillo. (15)

Algunos autores como Peters y Heard afirman que la instrumentación rotatoria produce mucha mayor cantidad de barrillo dentinario que cubre complementa la abertura de los túbulos dentinarios. (14)

En la presente investigación se corrobora la presencia de barrillo dentinario con la instrumentación rotatoria Protaper, bajo el análisis del microscopio electrónico de barrido a 3000x.

Esta capa esta formada por dos zonas:

- Una capa superficial de materia orgánica y de partículas de dentina de 1-2 micras de espesor.
- Otra capa dentro de los túbulos dentinarios formada de partículas de dentina a manera de tapón en los túbulos dentinarios, de aproximadamente 40 micras (18).

El barrillo dentinario debe ser removido por los siguientes motivos:

- Penetración de irrigantes para la desinfección.
- Difusión de medicamentos intraconductos para que tengan efecto al entrar en contacto directo con las bacterias adosadas a los túbulos y paredes dentinarias.
- Mejor sellado de la obturación permitiendo que el cemento llegue al interior de los túbulos y de los canales laterales y accesorios, como lo indicó Sen en 1995 y Hulsmann en 2003. (16, 18)

Diferentes soluciones han sido utilizadas para remover el barrillo dentinario, puesto que el hipoclorito de sodio en concentraciones de 1% hasta 5.25% aunque disuelve tejido orgánico y es un antibacteriano, no tiene la habilidad de eliminar el barrillo. Por lo que para retirarlo se usan soluciones descalcificantes que actúen sobre los componentes inorgánicos como, el ácido fosfórico, ácido cítrico, EDTA, REDTA, ácidos ortofosfórico, poliacrílico, tánico, maleico, etc. (15,19)

Y actualmente se utilizan como coadyuvantes para la remoción del barrillo dentinario ultrasonido, láseres, etc. (14)

Lo ideal es combinar el uso de quelantes y disolventes tisulares como el hipoclorito de sodio y el método más idóneo en irrigar los conductos radiculares con EDTA seguido de NaOCl, indicado anteriormente por Yamada en 1983 y Gulabivala en 2005. (16, 19)

Sin embargo, también existen otros trabajos en los cuales la irrigación final con EDTA no es suficiente para la completa remoción del barrillo dentinario especialmente en el tercio apical, como el de Ciucchi y el de Takeda en 1999. (15) Y los resultados del presente

estudio confirman que en muchas zonas el EDTA no removi6 completamente el barrillo dentinario.

Por lo que en b6squeda de encontrar mejores resultados de limpieza de t6bulos dentinarios se incluye en el estudio al nuevo producto MTAD, con una metodolog6a muy similar a la ya comprobada por Torabinejad en su investigaci6n hecha en el 2003 (14).

O' Connell afirma que a pesar de la remoci6n de barrillo dentinario lograda por la irrigaci6n alternada de EDTA e hipoclorito de sodio 5.25% es buena, esta efectividad es mucho menor en el tercio apical en comparaci6n con los tercios medio y cervical. Y el presente estudio corrobora este hallazgo, tambi6n coincidiendo con el trabajo de Torabinejad del 2003. (14)

Este fen6meno es probablemente debido a un inadecuado volumen de penetraci6n de la soluci6n a este nivel por una t6cnica de colocaci6n inadecuada. Por esta raz6n en la investigaci6n de Torabinejad se utiliz6 como m6todo de aplicaci6n del MTAD una lima barbada envuelta con algod6n embebido del irrigante (14). Sin embargo aunque es un m6todo con buenos resultados, no fueron de mayor significancia estadística; por lo que en la presente investigaci6n se decidi6 realizar la t6cnica de colocaci6n del irrigante final con mayor practicidad cl6nica, como lo es la inyecci6n del irrigante con aguja de peque6o calibre a 3mm menos de la longitud de trabajo como se sugiere en el trabajo de Teixeira del 2005. En alg6n momento se pens6 que podr6a colocarse el irrigante final hasta la longitud de trabajo pero esto est6 contraindicado porque in vivo hay alta probabilidad de da6ar tejidos periapicales. (18)

Otra explicaci6n de esta dificultad del irrigante final para actuar eficazmente en el tercio apical, es la presencia de burbujas de aire en este sector. Esta idea fue explicada en un trabajo de Lopes et al. (1996), quien recomend6 el uso de EDTA dentro del conducto por 5 minutos, pero accionando mec6nicamente un l6ntulo dentro del conducto por 2 minutos con el objetivo de quitar las burbujas de aire del quelante para que 6ste pueda penetrar en las paredes dentinarias. (18) Para nuestro parecer esta t6cnica en la pr6ctica cl6nica no tiene significancia por el desuso de los instrumentos l6ntulos.

Según Goldman los efectos en remoción del barrillo dentinario son muy similares entre el ácido cítrico y el EDTA (15). Y en el presente este trabajo si hubo diferencia, ya que hay superioridad del ácido cítrico sobre el EDTA al 17%.

Garberoglio y Becce en 1994 hablan de la desventaja del uso de soluciones ácidas como irritantes ya que llegan a descalcificar y ablandar a la dentina con una profundidad de 10 a 15 micras. Y otro factor desfavorable de los ácidos quelantes es su bajo pH 1.5 lo cual es citotóxico para el tejido periapical. (15)

Yamaguchi en 1996 utiliza el ácido cítrico como irrigante endodóntico en sustitución del EDTA indicando que es un eficaz quelante y antibacteriano dentro de los conductos radiculares, por lo que hasta la actualidad se encuentra en el mercado este producto. Además tiene gran aplicación en periodoncia, ya que Hanes en 1991, lo usó en cirugía periodontal, luego de los raspados y alisados con el objetivo de aumentar la cementogénesis y acelerar la reparación tisular, encontrando muy buenos resultados. Yamaguchi ha demostrado que 0.5 y 1 molar de ácido cítrico pueden remover barrillo dentinario y destruir bacterias mejor que el EDTA 17%. (19)

Con estos antecedentes Lenarda en el 2000 hace un estudio con el propósito de evaluar la capacidad de limpiar el barrillo dentinario del EDTA y del ácido cítrico con microscopio electrónico de barrido, concluyendo que los mejores resultados de apertura de túbulos dentinarios fueron los del ácido cítrico 1 molar en menos tiempo (19).

