

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA



TESIS

**“COMPARACIÓN DE LA EFICACIA DE XP-ENDO FINISHER Y LA
IRRIGACIÓN ULTRASÓNICA PASIVA EN LA REMOCIÓN DE
BARRILLO DENTINARIO”**

Que para obtener el grado de Especialista en Endodoncia
presenta:

C.D. LORENA NÚÑEZ TAPIA

Asesor: C.D.E.E. BENIGNO MIGUEL CALDERÓN ROJAS

MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO,
DICIEMBRE, 2019.

DEDICATORIA:

Este y cada uno de mis logros son dedicados a mi Mamá. Por ser una mujer trabajadora, amorosa, dedicada en cuerpo y alma a sus hijos sin esperar nada a cambio. Gracias mamá por llenarme de amor, comprensión y ayudarme a ser una persona segura de mi misma, por apoyarme con mis estudios y hacer posible mi especialidad.

Te amo Mamá, le pido a Dios que nos de licencia de compartir muchos años más y poder recompensar todo tu esfuerzo pues este logro también es tuyo.

AGRADECIMIENTOS:

Primeramente quiero agradecer a Dios por todas las bendiciones recibidas a lo largo de mi vida, regalarme salud y permitirme llegar hasta este momento.

A mi asesor, gracias Dr. Beni por todo el tiempo invertido a este proyecto, por enseñarme que con dedicación y disciplina todos los objetivos que se planteen pueden ser alcanzados, por ser un verdadero ejemplo del amor por la docencia.

A mis Papás y hermanos por mantener esta familia unida, por ser un gran equipo apoyándonos unos a otros.

A Gera, mi novio, por recorrer conmigo este camino y siempre tener las palabras adecuadas para motivarme a seguir luchando por mis sueños. Te amo.

A mis compañeros, por convertirse en mis amigos, compartir los momentos difíciles pero sobre todo por todos los momentos llenos de risas que hacían que valiera la pena seguir este camino que no siempre fue fácil. Siempre los llevaré en mi corazón: Cristi, Nalle, Marcos, Yola, César, Miri, Juanis y Cristian. Generación 2017-2019.

A mi amigo y compañero Marcos, por facilitarme las piezas dentales para la fase experimental de mi estudio.

Agradecer infinitamente a todos mis profesores, por ser parte esencial de nuestra preparación al compartirnos sus conocimientos, tenernos paciencia y darnos palabras de motivación que nos impulsaban a seguir adelante.

ÍNDICE

Relación de figuras y tablas.....	5
Resumen.....	8
Abstract.....	9
1. Introducción.....	10
2. Marco teórico.....	11
2.1 Antecedentes generales.....	11
2.1.1. Irrigación en endodoncia.....	11
2.1.1.1 Definición.....	11
2.1.1.2 Objetivos.....	11
2.1.1.3 Dinámica de fluidos	11
2.1.1.4 Características ideales de un irrigante.....	12
2.1.2 Soluciones de irrigación en endodoncia	13
2.1.2.1 Hipoclorito de sodio.....	13
2.1.2.1.1 Antecedentes históricos.....	13
2.1.2.1.2 Mecanismo de acción.....	14
2.1.2.1.3 Efecto antimicrobiano.....	14
2.1.2.2 Clorhexidina.....	15
2.1.2.2.1 Antecedentes históricos.....	15
2.1.2.2.2 Mecanismo de acción.....	15
2.1.2.2.3 Sustantividad.....	16
2.1.2.2.4 Efecto antimicrobiano.....	17
2.1.2.3 Ácido etilendiaminotetraacético.....	17
2.1.2.3.1 Antecedentes históricos.....	17
2.1.2.3.2 Mecanismo de acción.....	17
2.1.2.3.3 Efecto en la remoción de barrillo dentinario.....	18
2.1.3 Alternativas para la irrigación.....	18
2.1.3.1 XP-endo Finisher.....	18
2.1.3.1.1 Forma de uso	19
2.1.3.2 Irrigación ultrasónica pasiva.....	20
2.1.3.2.1 Forma de uso	20
2.1.3.2.2 Cavitación.....	21

2.1.3.2.3 Eficacia en la eliminación de debris.....	21
2.1.3.3 EndoActivator.....	22
2.1.3.3.1 Modo de uso	22
2.1.3.3.2 Eficacia en la eliminación de debris.....	22
2.1.3.4 Photon Induced Photoacoustic Streaming (PIPS).....	23
2.1.3.4.1 Modo de uso.....	23
2.1.3.4.2 Eficacia en la remoción de biofilm.....	24
2.1.3.4 CanalBrush.....	24
2.1.3.4.1 Modo de uso.....	25
2.1.3.4.2 Eficacia en la eliminación de smear layer.....	25
2.2 Antecedentes específicos.....	25
3. Planteamiento del problema.....	32
4. Pregunta de investigación.....	32
5. Justificación.....	32
6. Hipótesis de trabajo	33
7. Objetivos.....	33
7.1 Objetivo general.....	33
7.2. Objetivos específicos.....	33
8. Material y métodos.....	34
8.1 Universo de estudio.....	34
8.2 Tamaño de la muestra	34
8.3 Clasificación del estudio.....	34
8.4 Criterios de elegibilidad.....	34
8.4.1 Criterios de inclusión.....	34
8.4.2 Criterios de no inclusión.....	35
8.5 Procedimiento metodológico.....	35
9. Resultados	46
10. Análisis estadístico.....	66
11. Discusión.....	70
12. Conclusiones.....	73
13. Referencias.....	74
14. Anexos.....	82

