

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Posgrados

“Análisis de eficacia de la remoción de barrillo dentinario utilizando métodos de activación: irrigación ultrasónica pasiva (PUI) y Eddy con distintos quelantes mediante una evaluación en microscopio electrónico de barrido”

Javier López Espinoza

Dr. Nicolás Castrillón

Director de Trabajo de Titulación

Trabajo de titulación de posgrado presentado como requisito
para la obtención del título de Especialista en Endodoncia

Quito-Ecuador, enero 2022

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO DE POSGRADOS

HOJA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

“Análisis de eficacia de la remoción de barrillo dentinario utilizando métodos de activación: irrigación ultrasónica pasiva (PUI) y Eddy con distintos quelantes mediante una evaluación en microscopio electrónico de barrido”

Javier López Espinoza

Firmas

Dr. Nicolás Castrillón
Director del Trabajo de Titulación

Dr. José Maldonado
Director del programa de Endodoncia

Dra. Paulina Aliaga
Título académico:
Decano del Colegio:

Hugo Burgos, PHD
Decano del Colegio de Posgrados

Quito, enero 2022

DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Firma del estudiante

Nombre del estudiante: Javier López Espinoza

Código de estudiante: 002214298

C.I.: 0930559372

Lugar y fecha: Quito, día enero de 2022

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following graduation project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a mi familia, que gracias a su apoyo pude concluir mi carrera profesional.

Agradezco mi madre Arq. Brigitte Espinoza por ser un pilar fundamental en mi vida por medio de consejos, enseñanzas y amor, gracias a ella actualmente puedo cumplir con mis objetivos.

A mi padre Arq. José López por brindarme los recursos necesarios, estar a mi lado apoyándome y ser ese ejemplo de hombre que quisiera ser en un futuro.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi tutor de trabajo de titulación el Dr. Nicolás Castrillón por su ayuda, consejos y aporte en el actual trabajo.

Al Doctor Alfredo Valarezo (director del instituto de materiales) por permitirme usar el microscopio electrónico de barrido y poder continuar con mi parte experimental que este cargo de este instituto dentro de la universidad, A la ayuda de la Ing. Krustskaya Yépez (técnico del laboratorio) por su paciencia y ayuda durante todo el tiempo que duro la recolección de las microfotografías.

RESUMEN

El éxito del tratamiento endodóntico va a depender de la limpieza y la conformación del sistema de conductos radiculares. La desinfección va a estar relacionada a la eliminación adecuada de la capa de debris y barrillo dentinario generada durante la conformación mecánica en la instrumentación. En la práctica clínica el uso de irrigantes provee una desinfección química de los conductos radiculares y remoción del barrillo atrapado en el interior del conducto gracias a la acción eficiente de las soluciones quelantes. El propósito de este estudio fue calcular la eficacia de la eliminación del barrillo dentinario en el tercio apical, con la utilización de dos quelantes EDTA al 17% y Ácido cítrico al 10% activando con diferentes dispositivos y técnicas como son la irrigación ultrasónica pasiva (PUI) y las puntas EDDY (ED) usando el microscopio electrónico de barrido. Se utilizaron cuarenta y cinco dientes premolares uni radiculares, divididas aleatoriamente en cinco grupos: cuatro grupos experimentales (n=10) y un grupo control (n=5), para ser irrigados con diferentes quelantes y sistemas de activación. En cada raíz se preparó dos surcos longitudinales en vestibular y la superficie lingual, las cuales fueron posteriormente recubiertas con oro para su observación bajo el microscopio electrónico de barrido para de este modo cuantificar los tubulos dentinarios abiertos.

Para el análisis estadístico se usó la prueba de Shapiro-Wilk, prueba de Kruskal-Wallis y una comparación múltiple con U Mann-Whitney las cuales demostraron que la activación con EDDY ha tenido los puntajes más bajos del experimento con una diferencia de 8 puntos con respecto de PUI con el quelante EDTA al 17% y una diferencia con PUI de 13 puntos para el quelante Acido cítrico al 10% en el tercio apical. No obstante, ninguno de los grupos experimentales fue capaz de remover todo el barrillo dentinario en el tercio apical, pero si presentaron diferencias significativas con respecto al grupo control, por lo que se recomienda

el uso de soluciones quelantes y sistema de activación para poder obtener mejor índice de limpieza y asegurar un éxito tratamiento de conducto.

Palabras claves: Soluciones irrigadoras, Barrillo dentinario, Quelante, Irrigación ultrasónica pasiva, Puntas EDDY.

ABSTRACT

The success of endodontic treatment will depend on the cleanliness and conformation of the root canal system. Removal will be related to proper removal of the debris layer and smear layer during mechanical shaping in instrumentation. In clinical practice, the use of irrigants provides chemical disinfection of root canals and removal of the barrel trapped inside the canal thanks to the efficient action of chelating solutions. The purpose of this was to calculate the effectiveness of removing the smear layer in the apical third, with the use of two chelating agents EDTA at 17% and Citric Acid at 10%, activating with different devices and techniques such as passive ultrasonic irrigation (PUI). and EDDY tips (ED) using the scanning electron microscope. Forty-five single root premolar teeth were used, randomly divided into five groups: four experimental groups (n=10) and one control group (n=5), to be irrigated with different chelators and activation systems. In each root, two longitudinal grooves were prepared on the buccal and lingual surfaces, which were later coated with gold for observation under the scanning electron microscope to quantify the open dentinal tubules.

For the statistical analysis, the Shapiro-Wilk test, the Kruskal-Wallis test and a multiple comparison with U Mann-Whitney were used and it was shown that the activation with EDDY has had the lowest scores of the experiment with a difference of 8 points with respect to PUI with the 17% EDTA binder and a difference with PUI of 13 points for the 10% citric acid binder in the apical third. However, none of the experimental groups was able to remove the entire dentin smear layer in the apical third, but they did present significant differences with respect to the control group, so the use of chelating solutions and activation system is recommended. In order to obtain a better cleaning index and ensure a successful root canal treatment.

Keywords: Irrigating solutions, Dentin smear, Chelating agent, Passive ultrasonic irrigation, EDDY tips.

Tabla de contenido

Resumen.....	7
Abstract.....	9
1.- INTRODUCCIÓN.....	15
1.1 Justificación.....	17
1.2 Objetivos.....	20
1.2.1 Objetivo general.....	20
1.2.2 Objetivos específicos.....	20
1.3 Hipótesis.....	20
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA	21
2.1. Barrillo dentinario.....	21
2.1.1 Composición del barrillo dentinario.....	21
2.1.2 Remoción del barrillo dentinario.....	22
2.2 Métodos para la remoción del barrillo dentinario.....	23
2.2.1 Preparación química.....	23
2.2.2. Importancia de la irrigación.....	24
2.2.3. Propiedades de un irrigante ideal.....	24
2.3 Sustancias irrigadoras.....	25
2.3.1 Hipoclorito de sodio.....	26
2.3.1.1 Generalidades.....	26
2.3.1.2 Antecedentes.....	27
2.3.1.3. Propiedades.....	27

2.3.1.4 Concentración en endodoncia.....	28
2.4 Quelante.....	29
2.4.1 Generalidades.....	29
2.4.1.1 Mecanismo de acción.....	29
2.4.1.2 Propiedades del quelante ideal	29
2.4.2 Acido Etilendiaminotetrácetico (EDTA).....	30
2.4.2.1 Generalidades.....	30
2.4.2.2 Propiedades.....	30
2.4.2.3 Recomendaciones del uso en endodoncia.....	30
2.4.2.4 Desventajas del EDTA	31
2.4.2.5. Interacciones entre NaOCl y EDTA.....	31
2.4.3. Acido Cítrico	32
2.4.3.1 Ph del Acido Cítrico.....	32
2.4.3.2 Propiedades.....	32
2.4.3.3 Recomendaciones del uso en endodoncia.....	32
2.4.3.4 Interacciones entre NaOCl y Ácido Cítrico.....	33
2.5 Técnicas de irrigación y dispositivos.....	33
2.5.1. Dispositivos usados en la irrigación.....	33
2.5.1.1 Agujas de irrigación	33
2.5.2 Técnicas de irrigación endodontica	34
2.5.2.1 Tecnica de irrigacion convencional.....	34
2.5.2.2 Uso de activación mediante instrumentos.....	34
2.5.3 Irrigación pasiva ultrasónica	35
2.5.3.1 Puntas de irrigación ultrasónicas	36
2.5.3.2 Puntas de irrigación Irrisafe de Satelec	37

2.5.3.3 Características de las puntas Irrisafe	37
2.5.3.4 Puntas de activación IrriS de VDW	37
2.5.4 Irrigación activada sonicamente.....	38
2.5.4.1 EndoActivator	38
2.5.4.2 Puntas EDDY	39
2.6 Comparaciones entre activación ultrasónica.....	39
3 METODOLOGIA	40
3.1 Diseño de la investigación	40
3.2 Población y muestra	40
3.2.1 Población	40
3.2.2 Muestra	40
3.2.3 Criterios de inclusión	41
3.2.4 Criterios de exclusión	42
3.3 Definición y operalización de las variables	42
3.4 Materiales	44
3.5 Procedimiento	46
3.5.1 Desinfección de los dientes.....	46
3.5.2 Preparación del conducto radicular.....	46
3.5.3 Reducción de las coronas.....	47
3.5.4 Determinación de la longitud de trabajo	47
3.5.5 Conformación mecánica de la muestra.....	48
3.5.6 Irrigación	48
3.5.7 División de los grupos experimental.....	49

3.5.8 Seccionamiento de muestras previo analisis en MEB	51
3.5.9 Evaluación del microscopio electronica de barrido	53
3.6 Manejo de Datos.....	55
3.6.1 Parámetro de puntuación	55
4.RESULTADOS.....	56
5 DISCUSIÓN	62
6 CONCLUSIONES	67
7 BIBLIOGRAFIAS.....	68
8 ANEXOS	
8.1 Anexo 1.- Tabla de recolección de datos	71
8.2 Anexo2.- Fotografías de las muestras bajo el microscopio electronico de barrido por grupos.	73

1. INTRODUCCIÓN

El éxito del tratamiento endodóntico va a depender de la limpieza y la conformación del sistema de conductos radiculares. La desinfección va a estar relacionada a la eliminación adecuada de la capa de debris y barrillo dentinario generada durante la conformación mecánica en la instrumentación (Andrabi, 2014). Por lo tanto, la preparación química con el uso de irrigantes toma un papel importante en el desbridamiento del conducto para garantizar la desinfección en zonas donde no fue tocada por el instrumento. (Urban, 2017).

La capa de barrillo dentinario está formada por materiales orgánicos y sustancias inorgánicas incluidos fragmentos de procesos odontoblásticos, microorganismos y materiales necróticos. (Andrabi, 2014) (Manuele, 2013). La presencia de capa de barrillo dentinario adheridos a las paredes del conducto particularmente en el tercio apical va a desfavorecer en el proceso de obturación, como también no permitir la penetración de medicamentos intracanales y disminución de la adhesión de cementos selladores en los túbulos de la dentina. (Kato, 2016) La remoción del barrillo dentinario aumentara la permeabilidad mejorando el proceso de limpieza del conducto mediante el uso de soluciones irrigantes, debido a que permite la difusión del irrigante al interior de las paredes dentinales para su acción eficiente. El Hipoclorito de sodio (NaOCl) es el irrigante más utilizado en endodoncia y su uso en el protocolo de irrigación como un agente desproteinizante que remueva el material orgánico junto a un agente quelante de calcio son recomendados para la remoción de la capa de barrillo dentinario (Olivieri J. G., 2016)

En endodoncia se han usado diferentes quelantes para la remoción del barrillo dentinario entre ellos el Ácido Etilendiaminotetraacético (EDTA) en concentraciones del 15 a 17%, así como el ácido cítrico (AC) de 5% a 50% entre otros. Estas soluciones han demostrado que menos de 1 minuto de irrigación con estas sustancias ayuda a disminuir eficazmente la capa de barrillo dentinario, en un tiempo mayor de 1 minuto podría producir un efecto descalcificador en la superficie de la dentina, desnaturalización de las fibras de colágeno, y debilitamiento de la dentina radicular. (Prado M. , 2011) Tanto el EDTA como el AC son agentes químicos, que tienen la propiedad de unión mediante radicales libres a iones metálicos como el calcio, que está presente en los cristales de hidroxiapatita de la dentina, provocando una descalcificación. Cuando se usa quelante en conjunto con NaOCl, se ha demostrado una correcta remoción del barrillo dentinario ubicado mayormente en tercio coronal y medio siendo menos efectivo en la zona apical y esto podría ser por una inadecuada penetración de la solución durante el riego. (Olivieri J. G., 2016)

Se ha propuesto diferentes técnicas y sistemas para la activación del irrigante con la capacidad de mejorar el flujo y distribución dentro del sistema de conductos radiculares fundamentalmente en el tercio apical (Andrabi, 2014), entre lo más comúnmente usados encontramos los dispositivos sónicos y ultrasónicos que ayudan al desbridamiento de tejido vital o necrótico eficaz en zonas inaccesibles en la conformación, en presencia de itsmos, y anatomías complejas logrado por los fenómenos de cavitación y transmisión acústica que nos brindan estos dispositivos. (Olivieri J. G., 2016)

La activación ultrasónica pasiva (PUI) es una técnica que se basa en que la energía liberada por el instrumento (25- 30 kHz) que mejora las propiedades de la solución del irrigante, es usado como procedimiento complementario en el protocolo de irrigación para desinfectar los

conductos radiculares, siendo más efectiva que la irrigación dinámica manual (Kato, 2016). El Sistema EndoActivator (EA) (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK) es un sistema de activación sónico que produce una agitación al irrigante siendo más eficaz que el riego con la aguja tradicional de irrigación. Es un dispositivo inalámbrico con tres puntas de polímero altamente flexibles desechables de distintos tamaños con 2000-10,000 cpm que significa 33-167 Hz, entre sus ventajas es que no cortan la dentina (Manuele, 2013) (Urban, 2017). Otros de los sistemas de activación es EDDY (VDW, Munich, Alemania) (ED) el cual consiste en puntas flexibles de poliamida que evita cortes en la dentina evitando cambios en la morfología del conducto, tiene un tamaño de 25.04. EDDY se activa con 5000 a 6000 Hz por un scaler, siendo este es un instrumento estéril de un solo uso. (Zeng C. , 2018)

1.1 Justificación

Es importante el estudio ya que la preparación biomecánica es uno de los pasos claves en el tratamiento de conducto radicular y después de la etapa de instrumentación se produce una capa de formación de barrillo dentinario formada en las paredes de los conductos lo que hace que su eliminación sea relevante (Plotino, 2019). El barrillo dentinario está compuesto por bacterias y se reconoce que está presente en áreas inalcanzable durante la instrumentación del sistema de conductos radiculares como es el interior de los túbulos dentinarios, conductos laterales, accesorios e istmo, lugares donde solo el irrigante puede acceder (Kato, 2016).

De acuerdo con varios estudios, con la instrumentación mecánica no es suficiente para remover toda la carga de bacterias ya que quedan desechos infectados en los conductos y pueden causar una infección persistente y por ende el fracaso del tratamiento. (Silva, 2018) (Passarinho-Neto, 2006) (Karade, 2017). Por ese motivo se han empleado diferentes irrigantes a lo largo de los

años, el más utilizado es el hipoclorito de sodio, el cual se puede utilizar en diferentes concentraciones y es la solución más utilizada para la neutralización y remoción del material orgánico dentro del sistema de conductos radiculares, pero existe una preocupación sobre la difusión de la solución en las áreas o zonas mencionadas anteriormente del conducto radicular donde no se logra un desbridamiento del tejido ni eliminación de bacterias por completo (Kuah, 2009). Por esa razón se han utilizado agentes quelantes para eliminar la parte inorgánica de la capa de barrillo dentinario, que se recomiendan ser usados por un tiempo no mayor a 1 minuto ya que podría causar una descalcificación de la superficie de dentina, desnaturalización de las fibras y debilitamiento de la dentina radicular. (Olivieri, 2016)

Diferentes soluciones quelantes, como ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y ácido cítrico se han utilizado para la eliminación de la capa de barrillo dentinario y ambos actúan reduciendo la cantidad de iones de calcio del complejo dentinario, alterando así su permeabilidad. Soluciones de EDTA, con o sin tensioactivos como cetrimida, se utilizan con mayor frecuencia para eliminar la capa de barrillo dentinario. No obstante, se ha demostrado que el uso de 1 ml al EDTA 17% durante 1 minuto seguido de 3 ml de NaOCl al 5,25% elimina la capa de frotis con resultados eficientes. (Olivieri, 2016). De igual manera, otro de los quelantes que está tomando fuerza por sus buenos resultados es el ácido cítrico, este varía su concentración entre el 10% al 50% (Machado, 2017). Se han informado resultados similares en eliminación de la capa de frotis con CA y EDTA durante la conformación del conducto. (Machado, 2017)

Cuando se utilizan diferentes agentes quelantes con NaOCl, la capa de frotis se elimina en los tercios medio y coronal durante la preparación biomecánica del conducto radicular, sin embargo, esta combinación es menos eficaz en el tercio apical. Se cree que podría estar relacionado al bajo volumen que puede alcanzar y penetrar en la porción apical. (Olivieri, 2016)

Para mejorar la acción de desinfección y desbridamiento, diferentes dispositivos de activación del irrigante se han propuesto como la activación ultrasónica y sónico aumentando la disolución tisular. (Mancini, 2013). La activación mediante puntas ultrasónicas es una técnica ampliamente citada en la literatura actual, consiste en la energía liberada por el instrumento para mejorar la difusión de la solución irrigante hacia el tercio apical radicular y por el ende incrementar la efectividad de acción de los irrigantes obteniendo mejores resultados clínicos mediante la cavitación y transmisión acústica. En el artículo de Schmidt se menciona que la activación ultrasónica es más eficaz en la región apical y zona de istmo en la remoción de la capa de barrillo dentinario. (Schmidt, 2015). Hace unos años se ha introducido un sistema de irrigación sónica que es el sistema Eddy, el fabricante indica que su punta de poliamida que tiene un movimiento oscilante produce los dos efectos que se genera en la irrigación ultrasónica pasivo como son la cavitación y la transmisión acústica (Plotino, 2019). El dispositivo de activación sónica EDDY se informó que es eficaz para eliminar desechos y tejidos orgánicos de paredes del canal, disminuyendo la carga bacteriana con resultados similares a la irrigación ultrasónica pasiva y una mejor eficacia si lo comparamos con la irrigación convencional manual. Actualmente, existe pocas publicaciones sobre la eficacia del sistema Eddy en la penetración del irrigante en conducto y por ende la remoción del barrillo dentinario (Zeng, 2018), por lo que es necesario tener más investigaciones como la presente respecto a este sistema.

