

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
PROGRAMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA



**COMPARACIÓN IN VITRO DE LA ACTIVIDAD QUELANTE DEL
ÁCIDO ETILENDIAMINOTETRAACÉTICO VS ÁCIDO
ETIDRÓNICO EN DISCOS DE DENTINA
TRABAJO TERMINAL QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

PRESENTA

C.D. ANDRES JACOBO RICO CHAN

PRESIDENTE

DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VÁRGUEZ

SINODAL

MC. LUIS HERNÁN CARRILLO VÁRGUEZ

SINODAL

DR. JULIO CESAR GARCIA BRIONES

SINODAL

DR. HÉCTOR ALFONSO MAGAÑA BADILLA

TIJUANA, BAJA CALIFORNIA; MÉXICO

JUNIO 2023

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

“2023, año de la concienciación sobre las personas con trastorno del espectro autista”

Tijuana, Baja California a, 26 de mayo de 2023

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **COMPARACION *IN VITRO* ACTIVIDAD QUELANTE DEL ACIDO ETILENDIAMINOTETRAACÉTICO VS ACIDO ETIDRÓNICO EN DISCOS DE DENTINA.**

Propuesto por el C.D. ANDRÉS JACOBO RICO CHAN, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

**A T E N T A M E N T E
“POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER”**



**DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VÁRGUEZ
PRESIDENTE**

Ccp.- Archivo.

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA
“2023, año de la concienciación sobre las personas con trastorno del espectro autista”

Tijuana, Baja California a, 26 de mayo de 2023

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **COMPARACION IN VITRO ACTIVIDAD QUELANTE DEL ACIDO ETILENDIAMINOTETRAACÉTICO VS ACIDO ETIDRÓNICO EN DISCOS DE DENTINA.**

Propuesto por el C.D. ANDRÉS JACOBO RICO CHAN, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

A T E N T A M E N T E
“POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER”



MC LUIS HERNÁN CARRILLO VÁRGUEZ
SINODAL

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**
"2023, año de la concienciación sobre las personas con trastorno del espectro autista"

Tijuana, Baja California a, 26 de mayo de 2023

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **COMPARACION *IN VITRO* ACTIVIDAD QUELANTE DEL ACIDO ETILENDIAMINOTETRAACÉTICO VS ACIDO ETIDRÓNICO EN DISCOS DE DENTINA.**

Propuesto por el C.D. ANDRÉS JACOBO RICO CHAN, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

A T E N T A M E N T E
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"



DR. HÉCTOR ALFONSO MAGAÑA BADILLA
SINODAL

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**
“2023, año de la concienciación sobre las personas con trastorno del espectro autista”

Tijuana, Baja California a, 26 de mayo de 2023

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **COMPARACION *IN VITRO* ACTIVIDAD QUELANTE DEL ACIDO ETILENDIAMINOTETRAACÉTICO VS ACIDO ETIDRÓNICO EN DISCOS DE DENTINA.**

Propuesto por el C.D. ANDRÉS JACOBO RICO CHAN, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

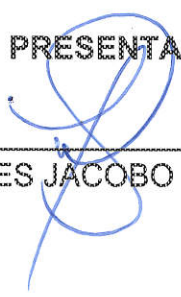
A T E N T A M E N T E
“POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER”


DR. JULIO CÉSAR GARCÍA BRIONES
SINODAL

Ccp.- Archivo.

**COMPARACIÓN IN VITRO DE LA ACTIVIDAD QUELANTE
DEL ÁCIDO ETILENDIAMINOTETRAACÉTICO VS ÁCIDO
ETIDRÓNICO EN DISCOS DE DENTINA.**

PRESENTA



C.D. ANDRES JACOBO RICO CHAN

**PRESIDENTE
(DIRECTORA DEL PROYECTO)**



DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VÁRGUEZ

**SINODALES
(CO-DIRECTORES DEL PROYECTO)**



MC. LUIS HERNÁN CARRILLO
VÁRGUEZ



DR. HÉCTOR ALFONSO MAGAÑA
BADILLA



DR. JULIO CÉSAR GARCÍA BRIONES

Tijuana, Baja California, a Junio de 2023

AGRADECIMIENTOS

Primeramente quiero dar gracias a Dios por haberme prestado vida para poder llevar a cabo un sueño que se hizo realidad en un abrir y cerrar de ojos. Darle gracias por brindarme **sabiduría** para saber que era bueno y que era malo en cada momento de este proceso, gracias por el **entendimiento** que me iluminó en aquellos momentos de pruebas y exposiciones tanto nacionales como internacionales, gracias por el **consejo** que orientó mis pensamientos, sentimientos, así como mis intenciones en este camino. Gracias también por la **ciencia** pues gracias a esta pude saber brindar a mis pacientes una solución a sus molestias lo cual fue muy gratificante como especialista en proceso, pues el poder ser testigo de una mejoría la cual pude constatar con seguimiento clínico me ayudo a creer en mí. Así como también quiero dar gracias por la **fortaleza** la cual me volvió más valiente para enfrentar todas aquellas dificultades que en su momento llegaron a mi camino.

Quiero dar gracias también al apoyo incondicional que **mis padres** me brindaron durante este sueño, en todas las formas en que lo expresaron y lo hicieron tangible de tal forma que esta meta llegó a ser una realidad. Gracias por siempre creer en mí y estar para mí incondicionalmente en cualquier momento, pues sin ustedes nada de esto hubiera sido posible, se los aseguro.

Gracias a mi coordinadora y directora de tesis, **Dra. Ana Gabriela Carrillo Vázquez** por el apoyo brindado desde el inicio de este posgrado hasta el final, gracias por permitirme formar parte de este posgrado tan exitoso, así como también por

permitirme poder representar a mi posgrado en las diferentes ponencias tanto nacionales como internacionales las cuales me forjaron como especialista y me ayudaron a poder ver este campo desde una perspectiva más amplia. Gracias por siempre estar al pendiente de este proyecto y por darme las herramientas para poder llevarlo a cabo.

Gracias **Dr. Héctor Alfonso Magaña Badilla, Daniel Sosa y Dr Leonardo Torres**, ya que gracias a ustedes este proyecto pudo ser concluido de una manera satisfactoria, gracias por su disponibilidad y paciencia, así como también gracias por su confianza al permitirme llevar a cabo mi proyecto en sus instalaciones.

Gracias a mis **compañeros** de posgrado y **amigos**: Cecilia Pérez, Erik Esparza, Valeria Rodríguez, Dhamar de la Rocha y Yessica Ornelas por el facilitarme mi vida en el posgrado, así como también el apoyarme en este proyecto de tesis.

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

Quiero agradecer a mi institución de procedencia **Universidad Autónoma de Baja California** por haberme albergado y permitirme formar parte de este gran equipo de estudiantes durante mi periodo de licenciatura y ahora en mi periodo de posgrado, así como agradecer por permitirme llevar a cabo mi proyecto en sus instalaciones.