Relación de Figuras y Tablas

Figuras 1 y 2. Radiografías de las muestras.....	34
Figura 3. Piezas estandarizadas a 15mm.....	36
Figura 4. Decoronación.....	36
Figura 5. Alisado de la muestra.....	36
Figura 6. Codificación de las muestras.....	36
Figura 7. Sellado del foramen apical.....	37
Figura 8. Limas NiTi HyFlexCM (Colténe).....	37
Figura 9. Instrumentación de las muestras.....	37
Figura 10. Rotatorio Endo-Mate DT NSK.....	37
Figura 11. Puntas Endo-Eze.....	38
Figura 12. Cono de papel #40.....	38
Figura 13. Ultrasonido DTE D5.....	39
Figura 14. Punta ultrasónica ED1.....	39
Figura 15. Blíster de XP-Endo Finisher.....	40
Figura 16. Lima XP-Endo Finisher.....	40
Figura 17. XP-Endo Finisher en su tubo de protección.....	41
Figura 18. XP-Endo Finisher montado en el contrángulo.....	41
Figura 19. Limpieza final del conducto.....	41
Figura 20. Disco de carburo.....	41
Figura 21. Disco de diamante.....	41
Figura 22. Ranuras en la superficie vestibular y lingual.....	41
Figura 23. Minipinza tipo tenaza.....	42
Figura 24. Minipinza tipo tenaza.....	42
Figura 25. Muestra seccionada con ayuda de la minipinza.....	42
Figura 26. Piezas seccionadas en dos mitades de manera longitudinal.....	42
Figura 27. Instituto de Investigaciones Metalúrgicas UMSNH.....	43
Figura 28. Análisis de las muestras.....	43
Figura 29. Muestrasmetalizadas.....	43
Figura 30. Microscopio electrónico de barrido JOEL JSM-6400.....	43
Figura 31. Sesión de examinación de muestras clínicas por medio de MEB...	43

Figura 32. Grado 1. Escala de Rome.....	44
Figura 33. Grado 2. Escala de Rome.....	44
Figura 34. Grado 3. Escala de Rome.....	44
Figura 35. Grado 4. Escala de Rome.....	44
Figuras 36-41. Evaluación de imágenes en el MEB.....	45
Figuras 42-45. Imágenes MEB 1000X, Grupo A: Control. Tercio cervical.....	46
Figuras 46-55. Imágenes MEB 1000X, Grupo B: Irrigación ultrasónica pasiva en tres ciclos de 20 segundos cada uno. Tercio cervical.....	47
Figuras 56-65. Imágenes MEB 1000X, Grupo C: Irrigación ultrasónica pasiva en un ciclo de 1 minuto. Tercio cervical.....	49
Figura 66-75. Imágenes MEB 1000X, Grupo D: XP-endo Finisher. Tercio cervical.....	51
Figura 76-79. Imágenes MEB 1000X Grupo control. Tercio medio.....	53
Figura 80-89. Imágenes MEB 1000X, Irrigación ultrasónica pasiva en tres ciclos de 20 segundos cada uno. Tercio medio.....	54
Figura 90-99. Imágenes MEB 1000X, Irrigación ultrasónica pasiva en un ciclo de 1 minuto. Tercio medio.....	56
Figura 100-109. Imágenes MEB 1000X, XP-endo Finisher. Tercio medio.....	58
Figura 110-113. Imágenes MEB 1000X Grupo control. Tercio apical.....	60
Figura 114-123. Imágenes MEB 1000X, Irrigación ultrasónica pasiva en tres ciclos de 20 segundos cada uno. Tercio apical.....	61
Figura 124-133. Imágenes MEB 1000X, Irrigación ultrasónica pasiva en un ciclo de 1 minuto. Tercio apical.....	63
Figura 134-143. Imágenes MEB 1000X. XP-endo Finisher. Tercio apical.....	65
Tabla 1. Resumen de las investigaciones realizadas sobre XP-endo Finisher.	31
Tabla 2. Comparativa del grupo B (PUI 3 ciclos de 20 seg) y grupo D (XP-endo Finisher) Tercio cervical.....	67
Tabla 3. Comparativa del grupo C (PUI un ciclo de 1 minuto) y grupo D (XP-endo Finisher) Tercio cervical.....	67
Tabla 4. Comparativa del grupo B (PUI tres ciclos de 20 seg) y C (PUI un ciclo de 1 minuto) Tercio cervical.....	67

Tabla 5. Comparativa del grupo B (PUI 3 ciclos de 20 seg) y grupo D (XP-endo Finisher) Tercio medio.....	68
Tabla 6. Comparativa del grupo C (PUI un ciclo de 1 minuto) y grupo D (XP-endo Finisher) Tercio medio.....	68
Tabla 7. Comparativa del grupo B (PUI tres ciclos de 20 seg) y C (PUI un ciclo de 1 minuto) Tercio medio.....	68
Tabla 8. Comparativa del grupo B (PUI 3 ciclos de 20 seg) y grupo D (XP-endo Finisher) Tercio apical.....	69
Tabla 9. Comparativa del grupo C (PUI un ciclo de 1 minuto) y grupo D (XP-endo Finisher) Tercio apical.....	69
Tabla 10. Comparativa del grupo B (PUI tres ciclos de 20 seg) y C (PUI un ciclo de 1 minuto) Tercio apical.....	69

RESUMEN

Introducción: la presencia de barrillo dentinario sobre las paredes del conducto radicular puede reducir la acción de los desinfectantes, ofrecer protección a biofilms, además de actuar como una barrera física que impide la adhesión y penetración de los cementos selladores en los túbulos dentinarios. Con la finalidad de remover el barrillo dentinario se han propuesto alternativas a emplearse durante la irrigación final, entre estas opciones se encuentra la irrigación ultrasónica y XP-endo Finisher.