El aporte que va a brindar a la comunidad científica es determinar cuál es la sustancia quelante y el mejor sistema de activación para obtener una correcta eliminación del barrillo dentinario en el tercio apical. Dichos resultados podrán guiar a los odontólogos generales o especialista en endodoncia a mejorar el protocolo de irrigación en sus procedimientos cotidianos para garantizar un pronóstico favorable a largo plazo.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Calcular la eficacia de la eliminación del barrillo dentinario en el tercio apical, con la utilización de dos quelantes EDTA al 17% y Ácido cítrico al 10%, mediante su activación con las técnicas de Irrigación ultrasónica Pasiva (PUI) y las puntas EDDY (ED) usando el microscopio electrónico de barrido.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar la efectividad de remoción de barrillo dentinario con el uso de Edta 17% activado mediante irrigación ultrasónica pasiva.
- Determinar la efectividad de remoción de barrillo dentinario con el uso de Edta 17% activado mediante Eddy.
- Determinar la efectividad de remoción de barrillo dentinario con el uso de Ac. Cítrico 10% activado mediante irrigación ultrasónica pasiva.
- Determinar la efectividad de remoción de barrillo dentinario con el uso de Ac. Cítrico 10% activado mediante Eddy.
- Comparar entre todos los grupos experimentales, cual es el quelante y el sistema de activación más efectivo en la remoción de barrillo dentinario.

1.3 Hipótesis

(H1): La Activación con Ultrasonido usando como quelante el EDTA 17% va a ser igual o más efectivo en la remoción de barrillo dentinario en zona apical

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 Barrillo dentinario

El barrillo dentinario fue descrito por Boyde en 1963 y McComb y Smith en 1975 como una lamina que se queda adherido al conducto y se produce por la acción de la instrumentación durante la conformación radicular conocida también como la capa parietal endodóntica, gracias a sus estudios con microscopio electrónico de barrido llegaron a la determinación que el barrillo no solo estaba compuesto de dentina, sino que contenía bacterias y restos pulpares. Cuando se corta dentina ya sea con instrumentos manuales o rotatorio, va a producir una cantidad de detritus que va a cubrir toda la superficie formando el barrillo dentinario. Con el movimiento y proximidad de los instrumentos conformando las paredes radiculares va a formar una capa más gruesa, la cual tiene que ser removidas con un quelante. (Sanabria, 2017) (Castagna, 2013)

2.1.1 Composición del Barrillo dentinario

El barrillo dentinario es una masa amorfa, granular e irregular compuesta por tejido orgánico e inorgánico que tiene un espesor de 1. 2 um aproximadamente y que su composición es mayormente de la parte inorgánica. La parte orgánica lo conforma restos pulpares, odontoblastos, proteínas, microorganismos y sangre; mientras que la parte inorgánica está compuesta por los minerales de la dentina. Esta masa al no ser removida eficazmente puede penetrar hacia el interior de los túbulos dentinarios a varias distancias, para formar los smear plugs disminuyendo su absorción de la dentina, como también pérdida de la longitud de trabajo por obstrucciones por el barrillo dentinario (Swanljung, 2018). El desbridamiento de esta capa

de frotis es necesario para lograr una desinfección exitosa en la terapia endodóntica, por ende la irrigación es una parte esencial en la limpieza (Urban, 2017).

2.1.2 Remoción del barrillo dentinario

El tratamiento de Endodoncia consiste en la remoción de bacterias y dentina infectada de los conductos radiculares tanto química como mecánicamente. El barrillo dentinario se forma durante la preparación mecánica de los conductos radiculares siendo complicado que no se produzcan. Hoy en día existe cierta discusión sobre si se tiene que remover la capa de barrillo dentinario. Algunos autores consideran que podría ser beneficiosa esta capa ya que evita microorganismos hacia el interior de los tubulos dentinarios por la reducción de permeabilidad de la dentina. Sin embargo, la presencia de barrillo va a dificultar el ingreso de los irrigantes o medicación intracanal impidiendo así una correcta desinfección del conducto comprometiendo así el éxito del tratamiento a largo plazo por el taponamiento de los tubulos dentinarios. De la misma forma también va tener una desventaja en la obturación impidiendo sellar tridimensionalmente de una forma correcta por una falta de adhesión de los materiales debido a una pared radicular que no está lisa, existiendo microfiltraciones y por ende una posterior contaminación preexistente del conducto radicular. (Andrabi, 2014)

La capa de barrillo dentinario tiene un gran reservorio de irritantes bacterianos de alta carga que si lo dejamos podría desarrollarse re-agudizaciones ya que se aloja no solo en la superficie sino que podría permanecer en el interior de los tubulos actuando como sustrato para las bacterias, por lo que la eliminación de esta tiene que realizarse de una manera obligatoria para garantizar el éxito en el tratamiento de conducto. (Andrabi, 2014)

2.2 Métodos para la remoción del barrillo dentinario

Para lograr una correcta eliminación de la capa de barrillo dentinario tanto de la parte orgánica como inorgánica, se recomienda el uso del irrigante principal hipoclorito de sodio en concentración al 5,25% junto a un agente quelante (Andrabi, 2014). La efectividad de estos irrigantes va a depender de la cantidad, como el tiempo que entra en contacto con las paredes del conducto, en cuantos milímetros se ingresa la aguja de irrigación, diseño de la aguja, cual es la lima apical final y la temperatura del irrigante que se podría lograr cuando se activa la solución, teniendo mejores resultados en un tercio coronal y medio en comparación a un tercio apical y esto se debe a que en el inicio del conducto va ser más amplio haciendo que el irrigante tenga un mayor flujo haciendo que exista una mejor remoción de este barrillo. Pero existe una preocupación sobre el barrillo dentinario que podría quedar atrapado en el tercio apical por ser una zona estrecha, ese es el motivo por el que se han empleado ciertas técnicas o dispositivos para poder brindar una correcta limpieza dentro del sistema de conductos radiculares que hablaremos más adelante. (Sluis, 2007)

2.2.1 Preparación química

Así como es fundamental realizar una preparación mecánica por medio de las limas manuales y mecanizadas para la conformación de los conductos radiculares, es importante la preparación química mediante las soluciones irrigadoras para poder garantizar una correcta desinfección de los conductos por su acción en zonas donde los instrumentos no pueden tocar asegurando así un mayor éxito endodóntico. (Andrabi, 2014)

2.2.2 Importancia de la irrigación

Mediante la irrigación durante y después de la instrumentación garantizamos la eliminación tanto de los componentes orgánicos como restos pulpares y tejido necróticos con microorganismos en su mayoría, como en el componente inorgánico que es el barrillo dentinario. Pero lamentablemente no hay un solo irrigante que cumpla estas dos funciones a la vez. (Haapasalo, 2014)

El protocolo de desinfección debe estar enfocado en eliminar o reducir agentes microbianos previniendo así una reagudización, ya que podría sobrevivir en el interior de los tubos dentinarios del diente. Un factor a tomar en cuenta es la anatomía compleja del sistema de conductos radiculares, promoviendo un ambiente para la colonización bacteriana, esta anatomía muchas veces complica que el irrigante llegue a estas zonas inaccesibles por lo que ha existido grandes avances de técnicas que sea beneficioso en la desinfección. (Duque, 2016)

Es importante emplear los irrigantes adecuados, con su volumen y concentraciones con el uso de alguna técnica de activación para emplearla en nuestro protocolo de desinfección que ayude en el éxito del tratamiento de conducto. (Duque, 2016)

2.2.3. Propiedades de un irrigante ideal

- Tener la propiedad de diluir tejido orgánico e inorgánico
- Ser capaz de actuar contra microorganismos anaerobios y facultativos organizados en biofilms
- Tener la capacidad de inactivar endotoxinas
- Acción lubricante e hidratante facilitando que los instrumentos endodónticos dentro del conducto evitando fricción que podría ocasionar una separación de instrumentos.
- Prevenir la formación de barrillo dentinario durante la instrumentación o de disolverlo
- Tener una baja tensión superficial

No deben ser tóxicos para el periodonto, con poco potencial para causar una reacción anafiláctica (Verma, 2019)

2.3 Sustancias irrigadoras

Existen un gran numero de sustancias como irrigantes del conducto radicular que son usadas desde la fase de localización y negociación, donde se neutraliza los agentes contaminantes del tercio coronal con el fin de prevenir la transportación de bacterias hacia el apice. Tambien ayuda como lubricantes de instrumentos para lograr llegar a la longitud de trabajo en el momento de la conformación, donde la instrumentación va a provocar la formación de barrillo dentinario, y gracias a estas sustancias ayudará a remover bacterias y sus toxinas logrando el arrastre de esta capa de barrillo evitando una posible inflamación periapical en el futuro. (Canalda, 2014)

Se ha realizado la clasificación de las sustancias irrigadoras según su naturaleza como son:

- Sustancias inertes como la solución salina
- Sustancias biocidas como el formaldehido
- Sustancias halogenadas (desinfectantes) como la clorhexidina o hipoclorito de sodio
- Sustancias Quelantes: EDTA (ácido etilendiaminotetraceatico), Ac. Citrico, MTAD, Citrato de sodio entre otros
- Medicación intraconductos como lechada de hidroxido de calcio
- Otros como agua destilada esteril , peróxido de hidrogeno, peróxido de urea, alcohol entre otros (Vasudev, 2016)

Aunque existe variedad de sustancias para la irrigación intracanal, aun ninguno se considera como el irrigante ideal ya que todos presentan ventajas como desventajas, siendo el objetivo principal la remoción del componente organico e inorganico, por ende es necesario usar dos o mas irrigantes:

- 1.- Sustancia irrigadora usada para desinfectar el conducto radicular y eliminar el componente orgánico
- 2.- Sustancia irrigadora que ayude a remover el barrillo dentinario y detritus inorgánico atrapado en el conducto radicular creado en el momento de la conformación.

En la endodoncia moderna muchos autores recomiendan el uso del hipoclorito de sodio como el gold standard ya que este irrigante cumple la mayoría de los requisitos desde sus concentraciones de 0.5% al 5,25% gracias a su alto poder antimicrobiano, altas propiedades

disolventes y como lubricante , que en conjunto con una sustancia quelante siendo la más conocida es el EDTA en concentraciones entre el 15% a 19% y menos conocido el Ácido Cítrico van a ser efectivo en el protocolo de desinfección. (Violich, 2010)

2.3.1 Hipoclorito de Sodio

2.3.1.1 Generalidades

Es un compuesto halogenado utilizado en endodoncia por su bajo costo y grandes resultados, es la solución irrigante más utilizada debido a sus propiedades antibacterianas y disolventes de tejido. Se utiliza en varias concentraciones que van desde 0,5%-5,25%. Varios autores han tratado de evaluar la influencia de diferentes concentraciones de NaOCl sobre diversos aspectos tales como la eficacia del efecto antimicrobiano, disolución de tejido, penetración en la dentina, capacidad de eliminar detritus , descalcificación de la dentina, viabilidad de las células madre en la región apical, viscosidad, cantidad de extrusión de los desechos y dolor posoperatorios (Verma, 2019). Aunque se ha demostrado que en concentraciones más altas, va ser más citotóxicas que las inferiores siendo más potencial para irritar el tejido periapical en caso de extrusiones. (Andrabi, 2014)

Es un agente proteolítico no específico que disuelve materia orgánica del tejido vital y necrótico como la parte orgánica del barrillo dentario; pero no así su composición inorgánica (Cohen, 2010) (Canalda, 2014). Para ello es necesario el uso de irrigantes extra, capaces de eliminar la parte inorgánica del barrillo dentinario, como quelantes del calcio, ya sea como irrigación final o de forma alterna durante el proceso del tratamiento para evitar y prevenir la acumulación de este durante la instrumentación. Entre sus desventajas es que es muy reactivo y no es fácil mezclarlo con otras sustancias que podrían minimizar sus propiedades y que no tiene ningun efecto con la capa de barrillo dentinario para removerlo se necesita otros irrigantes. (Morago, 2016)

2.3.1.2 Antecedentes

El químico Henry Drysdale Dakin y el doctor Alexis Carrel finales del siglo XIX recomendaron la solución de NaOCl en concentración al 0,25% para el uso de desinfectar heridas a los soldados durante la primera guerra mundial. Y en la endodoncia actual este es el irrigante más usado por endodoncistas por su efectividad remoción del tejido orgánico y eliminación de agentes tóxicos siendo fácil de conseguir y por tener una vida útil considerable. (Cohen, 2010)

2.3.1.3 Propiedades

En concentraciones del 2,5% al 5,25% va tener un alto poder de neutralizador de endotoxinas removiendo bacterias y toxinas evitando así que se genere una inflamación periapical posterior, es un pH de 11,8 va a impedir el desarrollo microbiano. (Moura, 2003)

Es altamente bactericida gracias a su composición del cloro y oxígeno impidiendo el desarrollo de proteínas bacterianas llevando a una apoptosis celular, actúa también como lubricante dentro de los conductos radiculares por su saponificación que será beneficioso en el momento de la instrumentación. (Li-Sha, 2009)

Se caracteriza por la gran acción de desinfección por su disolución de tejidos pulpar y su baja tensión superficial, haciendo que este irrigante sea apto a llegar a lugares de difícil acceso.

Es muy raro que exista alergia al hipoclorito existiendo evidencia de la efectividad del producto, pero cuando este llega a los tejidos periapicales sobrepasando irrigantes a nivel extra radicular puede ser realmente citotóxico. (Haapasalo, 2014)

2.3.1.4 Concentraciones en endodoncia

Las concentraciones de las soluciones de hipoclorito de sodio van desde 0,5% a un 6%, y va a depender precisamente del profesional, pero cabe recalcar que a mayor porcentaje de cloro mayor será su efectividad de sus propiedades, pero si esta solución llegara por accidente a los tejidos circundantes este causaría mayor daño por su alta concentración por lo que se tiene que usar con precaución.

En concentraciones desde 2.5% a 6% se considera que se aprovecha las propiedades que nos ofrece este irrigante obteniendo una buena eliminación bacteriana, normalmente se recomienda trabajar en concentraciones al 5,25% siendo muy efectivo para la irrigación de conductos y ciertos profesionales prefieren diluirlo hasta un 2,5%. (Moura, 2003)

Según la concentración de soluciones de hipoclorito de sodio se definen de diferentes nombres:

- Líquido de Dakin: se define al hipoclorito de sodio 0,5% considerado la irrigación más segura es la menos efectiva por lo que su vida útil es relativamente corta.
- Solución de Milton: se define al hipoclorito de sodio 1% otorga la capacidad de penetración 100 micras aproximadamente dentro de los tubos dentinarios y a medida que aumenta la concentración va a intensificar la profundidad de desinfección, y se ha demostrado que se evidencia disolución de tejido pulpar pero por ser una concentración menor tiene que aumentar el tiempo y volumen de la irrigación.
- Licor de Labarraque: se define al hipoclorito de sodio 2.5% considerado como una concentración mediana y es indicado en tratamientos de dientes vitales
- Sodio clorado doblemente concentrada: se define al hipoclorito de sodio al 4% a 6%
- Preparación oficial: se define al hipoclorito de sodio al 5,25% la mayoría de profesionales recomiendan esta concentración sobretodo en casos de necrosis ya que va a tener una mayor capacidad destructora de agentes bacterianos logrando una disolución

de tejido pulpares asegurando una mejor desinfección del sistema de conductos radiculares. (Moura, 2003) (Canalda, 2014) (Verma, 2019)

2.4 Quelante

2.4.1 Generalidades

Se introdujo en la endodoncia en 1957 por Ostby y su término “quelante” proviene del griego “chele” que significa pinza o garra. El barrillo dentinario creado en el momento de la conformación del conducto se tiene que remover por la alta carga bacteriana que contiene. Esto se logra con el uso alternado de quelantes con el hipoclorito de sodio en el protocolo de desinfección en endodoncia. (Morago, 2016)

2.4.1.1 Mecanismo de acción

El efecto de los quelantes no es de desmineralizar sino de descalcificar el tejido mineralizado de las paredes del conducto o la capa de frotis, interactuando con los iones metálicos de la hidroxiapatita de la dentina formando un quelato removiendo los iones de calcio. Su mecanismo de acción es autolimitado cuando han sido quelados todos los iones de calcio y no exista más dentina para disolver. (Kuah, The Effect of EDTA with and without Ultrasonics on Removal of the Smear Layer, 2009)

2.4.1.2 Propiedades del quelante ideal

- Debe de ser incoloro, insípida e inodoro
- Remueve el componente inorganico de la capa de barrillo dentinario
- Debe de tener una rápida acción
- Ayuda en lubricar los conductos radiculares
- Se caracteriza por su baja tensión superficial
- No tiene que ser citotoxico (Vasudev, 2016)

2.4.2 Ácido Etilendiaminotetracético (EDTA)

2.4.2.1 Generalidades

El ácido etilendiaminotetracético (EDTA) es la solución quelante más reconocida en endodoncia en los protocolos de irrigación, se caracteriza por su neutro Ph o ligeramente alcalino. Sus concentraciones varían entre el 15% al 17%. Su función consiste en eliminar los iones de calcio de la dentina siendo un coadyuvante importante en la limpieza del conducto, pero también tiene la posibilidad de permeabilizar conductos que se encuentren atresicos o calcificados. (Morago, 2016)

2.4.2.2 Propiedades del EDTA

El EDTA presenta una fuerte capacidad antibacterial y antimicótico. Ayuda en el desbridamiento del conducto y aumento de permeabilidad de las paredes de la dentina, es una solución de acción rápida y autolimitante removiendo el tejido inorgánico. (Arias-Moliz, 2016). Se recomienda usar EDTA al 17% con un pH de 7.3 la cual si es usada por 1 minuto va a permitir la remoción del smear layer del nivel cervical y medio radicular. El EDTA también es utilizado en conductos calcificados, o como disolvente de gutapercha en retratamientos descomponiendo la materia inorgánica. (Kuah, The Effect of EDTA with and without Ultrasonics on Removal of the Smear Layer, 2009)

2.4.2.3 Recomendaciones del uso de endodoncia

Para el correcto uso de la solución de EDTA, se recomienda dejar lleno en el conducto por un tiempo de 1 minuto para dejar que actúe y una vez que transcurre el tiempo se debe irrigar con suero para su posterior irrigación con hipoclorito de sodio nuevamente.