Sin embargo, el principal inconveniente del ácido cítrico es su muy bajo pH que es citotóxico, como lo ha reportado Gambarini, quien habla de que las concentraciones endodónticas de EDTA son mucho menos tóxicas que las de ácido cítrico. Aunque para Lenarda su aplicación combinada con hipoclorito de sodio neutraliza la solución por un aumento drástico del pH y liberación de gas clorhídrico. (19)

En base a estos hallazgos también se decidió incluir en el presente estudio al ácido cítrico como control positivo a una mayor concentración de 50%, sin riesgo de toxicidad porque puede ser estabilizada químicamente con hipoclorito de sodio y finalmente con suero fisiológico, como lo sugiere la metodología del trabajo de Lenarda. Aunque no es parte de

nuestra investigación un análisis de toxicidad de los quelantes utilizados, lo cual es de mucha importancia clínica.

En algunos estudios como el de Meryon se indica que el ácido cítrico no es tan efectivo como el EDTA en la remoción del barrillo dentinario; pero para otros autores como Wayman, por el contrario, el ácido cítrico supera al EDTA en quelación. Además en el estudio de Ando, este ácido es menos citotóxico para el tejido periapical. (20)

Los resultados de la presente investigación indican que el ácido cítrico al 50% fue la mejor solución irrigante final en la remoción del barrillo dentinario, afirmando que es un excelente referente como control positivo.

Para el investigador O' Connell las soluciones de disódico 15%, tretrasódico 15% o tetrasódico 25% EDTA en combinación con el hipoclorito de sodio tiene igual efectividad al retirar el barrillo dentinario (21). Por lo que se podría pensar que estas soluciones son menos efectivas que el ácido cítrico 50% y que el MTAD en 3 minutos, ya que en el presente trabajo, el EDTA 17% lo fue.

En cuanto a la citotoxicidad, aunque la mezcla de los quelantes con el hipoclorito de sodio, la disminuye, no debemos olvidar que el hipoclorito de sodio como irrigante endodónico tiene la desventaja de extremada toxicidad para los tejidos periapicales si el irrigante es inyectado fuera del ápice radicular. (22)

El nuevo irrigante MTAD, tiene otro factor positivo, ya que es mucho menos citotóxico que los otros quelantes del estudio y ha reportado los mejores valores de quelación, en el presente estudio. (13, 22)

Para investigadores como Pashley en 1992, Van Meerbeek en 1992, Dogan & Calt en 20001; el uso de sustancias quelantes puede llevar repercusiones negativas, ya que se descubrió que tratar la superficie dentinaria con estas soluciones puede alterar química y estructuralmente al tejido, lo cual podría cambiar las características de permeabilidad y de solubilidad, que repercutirá en la adhesión de los materiales en las superficies dentinarias y en la resistencia del stress. (16)

Yamada en 1983 y Gulabivala en 2005 reportaron que el EDTA disminuye la superficie libre de la dentina, y que el hipoclorito de sodio no tiene ningún efecto sobre la misma. (16)

En cuanto a la adhesión de los materiales a la superficie dentinaria, por la importancia del íntimo contacto molecular o micromecánico de las superficies, hay una relación directa de la capacidad de adhesión con la superficie libre de energía. Y en base a este principio Dogan Buzoglu en el 2007, hizo una investigación con el objetivo de evaluar la superficie libre de energía de la dentina al usar EDTA, RC-Prep y NaOCl por separado y juntos. (16)

La disminución de la superficie de energía libre por el uso de EDTA se reportó en 1994 por Attal y en 1996 por Tani, y con el trabajo de Dogan se corrobora esta afirmación y se adiciona que esta disminución también se da con el RC-Prep y el NaOCl. Esto puede deberse a la desmineralización que provoca superficie lisa de estructura dentina orgánica como lo indica Saleh en 2002. (16)

También se han reportado otras alteraciones en las estructuras químicas de la dentina con cambios en el radio calcio/fósforo de la superficie dentinaria, lo cual fue estudiado por Hennequin mediante un análisis de dureza de la dentina. Debido a que la reducción de la microdureza dentinaria es proporcional a los cambios de la superficie de la estructura dentaria (20).

Eldeniz en el 2005 con su estudio investigativo, evaluó el efecto de las soluciones de ácido cítrico al 19% y de EDTA al 17% en la microdureza y en la aspereza de los canales dentinarios radiculares humano por el uso de estas sustancias alternadas con solución de hipoclorito de sodio al 5.25%. Los resultados de este trabajo indican que la irrigación de los canales radiculares con las soluciones de EDTA/NaOCl y ácido cítrico/NaOCl reduce la microdureza e incrementa la aspereza de la dentina del canal radicular. (20)

Por lo que se puede pensar que la utilización de quelantes sobre la superficie dentinaria puede provocar una pérdida de tejido mineral, como lo afirman en trabajos previos de investigación Arends y Panighi, éste último indica que el grado de contenido mineral y la

cantidad de hidroxiapatita en la sustancia intertubular son considerados factores determinantes del perfil de la dureza intrínseca de la estructura dentinaria. (20)