Objetivo: comparar la eficacia de la irrigación ultrasónica pasiva y XP-endo Finisher en la remoción de barrillo dentinario mediante microscopio electrónico de barrido (MEB).

Material y métodos: estudio experimental, descriptivo y comparativo. 34 premolares unirradiculares fueron decoronados dejando raíces de 15mm, enseguida los conductos se instrumentaron con Limas de NiTi HyFlexCM (Coltène) 1mm antes del foramen. De acuerdo al protocolo de irrigación final, las piezas se dividieron aleatoriamente en cuatro grupos, Grupo A: control positivo (n=4), Grupo B: PUI en tres ciclos de 20 segundos (n=10), Grupo C: PUI en un ciclo de 1 minuto (n=10) y Grupo D: XP-endo Finisher (n=10). Las muestras fueron separadas en dos mitades mediante disco de diamante, disco de carburo y una minipinza tipo tenaza modificada (Truper), las mitades en las mejores condiciones se observaron mediante MEB a 1000X.

Resultados: En el tercio cervical, el grupo B (PUI en tres ciclos de 20 seg) presentó los mejores resultados. En los tercios medio y apical no se encontró diferencia estadística significativa entre los grupos B (PUI tres ciclos de 20 seg) y C (PUI un ciclo de 1 minuto). En los tres tercios el grupo D (XP-endo Finisher) presentó la menor remoción de barrillo dentinario.

Conclusión: Bajo las condiciones del presente estudio la irrigación ultrasónica pasiva en tres ciclos de 20 segundos presentó los mejores resultados en la remoción de barrillo dentinario.

Palabras clave: irrigación, endodoncia, irrigación ultrasónica pasiva, XP-endo Finisher, barrillo dentinario.

ABSTRACT

Introduction: The presence of smear layer on the walls of the root canal can reduce the action of disinfectants, offer protection to biofilms, as well as act as a physical barrier that prevents adhesion and penetration of sealing cements in the dentinal tubules. With the proposal to remove the smear layer, alternatives have been proposed to be used during the final irrigation, among these options is ultrasonic irrigation and XP-endo Finisher.

Aim: to compare the effectiveness of passive ultrasonic irrigation and XP-endo Finisher in the removal of smear layer by scanning electron microscope (SEM).

Material and methods: experimental, descriptive and comparative study. 34 unirradicular premolars were decorated leaving roots of 15mm, then the ducts were instrumented with NiTi files HyFlexCM (Coltène) 1mm before the foramen. According to the final irrigation protocol, the pieces were randomly divided into four groups, Group A: positive control (n=4), Group B: PUI in three 20-second cycles (n=10), Group C: PUI in a 1-minute cycle (n=10) and Group D: XP-endo Finisher (n=10). The samples were separated into two halves by means of a diamond disk, carbide disk and a modified pincer (Truper), the halves in the best conditions were observed by SEM at 1000X.

Results: In the cervical third, group B (PUI in three cycles of 20 sec) presented the best results. In the middle and apical thirds no significant statistical difference was found between groups B (PUI three cycles of 20 sec) and C (PUI one cycle of 1 minute). In the all thirds group D (XP-endo Finisher) presented the smallest removal of smear layer.

Conclusion: Under the conditions of the present study, passive ultrasonic irrigation in three cycles of 20 seconds presented the best results in the removal of smear layer.

Keywords: irrigation, endodontics, passive ultrasonic irrigation, XP-endo Finisher, smear layer.

1. INTRODUCCIÓN

El espacio que contiene la pulpa se conoce como sistema de conductos radicular, su forma corresponde al contorno externo del diente, factores como el envejecimiento fisiológico, patologías y la oclusión pueden modificar sus dimensiones. El sistema de conductos radicular puede presentar una anatomía compleja en donde es posible encontrar conductos accesorios, laterales, deltas apicales, istmos, conductos en forma de C, furcaciones etc. (Cardona y Fernández, 2015).

Algunos microorganismos de la cavidad oral pueden superar las barreras de los tejidos duros del diente, debido a factores como caries y fracturas, e iniciar un proceso de inflamación del tejido pulpar, el avance de los microorganismos en los conductos radiculares produce la necrosis pulpar y finalmente una lesión periapical (Ray y Trope, 1995). El tratamiento endodóntico se dirige principalmente a erradicar la contaminación microbiana mediante la limpieza y conformación del sistema de conductos, buscando con ello prevenir o curar la periodontitis perirradicular (Trope, 2003; Haapasalo, Endal, Zandi y Coil, 2005).