Gracias a **Conacyt** por la beca otorgada durante el periodo de posgrado con el No. CVU: 1141379, gracias a la cual este proyecto pudo ser llevado a cabo.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
LISTA DE ABREVIATURAS	vii
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCIÓN	3
2.1. ENDODONCIA	3
2.2. IRRIGACIÓN	4
2.3. HISTOLOGIA DE LA DENTINA	7
2.4. HIPOCLORITO DE SODIO	10
2.5. ÁCIDO ETILENDIAMINOTETRAACÉTICO	12
2.6. ÁCIDO ETIDRÓNICO	14
2.7. ESPECTROSCOPIA INFRARROJA POR TRANSFORMADA DE FOURIER	15
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
IV. JUSTIFICACIÓN	19
V. HIPÓTESIS	20
5.1. HIPÓTESIS DE TRABAJO	20
5.2. HIPÓTESIS NULA (H0)	20
5.3. HIPÓTESIS ALTERNATIVA (H1)	20
VI. OBJETIVOS	21
6.1. OBJETIVO GENERAL	21
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
VII. VARIABLES	22
7.1. VARIABLES INDEPENDIENTES	22
7.2. VARIABLES DEPENDIENTES	22
7.3. OPERACIÓN DE VARIABLES	22
VIII. MATERIALES Y MÉTODOS	24

8.1. TIPO DE ESTUDIO.....	24
8.2. UNIVERSO DE ESTUDIO	24
8.3. MATERIALES E INSTRUMENTAL	24
8.4. METODOLOGÍA.....	25
8.4.1 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS.....	25
8.4.2. PROTOCOLO DE IRRIGACIÓN.....	26
8.4.3. PREPARACION DE MUESTRAS PARA CARACTERIZACION POR FTIR.....	29
8.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	30
IX. RESULTADOS	32
X. DISCUSIÓN	35
XI. CONCLUSIONES	38
XII. RECOMENDACIONES	40
XIII. BIBLIOGRAFÍA	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Corte transversal que muestra la anatomía del tercio apical.	3
Figura 2. Cloruro de Sodio.....	6
Figura 3.Barrillo dentinario.....	7
Figura 4. Hidroxiapatita.....	8
Figura 5. Hipoclorito de Sodio.....	11
Figura 6. EDTA.....	13
Figura 7. Ácido Etidróico.....	15
Figura 8. Espectrofotómetro Infrarrojo.	17
Figura 9. Preparación de premolar unirradicular mandibular.....	25
Figura 10. Eliminación de tejido pulpar.....	26
Figura 11. Tubo eppendorf con muestra en NaOCl.....	27
Figura 12. Gradilla con los 5 grupos de muestras.	27
Figura 13. Horno de secado.	28
Figura 14. Mortero y pistilo.....	29
Figura 15. Espectrofotómetro infrarrojo Thermo Scientific.	30
Figura 16. Espectros obtenidos a los 5 minutos de irrigación.	33
Figura 17. Espectro obtenido a los 10 minutos de irrigación.	33

LISTA DE ABREVIATURAS

NaOCl	Hipoclorito de Sodio.
EDTA	Ácido Etilendiaminotetraacético.
HEDP	Ácido Etidrónico.
FTIR	Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier

I. RESUMEN

Introducción: El objetivo principal de la irrigación es la erradicación de bacterias del sistema de conductos radiculares con la utilización de distintos agentes con diferentes propiedades, algunos con acciones más agresivas que otros pero compartiendo el mismo fin que es la desinfección.

Objetivo: Evaluar mediante estudio *in vitro* la acción quelante de EDTA al 17% y HEBP al 18% sobre el contenido inorgánico de la dentina bajo diferentes protocolos de irrigación.

Metodología: Se utilizó un total de 42 premolares unirradiculares mandibulares de reciente extracción, los cuales fueron decoronados y seccionados a nivel de los últimos 2mm del tercio apical para la obtención de discos de dentina. Teniendo un total de 2 discos utilizados como grupo 1 control y 40 muestras las cuales fueron separadas en 4 grupos de 10 muestras cada uno donde se utilizaron los protocolos de irrigación siguientes: grupo 2: NaOCl 5.25% con EDTA 17% por 5 minutos, grupo 3: NaOCl 5.25% con HEBP al 18% por 5 minutos, grupo 4: NaOCl 5.25% con EDTA 17% por 10 minutos y grupo 5: NaOCl 5.25% con HEBP al 18% por 10 minutos. Las cuales fueron pulverizadas y analizadas bajo espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier.

Resultados: No existieron cambios significativos en el contenido mineral de las muestras a los 5 minutos de exposición, pero a los 10 minutos existió alteración en el contenido mineral de las muestras al ser irrigadas con EDTA al 17%.

Conclusión: El HEBP puede ser considerado un agente quelante auxiliar en la desinfección durante la terapia endodóntica debido a su baja desmineralización en los tejidos dentinarios.

II. INTRODUCCIÓN

2.1. ENDODONCIA

Primeramente podemos definir a la endodoncia como la rama de la odontología que se ocupa de la morfología, fisiología y patología de la pulpa dental humana y los tejidos perirradiculares. Tanto su estudio como práctica abarcan las ciencias básicas y clínicas, incluida la biología de la pulpa normal y la etiología, diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades y lesiones de la pulpa y afecciones perirradiculares asociadas (1).

El tratamiento de conductos se basa en eliminar y prevenir la periodontitis apical, dicho objetivo se logra tras la remoción química y mecánica del tejido orgánico, tejido necrótico, así como la remoción de dentina infectada y microorganismos del sistema de conductos radicular.

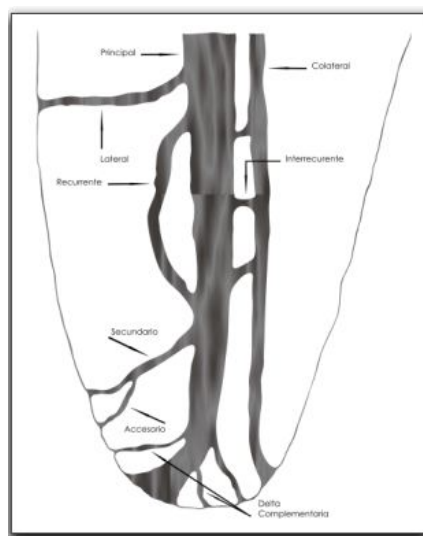


Figura 1. Corte transversal que muestra la anatomía del tercio apical.

En este esquema se aprecia la complejidad de la anatomía que podemos encontrar a nivel del tercio apical donde destacan múltiples conductos accesorios, así como la configuración de cada uno de ellos.

2.2. IRRIGACIÓN.

El objetivo principal de la terapia endodóntica es la erradicación de bacterias del sistema de conductos radiculares (2), ya que los microorganismos residuales juegan un papel clave en el desarrollo de las infecciones endodónticas.

Los objetivos de la irrigación son:

- Arrastre mecánico del contenido del conducto
- Disolución tisular
- Acción antibacteriana
- Lubricación
- Acondicionamiento de la superficie dentinaria.

Para disminuir la carga bacteriana y lograr un mejor desbridamiento, es necesario tener conocimiento previo de los protocolos de irrigación. La naturaleza del sistema de conductos no es uniforme y hay una alta prevalencia de conductos accesorios, istmos, anastomosis y deltas apicales, que no pueden ser instrumentados de manera convencional (3). Múltiples estudios han demostrado que la instrumentación mecánica por sí sola no es capaz de reducir la población microbiana y por ende una parte de la superficie dentinaria no siempre se encuentra libre de una capa de barrillo dentinario.

La terapia endodóntica convencional utilizada actualmente presenta una serie de limitaciones. Se ha demostrado que los instrumentos endodónticos dejan alrededor de un 35 % o más de superficie dentinaria sin tratar. Por otro lado, la imposibilidad de generar un flujo turbulento en el interior de los conductos, impide que el irrigante llegue a zonas de difícil acceso facilitando la persistencia de biopelículas bacterianas y la supervivencia de un número importante de bacterias viables.

Históricamente, se han sugerido innumerables compuestos en solución acuosa como irrigantes del conducto radicular, incluidas sustancias inertes como el cloruro de sodio (solución salina) o biocidas altamente tóxicos y alergénicos como el formaldehído (4).

En base a lo anterior un irrigante deberá:

- Tener amplio espectro antimicrobiano y alta eficacia contra microorganismos aerobios y facultativos organizados en biopelículas.
- Disolver restos de tejido pulpar necrótico.
- Inactivar endotoxinas.
- Evitar la formación de barrillo dentinario durante la instrumentación o disolver este último una vez que se haya formado.

Además, como los irrigantes endodónticos entran en contacto con los tejidos vitales, deben ser sistémicamente no tóxicos, no cáusticos para los tejidos periodontales y tener un bajo potencial para causar una reacción anafiláctica.



Figura 2. Cloruro de Sodio.