Pashley y Carrigan coinciden en sus investigaciones en que hay una correlación inversa entre la reducción de la dureza dentinaria y la región cervical de la raíz, debido a la densidad de los túbulos dentinarios que disminuyen desde cervical hacia apical. Por lo tanto hay menor dureza dentinaria en cervical que en apical. (20)

La pérdida de la dureza dentinaria es desfavorable no solo porque puede aumentar el riesgo de fractura del diente, sino también porque interfiere con la adhesión de los cementos dentinarios y en el sellado de la obturación, como lo indicaron Rotstein y Saleh en sus trabajos. (20)

Pero no sólo las soluciones quelantes disminuyen la dureza dentinaria, puesto que Saleh y Ettman evaluaron el efecto del  $H_2O_2$ / NaOCl y del EDTA en la microdureza del conducto radicular, concluyendo que, todas las soluciones disminuyen dicha dureza, pero que la irrigación con EDTA induce la mayor reducción. (20)

Por lo tanto se puede pensar que los valores disminuidos de microdureza dentinaria son producto también de la utilización del NaOCl, ya que éste tiene propiedades de disolución de tejido orgánico como el colágeno que es componente de la dentina. Como lo reporta White, quién indica una reducción de la fuerza dentinaria en un 59% después de una exposición de este tejido a NaOCL 5.25% por 5 semanas; e incluso Slutzk-Goldberg hablan de una reducción de microdureza después de irrigación dentinaria con NaOCl 2.5%. (20)

En la literatura del MTAD se indica que no provoca cambios en la estructura dentinaria, lo que le adiciona otro factor positivo a este nuevo irrigante. Sin embargo nuestra investigación no estuvo orientada al análisis de estos cambios químicos-físicos de la dentina.

Un cambio en la estructura dentinaria que puede ser observado en las microfotografías del microscopio electrónico de barrido es la erosión de las paredes del conducto radicular, al encontrar destruidos la morfología de los contornos de los túbulos dentinarios.

Torabinejad en el 2003 demuestra que el MTAD causa menos destrucción en la estructura dentaria en comparación con el EDTA, este hallazgo coincide con los de Calt, quien reporta una correlación entre la propiedad erosiva del EDTA y la duración de su aplicación. Pero es importante destacar el contraste que existe entre la erosión del EDTA por 5 minutos de aplicación reportada por Calt, con los resultados de Torabinejad de erosión no significativa con MTAD de 1 a 20 minutos. Se concluye que el MTAD en conjunción con hipoclorito de sodio 5.25%, es un buen removedor de barrillo dentinario y no trae cambios significativos en la estructura de los túbulos dentinarios a diferencia del EDTA con hipoclorito de sodio 5.25% que si revela mayor erosión (14)

Incluso según Texeira (2005), la acción del NaOCl sobre las paredes de los conductos sobreinstrumentados, provocó la disolución la predentina y expuso dentina globular, como se ha reportado en trabajos anteriores. (Baumgartner & Mader 1987, Baumgartner & Cuenin 1992, O'Connell et al. 2000). (18)

Muchos reportes sugieren que la erosión dentinaria es producto de una hipercalcificación del EDTA, pero otros estudios indican que es provocada por la irrigación alternada con EDTA e NaOCl, como en el de trabajo de Baumgartner & Mader que reportan erosión con el uso de estas sustancias combinadas incluso en conductos no instrumentados. También Calt & Serper encuentran erosión en la parte central de paredes dentinales instrumentadas cuando se irriga con EDTA 17% junto con 10mL de NaOCL 5%. Liolios encuentra erosión en conducto radicular por irrigación con solo 2ml de estas soluciones. (23)

Yobayashi corrobora esta afirmación ya que en su estudio experimental hecho en el 2002, pues en el grupo EDTA 17%+ NaOCl se encontraron áreas de erosión. Este fenómeno erosivo puede ser debido a que el EDTA descalcifica el tejido inorgánico y el NaOCl disuelve la matriz orgánica de la dentina. (23)

Calt y Serper sugieren que puede minimizarse los efectos erosivos con la aplicación de menos volumen y menor tiempo de EDTA. Sin embargo en el estudio de Yobayashial (2002) al comparar el grupo EDTA por 3min. y el grupo EDTA por 1 minuto, las superficies erosionadas se observan en ambos grupos. (23)

Kennedy habla que la apertura de túbulos dentinales con el uso de los diferentes quelantes es mucho más fácil en dientes jóvenes, y de acuerdo a sus observaciones, particularmente en los tercios medio y apical. De acuerdo al trabajo de Yobayashial (2002), aunque la muestra fue dientes adultos, se produjo erosión; por lo que se determina que el fenómeno erosivo, no tiene lugar únicamente dependiendo del grado de mineralización dentaria asociado con la edad. (23)

Calt y Serper han reportado el fenómeno de erosión dentinaria con la aplicación de EDTA en dientes jóvenes, lo que puede llevar al debilitamiento dentario; contrariamente en el trabajo de Scelza en el 2004; no se evidenció indicios de erosión al usar EDTA, pero hay que tomar en cuenta que la muestra eran dientes permanentes, sin embargo, los valores menores de quelación del ácido cítrico 10% en 3, 10 y 15 minutos sugiere la posible utilización de este quelante en dientes jóvenes, sumado al hecho que estudios de Scelza y Malheiros demuestran que el ácido cítrico 10% es más biocompatible para el tejido periapical que el EDTA 17% y el EDTA-T. (24)

También se encontraron áreas de erosión en el tercio coronal y medio al utilizar NaOCl 2.5% + EDTA 17%, en la investigación de Lahijani del 2006 y esto fue reportado en 1981 por Goldman quien indica que al entrar en contacto por más de 1 minutos la combinación de estos irrigantes con la superficie dentinaria hay erosión. (25)

En nuestra investigación no fue uno de los objetivos el análisis de la erosión dentinaria, sin embargo es preciso indicar que si hubo presencia de erosión en el grupo tratado con EDTA 17% por 3 minutos en el área cervical, y grandes zonas erosivas en el grupo control positivo tratado con ácido cítrico al 50% por 3 minutos en las zonas cervical y media.