La acción de la preparación mecánica en la limpieza del conducto radicular es limitada, autores como Siqueira et al. (2013) han demostrado que la instrumentación por sí sola limpia menos del 50% de las paredes del conducto, además durante la instrumentación se produce una capa de barrillo dentinario la cual está formada por dentina, restos de tejido pulpar, procesos odontoblásticos y algunas veces bacterias (Sen, Wesselink y Turkun, 1995). Por lo tanto, la irrigación asume un papel fundamental en el tratamiento endodóntico debido a su efecto químico-mecánico.

Existen diversas opciones para la irrigación final del conducto radicular, entre ellas la más utilizada es la irrigación ultrasónica pasiva la cual consiste en generar movimiento del irrigante al transmitir energía ultrasónica a través de una lima de diámetro pequeño o un instrumento de tipo endodóntico montado a una pieza de ultrasonido. Otras alternativas como PIPS (Photon Induced Photoacoustic Streaming), EndoActivator y Canal-Brush han sido diseñadas para mejorar la

limpieza previa a la obturación del conducto radicular. Recientemente se ha introducido en México la lima XP-endo Finisher, el cual es un instrumento prometedor de la casa comercial FKG diseñado como un auxiliar durante la limpieza final del conducto radicular. De acuerdo con el fabricante XP-endo Finisher limpia zonas de difícil acceso gracias a su alta flexibilidad producto de su aleación exclusiva NiTi MaxWire.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo comparar la eficacia de XP-endo Finisher y la irrigación ultrasónica pasiva en la remoción de barrillo dentinario mediante microscopio electrónico de barrido.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes generales

2.1.1 Irrigación en endodoncia

2.1.1.1 Definición

Autores como Cohen y Hargreaves (2011) definen la irrigación como “el lavado de una cavidad o herida corporal con agua o un líquido medicado”. Romani (2005) define la irrigación en endodoncia como el lavado del sistema de conductos y aspiración de los restos y sustancias que puedan estar contenidos en la cámara pulpar y/o conductos radiculares. Basrani (2015) menciona que es el flujo a microescala de un irrigante dentro de un dominio de forma irregular de dimensiones muy pequeñas como es el sistema de conductos.

2.1.1.2 Objetivos

Los objetivos de la irrigación son eliminar los restos de tejido pulpar vital y necrótico, reducir la carga bacteriana del conducto radicular, remover el debris o barrillo dentinario y lubricar las paredes del conducto durante la instrumentación (Estrela et al., 2002).

2.1.1.3 Dinámica de fluidos

La dinámica de fluidos es el estudio de los fluidos en movimiento y sus efectos posteriores. Un flujo es provocado por la acción de fuerzas aplicadas

externamente, como la diferencia de presión, la gravedad o la flotabilidad. La irrigación del conducto radicular se puede ver como el flujo a microescala de un líquido dentro de un espacio de forma irregular de muy pequeñas dimensiones (Basrani, 2015).

En la irrigación endodóntica mediante aguja, al presionar el émbolo se genera una presión considerablemente mayor a la presión ambiental alrededor de la punta de la aguja, esta diferencia de presión impulsa el irrigante a través de la aguja y el conducto radicular, esto es conocido como irrigación positiva. A menor calibre de la aguja, mayor diferencia de presión debe existir para lograr el flujo del irrigante (Hsieh et al., 2007).

La profundidad de penetración de la aguja, el diámetro del conducto radicular, el diámetro interno y externo de la aguja, la presión de irrigación, la viscosidad del irrigante, la velocidad con que se desplaza el irrigante además del tipo y orientación del bisel de la aguja son factores que influyen en la eliminación de residuos y disminución de la carga bacteriana mediante la irrigación (Hülsmann, Rödig y Nordmeyer, 2007). La densidad y la tensión superficial del irrigante son factores que pueden también afectar su penetración en los túbulos dentinarios y conductos radiculares accesorios (Tasman, Cehreli, Ogan y Etikan, 2000).

El flujo del irrigante en la porción apical del conducto radicular se puede ver afectado debido al atrapamiento de aire en esta zona, este fenómeno físico es conocido como Fenómeno Vapor Lock (de Gregorio et al., 2011).

2.1.1.4 Características ideales de un irrigante

El irrigante endodóntico ideal debería cumplir con las siguientes características (Cohen y Hargreaves, 2011; Zendher, 2006):

- a) disolver restos de tejido pulpar vital y necrótico
- b) amplio espectro antimicrobiano
- c) efecto antimicrobiano prolongado
- d) inactivar endotoxinas
- e) germicida y fungicida eficaz

- f) alta eficacia contra anaerobios y microorganismos facultativos organizados en biofilms
- g) evitar la formación de barrillo dentinario durante la instrumentación o disolverlo una vez que se ha formado
- h) no irritar los tejidos periapicales
- i) mantenerse estable en solución
- j) ser activo en presencia de sangre, suero y derivados proteicos del tejido
- k) tener una tensión superficial baja
- l) permitir la reparación de los tejidos periapicales
- m) no teñir la estructura dental
- n) no inducir una respuesta inmune celular
- o) no ser tóxico ni carcinógeno
- p) respetar las propiedades físicas de la dentina
- q) no afectar la capacidad de sellado de los materiales obturadores
- r) fácil uso
- s) económico

2.1.2 Soluciones de irrigación en endodoncia

2.1.2.1 HIPOCLORITO DE SODIO

2.1.2.1.1 Antecedentes históricos

El hipoclorito de sodio fue producido en 1789 en Javelle Francia por Claude Louis Berthollet como solución acuosa de cloro conocida como “Agua de Javel”; en un inicio las soluciones de hipoclorito de sodio (NaOCl) se usaron como agentes blanqueadores, posteriormente tuvo una amplia aceptación como desinfectante basado en estudios de laboratorio de Koch y Pasteur a fines del siglo XIX. Durante la Primera Guerra Mundial el químico Henry Drysdale Dakin y el cirujano Alexis Carrel recomendaron el NaOCl al 0.5% para la irrigación de heridas; en 1920, Crane describió el uso de la solución de Dakin en la terapia endodóntica (Zehnder, 2006; Spencer, Ike y Brennan, 2007).