Presentación comercial del suero fisiológico caracterizado por ser una solución salina con una concentración isotónica de cloruro de sodio, uno de los irrigantes generalmente utilizados en el tratamiento de conductos.

Por ende un irrigante ideal deberá cumplir con los siguientes puntos:

- **Baja toxicidad:** No debe provocar reacciones adversas en los tejidos Periapicales.
- **Baja tensión superficial:** Esta propiedad mejora su flujo hacia zonas inaccesibles mediante un efecto de humectación. Existen soluciones tensoactivas de baja tensión superficial que se colocan antes de otros líquidos irrigadores para mejorar su acción.
- **Lubricante:** Ayuda a que los instrumentos se deslicen con facilidad por el conducto. Todos en general tienen este efecto, algunos más que otros y se sugiere usar la glicerina. Su utilización es indispensable cuando se trabaja con Sistemas Mecanizados de Níquel Titanio.

- **Bactericida y/o bacteriostático:** Como el objetivo primario del desbridamiento es destruir y eliminar microorganismos del conducto, ésta sería una propiedad deseable del líquido irrigante.
- **Eliminación de la capa superficial o capa residual (barro dentinario):** La capa citada es un estrato de desechos microcristalinos diseminados sobre las paredes del conducto luego de la instrumentación. Las soluciones quelantes y otros descalcificantes como el Limpia barro Dentinario quitan esta capa superficial, no así el Hipoclorito de Sodio (5).

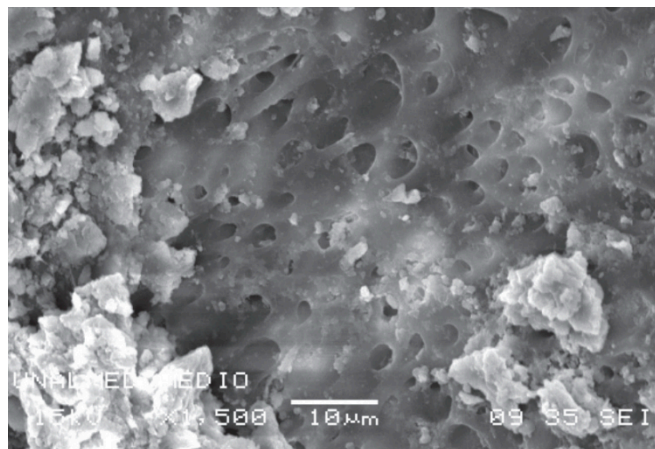


Figura 3. Barrillo dentinario.

Microscopía electrónica de pared y túbulos del tercio medio del conducto radicular donde se observa presencia de barrillo dentinario.

2.3. HISTOLOGIA DE LA DENTINA.

La dentina es uno de los tejidos mineralizados del diente. Está compuesto en un 70% de sustancia inorgánica donde encontraremos a la hidroxiapatita como el

componente principal, 20% de sustancia orgánica (principalmente colágeno tipo I) y 10 % de agua. El calcio y el fósforo presentes en los cristales de hidroxiapatita son los principales componentes inorgánicos del tejido duro dental. Delimita a la cámara pulpar que aloja a la pulpa, único tejido blando del diente. Estos dos tejidos forman el complejo dentinopulpar los cuales comparten su origen embriológico ectomesenquimático, su fisiología y sus implicaciones clínicas.

En la estructura de la dentina distinguimos dos componentes básicos como lo son los túbulos dentinarios y la matriz intertubular. La pared de los túbulos se encuentra formada por dentina peritubular la cual es altamente mineralizada. Encontraremos a las fibras colágenas en esta zona en forma ordenada, a diferencia de la dentina intertubular donde las fibras colágenas se disponen irregularmente.

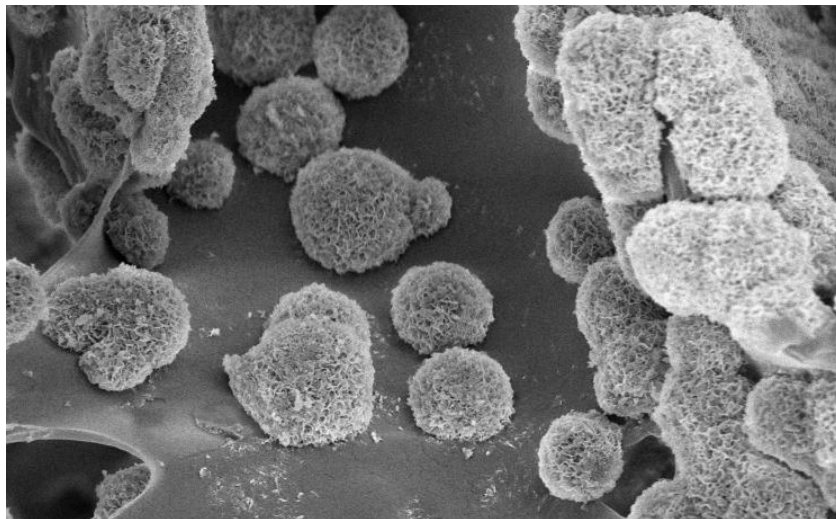


Figura 4. Hidroxiapatita.

En esta imagen obtenida mediante microscopía electrónica de barrido podemos apreciar acumulación de depósitos de hidroxiapatita sobre la superficie de un polímero biocompatible, la cual es uno de los principales componentes del tejido duro dental.

La dentina es el primer tejido dentario que se mineraliza teniendo propiedades únicas que le brindan al diente su color, elasticidad, sensibilidad y capacidad de reparación (6). Gracias a estas características, este tejido posee diferentes propiedades dentro de las que podemos destacar:

- Permeabilidad: Esta propiedad permite la utilización de materiales adhesivos de tal modo que favorece la conservación de una mayor cantidad de tejidos sanos durante las preparaciones cavitarias. Por otro lado tenemos que tener presente que los túbulos dentinarios son la vía de acceso de los microorganismos hacia el tejido pulpar en los procesos de caries por ende podemos decir que entre mayor sea el diámetro de estos túbulos mas rápido será el avance de los microorganismos dentro de estos.
- Sensibilidad: Este fenómeno es producido cuando los tubulillos quedan expuestos en la zona cervical, por procesos cariosos y ante estímulos como el frío y el calor que provocan dolor.
- Dentina terciaria o de reparación: esta dentina es extremadamente dura y lisa cumpliendo la función de aislar la pulpa del exterior en la zona de caries, por lo que es importante su conservación como protector pulpar.

Se ha informado que algunos agentes químicos causan alteraciones en la estructura química de la dentina cambiando la relación Calcio y Fósforo de la superficie de la dentina (7, 8, 9). Se han sugerido agentes quelantes para mejorar el desbridamiento

químico-mecánico en el tratamiento de conductos mediante la eliminación del barrillo dentinario del conducto radicular, así como la desmineralización de la dentina.

La eficacia de estos agentes depende de la longitud del conducto radicular, la profundidad de penetración del material, el tiempo de aplicación, la dureza de la dentina, el pH y la concentración del material (10).

2.4. HIPOCLORITO DE SODIO.

El hipoclorito de sodio es definido por la Asociación Americana de Endodoncia como un líquido claro, pálido, verde amarillento, alcalino y con fuerte olor, presenta una acción disolvente sobre el tejido necrótico y restos orgánicos, además de ser un potente agente antimicrobiano (11). En 1915 durante la Primera Guerra Mundial, Dakin introdujo la solución de hipoclorito de sodio en una concentración de 0.45 a 0.50% para desinfección de heridas abiertas e infectadas (12, 13).

En 1917 Barret difundió el uso de la solución de Dakin en odontología, sobre todo para la irrigación de los conductos radiculares y reportó la eficiencia de la solución como antiséptico (14). Años más tarde, Coolidge también empleó el hipoclorito de sodio para mejorar el proceso de limpieza y desinfección de los conductos radiculares (15).

La capacidad de disolución de tejido orgánico de esta solución, hace que fragmentos de pulpa en estado sólido sean disueltos por la propia solución irrigante, facilitando su remoción del interior del conducto radicular.