A pesar que muchos autores indican que el mejor método de irrigación para eliminar la capa de barrillo dentinario es la utilización de una combinación de hipoclorito de sodio con

un quelante como el EDTA; hay variaciones y discrepancias de criterio al mencionar el volumen, la concentración de las soluciones y el tiempo de su aplicación (18).

En el 2005 Texeira, presenta un estudio con objetivo de evaluar la efectividad de los irrigantes en relación con el tiempo de irrigación por medio de un análisis con microscopio electrónico de barrillo, concluyendo que la aplicación de EDTA por 1 minuto, no es suficiente para remover el *smear on* por lo tanto no se remueve nada del *smear plug*; difiriendo con un estudio previo de Garberoglio & Becce (1994), en el que se indica una buena limpieza del tercio apical con el uso de EDTA por 30 segundos (18).

Cantatore y Lenarda encontraron la efectividad del EDTA en la remoción del barrillo dentinario y hablan que el tiempo de acción necesario en el conducto es de 2 a 3 minutos, siendo este punto un factor que puede considerarse como desventaja ya que prolonga la terapia endodóntica. (19)

En la presente investigación que realizamos, se puede concluir que el tiempo de acción influyó notablemente en las muestras tratadas con MTAD, pues en 1 minuto fue poco efectivo en la remoción del barrillo a diferencia del grupo tratado con MTAD por 3 minutos, en el cual la remoción de barrillo fue muy superior, e incluso con mejores resultados que el grupo de EDTA por 3 minutos.

En cambio en los grupos tratados con EDTA 17% no hubo diferencias estadísticas significativas en cuanto al tiempo de aplicación de 1 o de 3 minutos.

Hasta el momento hay mucha discrepancia entre los investigadores sobre el tiempo de permanencia del quelante en el conducto radicular, necesario para que se logre la adecuada remoción del barrillo dentinario. Así, Yamada indica que solo se requiere de 1 minuto de 10ml de EDTA 17% fluido para óptimos resultados. Por otro lado Calt y Goldberg sugieren, en cambio, que debe mantenerse 15 minutos el mismo quelante en el conducto. (24)

Para Scelza se logra mayor cantidad de túbulos dentinarios abiertos con irrigación intracanal por 4 min. con Ácido cítrico 10% o EDTA-T. Pero más tarde en otro trabajo de Scelza reporta que hay similares resultados de remoción de iones de Ca con 3 minutos de Ácido cítrico 10% comparado con 15 minutos de EDTA-T. (24)

En el 2004 Scelza, nuevamente hace un trabajo que tiene el propósito de evaluar la remoción de barrillo dentinario con microscópico electrónico de barrido usando Ácido cítrico 10%, EDTA 17% y EDTA-T por 3,10 y 15 minutos. Los resultados sugieren que no es necesario un tiempo superior a 3 minutos para la adecuada remoción del barrillo dentinario, contrariamente de los que afirman en sus estudios Goldberg y Spielberg, quienes afirman que se requiere de 15 minutos para la óptima quelación y que idealmente se debe usar EDTAC que es la unión de EDTA con un detergente Cetavlon. Además los resultados también son opuestos a los de Yamada, quien reporta que se logra una buena remoción del barrillo con el uso de 10mL EDTA por 1 minuto. Los valores menores de quelación a los 10 y 15 minutos se pueden explicar debido al hecho que después de los 3 minutos hay una saturación de las soluciones dentro de los túbulos dejando un precipitado de componentes orgánicos, lo cual podría obliterar los túbulos dentinarios abiertos (24).

En el 2004, Machado-Silveiro, publica un trabajo que usa un análisis por espectrofotometría para evaluar in vitro la capacidad de desmineralización del ácido cítrico 1% y 10%, del citrato de sodio 10% y del EDTA 17% después de 5, 10 y 15 minutos. Los resultados del estudio de Machado indican, que la acción descalcificante de los irrigantes no aumenta con el incremento del tiempo sino por el contrario se observa un descenso en la actividad quelante después de los 10 minutos. Estos hallazgos corroboran las afirmaciones de Scelza quien encontró que la acción del EDTA y del ácido cítrico 10%, no depende del tiempo, indicando que tuvo mayor desmineralización a los 3-10 minutos que a los 15 minutos. (26)

Lo que coincide con otro estudio de Sterrett en el que se reporta que la acción desmineralizadora del ácido cítrico 10% no es tiempo dependiente en cortos períodos de 1,2 y 3 minutos. (26)

Para Cergneux, Calt y Serper la óptima actividad quelante del EDTA se observa entre 1 y 4 minutos. (26)

Por todos estos datos se llegó a la conclusión que para nuestro estudio investigativo el tiempo máximo de prueba más adecuado sería de 3 minutos, puesto que después de esto los valores estadísticamente no muestran diferencias significativas.