2.1.2.1.2 Mecanismos de acción

Al diluir la sal del hipoclorito de sodio en agua se forma hidróxido de sodio más ácido hipocloroso. A partir del contacto entre el hidróxido de sodio con un aminoácido se forma una sal de aminoácido más agua, esta sal interactúa con el ácido hipocloroso formándose con ello cloraminas más agua. A este proceso se le denomina cloraminación y es el responsable del efecto antimicrobiano que tiene el NaOCl. Las cloraminas tienen un efecto antimicrobiano al intervenir en el metabolismo celular, se produce una oxidación de enzimas y puentes sulfidrilos, es decir se genera una acción a nivel de la membrana celular (Estrela et al., 2002).

El NaOCl degrada materia orgánica y actúa como un solvente de ácidos grasos transformándolos en sales de ácidos grasos (jabón) y glicerol (alcohol), reduciendo la tensión superficial de la solución restante. El NaOCl tiene la capacidad de disolver el tejido pulpar gracias a este proceso conocido como saponificación (Estrela et al., 2002).

2.1.2.1.3 Efecto antimicrobiano

El NaOCl es la solución irrigadora más utilizada en endodoncia debido a su efecto antimicrobiano y la capacidad de disolver tejido pulpar (Dutner, Mines y Anderson, 2012; Gopikrishna, Pare, Pradeep, Lakshmi y Narayanan, 2013; Willershausen et al., 2015). Diversos estudios han evaluado la capacidad antimicrobiana del NaOCl; autores como Sen, Safavi y Spangberg (1999) mencionan que la irrigación con NaOCl 0.25% durante 15 minutos es suficiente para eliminar a *Enterococcus faecalis*. Por su parte, Berber et al. (2006) después de comparar la capacidad de diferentes concentraciones de NaOCl en la eliminación de *Enterococcus faecalis* concluyen que el NaOCl 5.25% fue la concentración más eficaz. Clegg, Vertucci, Walker, Belanger y Britto (2006) reportan que el NaOCl 6% fue el único irrigante capaz de eliminar el biofilm bacteriano intraconducto, observando mejor efecto bactericida a mayor concentración del NaOCl.

Más recientemente, Wong y Cheung (2014) al evaluar la eliminación de *E. faecalis* y *Porphyromonas gingivalis* después de utilizar NaOCl 0.5% y 3% demostraron

que ambas concentraciones reducen la cantidad de bacterias en la capa superficial de la dentina radicular, sin embargo, a mayor concentración el irrigante mejoró la profundidad de penetración y con ello su acción antimicrobiana. Zand et al. (2016) reportan que no hay diferencia significativa entre concentraciones de NaOCl 5.25% y 2.25% en solución acuosa en la eliminación de *E. faecalis*., ambas concentraciones fueron más eficaces que el NaOCl 2,5% en gel.

2.1.2.2 CLORHEXIDINA

2.1.2.2.1 Antecedentes históricos

La clorhexidina (CHX) fue desarrollada en las “Imperial Chemical Industries” de Inglaterra en la década de 1940 y se comercializó por primera vez como pomada antiséptica en el Reino Unido en 1953. Desde 1957, se ha utilizado como desinfectante general y para el tratamiento de infecciones de piel, ojos y garganta en humanos y animales (Fardal y Turnbull, 1986).

La clorhexidina en odontología inicialmente se empleó como antiséptico de la cavidad oral. Los estudios realizados por Loe y Schiott (1970) popularizaron la CHX como enjuague bucal capaz de inhibir la neoformación de placa y el desarrollo de gingivitis. Baker, Eleazer, Averbach y Seltzer (1975) ya consideraban viable el uso de la CHX como irrigante en endodoncia. Más tarde Delany, Patterson, Miller y Newton (1982) concluyeron que la CHX es un agente antibacteriano efectivo al utilizarse como irrigante durante la terapia endodóntica.

2.1.2.2.2 Mecanismo de acción

La CHX es una molécula hidrófoba y lipofílica de carga positiva que interactúa con los fosfolípidos y lipopolisacáridos presentes en la membrana celular bacteriana. Debe su eficacia al intercambio entre su carga positiva y los grupos fosfato negativos en la pared celular microbiana, lo cual altera el equilibrio osmótico y aumenta la permeabilidad de la pared celular permitiendo que la molécula de CHX penetre en las bacterias (Athanasiadis, Abbott, Walsh, 2007).

Dependiendo de su concentración la CHX puede tener efectos bacteriostáticos o bactericidas. A bajas concentraciones (0.2%) la CHX tiene un efecto bacteriostático al producir sustancias de bajo peso molecular, especialmente potasio y fósforo, las cuales se filtran fuera de la membrana celular generando un daño de forma reversible. En altas concentraciones (2%) actúa como un detergente y ejerce su efecto bactericida al dañar la membrana celular (Basrani y Lemonie, 2005).