Dentro de las propiedades de este irrigante podemos destacar las siguientes:

II. INTRODUCCIÓN

- Bactericida de acción rápida, es neutralizado por los componentes orgánicos. Es activo frente a gérmenes gram + y gram -, pseudo monas y virus.
- Neutraliza los productos tóxicos debido a que actúa sobre las proteínas.
- Deshidrata y solubiliza las proteínas transformándolas en materiales de fácil eliminación.
- Saponifica los ácidos grasos generando una acción detergente.
- Tiene baja tensión superficial.
- Disuelve la materia orgánica.
- Agente blanqueador.



Figura 5. Hipoclorito de Sodio.

En esta figura podemos observar la presentación comercial del hipoclorito de sodio (NaOCl 5.25%) el cual es considerado como el irrigante ideal durante los tratamientos de endodoncia.

2.5. ÁCIDO ETILENDIAMINOTETRAACÉTICO.

El ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) fue el primer agente quelante descrito para el uso en endodoncia por Östby en 1957. Este ácido es un quelante específico para el ion calcio y por consiguiente para la dentina (16).

Con el propósito de disminuir las complicaciones en el tratamiento de conductos debido a las diferentes morfologías radiculares, es recomendable el uso de un quelante. Este al ser colocado en el interior de la cavidad pulpar, actúa sobre las paredes dentinarias, las desmineraliza y las torna menos resistentes a la acción de los instrumentos endodónticos facilitando la preparación del conducto.

Como anteriormente se mencionó sabemos que la dentina es un complejo molecular que tiene en su composición iones de calcio y sobre la cual se aplica el quelante lo que le dará al EDTA una mayor facilidad de desintegración dentinaria.

Dentro de los beneficios de este quelante podemos encontrar:

- Ayuda en la limpieza y desinfección de la pared de la dentina radicular ya que elimina el barrillo dentinario resultado de la conformación del conducto durante la instrumentación.
- Facilita la acción de la medicación intraconductos al incrementar el diámetro de los túbulos dentinarios y la permeabilidad de la dentina.
- Condiciona la pared de la dentina del conducto radicular para proveer un mayor grado de adhesión del material de obturación (17, 18).

Por lo tanto, podemos afirmar que los agentes quelantes mejoran el desbridamiento mecánico en el tratamiento del conducto radicular removiendo el barrillo dentinario, así como desmineralizando y suavizando la dentina. La eficiencia de estos agentes

dependerá de la longitud del conducto, la profundidad de penetración del material, el tiempo de aplicación, la dureza de la dentina, el pH y la concentración del material para obtener el efecto máximo (19).

Además de su empleo como auxiliar en la conformación de los conductos radiculares, en la bibliografía se destaca su uso para la remoción de la capa de barro dentinario, lo que favorece una limpieza eficaz de la pared, con un aumento de la permeabilidad dentinaria.



Figura 6. EDTA.

Presentacion comercial del Acido Etilendiaminotetraácetico al 17% uno de los agentes quelantes utilizados durante el protocolo final de desinfección.

Goldman et al. han demostrado que cuando se usa solo, el EDTA elimina la porción inorgánica y deja una capa orgánica intacta en los túbulos por lo tanto se ha afirmado que el uso alternado de hipoclorito de sodio y un agente quelante durante

la preparación del conducto radicular elimina también la porción orgánica del barrillo dentinario.

2.6. ÁCIDO ETIDRÓNICO.

El ácido etidrónico (HEDP), también conocido como etidronato, es un bisfosfonato utilizado como medicamento, detergente en el tratamiento de agua y en el sector cosmético. Fue patentado en 1966 y aprobado para uso médico en 1977 (20).

Es un quelante biocompatible que se puede utilizar en combinación con hipoclorito de sodio sin pérdida a corto plazo de las propiedades deseadas de cualquiera de los compuestos. Una de las grandes ventajas de este quelante es que se puede combinar con hipoclorito de sodio durante y después de la instrumentación, con la finalidad de evitar la creación y permanencia de capa del barrillo dentinario (21).

Es un irrigante acuoso que tiene la capacidad de reducir la tensión mecánica en los instrumentos rotatorios al ser un quelante suave, este es menos agresivo con la dentina que el EDTA de tal modo que puede acondicionar la dentina del conducto radicular para mejorar la adhesión posterior de un cemento sellador usado durante el proceso de obturación.

El mecanismo de acción preciso del ácido etidrónico, como lo es con otros bifosfonatos, aún no se ha establecido pero como bien sabemos todos los bifosfonatos se unen fuertemente a los cristales de hidroxiapatita en la matriz ósea mineralizada. Es el único químico con la capacidad de descalcificar identificado hasta el momento compatible con el NaOCl al menos a corto plazo (22, 23). Este compuesto es utilizado también en la desinfección del agua de piscinas por su

compatibilidad con el hipoclorito de calcio de lo que normalmente están compuestas las pastillas de hipoclorito en piscinas. El HEBP previene las manchas derivadas de compuestos inorgánicos en la línea de agua. Es utilizado también en muchos productos para el cuidado personal como lo son los jabones (24). También se ha demostrado que un irrigante recién mezclado que combina HEBP con NaOCl, disuelve el barrillo dentinario (25).

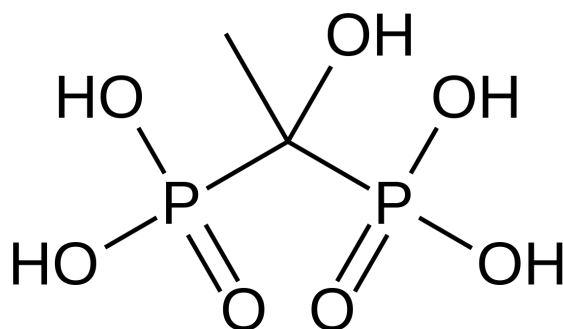


Figura 7. Ácido Etidrónico.

Estructura química del ácido etidrónico o etidronato agente quelante suave con la capacidad de combinarse con NaOCl sin causar alguna reacción negativa evitando la creación y permanencia del barrillo dentinario.

2.7. ESPECTROSCOPÍA INFRARROJA POR TRANSFORMADA DE FOURIER.

La espectroscopía infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR) es una de las técnicas analíticas más versátiles y de mayor aplicación que permite una identificación rápida de los grupos funcionales de la estructura molecular de sustancias en el estado gaseoso, líquido o sólido.

II. INTRODUCCIÓN

El principio básico de esta técnica se basa en la excitación de grupos moleculares por un haz de luz infrarroja (2.5 a 15 μm ; equivalentes a número de onda comprendido entre 4000 a 650 cm^{-1}), que genera movimientos vibracionales en los enlaces de la molécula.

El análisis de una muestra por FTIR provee como resultado un espectro de absorción de infrarrojo el cual proporciona información de la estructura y concentración molecular. Todas las moléculas pueden manifestar una serie de bandas de absorción, cada banda corresponde con un movimiento de vibración de un enlace específico dentro de la molécula, a este conjunto de señales se les conoce como la “huella dactilar” del compuesto (26).

La mayoría de los componentes de un enlace químico tienen movimientos vibracionales con frecuencias dentro del infrarrojo medio (4000 a 650 cm^{-1}), moléculas tales como lípidos, proteínas, carbohidratos, ácidos nucleicos y otras presentes en una muestra biológica tienen cada una un espectro de infrarrojo específico. La radiación es absorbida por un enlace cuando la frecuencia vibracional de la onda electromagnética usada es la misma que la del propio enlace, haciendo posible la asignación de picos de absorción a grupos funcionales específicos.



Figura 8. Espectrofotómetro Infrarrojo.