Se han utilizado muchos irrigantes que han reportado efectividad en la eliminación del *Enterococcus Faecalis* como el hipoclorito de sodio, cuya efectividad antimicrobiana está en función de su concentración y del tiempo de contacto con las bacterias. Sin embargo el hipoclorito de sodio in vivo no logra destruir esta bacteria debido a su encapsulamiento en los túbulos dentinarios por el barrillo dentinario, producto de la instrumentación de las paredes del conducto dentinario (21)

MTAD el nuevo irrigante de conducto según Shabahang y Torabinejad es más efectivo desinfectando de conductos radiculares que el hipoclorito de sodio 5.25%, destruyendo un microorganismo resistente como el *Enterococcus Faecalis*. (17)

El MTAD ha demostrado ser buen quelante y desinfectante de los canales radiculares, inclusive capaz de eliminar al *Enterococcus Faecalis*, y su efectividad no depende de su concentración, por lo que en algún momento se pensó que podría llegar a sustituir al hipoclorito de sodio, pero los estudios demostraron que los mejores resultados se obtienen con la combinación de hipoclorito de sodio 1.3% y un lavado final con el MTAD. (21)

Senia propuso hace casi 25 años como técnica eficaz para desinfectar los conos de gutapercha la inmersión de los mismos en hipoclorito de sodio 5.25% por 1 minuto. Siqueira corrobora la efectividad de esta técnica de desinfección de los conos de gutapercha ya que cuando examinó cuatro desinfectantes sobre conos contaminados con esporas *Bacillus Subtilis*, concluyó que 1 minuto de inmersión de los conos en hipoclorito de sodio 5.25%, o en glutaraldehído 2%, o en gluconato de clorhexidina 2% es ideal para este fin, a diferencia de la utilización de alcohol etílico 70% puesto que para eliminar a las esporas se requirió de 10 minutos (17)

Por lo que es propósito del estudio de Royal hecho en el 2007, comparar la efectividad de desinfección de los conos de Resilon y gutapercha con hipoclorito de sodio 5.25%, MTAD

y clorhexidina 2%, concluyendo que todas las sustancias son efectivas sin diferencias estadísticamente significativas entre ellas (17)

En una investigación de Linke se indica la importancia de la desinfección de los conos del material obturador, puesto que al realizar un estudio microbiológico de los conos de gutapercha nuevos retirados de su paquete se encontraron cocos, bacilos y levaduras. Esto es un factor que podría ser considerado una de las causas para los fracasos endodónticos, puesto que introducir un material obturador contaminado en el conducto, lo recontamina y posiblemente impedir la reparación tisular. (17)

Recientemente se ha introducido en el mercado un nuevo material obturador llamado Resilon, basado en polycaprolactone que es un tipo de resina cuya presentación también es en conos y junto con su cemento sellador Epifany forman una unión en monobloque por su fraguado dual con luz halógena y curado químico. No hay reportes sobre la adecuada forma de desinfectar estos nuevos conos obturadores de Resilon, los cuales muy probablemente tengan contaminación bacteriana igual que los conos de gutapercha. (17)

Craig Baumgartner en el 2007, publica un trabajo en el que se compara la efectividad antimicrobiana de NaOCl 1.3%+MTAD y NaOCl 5.25%+EDTA. Torbinejad asegura en sus investigaciones que el MTAD es eficaz destructor del *Enterococcus Faecalis*, sin embargo de acuerdo a los resultados de trabajo de Baumgartner no es tan eficaz en comparación que el EDTA, su conclusión es que la desinfección de los canales radiculares contaminados con *Enterococcus Faecalis* se logra con la combinación NaOCl 5.25% + EDTA, por el contrario el MTAD deja cerca del 50% de contaminación de esta población bacteriana en los conductos radiculares (21).

En total contradicción a este estudio, Joshua Davis en el mismo año 2007, hace una investigación parecida a la de Baumgartner, en el que se compara in vitro la acción antimicrobiana de Dermacyn, MTAD, Clorhexidina 2% e hipoclorito de sodio 5.25% sobre *Enterococcus Faecalis*, ya que esta bacteria es frecuentemente encontrada en conductos radiculares necróticos y en fracasos endodónticos. Pero en sus resultados Davis, coinciden con las conclusiones de Shabahang y Torbinejad, en las que el MTAD es eficaz

desinfectante en contra de *Enterococcus Faecalis*, con el doble de eficacia en destrucción de la bacteria del MTAD sobre el hipoclorito y de la clorhexidina (22).

En nuestro trabajo de investigación no se evalúa la capacidad antimicrobiana de las sustancias quelantes, sin embargo por la estrecha relación entre la presencia bacteriana con la permanencia de barrillo dentinario sobre las paredes del conducto radicular, se sugiere que el MTAD con 3 minutos de acción, permitiría una mejor desinfección de los conductos.

Cunningham (1983, 1985) y Moorer & Wesselink (1982) reportaron que el uso del ultrasonido con hipoclorito de sodio tienen un poder de disolución de tejido y de desinfección significativamente poderoso. (27)

En el estudio de Turkun en 1997, se planeó investigar si la eficacia de limpieza del hipoclorito de sodio al 0.5% puede mejorarse usando una combinación de un pretratamiento con hipoclorito de sodio y el uso de ultrasonido. Los mejores resultados se obtuvieron con el uso del ultrasonido, e incluso la remoción de debris y barrillo fue mejor en el tercio apical que en el coronal, por la penetración profunda de la lima ultrasónica y por su movimiento libre y oscilatorio en el conducto.(27). Por lo que se sugiere que una mejor limpieza se lograría con la aplicación intracanal de MTAD por 3 minutos más su activación con ultrasonido.

Un hallazgo muy interesante de nuestra investigación, fue el color marrón encontrado en los dientes tratados con combinación MTAD+ NaOCl, lo que corrobora las desventajas del MTAD en cuanto a la pigmentación de los dientes por la formación de un precipitado color café al unir estas dos sustancias, lo que se corrobora en la investigación de Tay hecha en el 2006. (28).