El método más efectivo para la eliminación del barrillo dentinario es usar como irrigante el hipoclorito de sodio en una concentración al 5,25% durante toda la instrumentación y solo en

la irrigación final usar una solución quelante como el EDTA al 17% y posterior nuevamente hipoclorito de sodio al 5,25%.

2.4.2.4 Desventajas del EDTA

No tiene un mayor efecto bactericida, no remueve la parte orgánica de la capa de smear layer también se ha demostrado que un mayor volumen con mayor tiempo de exposición o mayor cantidad de volumen del quelante dentro del conducto radicular podría causar erosión dentinal. (Vasudev, 2016)

2.4.2.5 Interacciones entre NaOCl y EDTA

El EDTA retiene el calcio al estar en contacto con el NaOCl, disminuyendo la clorina disponible para la disolución de tejido, produciendo que el hipoclorito de sodio se vuelva inactivo por lo que se recomienda no usar de manera simultánea. También la inactivación del EDTA se podría deber a las propiedades oxidantes que tiene el NaOCl que limita la desmineralización de la dentina. (Olivieri, 2016) Por lo cual se recomienda el uso de suero fisiológico entre la irrigación final de EDTA al 17% y el hipoclorito de sodio al 5.25% (Kuah, The Effect of EDTA with and without Ultrasonics on Removal of the Smear Layer, 2009).

Se ha expuesto que al minuto de exposición con el EDTA al 17% es suficiente para ver resultados de remoción de barrillo dentinario ya que si se sobrepasa el tiempo de contacto con las paredes del conducto podría provocar erosión excesiva en la dentina tanto intertubular como peritubular. (Saito, 2008)

2.4.3 Ácido Cítrico

Es un quelante usado para la remoción del barrillo dentinario siendo un ácido orgánico débil considerado uno de los quelantes más utilizados en endodoncia después del EDTA.

Presenta propiedades antimicrobianas en sus concentraciones del 10% al 25% con un tiempo de uso entre 3 a 10 minutos, produciendo una gran eliminación de barrillo dentinario, es biocompatible y tiene una acción desmineralizante que dependerá de la concentración utilizada. (Olivieri J. G., 2016)

2.4.3.1 Ph del Acido Cítrico

El ácido cítrico es una solución quelante que tiene un bajo pH de 1,67 que dentro del conducto radicular va a responder con los iones metálicos de los cristales de hidroxiapatita produciendo un quelato metálico que va a eliminar los iones de calcio de la dentina haciendo un anillo. (Machado, 2017)

2.4.3.2 Propiedades del Acido Cítrico

El ácido cítrico tiene su acción alterando la solubilidad de los cristales de hidroxiapatita reblandeciendo la dentina y permeabilizando la dentina peritubular, aumentando el diámetro de los túbulos expuesto, proporcionando una superficie más limpia y permitiendo una mejor penetración de los medicamentos intracanales (De - Deus G, 2006). En endodoncia, se recomienda el uso de ácido cítrico al 10% para la remoción de calcio (Jiménez-Chaves, 2013)

2.4.3.3 Recomendaciones del uso en endodoncia

El ácido cítrico se ha recomendado usarlo en el protocolo de irrigación final como quelante por su eficacia de acción. El uso de ácido cítrico al 10% en conjunto con el agente desinfectante

como el hipoclorito de sodio va ser efectivo en la remoción de barrillo dentinario sobretodo en la región coronal y medio del conducto radicular, aunque existe muy poca diferencia con el EDTA 17%. Se caracteriza por su acción descalcificante y se ha comprobado que su uso mayor a un minuto podría provocar una descalcificación mayor que el EDTA al 17%. Aunque su mayor eficacia es a los tres minutos del uso y este no va aumentar cuando se encuentre en mayores concentraciones. Siendo el tiempo un factor a tomar en cuenta a la hora de usar el ácido cítrico ya que a mayor tiempo va a producir mayor concentración de iones metálicos, por esta razón se recomienda usar este quelante con un ph bajo, concentración baja y en poco tiempo. (Jiménez-Chaves, 2013)

2.4.3.4 Interacciones entre NaOCl y Ácido Cítrico.

La interacción que podría ocurrir con el Ácido cítrico y el Hipoclorito de sodio es generar una liberación de gas cloro pudiendo ocasionar erosión en los túbulos dentinarios. Cuando se los usa de manera alternado permiten una gran cantidad de remoción del smear layer, siendo el tercio cervical el de mayor eliminación (Jiménez-Chaves, 2013).

2.5 Técnicas de irrigación y dispositivos

2.5.1 Dispositivos usados en la irrigación

Estos dispositivos consiste en todos los medios físicos que usamos para transportar la sustancia irrigantes a los conductos radiculares (remoción química), la cual va ayudar en la remoción de todo el tejido pulpar, bacterias y el barrillo dentinario. (Saito, 2008)

2.5.1.1 Agujas de irrigación

Las agujas son un auxiliar importante en el momento de la irrigación ya que gracias a esta herramienta podemos realizar una correcta desinfección de los conductos radiculares, estas

agujas tiene que cumplir ciertos parametros como es mantenerlas a un máximo de 2mm de la longitud de trabajo y con esta forma evitar una extravasación del irrigante, tambien es importante que pueda precurvarse y que tenga diferentes calibres necesario dependiendo del caso. Otra recomendación para evitar algun tipo de accidente en la irrigación es usar agujas con salida lateral , no ejercer presión y hacer movimiento de entrada/salida. (Cohen, 2010)

2.5.2 Técnicas de Irrigación Endodóntica

2.5.2.1 Técnica de Irrigación Convencional

La irrigación convencional con jeringa consiste en realizar un intercambio del irrigante a 2 mm de la longitud de trabajo y con movimientos de vaiven realizando un agitamiento del irrigante dentro del conducto radicular (Olivieri, 2016). Esta técnica consiste en el empleo de agujas de diferentes calibres y jeringa produciendo un movimiento corono-ápice permitiendo la remoción del barrillo dentinario. Entre las desventajas que presenta esta técnica es que existe una mayor posibilidad de ocasionar una extrusión del irrigante a nivel del periapice, tambien la formación de vapor lock (burbuja de aire) en el tercio apical que ocasiona una pobre desinfección de esta area. (Olivieri, 2016)

2.5.2.2 Uso de activación mediante instrumentos.

El uso de dispositivos para la activación del irrigante ha mejorado la desinfeccion del conducto radicular, por lo que es una herramienta que va ayudar al desbridamiento en zonas donde el instrumento ni el irrigante logran llegar como son los delta apicales e itsmos. (Verma, 2019)

2.5.3 Irrigación Pasiva Ultrasónica

Weller y cols describieron por primera vez esta técnica en 1985. El término de pasivo se refiere que el instrumento accionado se encuentra libre evitando así cortes o desgastes en las paredes del conducto, este método se realiza luego de la preparación de los conductos para que pueda ser introducido la punta del instrumento hasta la zona más apical recomendada y poder lograr su objetivo que es la desinfección de los conductos. (Plotino G PC, 2007)

La técnica de la irrigación ultrasónica pasiva (PUI) consiste en transmitir mediante vibraciones ondas que superan los 20.000 Hz generando una energía acústica produciendo cavitación y microcorrientes acústica al irrigante mejorando su efectividad en remover tejido pulpar y debris. La eficacia de la desinfección comprende tanto la conformación mecánica en conjunto con la irrigación química en la remoción del tejido orgánico, como también el barrido dentinario (Sluis, 2007). La acción de la activación mediante jeringa es débil y su eficacia va a depender de la anatomía interna radicular como de la profundidad que logre llegar la jeringa dentro del conducto.

La parte más crítica es la débil capacidad que tiene el irrigante de poder llegar a áreas de difícil acceso, zonas donde no se han podido realizar una instrumentación adecuada. Se ha comprobado que los irrigantes llegan a 1mm más allá de la punta de la aguja, por esta razón la limpieza del tercio apical realmente es un desafío para los clínicos. Por estas razones la única manera de poder garantizar una mayor limpieza de los conductos radiculares es activando el irrigante haciendo un agitado y lograr llegar a desinfectar en zonas donde los instrumentos no pudieron alcanzar. Se ha demostrado que la activación con vibración ultrasónica genera movimientos en el irrigante potencializando el alcance y distribución del mismo, aumentando la eficacia de la limpieza en el tercio apical (Caputi, 2019) . Por lo tanto esta técnica con el uso del ultrasonido beneficiará en la penetración del irrigante logrando la efectiva remoción del tejido orgánico e inorgánico de las paredes de los conductos. (Haupt, 2019)

Una de las indicaciones de esta técnica es que debe ser realizada después de la conformación del conducto, con un mayor diámetro apical va a permitir el ingreso de las puntas de ultrasónico hasta unos 3 mm antes de la longitud de trabajo y se activa en tres ciclos de 20 segundos durante 1 minuto, y entre cada ciclo se vuelve a irrigar el conducto con hipoclorito de sodio. (Haupt, 2019)

2.5.3.1 Puntas de Irrigación Ultrasónicas.

Durante las décadas han existido diferentes instrumentos que han ayudado a la activación del irrigante dentro de los conductos radiculares mediante el ultrasonido desde el uso de alambres, limas K hasta las actuales puntas o insertos.

- Comenzó a usarse **alambres lisos** de acero inoxidable o de níquel titanio con una sección transversal en círculo.
- Luego se usaron **limas K ultrasónica** con una conicidad del 2%, estas limas ocasionaban un mayor desgaste en las paredes del conducto debido a su borde cortante y su sección transversal en cuadrado.
- Por lo que finalmente se incorporaron a las herramientas de desinfección **puntas de activación ultrasónicas** de las que sobresalen la IrriSafe (Satelec) y la IrriS (VDW), que entre sus características es que previene un desgaste en las paredes del conducto gracias a sus bordes redondeadas evitando así algún tipo de alteración dentro del conducto. (Retsas, 2019)

2.5.3.2 Puntas de activación IrriSafe de Satelec

Las puntas IrriSafe fueron creados con el objetivo de eliminar el barrillo dentinario, microorganismos y cualquier residuo pulpar que quede dentro del conducto radicular. Se utilizan en la técnica de Irrigación Pasiva por Ultrasonido en conjunto con el uso del hipoclorito de sodio. Estas puntas se caracterizan por ser instrumentos muy finos pero a la vez resistentes, y por la forma de su filamento no cortan, realizando una eliminación segura del barrillo dentinario evitando cualquier tipo de alteración en el ápice o en las paredes del conducto gracias a su diseño romo del extremo de la punta. (Mozo, 2014)

2.5.3.3 Características de las puntas IrriSafe

- Efectiva remoción del barrillo dentinario, microorganismos y tejido pulpar orgánico.
- Ayuda a potencializar la acción del irrigante y este agitación beneficia en llegar en zonas de mayor dificultad, especialmente en el tercio apical
- El diseño ayudara en la microcorriente acústica y la microcavitación del irrigante.
- Ofrece seguridad de malformaciones en la constricción apical y en las paredes del conducto radicular, por su diseño redondeado no cortante.
- En conductos curvos se puede pre curvar la punta (Acteon Medico- Dental Iberica, S.A.U. <http://www.es.acteongroup.com/pdf/Catalogos/InsertsIrrisafe.pdf>)

2.5.3.4 Puntas de activación IrriS de VDW

IrriS de VDW contribuye a una irrigación ultrasónica suave evitando daños a la dentina asegurando así una efectiva eliminación de barrillo dentinario por los efectos de microcorriente y microcavitación que ofrece la activación ultrasónica.

Las puntas IrriS posee una delicada estructura anatómicas de alambre liso convirtiéndose en una herramienta segura durante la activación, presentan dos tamaños disponibles de 21mm y 25mm.

2.5.4 Irrigación activada sónicamente

La activación con dispositivos sonicos tienen una frecuencia que va entre 1-10 kHz, son puntas que se caracterizan por su alta flexibilidad y su amplio desplazamiento dentro del conducto radicular mediante su función de oscilación. (Olivieri J. G., 2016)

Los primeros instrumentos con activación sónica empleaban limas metálicas que tenían el riesgo de causar una deformación a las paredes del conducto, por esa razón se crearon dispositivos sónicos que respeten la anatomía interna del conducto como es el EndoActivator y las puntas EDDY. (Li-Sha, 2009)

2.5.4.1 EndoActivator

El EndoActivator es un sistema de irrigación sónica de la casa comercial Dentsply, que se recomienda usarlo previo con la irrigación colocada en el conducto para poder introducir pasivamente las puntas que son a base de polímero no cortante, haciéndolas un dispositivo que brinda seguridad, provocando una vibración que con los movimientos verticales de entrada y salida va a ejercer un efecto hidrodinámico ayudando a optimizar una mejor limpieza del conducto radicular. (H. S. Topçuoğlu, 2014)

El EndoActivator genera vibraciones hasta 10.000 ciclos por 3 ciclos de 20 segundos, ayudando a remover residuos desinfectando el conducto radicular. Estas puntas de activación se usan con una pieza de mano inalámbrica, la cual brinda energía sónica

para poder oscilar haciendo que el irrigante dentro del conducto se agite por medio de la cavitación, removiendo con eficacia barrillo dentinario y biofilm. (Mancini, 2013)

2.5.4.2 Puntas EDDY

Las puntas EDDY de la casa comercial VDW, es un sistema de activación sónica que mediante sus puntas a base de poliamida las hacen más flexibles y seguras, evitando alteraciones en la superficie dentinaria. EDDY ofrece vibraciones en el irrigante en alta frecuencia de 6000 Hz con la ayuda de un scaler. (Donnermeyer, 2019)

El movimiento oscilatorio tiene una alta amplitud generando microturbulencias o microcorriente y transmisión acústica que ayudan en la desinfección microbiana. (Zeng C. e., 2018)

2.6. Comparaciones entre activación ultrasónica y sónica.

La activación ultrasónica va a presentar una menor frecuencia pero con vibraciones de mayor amplitud a diferencia de los dispositivos sónicos que presentan una mayor frecuencia pero con vibraciones con una amplitud menor. (Hülsmann, 1997)

En cuanto al movimiento oscilatorio del irrigante va a depender de la frecuencia que va a tener el dispositivo de activación, los ultrasónicos van desde los 20 a 50 KHz y los sónicos desde los 2 a 6 KHz. En cuanto a su eficacia de desinfección conjunto con el irrigante NaOCl al 5,25% se logró evidenciar buenos resultados en la remoción del tejido pulpar cuando se activaron con dispositivo sónicos y ultrasónico. Se pudo comprobar presencia de residuos pulpares en ambos sistemas de activación, a nivel general el sistema ultrasónico ha presentado mejores resultados en comparación con el sistema sónico, aunque a nivel del tercio apical las diferencias no fueron tan significativas (Carrasco & Caballero, 2014). En otro estudio donde se quería evaluar la

eficacia de remoción del barrillo dentinario usando quelante EDTA activandolo con energia sonica y ultrasonica, aunque produjo una diferencia significativa en comparación con la irrigación convencional o manual, si se observó un grado de erosión mayor presente en el sistema ultrasónico. (Carrasco & Caballero, 2014)

3. Metodología

3.1 Diseño de la investigación

Esta investigación es de tipo Experimental porque se requirió someter a los dientes de la muestra a diferentes procedimientos y técnicas, con el fin de poder simular a las condiciones in vivo durante la terapia habitual de endodoncia.

Descriptivo porque se describe los procedimientos que van a hacer usados para la eliminación del barrillo dentinario. Además, es un estudio comparativo ya que se compararon dos tipos de quelantes y dos técnicas de irrigación: la irrigación ultrasónica pasiva y un dispositivo sónico como son las puntas EDDY.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 Población

La población esta constituida por piezas dentales extraídos por razones periodontales u ortodónticas, donados por ciertos consultorios privados de la ciudad de Quito y Guayaquil.

3.2.2 Muestra

Una muestra de cuarenta y cinco premolares mandibulares o maxilares uni radiculares humanos extraídos fueron incluidas en este estudio (Fig 1), se realizaron dos radiografías digitales por

pieza que fueron tomadas en dirección bucolingual y dirección mesio-distal para verificar la anatomía del conducto radicular con un solo conducto radicular central (Fig 2). Los dientes fueron almacenados en solución de NaOCl al 0.01% hasta su uso.