El espectrofotómetro de infrarrojo permite la identificación de grupos funcionales en diversas muestras.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante el protocolo de irrigación final del tratamiento de conductos utilizamos diferentes agentes irrigantes dentro los cuales destacan los agentes quelantes los cuales son utilizados con el propósito de potencializar el efecto antimicrobiano así como desinfectante del irrigante en los tejidos dentales dentro del conducto radicular específicamente en el tercio apical pues como bien se sabe este tercio posee una anatomía generalmente compleja por lo que en múltiples ocasiones nuestros instrumentos rotatorios no son capaces de alcanzar estas entidades como lo son conductos accesorios, deltas apicales, entre otros, de tal forma que sera tarea de los agentes quelantes el alcanzar estas entidades. Pero debido al potente efecto que estos quelantes poseen pueden llegar a afectar tejidos de suma importancia como lo es la dentina radicular, como agente quelante de primera elección tenemos al EDTA pero una desventaja de este es que no puede ser mezclado con NaOCl, por lo que se sugiere la utilización del HEDP el cual es compatible con NaOCl, por lo mismo planteamos lo siguiente, teniendo estos dos agentes quelantes EDTA y HEDP ¿Cuál tendrá un efecto quelante mas agresivo hacia la dentina radicular? .

IV. JUSTIFICACIÓN

El objetivo de la preparación del sistema de conductos conductos es la limpieza y desinfección de los conductos radiculares sin modificar su morfología. Sabemos que dentro del tratamiento de conductos la fase de irrigación es una de las fases más importantes para lograr el éxito del mismo tratamiento, pero esta dependerá en gran parte también de la solución irrigadora utilizada como auxiliar en la desinfección pues bien sabemos que esta solución deberá contar con ciertas características para ser considerada ideal.

Otra fase de gran importancia en el tratamiento de conductos es la instrumentación ya sea manual o mecánica, pero posee ciertas limitaciones pues no logra limpiar los conductos radiculares en su totalidad específicamente en el tercio apical por la complejidad anatómica de los mismos. El agente irrigante ideal utilizado en endodoncia es el NaOCl en sus diferentes concentraciones pues se ha demostrado que desde su concentración del .05 al 5.25% ya posee altas propiedades bactericidas como lo es la disolución también del tejido orgánico. Debido a que esta solución se limita solo a la eliminación de la materia orgánica se complementa con la utilización de agentes quelantes como el EDTA al 17% pero siendo este agresivo con la dentina radicular se sugiere la utilización del HEBP debido a su compatibilidad con NaOCl así como se ha demostrado ser un quelante débil gentil con los tejidos dentales.

V. HIPÓTESIS

5.1. HIPÓTESIS DE TRABAJO

El protocolo planteado en este estudio permitirá identificar aquellas diferencias si las hay en los cambios del contenido mineral de la dentina radicular al utilizar EDTA al 17% y HEBP al 18% en el protocolo de irrigación final del tratamiento de conductos.

5.2. HIPÓTESIS NULA (H0)

1. No existe diferencia significativa en la alteración de los componentes estructurales de la dentina al emplear EDTA en el protocolo de irrigación final.
2. No existe diferencia significativa en la alteración de los componentes estructurales de la dentina al emplear HEBP en el protocolo de irrigación final.

5.3. HIPÓTESIS ALTERNATIVA (H1)

La aplicación de HEBP en el protocolo de irrigación final alterará significativamente los componentes del contenido mineral de la dentina radicular.

VI. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar los efectos sobre el contenido mineral de la dentina radicular durante la irrigación del conducto con el uso de agentes irrigantes quelantes mediante ensayos in vitro.

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Realizar protocolos de irrigación en discos de dentina del tercio medio radicular de premolares uniradiculares extraídos con hipoclorito de sodio al 5.25% en combinación con EDTA al 17%.
- 2.- Realizar protocolos de irrigación en discos de dentina del tercio medio radicular de premolares uniradiculares extraídos con hipoclorito de sodio al 5.25% en combinación con HEBP al 18%.
- 3.- Comparar los efectos sobre el contenido mineral de la dentina radicular durante la irrigación con el uso de los agentes quelantes de objeto de estudio mediante espectroscopía de infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR).

VII. VARIABLES

7.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

- Hipoclorito de Sodio (NaOCl).
- Ácido Etidróico (HEBP).
- Ácido Etilendiaminotetraacético (EDTA).
- Tiempo de irrigación.

7.2. VARIABLES DEPENDIENTES

Cambios del contenido mineral de la dentina radicular.

7.3. OPERACIÓN DE VARIABLES

Se realizará la evaluación de los agentes irrigantes mediante estudio in vitro. Se comenzará decoronando cada premolar a 14mm con un disco de diamante de doble vista montado en pieza de baja velocidad, seguido a este se realiza otro corte a nivel del tercio apical de la raíz en cada órgano dentario con el propósito de obtener discos de dentina radicular de 2mm para su estudio, los cuales serán almacenados en tubos eppendorf. Posteriormente se realizarán los protocolos de irrigación con los diferentes agentes quelantes. Seguido a esto se pulverizarán las muestras con un mortero y pistilo para obtener muestras de las partículas todavía más pequeñas. Una vez realizado este proceso se continuará con el secado de las mismas en una

cámara de secado para eliminar humedad. Finalmente se analizarán las muestras mediante el uso de FTIR.

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1. TIPO DE ESTUDIO

Experimental.

8.2. UNIVERSO DE ESTUDIO

Discos de dentina radicular de premolares mandibulares unirradiculares de reciente extracción divididos en 5 grupos.

Grupo 1: Agua destilada.

Grupo 2: NaOCl 5.25% con EDTA 17% (5 minutos)

Grupo 3: NaOCl 5.25% con HEBP al 18% (5 minutos)

Grupo 4: NaOCl 5.25% con EDTA 17% (10 minutos)

Grupo 5: NaOCl 5.25% con HEBP al 18% (10 minutos)

8.3. MATERIALES E INSTRUMENTAL

42 premolares mandibulares unirradiculares de reciente extracción. Para obtener los discos de dentina, los órganos dentarios se decoronaron obteniendo muestras de 14mm, seguido a este corte fueron seccionadas las muestras nuevamente pero ahora a nivel del tercio apical de la raíz con un disco de diamante de doble luz (Valdi Dental), colocado en pieza de baja velocidad (NSK EX-203C), obteniendo discos de dentina radicular de 2mm de grosor. Para la irrigación de las muestras se utilizaron como agentes irrigantes: NaOCl (Cloralex, INDUSTRIAS ALEN, S.A. DE C.V. México), al 5.25%, EDTA al 17% (Laboratorios ZEYCO S.A. DE C.V.), HEBP 18%

(Sigma-Aldrich) y agua destilada. Para la eliminación de tejido pulpar se utilizaron 6 limas manuales tipo K #15 (Sybron Endo, Kerr). Se utilizaron puntas de polímero para la activación de los agentes irrigantes dentro de los tubos eppendorf. Se utilizó un mortero y pistilo de porcelana para pulverizar las muestras. El análisis de composición de todas las muestras se realizó utilizando un espectrofotómetro de FTIR (Thermo Scientific Nicolet iS5).

8.4. METODOLOGÍA

8.4.1 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS.

Se almacenaron previamente los órganos dentarios en solución fisiológica para evitar su deshidratación. Primeramente se decoronó cada órgano dentario a una longitud de 14mm y posteriormente se realizó otro corte a nivel del tercio apical con un disco de diamante para obtener un disco de dentina de 2mm de espesor (Figura 9).

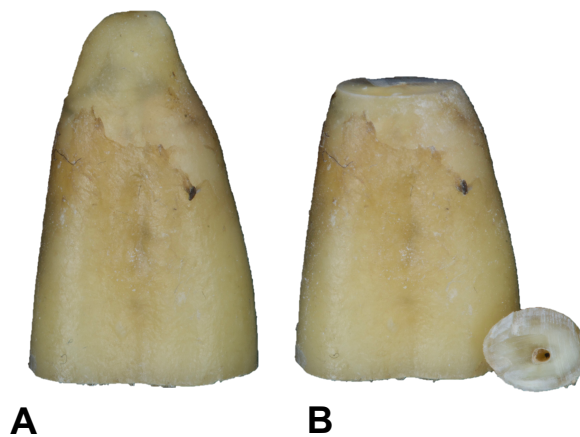


Figura 9. Preparación de premolar unirradicular mandibular.