Entre los posibles riesgos del uso del MTAD se ha reportado:

- Algunos estudios indican que existe una reacción química secundaria por la combinación del MTAD y el hipoclorito de sodio, en la que se forma un compuesto de color café el cual podría causar futuras pigmentaciones dentarias.
- Otros investigadores hablan que la formación de este tercer compuesto se debería a la foto-oxidación de la tetraciclina que da como resultado un producto de degradación púrpura que tiene alta afinidad por la hidroxiapatita.

- Se sugiere que esta oxidación puede alterar el potencial antimicrobiano de los productos.
- Otros autores recomiendan la aplicación de un antioxidante o del ácido ascórbico como irrigante previo al uso del MTAD para evitar esta reacción química.(28)

## 9. CONCLUSIONES

- La instrumentación de conductos radiculares con instrumentos rotatorios Protaper produce barrillo dentinario, alojado sobre las paredes dentinarias que obstruyen el lumen de los túbulos dentinarios.
- Las sustancias quelantes remueven la capa de barrillo dentinario, pero no completamente, existiendo zonas en las que su presencia es abundante como en la zona apical.
- Las zonas de mayor eliminación de barrillo dentinario con los quelante fueron los tercios, cervical y medio, ya que en el tercio apical hubo gran cantidad de barrillo, incluso en algunas muestras no se evidenció ningún túbulo dentinario limpio.
- El tratamiento de irrigación final con MTAD por 3 minutos obtuvo los mejores resultados en la remoción del barrillo dentinario, llegando a valores similares que el grupo control positivo de ácido cítrico al 50% por 3 minutos; y con diferencia estadísticamente significativa en comparación con los otros grupos de prueba de EDTA 17% por 3 y 1 minutos y el de MTAD por 1 minutos.
- No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de prueba de EDTA 17% en 3 minutos y 1 minuto de aplicación.
- La efectividad del tratamiento con el nuevo irrigante MTAD depende del mayor tiempo de acción, a diferencia del tratamiento con el quelante EDTA que no es tiempo dependiente.

## 10. RECOMENDACIONES

- Incluir en el protocolo de irrigación de los conductos radiculares, un lavado final con solución quelante, preferentemente en medio acuoso.
- Utilizar al nuevo producto MTAD en nuestro trabajo clínico, por presentar los mejores resultado en remoción de barrillo dentinario.
- Dejar actuar por lo menos por 3 minutos a la sustancia MTAD dentro del conducto radicular, para que su acción quelante sea efectiva.
- Impulsar mayores proyectos de investigación sobre el nuevo producto MTAD.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

1. Ingle, J, Bakland, L. Endodoncia. Quinta Edición. Interamericana Mc- Graw-Hill. 2005. México.
2. Walton, R, Torabinejad, M. Endodoncia. Principios y Práctica Clínica. Interamericana Mc- Graw-Hill. 1986. México.
3. Herrera, C, Azuero, M. Irrigantes de uso Endodóntico. Pontificia Universidad Javeriana. 2006. Colombia
4. Jaquez, B, Marcano, M. Una visión actualizada del uso del Hipoclorito de Sodio en Endodoncia. Universidad Central De Venezuela. 20001. Venezuela.
5. Estrela, C. Ciencia Endodóntica. Primera Edición. Latinoamericana. 2005. España.
6. Tinjacá, V, Azuero, M. Quelantes. Pontificia Universidad Javeriana. Posgrado De Endodoncia. 2006. Colombia.
7. Lombricultura y Agricultura Orgánica. Diccionario. Glosario.2001. Disponible en: <http://www.manual de lombricultura.com>.
8. Álvarez, J, Aguilar, M, Canales, P, Reyes, E. Irrigantes. Efecto sobre el tejido dental y periapical. Pontificia Universidad Javeriana. Posgrado de Endodoncia. 2006. Colombia.
9. Hulsman, M, Heckendorff, M, Lenonn, A. Chelating Agents in Root Canal Treatment: Mode of Action And Indications For Their Use. International Endodontic Journal. 2003. Vol 36, Pag. 810-830.
10. Azuero, H, Ordóñez, F, Tinjacá, M. Comparación de tres soluciones irrigantes utilizadas en Endodoncia. Ácido Cítrico. Pontificia Universidad Javeriana. Postgrado de Endodoncia. 2006. Colombia.

11. Pejoan, F. Un nuevo irrigante intraconducto. 2006. Disponible en: <http://www.endoroot.com/modules/news/article.php?storyid=125>.
12. Página comercial de producto Biopure- MTAD. 2008. Disponible en: <http://www.store.tulsadental.com/catalog/biopure.htm>.
13. Dentsply International. Biopure-MTAD. Antibacterial Root Canal Cleanser FAQs. 2005. Estados Unidos.
14. Torabinejad, M, Khademi, A, Babagoli, J, Cho, Y, Johnson, B, Bozhilov, K, Jay, K, Shabahang, S. A new solution for the removal of the smear layer. Journal of Endodontics 2003. The American Association of Endodontists 2003. Vol. 29, No 3. Estados Unidos.
15. Takeda, F, Harashima, T, Kimura, Y, Matsumoto, K. A comparative study of the removal of smear layer by three endodontic irrigants and two types of laser. International Endodontic Journal. 1999. Vol.32, N° 32. Japón.
16. Buzoglu, H, Calt, S, Sderelioglu, G. Evaluation of the surface free energy on root canal dentine walls treated with chelating agents and NaOCl. International Endodontic Journal. 2007. Vol. 40, N° 18. Turkey.
17. Royal, M, Williamson A, Drake, D. Comparison of 5.25% Sodium Hypochlorite, MTAD, and 2% Chlorhexidine in the rapid disinfection of polycaprolactone-based root canal filling material. Journal of endodontic. 2007. Vol. 33, No 1. Iowa.
18. Teixeira, F, Felipe, W. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. International Endodontic Journal. 2005. Vol.38, N°285. Brasil.
19. Lenarda, R, Cadenaro, D, Sbaizero, O. Effectiveness of 1 mol L<sup>-1</sup> citric acid and 15% EDTA irrigation on smear layer removal. International Endodontic Journal. 2000. Vol.33, N°46. Italy.