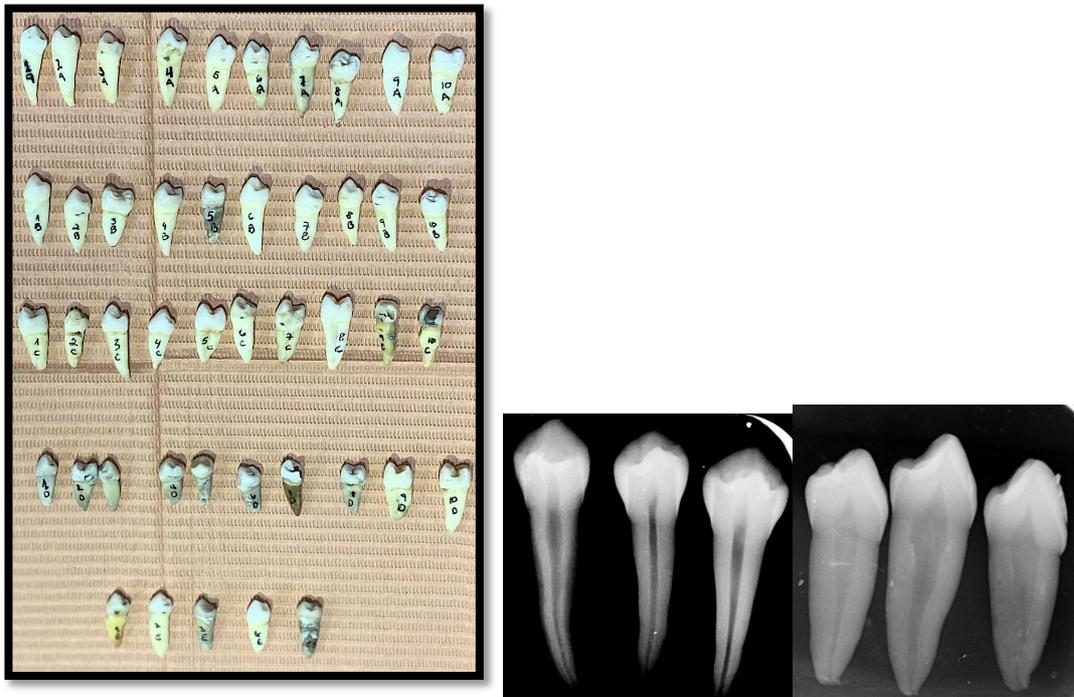


Fig 1 Muestra 45 premolares mandibulares o maxilares uni radicales humanos

Fig 2. Radiografías digitales por pieza que fueron tomadas: a) dirección bucolingual.
b) dirección mesio-distal

3.2.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Dientes permanentes
- Vértices intactos
- No debe tener restauraciones extensas
- Ápice maduro
- Tener un solo conducto

3.2.4 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Piezas con tratamiento de conducto previo
- Curvatura del canal entre 20 y 40 grados
- Piezas con ápices abiertos
- Grietas o líneas de fracturas.
- Caries radiculares
- Conducto atrésicos o calcificados
- Piezas que no sean premolares

3.3 Definición y operalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO	CLASIFICACIÓN	INDICADOR CATEGÓRICO	ESCALA DE MEDICIÓN
Tipo de quelante	Un quelante es un producto químico que forma complejos con iones de metales pesados. Esta sustancia se utiliza en endodoncia para limpiar y remover el barrillo dentinario, lubricando y reduciendo el riesgo de fracaso en tratamientos	Independiente	Cualitativa nominal	Edta 17% Ac. Cítrico 10%	1 2
Sistema de Activación del irrigante	Son sistemas que mejoran el flujo y distribución dentro del sistema de conductos radiculares fundamentalmente en el tercio apical, el uso de	Independiente	Cualitativa nominal	Irrigación ultrasónica pasiva EDDY	1 2

	<p>dispositivos sónicos y ultrasónicos ayudan al desbridamiento eficaz en zonas inaccesibles en la conformación, en presencia de itsmos, y anatomías complejas logrado por la cavitación y transmisión acústica que nos brindan estos dispositivos.</p>				
<p>Remoción del Barrillo dentinario</p>	<p>La capa de barrillo dentinario está formada por materiales orgánicos y sustancias inorgánicas incluidos fragmentos de procesos odontoblásticos, microorganismos y materiales necróticos. La remoción aumentara la permeabilidad mejorando el proceso de limpieza del conducto mediante el uso de soluciones de irrigantes.</p>	<p>Dependiente</p>	<p>Cuanlitativa ordinal</p>	<p>La limpieza se evaluó de acuerdo con una puntuación de 5, índice codificado por Hulsmann:</p> <p>Sin capa de frotis, orificio de túbulos dentinarios abiertos.</p> <p>Pequeña cantidad de capa de frotis, algo de los túbulos dentinarios abiertos</p> <p>Homogénea capa de frotis que cubre la pared del conducto radicular, solo unos pocos túbulos</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p>

				dentenarios abiertos.	
				Toda la pared del conducto radicular cubierta con una capa homogénea capa de frotois, sin túbulos dentenarios abiertos.	4
				Una capa gruesa y homogénea que cubre toda la pared del conducto radicular.	5

3.4 Materiales

1. Dientes donados
2. Micromotor de baja velocidad (NSK)
3. Turbina o pieza de mano de alta velocidad
4. Motor endodóntico X Smart Plus (Dentsply Maillefer)
5. Scaler
6. EDTA al 17%
7. Hipoclorito de sodio al 5,25%
8. Ac. Cítrico al 10%
9. Suero fisiológico
10. Fresa Endo Z
11. Fresa de diamante redonda pequeña y mediana
12. Regla milimetrada

13. Explorador endodontico
14. Cucharilla
15. Rayos X
16. Placa de fósforo
17. Gasas
18. Agujas de irrigación NaviTip (Ultradent)
19. Puntas capillary (Ultradent)
20. Cera rosada
21. Hoja de bisturí
22. Frascos donde se colocarán las muestras cuando se estén preparando (rotuladas)
23. Limas de primera serie K # 15, 20 (Denstply Maillefer)
24. Limas de Preserie K # 10 (Denstply Maillefer)
25. Disco de diamante
26. Puntas Eddy
27. Ultrasonido NSK
28. Puntas Irri S de VDW para ultrasonido 25mm
29. Vasos desechables
30. Limas Wave One Gold primary 25/07
- 24.- Microscopio electrónico de barrido

3.5. Procedimiento

3.5.1 Desinfección de los dientes

La muestra de dientes fueron colocada en hipoclorito de sodio al 5,25% para desinfectar, luego con una cureta periodontal se removió cualquier presencia de cálculo dental en su superficie (Fig 3) y luego fueron colocadas en unos frascos con suero fisiológico hasta el inicio de la parte experimental.



Figura 3. Remoción de cálculo dental con cureta periodontal

3.5.2 Preparación del conducto radicular

Las preparaciones del conducto radicular fueron realizadas por el mismo operador. Después de la preparación de la cavidad de acceso con una fresa mediana redonda, fue introducido una lima K 10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) para verificar la permeabilidad del conducto radicular.

3.5.3 Reducción de las coronas

Las cúspides de referencia se redujeron con un disco de diamante hasta que la longitud de cada diente era de 15 mm, usando una regla milimetrada (Fig 4).



Figura 4. Corte coronal con disco diamante

3.5.4 Determinación de longitud de trabajo

La longitud de trabajo (LT) se estableció en 14 mm (1 mm más corto del agujero apical) registrada con una lima K # 10 (Fig 5) y se determinó cuando la punta del instrumento era visible en el agujero apical.

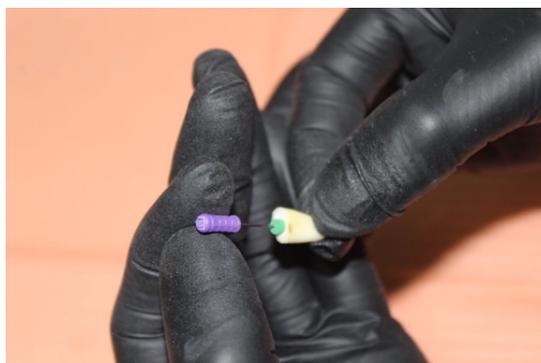


Figura 5. Patentización

3.5.5 Conformación mecánica de la muestra

Para estandarizar la conformación apical, el canal fue instrumentado manualmente a la longitud de trabajo usando una lima K de tamaño # 15 y #20 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) seguido por los instrumentos de NiTi recíprocante Wave One Gold Primary tip size 25.07 taper; (WOG; Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) utilizando motor X-Smart Plus (XSM, Dentsply Maillefer) según las especificaciones del fabricante con tres picoteos hasta llegar a la longitud de trabajo (Fig 6). Durante la instrumentación, cada instrumento se usó para dar forma a solo 4 muestras.



Figura 6. Instrumentación de conducto

3.5.6 Irrigación

Durante la instrumentación todos los conductos radiculares se irrigaron con 2,5 ml de hipoclorito de sodio al 5,25% con una aguja de irrigación 27 g con salida lateral a 2mm de LT (Endo-Eze, Ultradent, South Jordan, UT, EE. UU.) (Fig 7)



Figura 7. Irrigación con aguja Endo-Eze

3.5.7 División de los grupos experimental

Los dientes se dividieron aleatoriamente en cuatro grupos experimentales (n = 10):

Grupo A: Activación ultrasónica pasiva (PUI) usando EDTA al 17%, Grupo B: Activación ultrasónica pasiva usando Ac. Cítrico al 10%, Grupo C: EDDY (ED) usando EDTA al 17%, Grupo D: EDDY (ED) usando Ac. Cítrico al 10% y un grupo de control con irrigación sin activación (n = 5)

Durante la instrumentación se irrigo con Hipoclorito de Sodio al 5,25%. Una vez terminada la instrumentación, los conductos se irrigan de acuerdo con el protocolo final de irrigación de cada conducto como se detalla a continuación.

Grupo A: (PUI/EDTA17%) 2,5ml de Hipoclorito de sodio 5.25%, luego irrigamos 2,5ml de solución salina, secamos el conducto con puntas capillary posterior a esto irrigamos con 2,5ml de EDTA al 17% (Eufar, Colombia) el cual se dejó al interior del conducto durante 1 minuto activado con punta ultrasónicas Irri S size 25 (VDW-Ultra device; VDW; setting 30% resulting in about 30 kHz) accionado por un dispositivo ultrasónico (NSK, Varios 370; Tochigi, Japón) durante 3 ciclos de 20 segundos a 2mm de la longitud de trabajo (Fig 8) antes de enjuagarse nuevamente con 2,5ml de solución salina, y finalmente se irrigo con 2,5 ml de Hipoclorito de

sodio 5.25% el cual se activó nuevamente con el mismo sistema durante 3 ciclos de 20 segundos a 2 mm de la longitud de trabajo y se seca el conducto con conos de papel.

Grupo B: (EDDY/Edta17%) : 2,5ml de Hipoclorito de sodio 5.25% y luego irrigamos 2,5 ml de solución salina, secamos el conducto con puntas capillary posterior a esto irrigamos 2,5ml de EDTA al 17% (Eufar, Colombia) y se dejó actuar en el conducto durante 1 minuto mientras era activado con puntas Eddy a 6000 Hz tamaño 25.04 (VDW) conducido por un scaler de aire sónico (NSK; AS2000; Japon) durante 3 ciclos de 20 segundos a 2mm de la longitud de trabajo (Fig 8) antes de enjuagarse nuevamente con 2,5 ml de solución salina, finalmente se irrigó con 2,5 ml de Hipoclorito de sodio 5.25% el cual se activó nuevamente con el mismo sistema durante 3 ciclos de 20 segundos a 2 mm de la longitud de trabajo y se seca el conducto con conos de papel.

Grupo C: (PUI/AC10%) 2,5ml de Hipoclorito de sodio 5.25%, luego irrigamos 2,5ml de solución salina, secamos el conducto con puntas capillary posterior a esto irrigamos 2,5ml de Ac. Citrico al 10% y se dejó actuar en el conducto durante 1 minuto mientras era activado con punta ultrasónicas Irri S size 25 (VDW-Ultra device; VDW; setting 30% resulting in about 30 kHz) accionado por un dispositivo ultrasónico (NSK, Varios 370; Tochigi, Japón) durante 3 ciclos de 20 segundos a 2mm de la longitud de trabajo antes de enjuagarse nuevamente con 2,5ml de solución salina , finalmente se irrigó con 2,5 ml de Hipoclorito de sodio 5.25% el cual se activó nuevamente con el mismo sistema durante 3 ciclos de 20 segundos a 2 mm de la longitud de trabajo y se seca el conducto con conos de papel.

Grupo D: (EDDY/AC10%): 2,5ml de Hipoclorito de sodio 5.25% y luego irrigamos 2,5 ml de solución salina, secamos el conducto con puntas capillary posterior a esto irrigamos 2,5ml de

Ac. Citrico al 10% y se dejó actuar en el conducto durante 1 minuto activado con puntas Eddy a 6000 Hz tamaño 25.04 (VDW) conducido por un scaler de aire sónico (NSK;AS2000;Japon) durante 3 ciclos de 20 segundos a 2mm de la longitud de trabajo antes de enjuagarse nuevamente con 2,5 ml de solución salina, finalmente se irrigó 2,5 ml de hipoclorito de sodio 5.25% el cual se activó nuevamente con el mismo sistema durante 3 ciclos de 20 segundos a 2 mm de la longitud de trabajo y se seca el conducto con conos de papel.

Grupo E: (Grupo Control) no se realizó ningún procedimiento solamente el uso de Hipoclorito de sodio durante la instrumentación y al final se irrigó con 2,5 ml de Solución Salina, para el posterior secado con conos de papel.

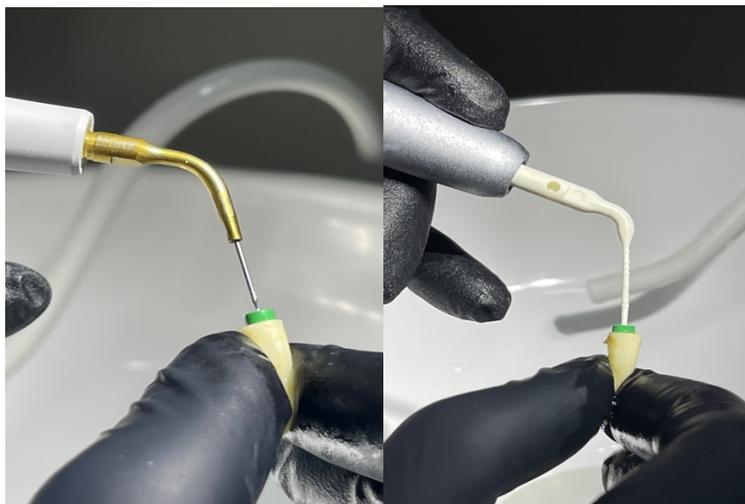


Figura 8. Activación del irrigante. a) Punta ultrasónica Irri S (VDW), b) Punta EDDY

3.5.8 Seccionamiento de muestras previo análisis en MEB

La microscopía electrónica de barrido de emisión de campo se utiliza para evaluar la eliminación de la capa de barrillo dentinario de los conductos radiculares instrumentados.

Previo al análisis se colocó cera rosada en el extremo coronal y apical para evitar ingreso de residuos en el interior del conducto. Posteriormente se prepararon dos surcos longitudinales en vestibular y la superficie lingual de cada diente para facilitar la fractura en mitades, mediante el uso de un disco de diamante sin penetrar el conducto bajo un microscopio óptico (Fig 9). Finalmente, las raíces se dividieron en mitades con una espátula de lecron en el conducto radicular para limitar los fragmentos de dientes cubriendo las paredes del canal endodóntico. Para cada raíz, la mitad que contenía la parte más visible de la pared endodóntica y presentaba menos alteración en su zona apical fue conservada y codificada (Fig 9). Luego con una sonda periodontal (Carolina del Norte, Hu-Friedy) se midió en 4 mm apicales una vez medido los 4 mm se marcó y las muestras fueron almacenadas en recipientes esterilizadas debidamente rotuladas para su posterior análisis microscópico.

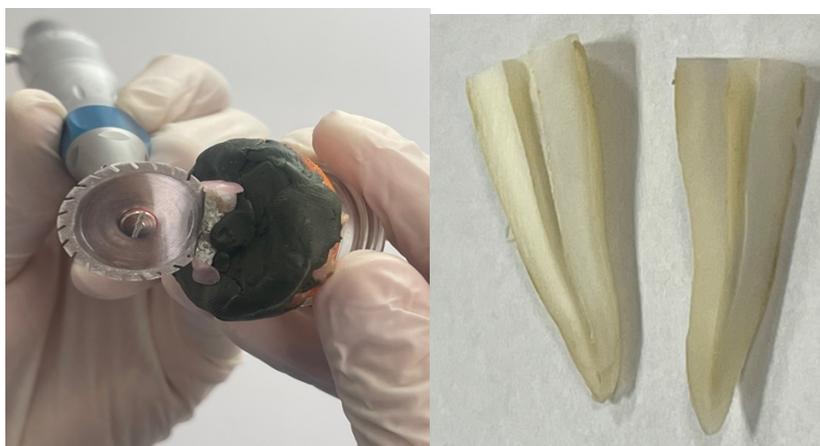


Figura 9. a) Corte longitudinal de la raíz, b) Raíces seccionadas

3.5.9 Evaluación de Microscopio Electrónico de Barrido.

Para la observación de los túbulos dentinarios en microscopia electrónica de barrido es necesario que la muestra no tenga humedad, ya que podría dar una distorsión en las fotografías. Las muestras codificadas se deshidrataron en concentraciones ascendentes de alcohol etílico 30% al 90% durante diez minutos y 100% por treinta minutos. Como etapa final de la deshidratación se colocó en un desecador por congelación marca JEOL modelo JFD 300 durante al menos 24 horas, montado en soportes metálicos donde se colocaron adhesivos de carbono de doble cara permitiendo que la muestra no tenga movimiento. (Fig 10)



Figura 10. Desecador por congelación

La muestra fue recubierta con un material conductor para que ayude en su observación en el SEM. En estas muestras se utilizó un evaporizador donde fueron bañadas en oro marca JEOL modelo JF-12000 por 90 segundos con una capa de espesor aproximado de 20 nm para su posterior análisis en microscopio electrónico de barrido (Fig 11).