Podemos observar en el panel A) la muestra decoronada a una longitud de 14mm, en el panel B) apreciamos la misma muestra ahora con la realización de un corte a nivel de los últimos 2mm apicales de la muestra obteniendo un disco de dentina para su estudio.

Obtenidos los discos se eliminó cualquier resto de tejido pulpar con una lima tipo K #15 (Figura 10).

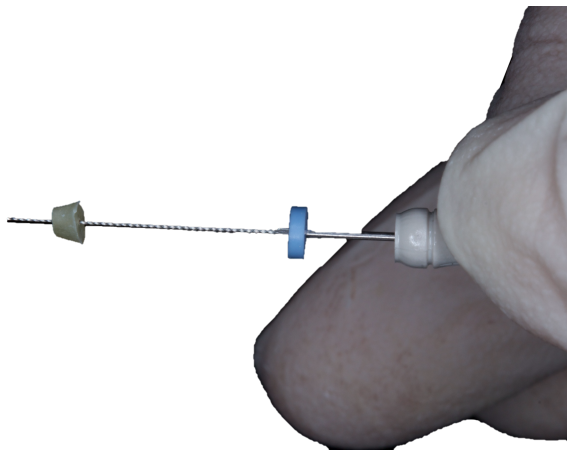


Figura 10. Eliminación de tejido pulpar.

Podemos apreciar en la figura un disco de dentina de 2mm de espesor al cual se le eliminó cualquier remanente de tejido pulpar con la ayuda de una lima tipo K #15.

8.4.2. PROTOCOLO DE IRRIGACIÓN.

Grupo 1: Agua destilada. 2 muestras.

Grupo 2: NaOCl 5.25% con EDTA 17% (5 minutos) 10 muestras.

Grupo 3: NaOCl 5.25% con HEBP al 18% (5 minutos) 10 muestras.

Grupo 4: NaOCl 5.25% con EDTA 17% (10 minutos) 10 muestras.

Grupo 5: NaOCl 5.25% con HEBP al 18% (10 minutos) 10 muestras.

Cada muestra fue sumergida en .5mL de NaOCl 5.25% como irrigante inicial por 1 minuto (Figura 11). Después estas muestras fueron sumergidas en agua destilada por 1 minuto para eliminar cualquier remanente de NaOCl y posteriormente se utilizaron los diferentes agentes quelantes HEBP y EDTA en los diferentes tiempos estandarizados de acuerdo al grupo de cada muestra (Figura12).



Figura 11. Tubo eppendorf con muestra en NaOCl.

Podemos apreciar en la figura la colocación de un disco de dentina sumergido en NaOCl al 5.25% como irrigante inicial.



Figura 12. Gradilla con los 5 grupos de muestras.

Colocación de las 42 muestras en sus correspondientes tubos eppendorf en gradilla para su estudio.

Posterior a la exposición de las muestras a los diferentes protocolos de irrigación con los agentes quelantes se realizó la activación de cada quelante con puntas de polímero a 2500 rpm por un ciclo de 20 segundos. Terminada la activación de los agentes quelantes se colocaron las muestras en tubos eppendorf nuevos y en agua destilada por 30 minutos para evitar cualquier alteración en las mismas por remanentes de los agentes utilizados.

Se retiró el agua destilada de cada muestra y posteriormente se colocaron las mismas dentro de horno de secado (Thelco) a 55° centígrados (Figura13) por 48 horas para asegurar la eliminación del exceso de humedad de las muestras.



Figura 13. Horno de secado.

Horno de secado GCA/Precision Scientific Thelco en el cual fueron colocadas las muestras en sus correspondientes tubos eppendorf para ser secadas a 55 ° centígrados por 48 horas para posteriormente ser llevadas al espectrofotómetro.

8.4.3. PREPARACION DE MUESTRAS PARA CARACTERIZACION POR FTIR.

Las muestras fueron pulverizadas con mortero y pistilo (Figura14) para la obtención de partículas más pequeñas y después se almacenaron en sus respectivos tubos para así poder ser analizadas con FTIR.

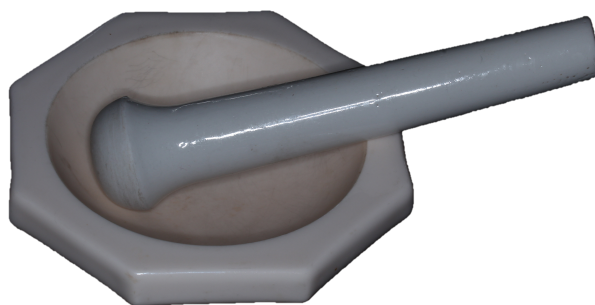


Figura 14. Mortero y pistilo.

Mortero y pistilo utilizados para pulverizar las muestras para su análisis el cual fue limpiado entre cada muestra con methanol para evitar contaminación entre las mismas.

Posteriormente el remanente pulverizado de cada muestra fue colocado en la platina del espectrofotómetro para ser analizado bajo el espectro infrarrojo empleando el módulo ATR (Figura 15). Fue realizado el análisis mediante el software Thermo Scientific OMNIC Spectra.

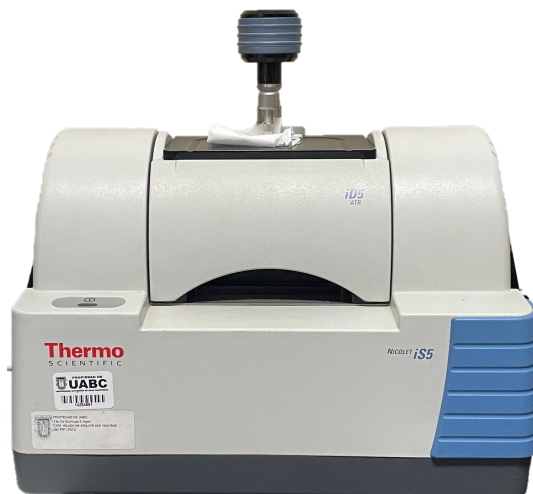


Figura 15. Espectrofotómetro infrarrojo Thermo Scientific.

Podemos apreciar el espectrofotómetro infrarrojo utilizado para el análisis de las muestras bajo el módulo de ATR.

8.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó el análisis estadístico bajo el análisis de varianza ANOVA bidireccional en el Software IBM SPSS donde se pudo apreciar que los valores de las variables independientes como lo son la solución irrigante así como el tiempo de exposición al mismo arrojaron un valor de $P > 0.05$ (Figura 16) obteniendo así que no existió diferencia estadísticamente significativa entre los tiempos de exposición a los quelantes sobre las muestras. De tal forma que podemos comprobar que el tiempo de exposición del agente irrigante no genera una alteración significativa sobre el contenido inorgánico mineral de la dentina radicular.