2.1.2.2.3 Sustantividad

Los iones con carga positiva liberados por la CHX pueden absorberse en la dentina y prevenir la colonización microbiana en la superficie dentinaria durante un tiempo prolongado después de su aplicación, este efecto es conocido como sustantividad (Basrani y Lemonie, 2005). La duración de esta acción antimicrobiana de largo plazo depende de la concentración de la CHX, al respecto, White, Hays y Janer (1997) reportan que la CHX 0.12% presentó actividad por 24 horas, mientras que la CHX 2% mantuvo su efecto hasta por 72 horas. Esto se debe a que en bajas concentraciones (0.2%) solo una monocapa de CHX se absorbe en la superficie del diente, mientras que en concentraciones más altas (2%) se forma una multicapa (Mohammadi y Abbott, 2009).

Diversos estudios han evaluado la sustantividad de la CHX, al respecto, Rosenthal, Spangberg y Safavi (2004) reportan un efecto antimicrobiano hasta por 12 semanas al evaluar la solución de CHX 2% dentro del sistema de conducto radicular después de 10 minutos de contacto. Khademi, Mohammadi y Havaee (2006) mostraron que la aplicación de CHX 2% durante 5 minutos genera una sustantividad de hasta 4 semanas. Mahendra, Koul, Upadhyay y Dwivedi (2014) reportan mayor sustantividad al utilizar CHX 2% en comparación con CHX 1% y 0.1%.

2.1.2.2.4 Efecto Antimicrobiano

La capacidad antimicrobiana de la CHX ha quedado demostrado por diversas investigaciones. El estudio realizado por Lin, Zuckerman, Weiss, Mazor y Fuss (2003) destaca la importancia que la concentración de la CHX tiene ya que sus resultados muestran mejor efecto antimicrobiano contra *Enterococcus faecalis* a una concentración de 5% en comparación con la de 0.2%. Por su parte Khademi, Mohammadi y Havaee (2006) compararon la eficacia de la CHX 2%, NaOCl 2.6% y la doxiciclina en la eliminación de *E. faecalis*, concluyendo que el efecto antimicrobiano de la CHX fue significativamente mayor que los otros agentes. Otros estudios coinciden con la superioridad que la CHX presenta sobre el NaOCl en la eliminación de *E. faecalis* (Ma, Tong, Ling, Lui y Wei, 2015).

2.1.2.3 ÁCIDO ETILENDIAMINOTETRAACÉTICO

2.1.2.3.1 Antecedentes históricos

Descrito por primera vez, en 1935, por Ferdinand Munz quien preparó la solución de etilendiamina y ácido cloroacético. En 1957, el EDTA fue introducido en endodoncia como un agente quelante por Birger Nygaard-Ostby. Originalmente estaba compuesto por la sal disódica del ácido etilendiaminotetraacético, agua destilada e hidróxido de sodio; más tarde se añadió un detergente con la finalidad de reducir la tensión superficial de la solución, mejorar la capacidad de humectación en las paredes del conducto radicular y la capacidad de penetrar en la dentina (Hülsmann, Heckendorff y Lennon, 2003).

2.1.2.3.2 Mecanismo de acción

El EDTA es un compuesto químico que tiene la capacidad de unirse mediante radicales libres a iones metálicos como es el calcio presente en los cristales de hidroxiapatita de la dentina, provocando una descalcificación dentinaria la cual puede llegar hasta una profundidad de 50 micras (Hülsmann, Heckendorff y Lennon, 2003).

El EDTA forma un complejo estable con el calcio, una vez que todos los iones disponibles se han ligado no se produce una disolución posterior, por lo cual el efecto del EDTA es autolimitado. El EDTA también presenta un efecto antimicrobiano mínimo, el cual se cree que se genera mediante la quelación de los cationes de la membrana externa de las bacterias (Hülsmann, Heckendorff y Lennon, 2003).

2.1.2.3.3 Efecto de remoción de barrillo dentinario

El EDTA al estar en contacto directo con las paredes del conducto presenta la capacidad de eliminar la capa de barrillo dentinario formada durante la instrumentación. Spanó et al (2009) reportan que el EDTA 15% y el ácido cítrico 10% eliminaron mayor cantidad de barrillo dentinario en comparación con otros agentes quelantes como citrato de sodio 10%, vinagre de manzana, ácido acético 5% y ácido maleico 5%. Kuruvilla et al (2015) compararon la eficacia del EDTA 17%, ácido maleico 7% y ácido etidróico 18% en la remoción de barrillo dentinario, sus resultados no muestran diferencia significativa entre los tres irrigantes en los tercios coronal y medio, sin embargo el ácido maleico 7% fue más efectivo en el tercio apical.

El efecto del EDTA depende de su concentración así como del tiempo de contacto con las paredes del conducto. Mello, Kammerer, Yoshimoto, Macedo y Antoniazzi (2010) concluyen que la irrigación continua con 5 ml de EDTA 17% durante 3 minutos puede eliminar más eficazmente la capa de barrillo dentinario de las paredes del conducto radicular.