20. Unverdi, E, Erdemir, A, Belli, S. Effect of EDTA and Citric Acid Solutions on the microhardness and the Roughness of Human Root Canal Dentin. *Journal of Endodontic*. Vol. 31, N° 2. 2005. Turkey.
21. Craig, J, Jodal, S, Gordon, J. Comparison of the antimicrobial efficacy of 1.3% NaOCl/ MTAD to 5.25% NaOCl for root canal irrigation. *Journal of endodontic*.2007. Vol.33, N°1. Oregon.
22. Joshua, M, Maki, J, Bahcall, J. An in vitro comparison of the antimicrobial effects of various endodontic medicaments on *Enterococcus Faecalis*. *Journal of endodontic*. 2007. Vol.33, N°5. Wisconsin.
23. Toshioka, W, Kobayashi, C, Suda, H. A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *International Endodontic Journal*. 2002. Vol. 35, N° 934. Tokyo.
24. Scelza, M, Pierro, V, Scelza, P, Pereira, M. Effect of three different time periods of irrigation with EDTA-T, EDTA, and citric acid on smear layer removal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004. Vol. 98, N°499. Brazil.
25. Lahijani, M., Raoof, H., Heady, R, Yazdani, D. The effect of German chamomile (*Marticaria recutita* L.) extract and tea tree (*Melaleuca alternifolia* L.) oil used as irrigants on removal of smear layer: a scanning electron microscopy study. *International Endodontic Journal*, 2006. Vol 39, N°190. Iran.
26. Machado, L, González, S, González, M. Decalcification of root canal dentine by citric acid, EDTA and sodium citrate. *International Endodontic Journal*. 2004. Vol. 37, N°365. España.
27. Türkün, M, Cengiz, T. The Effects of Sodium Hypochlorite And Calcium Hydroxide On Tissue Dissolution And Root Canal Cleanliness *International Endodontic Journal* .1997. Vol. 30, N°335. Turkey.

28. Tay, F, Hiraishi, N, Scubstr, G, Pasbley,.D. Reducción De La Sustantividad Antimicrobiana Del Mtad Después De Una Irrigación Inicial Con Hipoclorito De Sodio. *Jornal of Endodontic*. 2006.