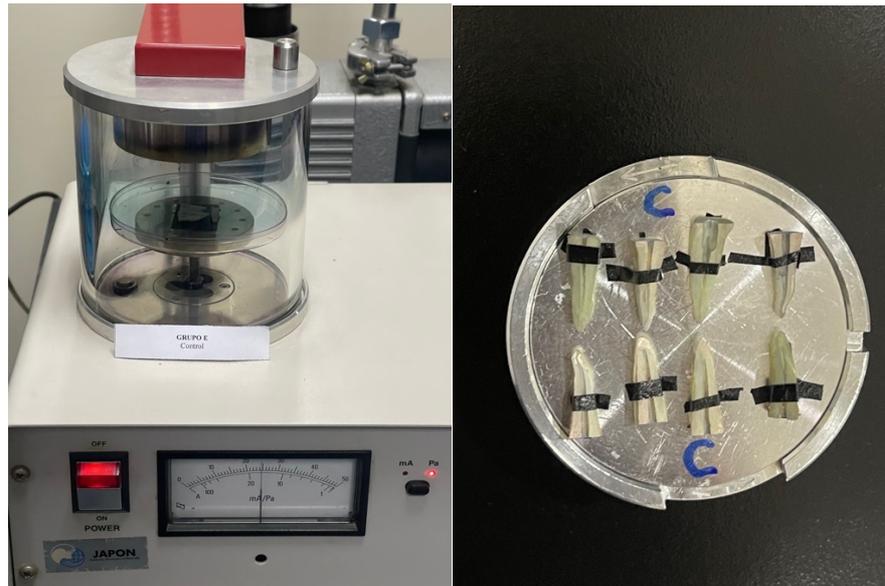


Figura 11. a) Cubridor de muestras, b) Recubrimiento con oro

Una vez terminado el montaje, las muestras fueron introducidas en el microscopio electrónico de barrido marca JEOL marca JSM- IT 300 en grupos de ocho y fueron observadas con un voltaje de 20kV (Fig 12) bajo la dirección de la Ing. Krutskaya Yopez, Técnico del laboratorio de ingeniería de materiales de la Universidad San Francisco de Quito (USFQ)



Figura 12. Microscopio electrónico de barrido

3.6 Manejo de Datos

Las fotografías obtenidas en el análisis microscópico se magnificaron en 2000X en el tercio apical y los túbulos dentinarios abiertos fueron analizados en fotografías por tres observadores especialistas en endodoncia de la Universidad San Francisco de Quito quienes desconocían el grupo experimental que pertenecían. Los observadores registraron en un parámetro de puntuaciones de acuerdo con el grado de presencia de barrillo dentinario explicado anteriormente en la definición y operacionalización de las variables. En caso de un desacuerdo en la puntuación entre los tres observadores estaba la opción de buscar un cuarto observador

3.6.1 Parámetro de puntuación

La limpieza se evaluó de acuerdo con una puntuación de 5, índice codificado por Hulsmann , que midió presencia, cantidad y distribución de la capa de frotis de la siguiente manera:

Puntuación 1= Sin capa de frotis, orificio de túbulos dentinarios abiertos.

Puntuación 2= Pequeña cantidad de capa de frotis, algo de los túbulos dentinarios abiertos

Puntuación 3= Homogénea capa de frotis que cubre la pared del conducto radicular, solo unos pocos túbulos dentinarios abiertos.

Puntuación 4= Toda la pared del conducto radicular cubierta con una capa homogénea capa de frotis, sin túbulos dentinarios abiertos.

Puntuación 5= Una capa gruesa y homogénea que cubre toda la pared del conducto radicular.
(Hülsmann, 1997)

La puntuación obtenida fue registrada en una tabla de recolección de datos de las muestras, donde posteriormente se evaluó por la parte estadística.

4.- RESULTADOS

Se utilizó el programa SPSS versión 26 en español, para el procesamiento de la información. Los puntajes obtenidos mediante las valoraciones de los expertos fueron medidas en una escala del 1 (muy limpio) y 5 (Muy sucio) y analizadas con un resumen descriptivo y gráfico de los diferentes grupos de estudio. Se llevó a cabo el contraste de la hipótesis de investigación mediante una prueba de multivariada, con previo análisis de distribución de los datos. Todas las pruebas presentadas se hicieron con el nivel de significancia del 5%.

La tabla 1, muestra los resultados obtenidos para cada grupo. En el grupo A se utilizó el Quelante EDTA 17% con el sistema de activación PUI, mostrando un total de 26 puntos exhibiendo la mayor dispersión entre las valoraciones recibidas de los expertos (2.6 ± 1.26), y el rango de dichos puntajes estuvo entre (1;5). Para el grupo B se utilizó el mismo Quelante, pero con el sistema de activación fue EDDY, obteniendo un total de 18 puntos mostrando poca dispersión (1.8 ± 0.79), con un rango entre 1 y 3. Para los grupos donde se utilizó el Quelante AC CITRICO 10% se encontró que el grupo C con sistema de activación PUI exhibió el mayor puntaje de todo el experimento con un total de 30 puntos, mostrando poca variabilidad (3 ± 0.82) sin embargo obtuvo puntajes entre 2 y 5. El grupo D con Ac. Cítrico usando el sistema de activación EDDY recibió el menor puntaje de todo el experimento con un total de 17 puntos, con poca variabilidad (1.7 ± 0.95) y un rango de valoraciones entre 1 y 3. En el grupo control solo se evaluaron 5 piezas dentales entre las cuales se obtuvo un puntaje total de 22 igual mostró poca variabilidad (4.4 ± 0.89), y el rango estuvo entre 3 a 5 puntos.

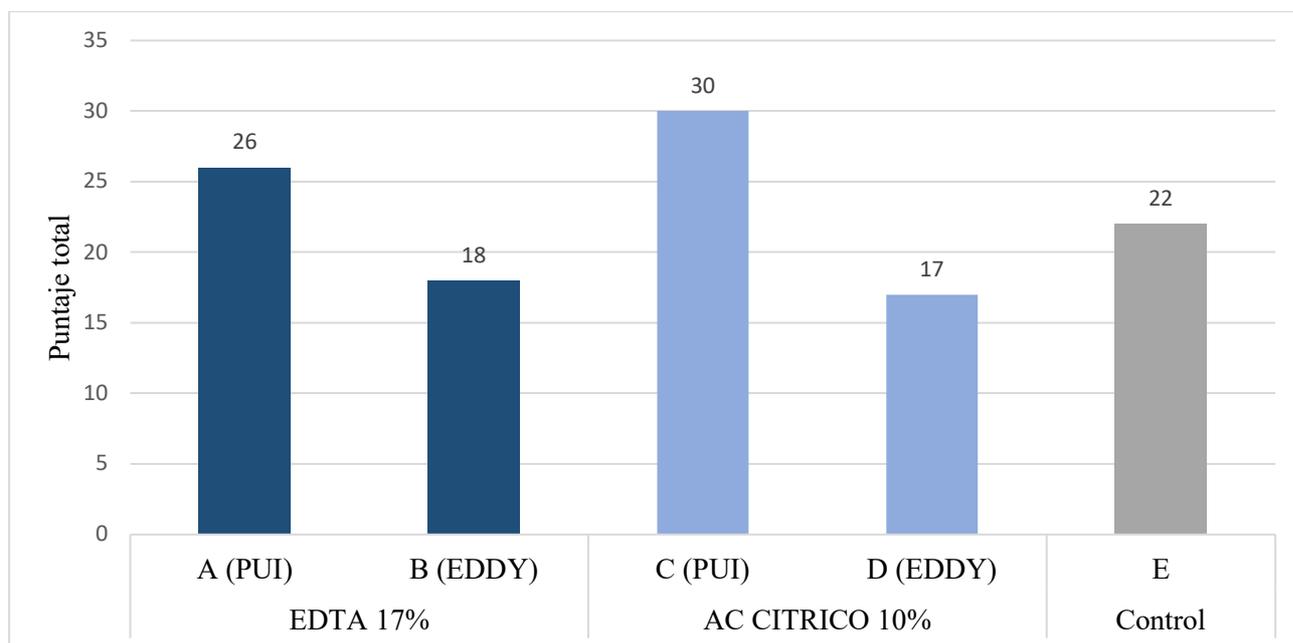
Tabla 1. Resumen descriptivo de los puntajes obtenidos en cada grupo

Quelante	Grupo	N	Total	Media	DE	Mínimo	Máximo
EDTA 17%	A (PUI)	10	26	2,6	1,26	1	5
	B (EDDY)	10	18	1,8	0,79	1	3
AC CITRICO 10%	C (PUI)	10	30	3	0,82	2	5
	D (EDDY)	10	17	1,7	0,95	1	3
Control	E	5	22	4,4	0,89	3	5

DE: Desviación estándar

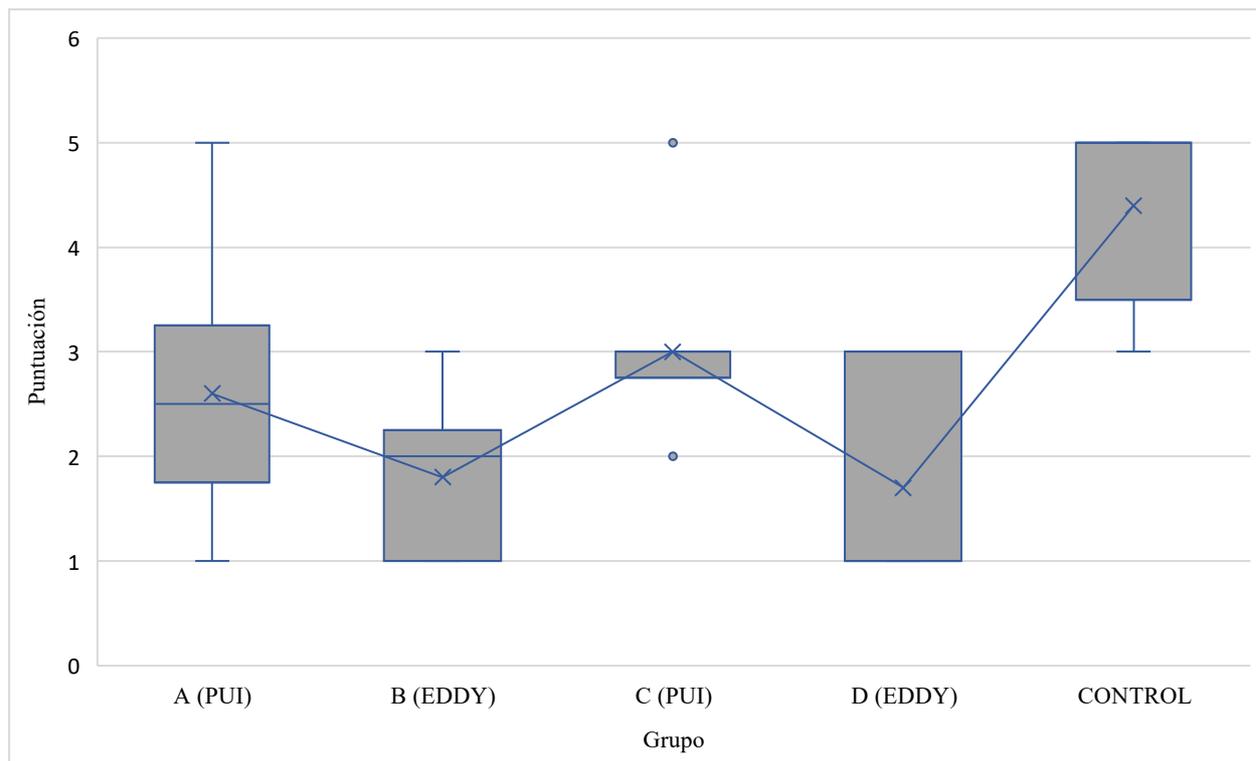
De la figura 13, se visualizan los puntajes totales obtenidos para cada grupo. Se puede observar que el sistema de activación EDDY ha obtenido los puntajes más bajos del experimento con una diferencia de 8 puntos con respecto de PUI con el quelante EDTA 17% y una diferencia con PUI de 13 para el quelante AC CITRICO 10%. De igual forma se observa que el grupo control obtuvo un puntaje total elevado si se considera que solo hubo mediciones para 5 piezas.

Figura 13. Gráfico de barras de los puntajes obtenidos en cada grupo



Con la figura 14, se visualiza una comparación de la distribución de los puntajes obtenidos en cada grupo, donde además de observar la dispersión y valores máximos y mínimos analizados en la tabla 1, se observan los puntajes promedio de cada grupo. El grupo control tuvo el promedio más elevado de 4,4 puntos con valores más cercanos a Sucio y Muy sucio y el grupo con menor puntaje promedio fue el grupo D (EDDY) con 1.7 puntos mas cercano a limpio y muy limpio, seguido del grupo B (EDDY) con un promedio de 1.8 puntos

Figura 14. Diagrama de Caja para las puntuaciones individuales obtenidas en cada grupo



Previo al contraste de la investigación se llevó a cabo una prueba de normalidad de las puntuaciones obtenidas, cuya hipótesis fue:

Ho: Las puntuaciones asignadas de los expertos siguen una distribución normal

H1: Las puntuaciones asignadas de los expertos no siguen una distribución normal

El resultado de la prueba utilizando el estadístico Shapiro-Wilk (muestra menor a 50), ha sido significativo para los grupos B, C, D y Control ya que todos los p-valor son menores que 5% como se puede observar en la tabla 2. El grupo A obtuvo un p-valor mayor que 0.05, no obstante, se decide hacer el contraste de la hipótesis de investigación con la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, ya que la mayoría de las observaciones no siguen una distribución normal.

Tabla 2. Prueba de normalidad para los grupos con Shapiro-Wilk

Quelante	Grupo (Sistema de Activación)	Estadístico	gl	p-valor
ETDA 17%	Grupo A (PUI)	0,930	10	0,445
	Grupo B (EDDY)	0,820	10	0,025
AC CITRICO 10%	Grupo C (PUI)	0,700	10	0,001
	Grupo D (EDDY)	0,686	10	0,001
CONTROL	Grupo control	0,771	5	0,046

Nota: nivel de significancia 5%, gl: grados de libertad

Con los resultados de la tabla 3, se afirma que existen diferencias significativas entre los puntajes obtenidos en los quelantes EDTA 17% y AC CITRICO 10% y el grupo Control ($p\text{-valor} = 0.001 < 0.05$). Por tal motivo se realizan pruebas entre los 5 grupos para observar si existen diferencias y entre cuales grupos se encuentran tales diferencias.

Tabla 3. Prueba de Kruskal-Wallis entre los Quelantes y el grupo Control

Quelante	Grupos	N	Rango promedio	H de Kruskal-Wallis	P-valor
ETDA 17%	A (PUI)	10	23,95	18,843	0,001
	B (EDDY)	10	15,70		
AC CITRICO 10%	C (PUI)	10	29,15		
	D (EDDY)	10	14,80		
Control	E	5	39,80		
Total		45			

Nota: nivel de significancia 5%

A continuación, se muestran los resultados de las comparaciones múltiples por pares entre los 5 grupos, utilizando el estadístico no paramétrico U de Mann-Whitney para muestras independientes. Dicho estadístico permite contrastar si existen diferencias entre los grupos tomando de dos en dos.

Tabla 4. Comparaciones múltiples con U de Mann-Whitney

Grupo	U de Mann-Whitney	p- valor
A – B	31,00	0,1336
A – C	38,00	0,3278
A - D	29,00	0,0948
A - E	6,50*	0,0203
B - C	15,00*	0,0047
B - D	45,00	0,6811
B - E	1,00*	0,0026
C - D	17,50*	0,0076
C - E	7,00*	0,0156
D - E	1,50*	0,0026

Nota: *significativo al 5%. A: ETDA 17% y PUI, B: ETDA 17% y EDDY, C: AC CITRICO 10% y PUI, D: AC CITRICO 10% y EDDY, E: Grupo control

De la tabla 4, se observaron diferencias significativas entre el grupo A y el grupo E (p-valor = 0.0203), entre el grupo B y el C (p-valor = 0.0047), entre el grupo B y E (p-valor = 0.0026), entre el grupo C y D (p-valor = 0.0076), entre el grupo C y E (p-valor = 0.0156) y entre el grupo D y E (p-valor = 0.0026).

De los resultados obtenidos se observó que en general todos los grupos que fueron tratados con algún quelante y sistema de activación mostraron diferencias significativas con

respecto del grupo control. Además, a pesar de que los puntajes totales entre el grupo A y B tuvieron una diferencia de 8 puntos no hubo diferencias significativas entre ellos, es decir para el Quelante EDTA 17% los sistemas de activación PUI y EDDY han mostrado una limpieza similar, sin embargo, se recomienda utilizar como primera opción el sistema EDDY que obtuvo un menor puntaje. Para el quelante AC CITRICO 10% el grupo C y D si han mostrado diferencias significativas en la limpieza por lo que se recomienda utilizar el sistema EDDY de menor puntaje.

5.- DISCUSIÓN

Klynn et al. (2010) y Kuah et al. (2009) expresan la importancia de la irrigación para mejorar la eliminación de barrillo dentinario principalmente en el tercio apical posterior a la preparación del conducto radicular. Este barrillo dentinario formado por restos pulpaes, procesos odontoblasticos y microorganismos, se encuentra ubicado o depositado sobre las paredes del conducto radicular obliterando conductos laterales y accesorios, así como túbulos dentinarios donde pueden quedar alojadas bacterias o microorganismos residuales principalmente en casos de necrosis pulpar o tratamientos previos, por lo que su remoción es vital para poder garantizar una mayor tasa de éxito. Por este motivo, se busca un protocolo de irrigación que ayude a reducir en mayor cantidad este barrillo para evitar posibles reagudizaciones y/o fracasos posteriores al tratamiento endodóntico (Kuah, The effect of EDTA with and without ultrasonics on removal of the smear layer, 2009)

Aunque con la preparación mecánica del sistema de conductos radiculares se elimina la mayor cantidad de los desechos, la irrigación va a tener un rol importante en zonas donde el instrumento no puede llegar. El Hipoclorito de sodio en conjunto con un agente quelante van a ser indispensables para la remoción del barrillo dentinario. Eso lo manifiesta Kuah et al (2009) donde evaluó el EDTA en la irrigación final, presentando una buena efectividad de remoción

cuando se lo usa con hipoclorito, porque ni EDTA ni NaOCl son capaces de actuar solos en la desinfección total del conducto, la cual se ha demostrado que mejora ostensiblemente con el uso de activación ultrasónica en comparación con irrigación convencional pasiva (Kuah, 2009). Según la investigación de Prado et al (2011) comprobó la efectividad de diferentes sustancias como el EDTA, ácido cítrico y ácido fosfórico en la remoción del barrillo con diferentes periodos de tiempo, la cual comprobó que 30 segundos de acción el ácido fosfórico al 37% y ácido cítrico al 10% presentaron mayor eficacia en comparación con el EDTA al 17% en todos los tercios. En 1 minuto de tiempo de acción dentro del conducto radicular el ácido fosfórico continuó presentando los resultados de eficacia más altos en comparación del ácido cítrico y EDTA en todos sus tercios. Sin embargo, en cuanto la acción de la misma solución en diferentes tercios, el EDTA mostro mejor actividad en el tercio cervical que en el tercio medio y apical mientras que ácido cítrico demostró igualmente una mayor eficacia en el tercio cervical y medio que en el tercio apical.