2.1.3 ALTERNATIVAS PARA LA IRRIGACIÓN

2.1.3.1 XP-ENDO FINISHER

XP-endo Finisher es un instrumento de la casa comercial FKG fabricado con una aleación exclusiva NiTi MaxWire (Electropulido Austenítico-Martensítico-FleX), la cual le brinda una alta flexibilidad además de permitirle modificar su forma al cambiar la temperatura. La lima XP-endo Finisher es recta en su fase Martensítica

(fase M) que se logra una vez que la lima es enfriada, mientras que al ser expuesta a la temperatura corporal dentro del conducto radicular pasa a su fase Austenítica (Fase A) debido a su memoria molecular. XP-endo Finisher tiene un diámetro ISO 25 sin conicidad.

Para el correcto uso de XP-endo Finisher el fabricante recomienda seguir las siguientes “reglas de oro”:

- Velocidad de 800-1000 rpm y Torque 1 Ncm.
- Se debe utilizar después de instrumentar el conducto radicular a un diámetro 25 o mayor.
- En los dientes multirradiculares, comenzar con el conducto más ancho.
- Trabajar a lo largo de toda la longitud del conducto durante aproximadamente un (1) minuto.
- La cavidad de acceso debe ser llenada con irrigante sólo después de que la lima XP-endo Finisher esté dentro el conducto.

De acuerdo al fabricante, el uso de XP-endo Finisher presenta algunas ventajas como son:

- Limpieza mecánica del conducto radicular en áreas de difícil acceso, gracias a su alta flexibilidad y capacidad de ampliar su alcance hasta 6 mm en diámetro.
- Resistencia a la fatiga cíclica del instrumento gracias a su conicidad cero.
- Adaptación a la morfología del conducto y la conservación de la dentina.
- Remoción de residuos, medicamentos o material de obturación del interior del conducto.

2.1.3.1.1 Forma de uso

La lima XP-endo Finisher, aun en el tubo de plástico, debe ser colocada en el contra-ángulo para establecer la longitud de trabajo. Enseguida la lima se enfría mediante spray y se retira del tubo en modo de rotación, se detiene la rotación y se introduce en el conducto radicular. Una vez ahí se llena el conducto de irrigante

y se activa el modo de rotación trabajando con movimientos cortos de entrada y salida durante 1 minuto. Finalmente se retira el instrumento mientras está en rotación.

2.1.3.2 IRRIGACIÓN ULTRASÓNICA

La introducción del ultrasonido en el área endodóntica es atribuida a Richman, quien en 1957 fue el primero en sugerir su aplicación en la terapia del sistema de conductos y para la resección radicular. Años después, Martin H. analizó la agitación del irrigante mediante ultrasonido reportando un aumento del efecto bactericida de la solución de irrigación. Actualmente el ultrasonido es utilizado en endodoncia para la preparación de cavidades, eliminación de cálculos pulpares, eliminación de restauraciones, localización de conductos, para potenciar la eficacia del agente irrigante, en la remoción de postes e instrumentos fracturados y retratamientos, entre otros (Park, 2013).

La irrigación ultrasónica pasiva, passive ultrasonic irrigation en inglés (PUI), se define como la activación del irrigante sin el desgaste de las paredes del conducto radicular (Basrani, 2015) y es el método complementario de irrigación más utilizado en la actualidad (Dutner, Mines y Anderson, 2012). Uno de los primeros documentos en el que se describe el protocolo a seguir para realizar la irrigación ultrasónica pasiva como alternativa de limpieza final del conducto es el reporte de caso clínico presentado por Cameron (1982).

2.1.3.2.1 Forma de uso

La irrigación ultrasónica pasiva se realiza una vez finalizada la instrumentación y consiste en el uso de una lima tamaño 15 o 20 o instrumento de tipo endodóntico montado a una pieza de ultrasonido mediante la cual se genera la energía ultrasónica, se puede utilizar una punta de soporte de la lima para proporcionar la PUI (Basrani, 2015). Para realizar la irrigación ultrasónica pasiva algunos autores recomiendan utilizar instrumentos no cortantes para evitar el desgaste de las paredes del conducto (Zeltner, Peters y Paqué, 2009).

2.1.3.2.2 Cavitación

Durante la irrigación ultrasónica pasiva se crea un fenómeno conocido como cavitación. El término cavitación transitoria hace referencia a los movimientos oscilatorios generados por la energía acústica, los cuales forman burbujas microscópicas que crecen hasta cierto punto, después colapsan creando zonas de presión y calor; por su parte, la cavitación resonante o estable se refiere al efecto oscilatorio del instrumento ultrasónico que agita el irrigante vigorosamente dentro del conducto radicular (Basrani, 2015; Park, 2013). El estudio realizado por Macedo et al. (2014) demuestra que durante la PUI se genera cavitación entre la lima y la pared del conducto radicular que se extiende a conductos accesorios e istmos.

2.3.2.3 Eficacia en la eliminación de debris

Martins (2014) comparó la efectividad que la solución salina, el hipoclorito de sodio al 2,5% y la clorhexidina al 2% con o sin irrigación ultrasónica pasiva (PUI) tienen en la eliminación de debris de zonas irregulares del conducto radicular, sus resultados muestran mayor eficacia en los protocolos que utilizaron PUI.