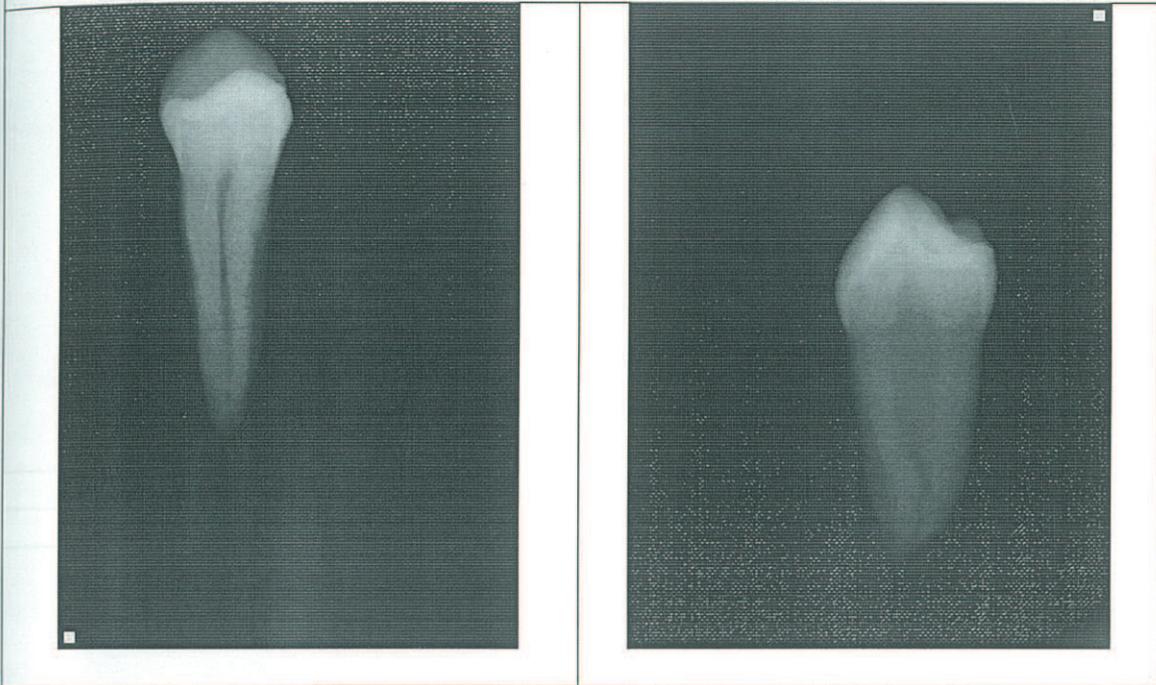
**Anexo# 1 Radiografías periapicales**

ANEXO # 1 RADIOGRAFÍAS PERIAPICALES

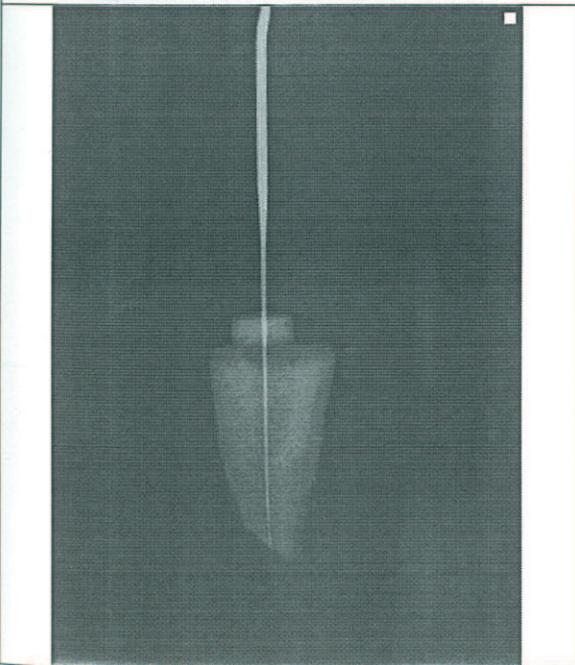
MORFOLOGÍA RADIOGRÁFICA

GRUPO A

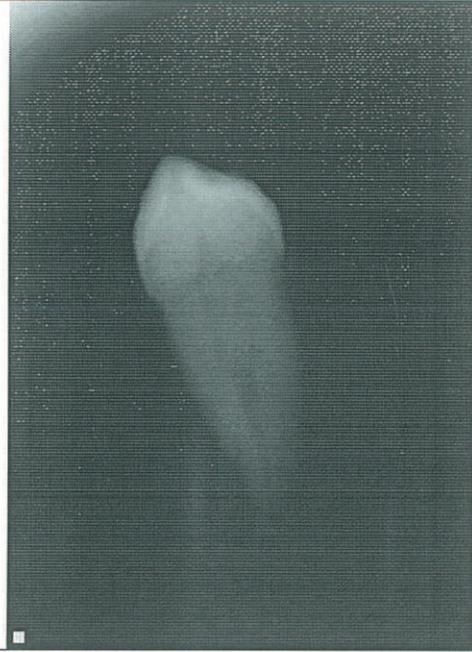
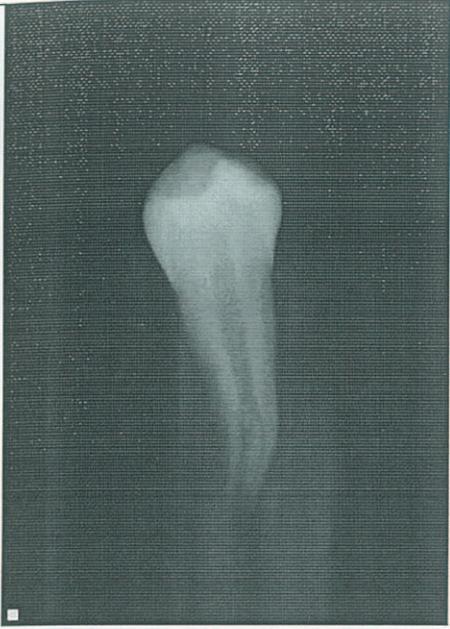
DIENTE # 1



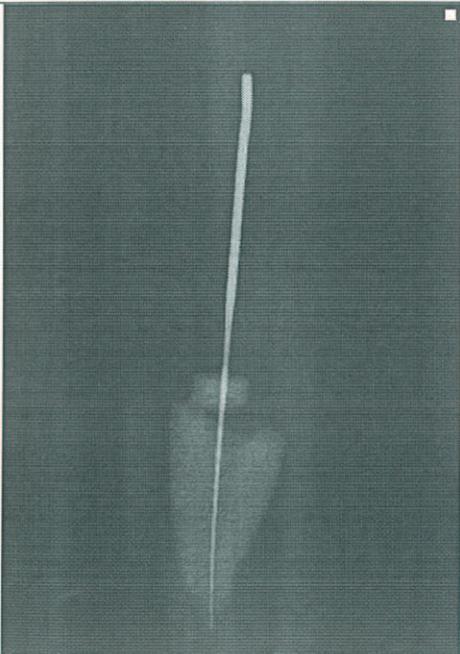
DIENTE # 1



DIENTE # 2



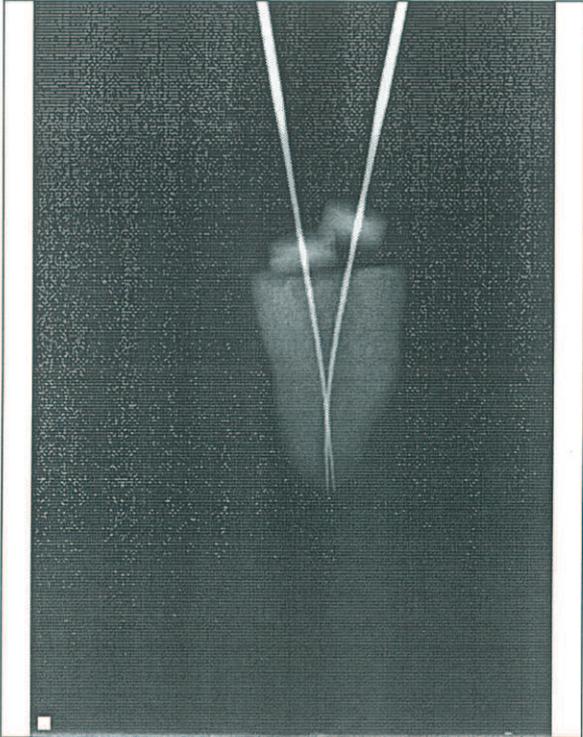
DIENTE # 2



DIENTE # 3



DIENTE # 3



DIENTE # 4



DIENTE # 4