De acuerdo con lo anterior se puede concluir que el tercio apical es la zona más compleja de lograr la limpieza. No obstante, en el estudio de Prado la solución de ácido fosfórico al 37% fue la más efectiva seguida del ácido cítrico y EDTA para el tercio apical. Sin embargo, el uso de ácido fosfórico al 37% mostro alta tasa de erosión dentinal relacionada con el tiempo de exposición (Prado M. , 2011) por lo que no se recomienda su uso. En otro estudio elaborado en el 2017 donde evaluaron la eficacia de los quelantes EDTA 17% y Acido cítrico al 10% promovieron tasas similares de remoción en el tercio cervical y medio, por lo que su comportamiento es similar en ambos quelantes y esta relacionado con su principio de acción. Pero lo que respecta al tercio apical no se observó diferencias significativas y este hallazgo podría deberse a la constricción acentuada que dificulta el flujo del irrigante a esta zona comprometiendo su desinfección. (Machado, 2017)

Estos estudios previos concuerdan con la actual investigación, donde los quelantes evaluados EDTA al 17% en comparación con ácido cítrico al 10% muestran valores similares en la remoción del barrillo dentinario en el tercio apical y no tienen diferencia significativa.

Según la investigación de Olivieri et al (2016) donde evaluó diferentes protocolos de irrigación, el ácido cítrico presento una eliminación más eficaz de barrillo dentinario en el tercio apical y medio que el EDTA al 17%. Por otra parte, pudieron concluir que las diferencias significativas ocurrieron solo si se combinan con activación dinámica manual, y que una reducción de la concentración del ácido cítrico al 5% no disminuye la eliminación del barrillo dentinario comparándolo con concentraciones mas altas. (Olivieri J. G., 2016)

Muchos autores recomiendan el uso de la activación del irrigante porque muestran mejores resultados en la remoción de barrillo dentinario y residuos en comparación a la irrigación convencional. Por lo que en este estudio se evaluó tanto la activación ultrasónica como la sónica usando las puntas EDDY para comprobar cual dispositivo es mas eficaz en la remoción del barrillo dentinario. Por ejemplo, en un estudio realizado por Haupt et al. en el 2019 donde evaluaron diferentes técnicas de activación del irrigante en cuanto a la remoción del barrillo dentinario, se encontró que aparte de la irrigación convencional con jeringa y el grupo control, la mayoría de las muestras presentaban paredes limpias del conducto radicular con un alto porcentaje de puntuaciones de 1 y 2. En ese estudio el EndoActivator mostro una superficie más limpia de dentina del 87%, seguido por sistema EDDY con el 80%, y la irrigación ultrasónica pasiva con un 72.5% en comparación con la irrigación convencional con jeringa que obtuvo un 55% donde se pudo concluir que los sistemas de activación sónica presentaron una efectividad significativa al compararla con la irrigación convencional pero sin diferencia significativa con la irrigación ultrasónica pasiva, aunque ninguna técnica de activación fue capaz de eliminar completamente la capa de barrillo dentinario en conductos curvos. (Haupt, 2019)

En otro estudio realizado por Urban et al (2017) que tuvieron una metodología similar a la presente investigación o estudio, determinaron que la presencia de capa de barrillo dentinario fue mayor en apical si se lo comparaba con el tercio cervical y medio independientemente del método de activación. A su vez, concluyeron que el sistema de activación sónica EDDY tuvo una efectividad similar a la irrigación ultrasónica pasiva (PUI) mostrando puntajes significativos en la eliminación de barrillo dentinario con respecto a la irrigación convencional manual, lo que concuerda hasta cierto punto con los resultados del actual estudio. (Urban, 2017)

En otro estudio realizado por Rius et al (2020) donde evaluaban la cantidad de barrillo dentinario generado durante el uso de diferentes sistemas de activación dio como resultado que la activación ultrasónica generó significativamente la menor cantidad de barrillo dentinario en el tercio coronal. Tanto en el tercio medio como apical, la activación ultrasónica pasiva también mostró mejores resultados estadísticamente significativos que EDDY y EndoUltra; lo que no concuerda con los resultados del presente estudio, sin embargo, no hubo diferencia significativa en la presencia de barrillo dentinario en el tercio apical entre el sistema sónico Endoactivator y la activación ultrasónica pasiva. (Rius, 2020)

Plotino en el 2020 realizó una investigación donde evaluó la eficacia de la remoción de barrillo dentinario con una activación intraoperatoria durante y después de la instrumentación en comparación con activación convencional usando diferentes dispositivos. Como resultado, en el tercio apical se encontró que una activación durante todos los pasos del procedimiento era más eficaz que una activación convencional para eliminar el barrillo dentinario y desechos residuales. Sin embargo, los sistemas PUI (Irrigación ultrasónica pasiva) y EDDY demostraron tener una remoción más efectiva de barrillo dentinario en el tercio apical que el sistema EndoActivator. (Plotino, 2020)

De los resultados obtenidos en nuestro estudio se observó que en general todos los grupos que fueron tratados con algún quelante y sistema de activación mostraron diferencias significativas con respecto del grupo control. Sin embargo, ningún grupo experimental fue capaz de promover una limpieza total del conducto.

Kannan en el 2020 realizó un estudio para evaluar si los sistemas de activación pueden generar alguna posibilidad de formación de barrillo dentinario en el tercio apical del conducto radicular y basándose en un estudio previo donde se evaluó la erosión de la dentina por los sistema de activación donde se observó formación de la capa de barrillo dentinario incluso después de que el conducto fue irrigado sin haber sido sometido a ninguna instrumentación, lo que indico que esta formación se produjo durante el procedimiento de irrigación activada. La muestra fue cortada luego de la instrumentación y se hicieron 4 muescas en la pared bucal interna del conducto para estandarizar los sitios de observación donde fue limpiados en baño ultrasónicos y observado en SEM constituyendo así el grupo control. Los mismos que fueron sometidos a la irrigación final usando diferentes sistemas, la cual dio como resultado formación de barrillo dentinario en todos los grupos experimentales y en todos los niveles apicales. A 3 y 4 mm, todos los grupos experimentales tenían niveles significativamente altos en la formación del barrillo dentinario que el grupo control. A 2 mm, el grupo de activación con ultrasonido fue significativamente mayor que el del grupo control, y no hubo diferencias significativas entre los grupos EasyClean, EDDY y control. A 1 mm, no hubo diferencias significativas entre los grupos de EDDY y control, y los niveles de formación de barrillo dentinario en los grupos EasyClean y ultrasonido fueron significativamente más altos que el grupo control. Estos resultados pueden ayudar a explicar por qué ningún estudio en la literatura relacionada hasta la fecha ha informado una forma efectiva de eliminar completamente la capa de barrillo dentinario en el tercio apical. Esto apunta a que los sistemas de activación promueven la reducción del barrillo dentinario y al mismo tiempo contribuye a producirlo aunque en menor grado. EDDY

fue el sistema de activación que menos diferencia tuvo con el grupo control, lo que podría concluir que produce menos barrillo. (Kanaan, 2020)

Dichos resultados coinciden con nuestra investigación donde se puede observar que el sistema de activación EDDY ha obtenido los puntajes más bajos del experimento con una diferencia de 8 puntos con respecto de PUI con el quelante EDTA al 17% y una diferencia con PUI de 13 para el quelante Acido cítrico al 10% en el tercio apical.

CONCLUSIONES

- La comparación entre cuatro protocolos de irrigación donde se evaluó diferentes quelantes y sistemas de activación analizados mediante microscopia electrónica de barrillo dio como resultado que el grupo que presentó la mejor evaluación de nuestros expertos fue ácido cítrico al 10% con la activación del sistema EDDY (17 puntos) y el que presentó la peor evaluación de los grupos experimentales fue ácido cítrico con la activación del sistema PUI (30 puntos).
- El grupo control en la cual no se empleo ningún tipo de quelante y sistema de activación presentó una mayor presencia de barrillo dentinario en sus paredes, por lo cual se recomienda el uso de algún sistema de activación.
- No hubo una diferencia significativa entre los grupos de EDTA 17% independientemente del sistema de activación que se use teniendo una diferencia de 8 puntos entre ellos.
- El ácido cítrico 10% si se mostró diferencia significativa entre los 2 sistemas en la remoción del barrillo dentinario, donde el sistema EDDY presentó los mejores resultados teniendo una diferencia de 13 puntos entre ellos.

- En investigaciones previamente realizadas se ha mencionado que el uso de Hipoclorito de sodio acompañado de algún quelante, es esencial para eliminar la mayor cantidad de barrillo dentinario, si a esto le sumamos el uso de un sistema de activación aumenta su efectividad. Este trabajo concuerda con los estudios previos donde los grupos experimentales fueron por mucho más efectivos que el grupo control donde se irrigó únicamente con hipoclorito de sodio.
- El sistema EDDY ha presentado una mayor tasa de remoción de barrillo dentario por lo que se recomienda su uso.

7. Bibliografía

- Andrabi, S. M.-U.-N. (2014). Effect of passive ultrasonic irrigation and manual dynamic irrigation on smear layer removal from root canals in aclosed apex in vitro model. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*.
- Urban, K. (2017). Canal cleanliness using different irrigation activation systems: a SEMevaluation. *Clinic Oral Investigation* .
- Kato, A. S. (2016). Investigation of the Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation Versus Irrigation with Reciprocating Activation: An Environmental Scanning Electron Microscopic Study. *Journal of Endodontics*.
- Olivieri, J. G. (2016). Effect of manual dynamic activation with citric acid solutions in smear layer removal: A scanning electron microscopic evaluation. *Journal of Dental Sciences*.
- Prado, M. (2011). Scanning Electron Microscopic Investigation of the Effectiveness of Phosphoric Acid in Smear Layer Removal When Compared with EDTA and Citric Acid . *Journal of Endodontics* .
- Zeng, C. (2018). Antibacterial efficacy of an endodontic sonic-powered irrigation system: An in vitro study. *Journal of Dentistry*.
- Cohen. (2010). Limpieza y conformacion del sistema de conductos radicular. *Elsevier*.
- Mukhtar-Un-NisarAndrabi, S. (2014). Effect of passive ultrasonic irrigation and manual dynamic irrigation on smear layer removal from root canals in aclosed apex in vitro model. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*.
- Swanljung, O. (2018). Root Canal Irrigants and Medicaments in Endodontic Malpractice Cases: A Nationwide Longitudinal Observation. *Journal of Endodontics*.

- Verma, N. (2019). Effect of different concentrations of sodium hypochlorite on outcome of primary root canal treatment: a randomized controlled trial. *Journal of Endodontics*.
- Kuah, H.-G. (2009). The Effect of EDTA with and without Ultrasonics on Removal of the Smear Layer. *Journal of Endodontics*.
- Arias-Moliz, M. T. (2016). Effects of Dentin Debris on the Antimicrobial Properties of Sodium Hypochlorite and Etidronic Acid. *Journal of Endodontics* .
- Agreda, C. (2015). Effectiveness of edta and citric acid on removal smear layer of the root canal system. *Odous Científica*.
- ZEHNDER, M. (2011). Disinfection of the root canal system during root canal re-treatment. *ENDODONTIC TOPICS*.
- Jiménez-Chaves, V. (2013). "EVALUATION OF SEAR LAYER REMOVAL USING 10% CITRIC ACID AND RC-PREP SOLUTIONS AS IRRIGANTS A SCANNING ELECTRON MICROSCOPE STUDY IRRIGANTS A SCANNING ELECTRON MICROSCOPE STUDY IRRIGANTS A SCANNING ELECTRON MICROSCOPE STUDY. *Revista Científica Odontologica* .
- Machado, R. (2017). Evaluation of 17% EDTA and 10% citric acid in smear layer removal and tubular dentin sealer penetration. *Microscopy Research and Technique*.
- Prado, M. (2011). Scanning Electron Microscopic Investigation of the Effectiveness of Phosphoric Acid in Smear Layer Removal When Compared with EDTA and Citric Acid. *Journal of Endodontics*.
- Olivieri. (2016). Effect of manual dynamic activation with citric acid solutions in smear layer removal: A scanning electron microscopic evaluation. *Journal of Dental Sciences*.
- Caputi, P. E. (2019). Ultrasonic Irrigant Activation during Root Canal Treatment: A Systematic Review. *Journal of Endodontics* .
- Li-Sha. (2009). Review of Contemporary Irrigant Agitation Techniques and Devices. *Journal of Endodontics*.
- Chang, Z. (2018). Antibacterial efficacy of an endodontic sonic-powered irrigation system: An in vitro study. *Journal of Dentistry*.
- Sluis, L. W. (2007). Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *International Endodontic Journal*.
- Haupt, F. (2019). Effectiveness of different activated irrigation techniques on debris and smear layer removal from curved root canals: a SEM evaluation. *Australian Endodontic Journal* .
- Virdee, S. S. (2017). Efficacy of irrigant activation techniques in removing intracanal smear layer and debris from mature permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. *International Endodontic Journal*.

- Hülsmann, M. R. (1997). Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: A comparative SEM investigation . *Journal of Endodontics* .
- Carrasco, V. I., & Caballero, P. A. (2014). Sonic Versus Ultrasonic Activation of 10% EDTA for Smear Layer Removal in the Root Canal Apical Third. *International journal of odontostomatology* .
- Zeng, C. e. (2018). Antibacterial efficacy of an endodontic sonic-powered irrigation system: An in vitro study. *Journal of Dentistry*.
- Donnermeyer, D. (2019). Removal of Calcium Hydroxide from Artificial Grooves in Straight Root Canals: Sonic Activation Using EDDY Versus Passive Ultrasonic Irrigation and XPEndo Finisher. *Journal of Endodontics*.
- H. S. Topçuoğlu, S. D. (2014). Efficacy of different irrigation techniques in the removal of calcium hydroxide from a simulated internal root resorption cavity. *International Endodontic Journal* .
- Mancini, M. (2013). Smear Layer Removal and Canal Cleanliness Using Different Irrigation Systems (EndoActivator, EndoVac, and Passive Ultrasonic Irrigation): Field Emission Scanning Electron Microscopic Evaluation in an In Vitro Study. *Journal of Endodontics* .
- Manuele, M. (2013). Smear Layer Removal and Canal Cleanliness Using Different Irrigation Systems (EndoActivator, EndoVac, and Passive Ultrasonic Irrigation): Field Emission Scanning Electron Microscopic Evaluation in an In Vitro Study. *American Association of Endodontists*.
- Mozo, S. (2014). Effectiveness of passive ultrasonic irrigation in improving elimination of smear layer and opening dentinal tubules. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry* .
- Retsas, A. (2019). An update on ultrasonic irrigant activation. *ENDO EPT*.
- Plotino G PC, G. N. (2007). Ultrasonics in endodontics . *Journal of endodontics* .
- De - Deus G, P. S. (2006). Real-time atomic force microscopy of root dentine during demineralization when subjected to chelating agents. *INTERNATIONAL ENDODONTIC JOURNAL*.
- Saito, K. (2008). Effect of shortened irrigation times with 17% ethylene diamine tetra-acetic acid on smear layer removal alter rotary canal instrumentation . *Journal of endodontic* .
- Kuah, H.-G. (2009). The effect of EDTA with and without ultrasonics on removal of the smear layer. *Journal of endodontics* .
- Rius, L. (2020). Analysis of the smear layer generated by different activation systems: an in vitro study. *Clinical Oral Investigations*.
- Plotino, G. (2020). Evaluation of smear layer and debris removal by stepwise intraoperative activation (SIA) of sodium hypochlorite . *Clinical Oral Investigations*.
- Kanaan, C. G. (2020). Can Irrigant Agitation Lead to the formation of a Smear Layer? *Journal of Endodontics*.

- Sanabria. (2017). Comparison of the XP-Endo Finisher File System and Passive Ultrasonic Irrigation (PUI) on Smear Layer Removal after Root Canal Instrumentation Effectiveness of Two Irrigation Methods on Smear Layer Removal. *Journal of Dentistry and Oral Health*.
- Castagna. (2013). Effect of Passive Ultrasonic Instrumentation as a Final Irrigation Protocol on Debris and Smear Layer Removal—A SEM Analysis. *Microscopy Research and Technique*. .
- Haapasalo. (2014). Irrigation in endodontics. *British Dental Journal*.
- Duque. (2016). Comparative Effectiveness of New Mechanical Irrigant Agitating Devices for Debris Removal from the Canal and Isthmus of Mesial Roots of Mandibular Molars. *Journal of Endodontic*.
- Moura. (2003). Antimicrobial Activity of Different Concentrations of NaOCl and Chlorhexidine Using a Contact Test. *Brazilian Dental Journal* .
- Canalda. (2014). ENDODONCIA-Técnicas clínicas y bases científicas. En Canalda, *ENDODONCIA-Técnicas clínicas y bases científicas*. Barcelona-España: Elsevier España.
- Vasudev. (2016). Evaluation of the smear layer removal and descalcification effect of Qmix, maleic acid and EDTA on root canal dentine. *Journal Dentistry*.
- Violich. (2010). The Smear layer in endodontics-s review. *International Endodontics Journal*.
- Morago. (2016). Influence of Smear Layer on the Antimicrobial Activity of a Sodium Hypochlorite/Etidronic Acid Irrigation Solution in Infected Dentin. *Basic Research-Biology-Pubmed*.