Variable dependiente Porcentaje de transmitancia

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Solución	5.122	1	5.122	.296	.602
Tiempo	16.709	1	16.709	.964	.355
Solución * Tiempo	11.291	1	11.291	.651	.443
Total	86980.606	12			
Total corregido	171.771	11			

Figura 16

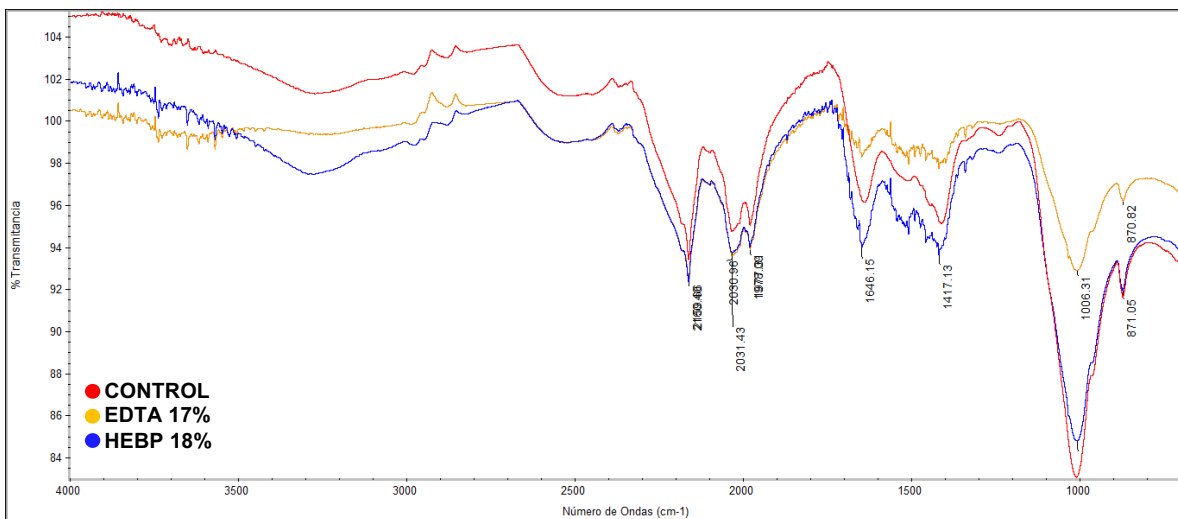
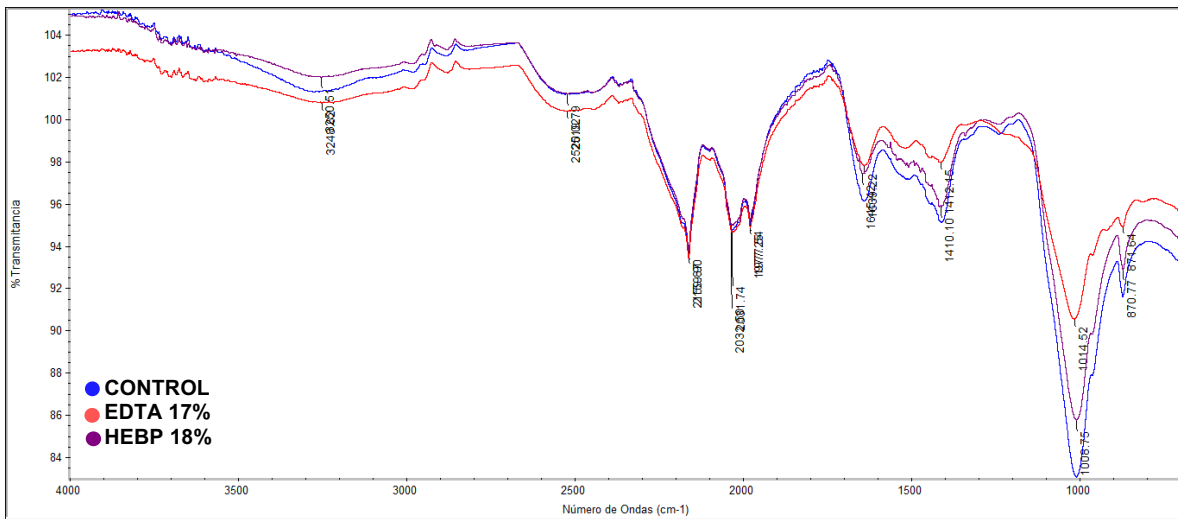
Podemos apreciar en la figura los valores de P ubicados en la última columna donde $P > 0.05$.

IX. RESULTADOS

Podemos apreciar en la **figura 16** los espectros de infrarrojo de las muestras de los discos de dentina bajo el protocolo de irrigación por 5 minutos con los agentes quelantes EDTA al 17% y HEBP al 18% así como el espectro de la muestra control tratada con agua destilada. Podemos apreciar a 1008 cm^{-1} una banda intensa caracterizada por el estiramiento $\text{P}=\text{O}$, que corresponde al fosfato de calcio que encontramos en la hidroxiapatita, siendo esta la banda de interés en nuestro estudio pues nos indica la existencia de contenido inorgánico en nuestras muestras de dentina. Podemos apreciar en estos espectros una diferencia en cuanto a la intensidad de la banda correspondiente al grupo 2 (NaOCl 5.25% con EDTA 17% 5 minutos), comparada con el grupo control (agua destilada), y grupo 3 (NaOCl 5.25% con HEBP al 18% 5 minutos). De tal forma que podemos apreciar que al utilizar ambos agentes quelantes durante un periodo de 5 minutos encontraremos cambios significativos en el contenido mineral de la dentina radicular cuando es empleada la irrigación con EDTA al 17%.

En la **figura 17** apreciamos un espectro significativo del protocolo de irrigación de las muestras de dentina en un periodo de 10 minutos donde es evidente ya una diferencia en la intensidad de las bandas específicamente en la banda correspondiente al EDTA al 17% (grupo 4), donde apreciamos una disminución en la intensidad de la misma, la cual puede ser traducida como una disminución del contenido inorgánico en las muestras que fueron irrigadas con el agente quelante

EDTA al 17% por 10 minutos en comparación a la banda correspondiente al HEBP al 18%.



Podemos apreciar en la figura la comparación de los grupos 1 control (rojo), grupo 4 HEBP al 18% (azul) y grupo 5 EDTA 17% (amarilla), donde observamos una disminución significativa en la intensidad de la banda correspondiente al EDTA al 17%, la cual puede ser interpretada como una evidente alteración del contenido inorgánico de las muestras irrigadas con el agente quelante EDTA al 17% por 10 minutos.

X. DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue evaluar los efectos sobre el contenido mineral de la dentina radicular al utilizar diferentes agentes quelantes como auxiliares del protocolo de irrigación durante el tratamiento de conductos.

Múltiples autores como Davis et al. han demostrado que, aun en conductos conformados adecuadamente, existen restos de tejido pulpar y restos inorgánicos, especialmente en aquellas zonas en las que los instrumentos no entran en contacto (27). Peters et al. demostraron que los instrumentos, independientemente de la técnica de instrumentación, nunca tocan cerca del 35% o más de la superficie del conducto radicular (28). Goldman et al. demostraron que en los conductos que se trataron sin irrigación, la cantidad de tejido residual fue mucho mayor que en los conductos en los que se usaron irrigantes (29).

Varios estudios han demostrado que el uso de una combinación de hipoclorito de sodio ya sea al 2.5 o 5 % y EDTA 10 o 17 % es altamente eficaz en la eliminación de desechos orgánicos e inorgánicos (30). El hipoclorito de sodio es conocido por sus propiedades antibacterianas y su capacidad para disolver componentes orgánicos en cambio el EDTA es un agente quelante de calcio y, por lo tanto, capaz de eliminar el barrillo dentinario. La capa de barrillo dentinario se adhiere a las paredes del conducto y ocluye los túbulos dentinarios creando tapones de barrillo dentinario. De tal forma que esto limita la capacidad de los medicamentos para

penetrar en los tejidos más profundos y evita que el material de relleno se adhiera de una manera óptima a las paredes del conducto (31).

El EDTA se puede utilizar como irrigante final para aumentar el diámetro de los túbulos dentinarios, lo que permite obturar un número cada vez mayor de conductos laterales (32). Investigaciones recientes, sin embargo, parecen demostrar un efecto excesivamente agresivo en las paredes del conducto radicular que podría causar una erosión y degradación excesiva de la dentina peritubular e intertubular y posteriormente una alteración de la dentina y sus propiedades mecánicas (33).

No está claro, sin embargo, si la erosión de la dentina y los orificios de unión de los túbulos dentinarios tienen efectos negativos sobre el éxito a largo plazo del tratamiento de conductos (34). Se ha sugerido que estos efectos podrían crear más dificultades en la adaptación de los materiales de obturación a las paredes del conducto. Por lo tanto, la erosión de las paredes dentinarias es resultado de la irrigación prolongada con EDTA, así como el hecho de que permanece activo dentro del espacio conformado incluso después de que finaliza la irrigación. Por esto mismo, se ha propuesto un agente quelante débil, como lo es el ácido etidróico (HEBP). El cual tiene la capacidad de eliminar el barrillo dentinario de una forma muy similar al EDTA o al ácido cítrico, y posee la gran ventaja, de que este puede mezclarse con NaOCl sin pérdida de la actividad antimicrobiana del mismo NaOCl (35).