8. ANEXOS

Anexo 1: Tabla de Recolección de datos

GRUPO A: EDTA 17% CON PUI

Diente	Observador 1 D.M	Observador 2 N.P	Observador 3 S.T	Observador 4 R.A	Puntuación final
A1	P4	P4	P5	P4	P4
A2	P1	P1	P1	P1	P1
A3	P5	P5	P5	P5	P5
A4	P2	P1	P2	P1	P2
A5	P2	P1	P2	P1	P2
A6	P2	P1	P2	P2	P2
A7	P4	P3	P3	P3	P3
A8	P1	P2	P1	P1	P1

A9	P3	P3	P3	P3	P3
A10	P3	P2	P3	P2	P3

26

GRUPO B: EDTA 17% MAS EDDY

Diente	Observador 1 D.M	Observador 2 N.P	Observador 3 S.T	Observador 4 R.A	Puntuación final
B1	P1	P2	P2	P1	P2
B2	P3	P3	P3	P5	P3
B3	P3	P2	P2	P2	P2
B4	P1	P1	P1	P1	P1
B5	P2	P1	P1	P1	P1
B6	P2	P1	P1	P1	P1
B7	P3	P3	P4	P2	P3
B8	P1	P1	P1	P1	P1
B9	P3	P2	P2	P1	P2
B10	P2	P2	P1	P1	P2

18

GRUPO C: AC CITRICO 10% MAS PUI

Diente	Observador 1 D.M	Observador 2 N.P	Observador 3 S.T	Observador 4 R. A	Puntuación final
C1	P3	P3	P3	P2	P3
C2	P3	P3	P2	P3	P3
C3	P3	P3	P4	P3	P3
C4	P3	P3	P4	P2	P3
C5	P2	P3	P3	P3	P3
C6	P3	P2	P3	P3	P3
C7	P2	P2	P2	P2	P2
C8	P2	P2	P3	P2	P2
C9	P5	P5	P5	P4	P5
C10	P4	P3	P3	P3	P3

30

GRUPO D: AC CITRICO 10% MAS EDDY

Diente	Observador 1 D.M	Observador 2 N.P	Observador 3 S.T	Observador 4 R. A	Puntuación final
D1	P1	P1	P1	P1	P1
D2	P4	P2	P3	P3	P3
D3	P1	P1	P1	P1	P1
D4	P2	P1	P1	P2	P1
D5	P2	P2	P2	P2	P2
D6	P1	P1	P2	P1	P1
D7	P2	P3	P3	P2	P3
D8	P1	P1	P1	P1	P1
D9	P1	P1	P1	P1	P1
D10	P3	P2	P3	P1	P3

17

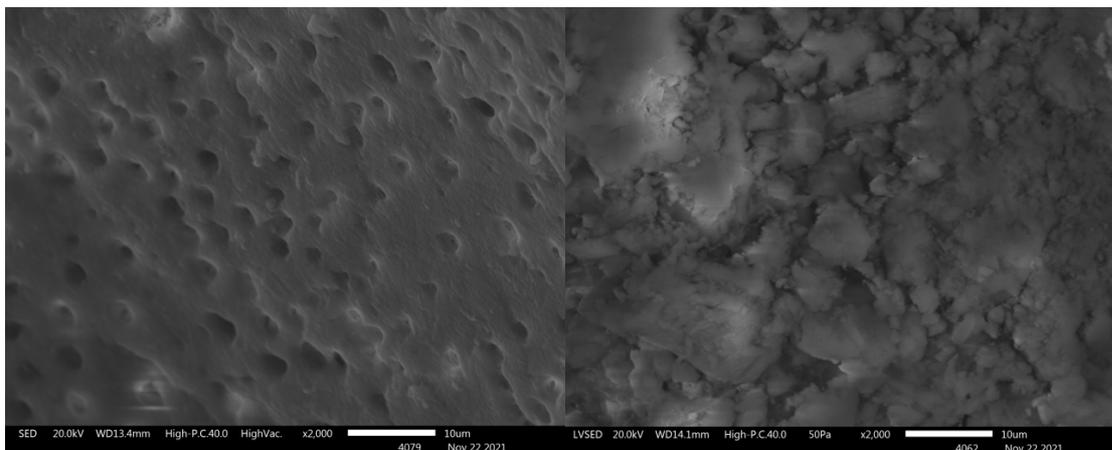
GRUPO E: GRUPO CONTROL

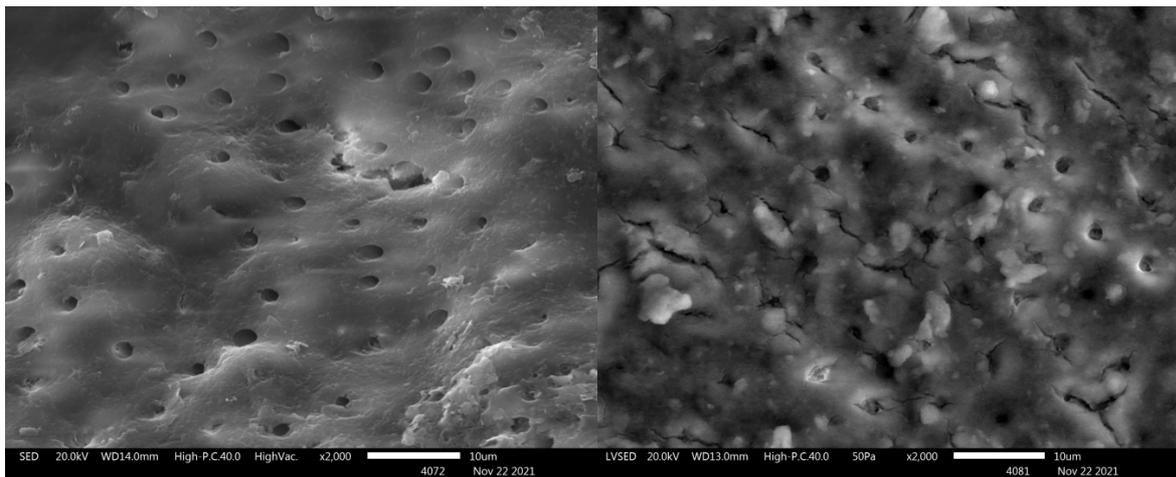
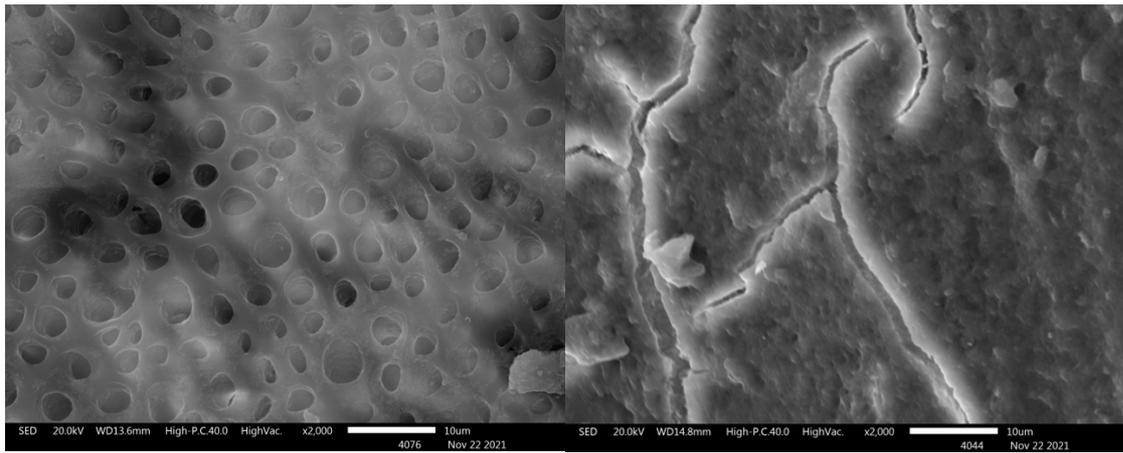
Diente	Observador 1 D.M	Observador 2 N.P	Observador 3 S.T	Observador 4 R.A	Puntuación final
Z1	P3	P4	P5	P4	P4
Z2	P5	P5	P5	P5	P5
Z3	P4	P5	P5	P5	P5
Z4	P5	P5	P4	P4	P5
Z5	P3	P3	P5	P3	P3

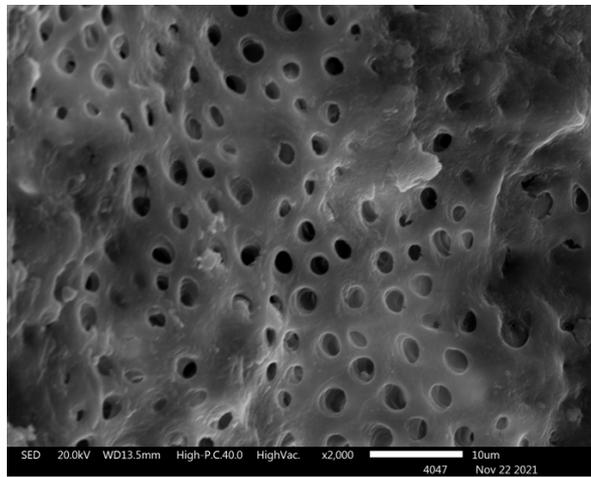
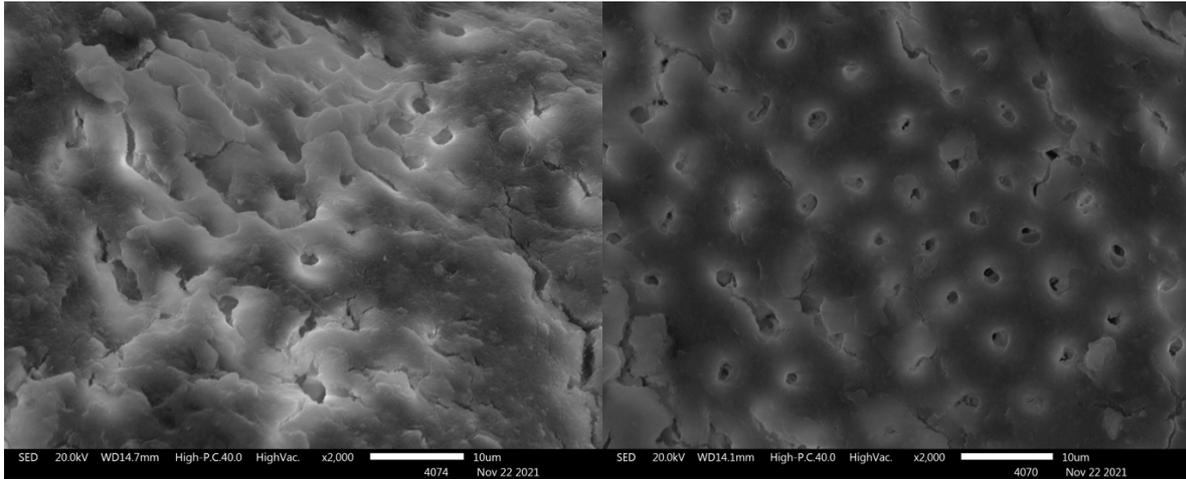
22

Anexo 2: Microfotografías de las muestras bajo el microscopio electrónico de barrido por grupos

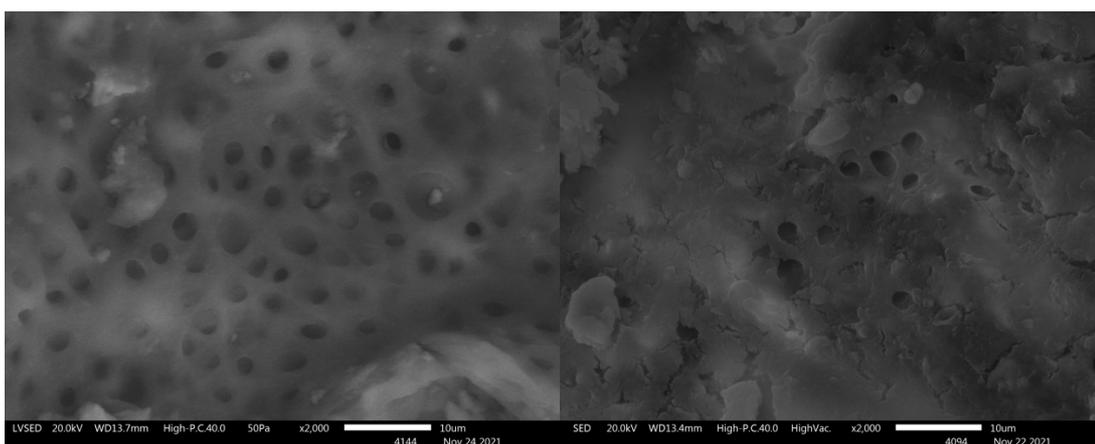
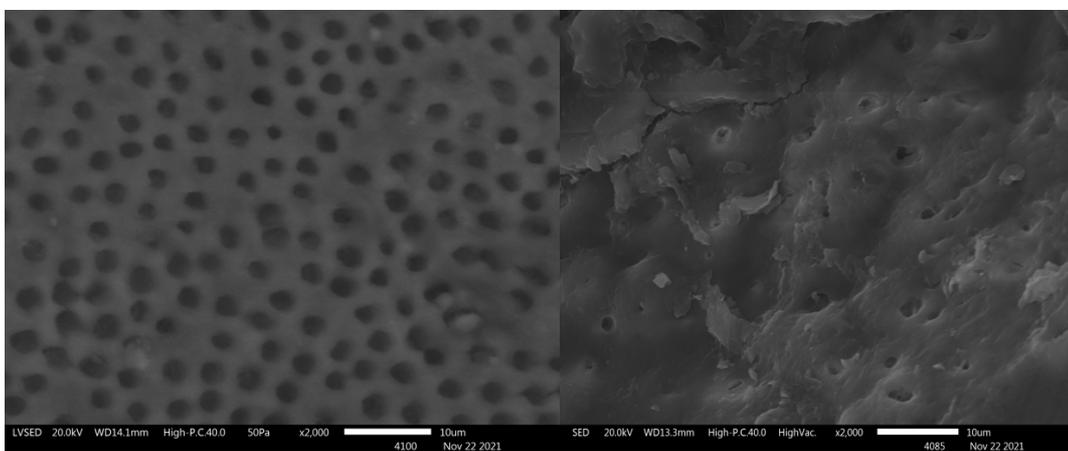
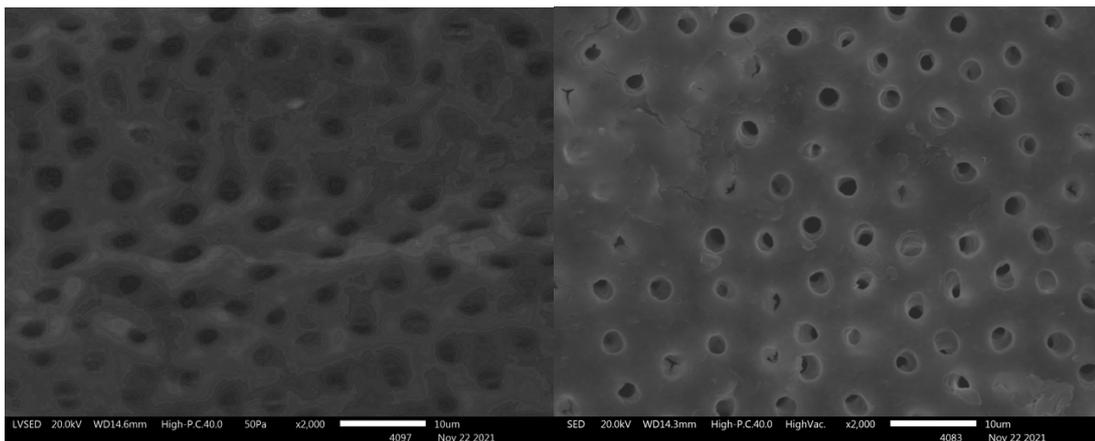
Grupo A

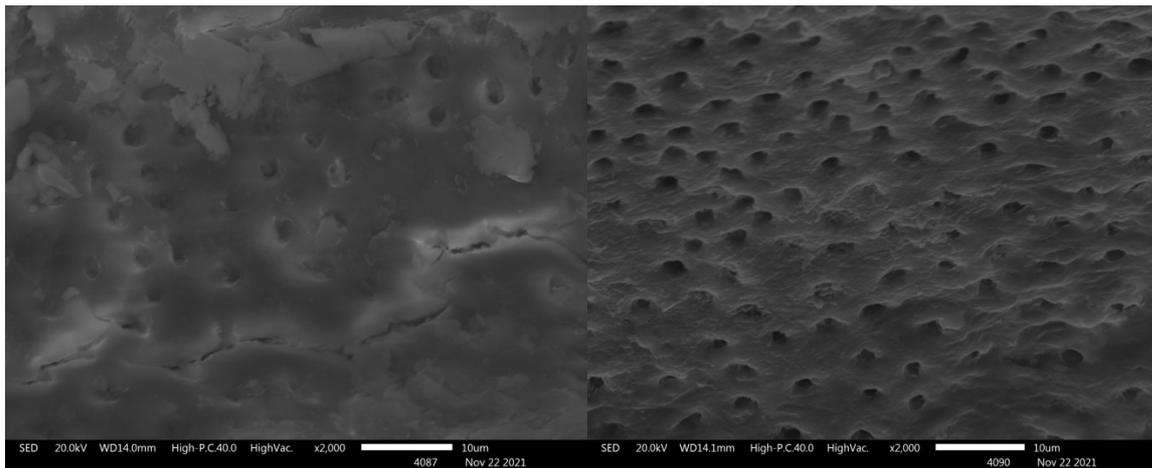
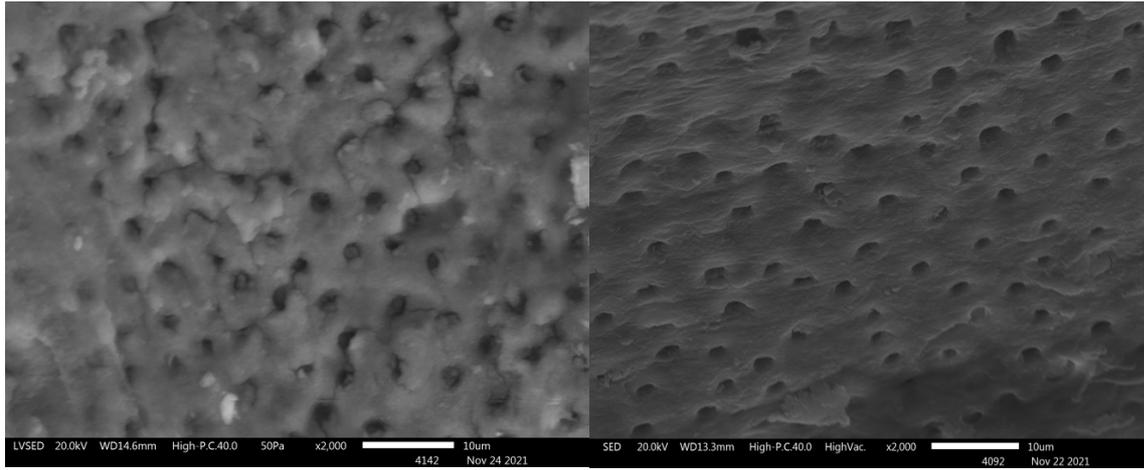




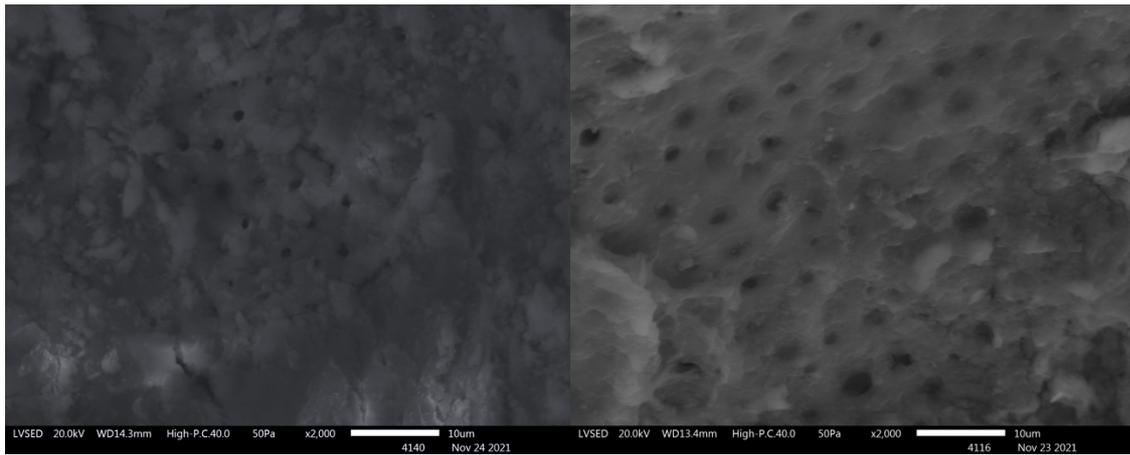
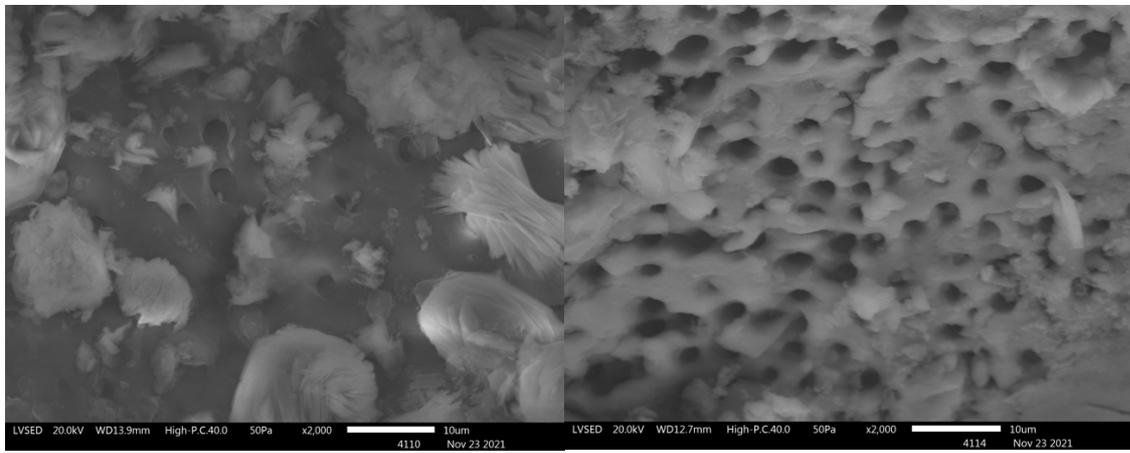
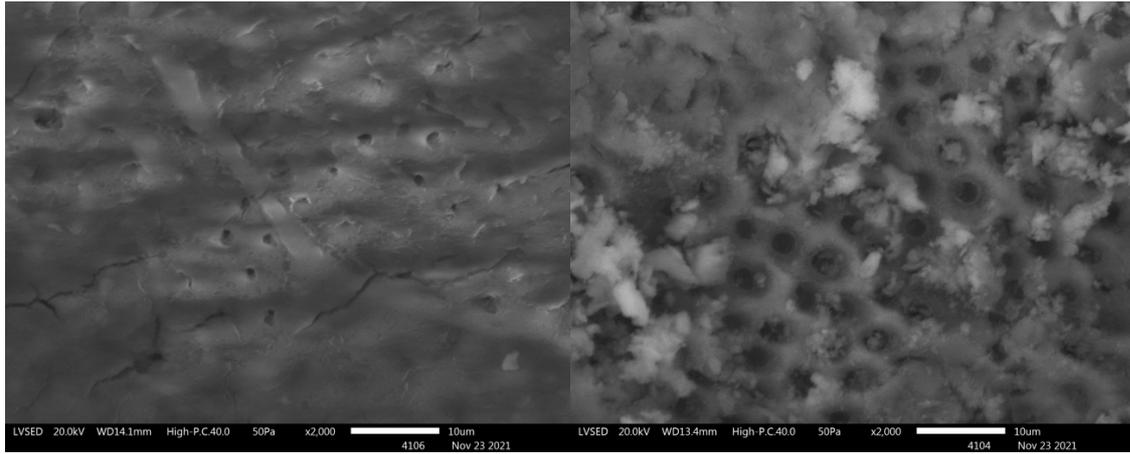


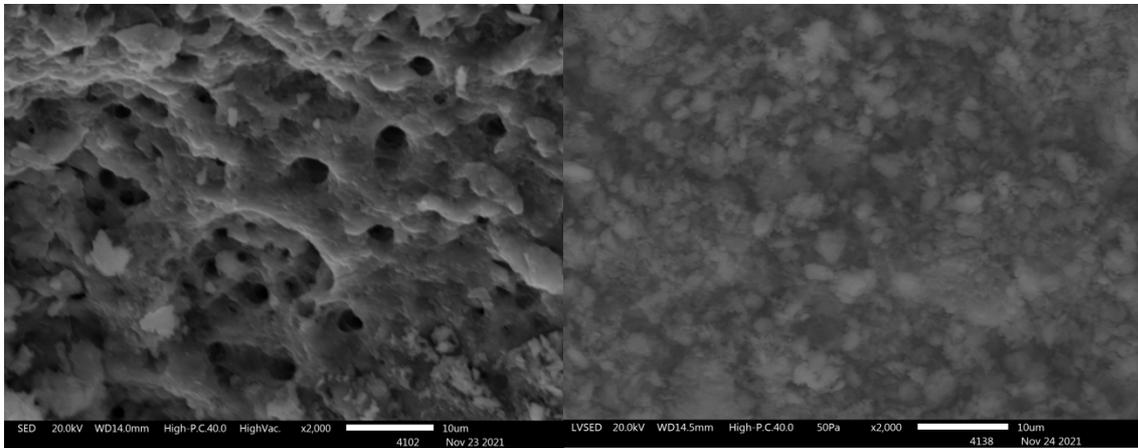
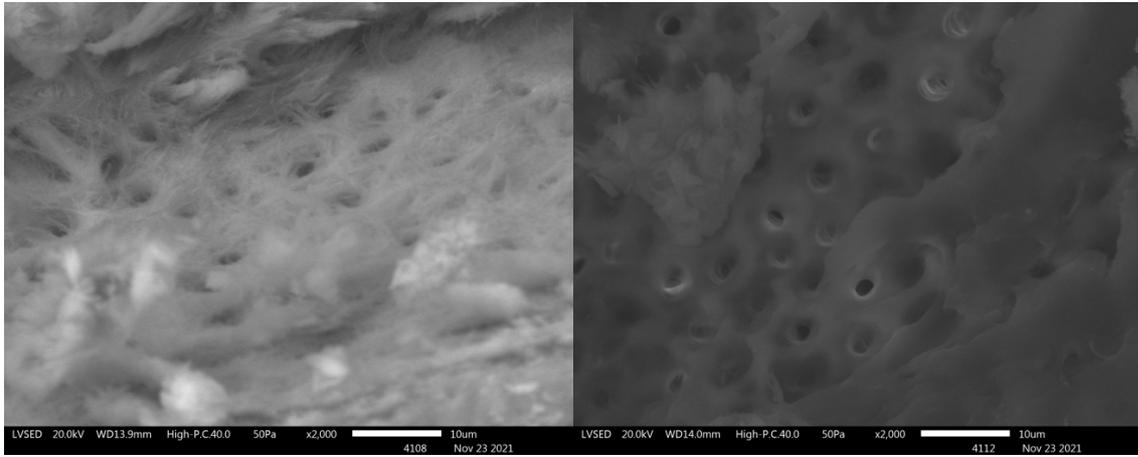
GRUPO B



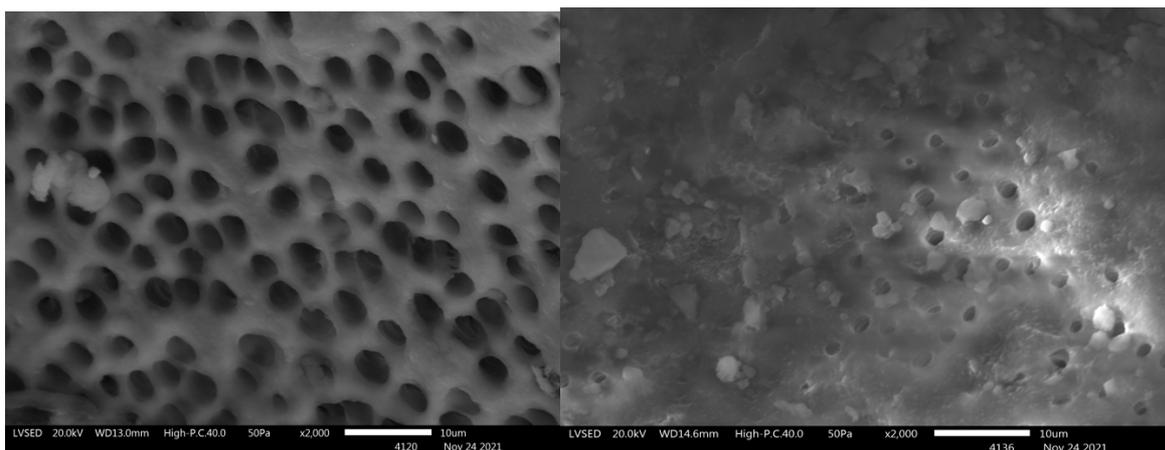
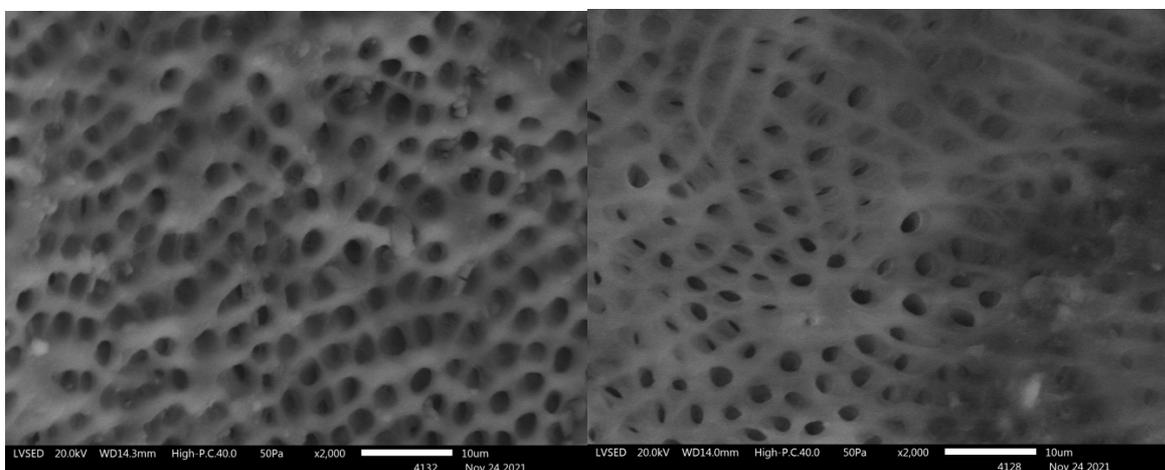
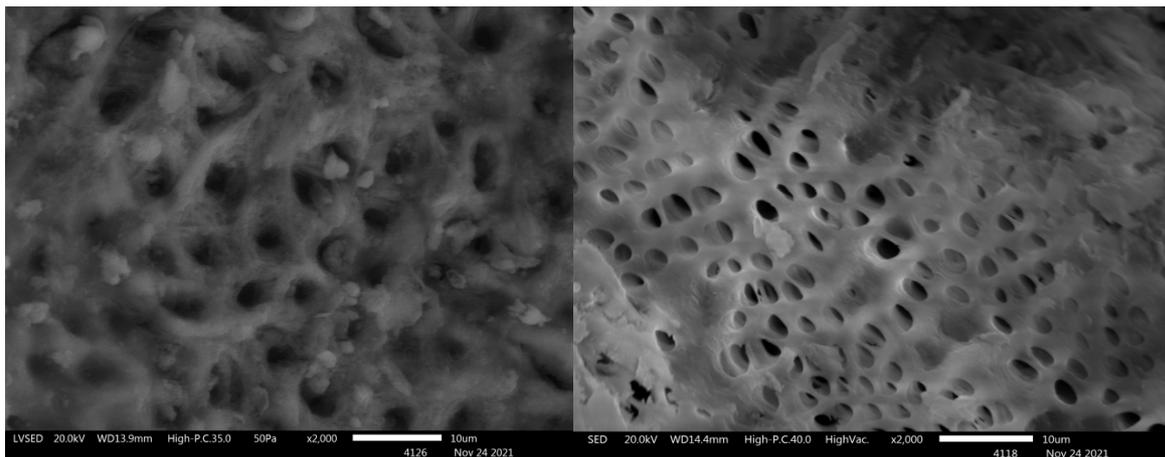


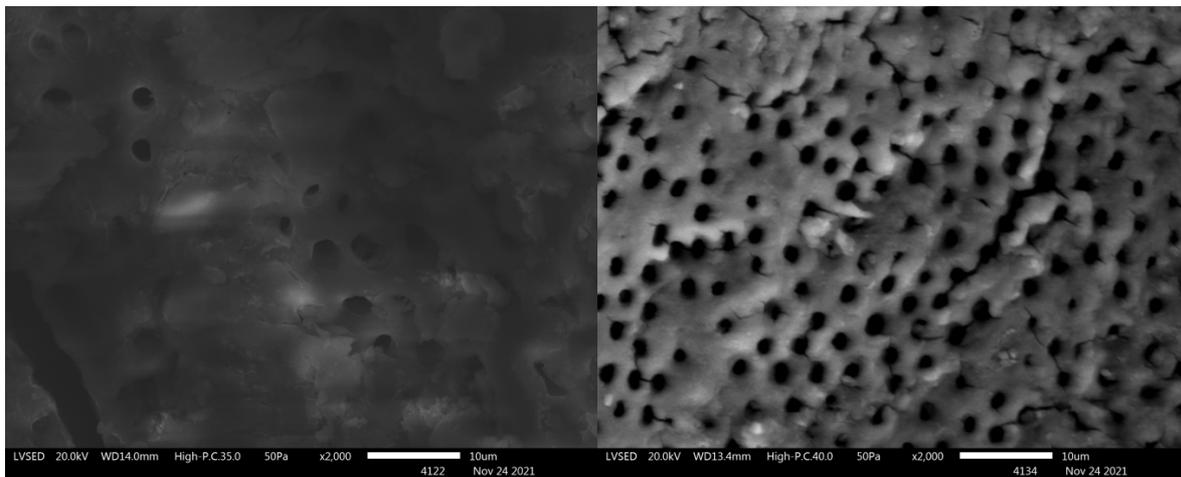
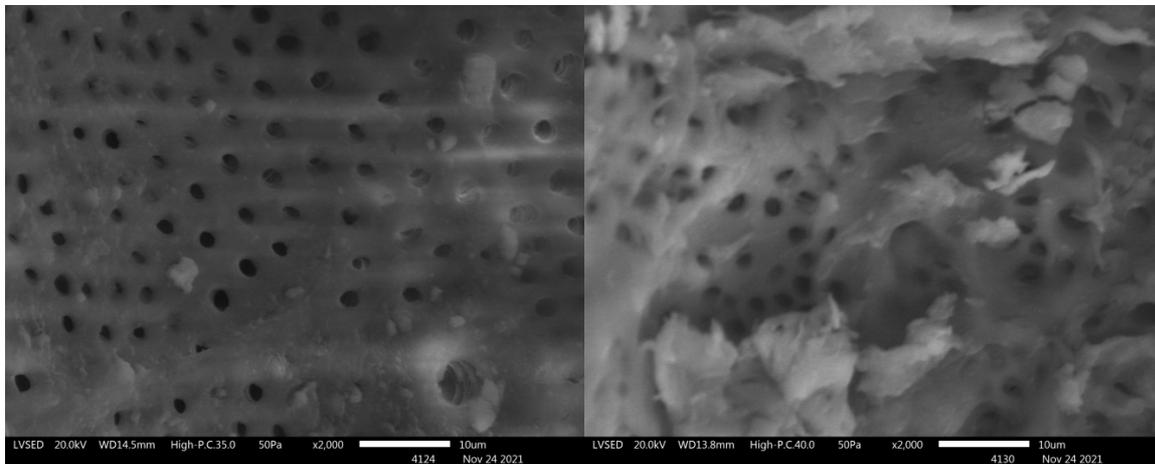
GRUPO C





Grupo D





Grupo Control