En base a los estudios anteriores podemos confirmar que los resultados obtenidos en nuestra experimentación fueron muy similares pues el agente quelante utilizado como gold estándar (EDTA) en el proceso de desinfección final durante la terapia

endodóntica genera una desmineralización significativa en el contenido mineral del conducto radicular ya sea independientemente del tiempo de exposición a este agente pues se observaron diferencias significativas desde los 5 minutos de exposición a este agente en comparación con el ácido etidróico.

Gracias a los resultados obtenidos podemos considerar al HEBP como un agente auxiliar en el protocolo de desinfección final pues en comparación con el EDTA este quelante no altera significativamente el contenido mineral de la dentina radicular.

XI. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en este proyecto de investigación donde se comparó el efecto de dos agentes quelantes EDTA y HEBP a nivel del contenido mineral de la dentina radicular podemos concluir lo siguiente:

- La utilización de EDTA al 17% y HEBP al 18% en un tiempo de irrigación de 5 minutos de acuerdo con los resultados arrojados por FTIR sugieren que no existe alteración alguna significativa en el contenido inorgánico de la dentina radicular.
- La utilización de HEBP al 18% en un tiempo de irrigación de 10 minutos de acuerdo con los resultados obtenidos por FITR sugieren que no existe alteración significativa en el contenido inorgánico de la dentina radicular.
- De acuerdo con los resultados obtenidos por FTIR las muestras expuestas a un tiempo de irrigación de 10 minutos con el agente quelante EDTA al 17% demuestran que si existió alteración a nivel de la dentina radicular disminuyendo su componente inorgánico significativamente.
- En base a los resultados totales obtenidos por FTIR podemos sugerir la utilización de HEBP al 18% como una alternativa suave y efectiva como agente quelante durante el protocolo de irrigación final pues no hubo alteración del contenido mineral de las muestras al ser expuestas 5 y 10 minutos bajo este agente.

XI. CONCLUSIONES

- Finalmente podemos comprobar en nuestro estudio que no existe diferencia significativa en la alteración de los componentes estructurales de la dentina al emplear HEBP al 18% en el protocolo de irrigación final.

XII. RECOMENDACIONES

- Se sugiere la utilización del HEBP al 18% como agente quelante seguro durante el protocolo de irrigación final de la terapia endodóntica.
- Es recomendable la utilización secuencial de HEBP al 18% y NaOCl al 5.25% para obtener mejores resultados durante la desinfección del tratamiento de conductos.
- Se sugiere para la complementación de este estudio la realización de un análisis bajo microscopio electrónico de barrido de las muestras expuestas a los protocolos de irrigación con un protocolo estricto de activación ultrasónica de los irrigantes para evaluar las alteraciones morfológicas que puede sufrir la dentina radicular.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Ave NS. Glossary of Endodontic Terms Ninth Edition. American Assoc Endodontists.
2. Ricucci D, Siqueira JF Jr. Biofilms and apical periodontitis: study of prevalence and association with clinical and histopathologic findings. J Endod. 2010;36(8):1277–88.
3. Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. Endod Topics. 2005;10(1):3–29.
4. Harrison JW. Irrigation of the root canal system. Dent Clin North Am 1984;28:797– 808.
5. Zehnder M. Root canal irrigants. J Endod. 2006;32(5):389–98.
6. Dorati, L. C. A. (2020). Atlas de histología bucodental. Editorial de la Universidad Nacional de la Plata UNLP.
7. Hennequin M, Douillard Y. Effects of citric acid treatment on the Ca, P and Mg contents of human dental roots. J Clin Periodontol 1995;22:550–7.
8. Hennequin M, Pajot J, Avignant D. Effects of different pH values of citric acid solutions on the calcium and phosphorus contents of human root dentin. J Endodon 1994;20:551–4.
9. Rotstein I, Dankner E, Goldman A, et al. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. J Endodon 1996;22:23–6.
10. Baumgartner JC, Mader CL. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. J Endodon 1987; 13:147–57.

11. Glossary: American Association of Endodontics. Contemporary terminology for endodontics. 6th ed. Chicago, 1998.
12. Dakin HD. On the use of certain antiseptic substances in the treatment of infected wounds. *Br Med J* 1925a; 2: 318-320.
13. Dakin HD. The antiseptic action of hypochlorites: the ancient history of the "new antiseptic". *Br Med J* 1915b; 2: 809-810.
14. Barret MT. The Dakin-carrel antiseptic solution. *Dent Cosmos* 1917; 59: 446-448.
15. Coolidge ED. The diagnosis and treatment of conditions from diseased dental pulps. *J Ame Dent Assoc* 1919; 6: 337-349.
16. Tronstad L. *Endodoncia clínica*. Editorial Masson-Salvat Odontología. Barcelona, España 1993: 106.
17. Goldberg F, Abramovich A. Analysis of the effect of EDTAC on the dentinal Walls of the root canal. *J Endod* 1977; 3 (3): 101-5.
18. Goldberg S. *Endodoncia, técnica y fundamentos*. Editorial Médica Panamericana. Madrid, España 2002: 130-31.
19. Dogan H, Calt S. Effects of chelating agents and sodium hypochlorite on mineral content of root dentin. *J Endod* 2001; 27 (9): 578-80.
20. IUPAC, Fischer J, Robin Ganellin C. Analogue-based drug discovery. John Wiley & Sons; 2006.
21. S. Lottanti H. Gautschi B. Sener M. Zehnder. Effects of ethylenediaminetetraacetic, etidronic and peracetic acid irrigation on human root dentine and the smear layer *International Endodontic Journal*

- International Endodontic Journal, 2009 42, 335–343. DOI: 10.1111/j.1365-2591.2008.01514.x
22. Zehnder M, Schmidlin P, Sener B, Waltimo T. Chelation in root canal therapy reconsidered. *J Endod* 2005;31:817–20.
23. Girard S, Paque F, Badertscher M, Sener B, Zehnder M. Assessment of a gel-type chelating preparation containing 1-hydroxyethylidene-1, 1-bisphosphonate. *Int Endod J* 2005;38:810–6.
24. Licata A. From bathtub ring to osteoporosis: a clinical review of the bisphosphonates. *Cleve Clin J Med* 1993;60:284–90.
25. Zehnder M, Schmidlin P, Sener B, Waltimo T. Chelation in root canal therapy reconsidered. *J Endod* 2005;31:817–20.
26. Abasalt Hosseinzadeh Colagar MJCATK. Fourier transform infrared microspectroscopy as a diagnostic tool for distinguishing between normal and malignant human gastric tissue. *Indian Academy of Sciences*. September 2011;669–77.
27. Davis SR, Brayton SM, Goldman M. The morphology of the prepared root canal: a study utilizing infectable silicone. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1972;34:642–8.
28. Peters OA, Schonenberger K, Laib A. Effects of four NiTi preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J* 001;34:221–30.
29. Goldman L, Goldman M, Kronman J, Lin P. The efficacy of several irrigating solutions for endodontics: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985;52:197–204.

30. Yamada R, Armas A, Goldman M, Lin P. A scanning electron microscopic comparison of a high-volume final flush with several irrigation solutions. Part 3. J Endod 1983;9:137– 42.
31. White R, Goldman M, Lin P. The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials. J Endod 1984;10:558 – 62.
32. Villegas JC, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. Obturation of accessory canals after four different final irrigation regimes. J Endod 2002;28:534 – 6.
33. Calt S, Serper A. Time dependent effects of EDTA on dentin structures. J Endod 2002;28:17–9.
34. Zehnder M, Schmidlin P, Sener B, Waltimo T. Chelation in root canal therapy reconsidered. J Endod 2005;31:817–20.