El concepto de “irrigación ultrasónica pasiva” hace referencia a la activación del irrigante sin desgastar las paredes dentinarias, sin embargo, Boutsoukis, Verhaagen, Walmsley, Versluis y van der Sluis (2013) sugieren reemplazar el término “irrigación ultrasónica pasiva” por “irrigación activada por ultrasonido” con fundamento en lo observado en su estudio, en el cual mediante modelos simulados cuantificaron el contacto entre la lima y la pared del conducto durante la activación ultrasónica de un irrigante. Sus resultados muestran que aproximadamente el 20% del tiempo de activación existe contacto de la lima con el conducto, afectando así la oscilación de la lima; además se reportó que el tiempo de contacto disminuye significativamente en conductos amplios, al utilizar alta potencia y al aumentar la distancia entre la lima y la longitud de trabajo.

2.1.3.3 ENDOACTIVATOR

Los dispositivos sónicos oscilan a una frecuencia de 20-20,000 Hz. La frecuencia sónica puede ser definida como aquellas vibraciones que se generan dentro de la gama de frecuencia audible. EndoActivator® es un sistema de agitación del irrigante mediante energía sónica, cuenta con una pieza de mano portátil con motor eléctrico de 3 velocidades, a ésta se le adaptan puntas flexibles, lisas y desechables fabricadas de polímero en 3 diferentes tamaños (15/.02, 25/.04, 35/.04), tiene una frecuencia de oscilación según el fabricante de 33, 100 y 167 Hz. (Basrani, 2015).

2.1.3.3.1 Modo de uso

De acuerdo al fabricante (Dentsply Sirona) EndoActivator® se utilizará después de instrumentar el conducto dejando una configuración totalmente cónica. Inicialmente, se coloca una funda protectora en la pieza de mano, una vez seleccionada la punta activadora se establece a 2 mm de la longitud de trabajo y se coloca en la pieza de mano. Enseguida, se inunda la cámara pulpar con irrigante y se lleva la punta al conducto para poder activar la rotación a la velocidad adecuada. La solución irrigadora debe ser agitada por 30-60 seg con movimientos cortos de entrada y salida para finalmente hacer succión intraconducto con la finalidad de eliminar los detritos sueltos.

2.1.3.3.2 Eficacia en la eliminación de debris

Mancini et al. (2013), después de comparar in vitro la eliminación de barrillo dentinario al utilizar EndoActivator, EndoVac, irrigación ultrasónica pasiva e irrigación con aguja en conductos de molares mandibulares, reportan que EndoActivator y EndoVac presentaron los mejores resultados, sin embargo, ningún sistema de irrigación eliminó por completo el barrillo dentinario.

Por su parte Haupt, Meinel, Gunawardana y Hülsmann (2019), compararon mediante MEB la eficacia de la activación ultrasónica pasiva, activación sónica y EndoActivator en la eliminación de debris y barrillo dentinario en conductos curvos;

los resultados muestran que solo EndoActivator y la activación sónica fueron significativamente más efectivas en la remoción de debris, aunque ninguna técnica logró eliminar por completo la capa de barrillo y debris.

2.1.3.4 Photon Induced Photoacoustic Streaming (PIPS)

Los láseres infrarrojos pulsados como es el Er: YAG y el Er, Cr: YSGG se han utilizado en el área odontológica desde finales de los ochenta. En endodoncia, el láser se introdujo como una terapia complementaria al tratamiento antimicrobiano convencional y fue reportado por primera vez por Blanken y Verdaasdonk (2007) quienes al utilizar el láser Er, Cr: YSGG observaron el movimiento de los irrigantes después de cada pulso y los efectos de la cavitación.

PIPS es un dispositivo conformado por una punta lisa y cónica que emite impulsos láser Er: YAG de energías subablativas de 20mJ a 15Hz para una potencia promedio de 0,3W a 50 μ s, estos impulsos crean ondas de choque provocando un fuerte movimiento del irrigante dentro del conducto radicular sin aumentar su temperatura (Mohammadi, Jafarzadeh, Shalavi y Palazzi, 2017). Matsumoto, Yoshimine y Akamine (2011) al utilizar el láser Er: YAG en un modelo de conducto radicular observaron un ciclo completo de expansión e implosión de burbujas de vapor a lo largo de la pared del conducto, comprobando de esta manera la cavitación provocada por PIPS. El proceso de expansión e implosión de burbujas se mantuvo durante ≥ 700 microsegundos.

2.1.3.4.1 Modo de uso

No es obligatorio llevar la punta PIPS dentro del conducto, en realidad trabaja desde la cámara pulpar reduciendo la necesidad de instrumentar demasiado. El conducto y la cámara pulpar se llenan con NaOCl y se activa PIPS por tres ciclos de 30 seg, seguido de irrigación con agua activada por un ciclo de 30 seg, posteriormente EDTA durante un ciclo de 30 seg y se finaliza mediante irrigación con agua y 30 seg de activación con PIPS (Basrani, 2015).

2.1.3.4.2 Eficacia en la remoción de biofilm

En un estudio in vitro se comparó, utilizando MEB, el efecto que la irrigación con NaOCl 6% activado mediante PIPS, EndoActivator y PUI en 3 ciclos de 20 seg tiene sobre la eliminación de biofilm; los mejores resultados se reportaron en el grupo donde se utilizó PIPS, mientras que al utilizar PUI se presentó la menor remoción de biofilm (Ordinola, Bramante, Aprecio, Handysides y Jaramillo, 2014). Por su parte, Arslan, Capar, Saygili, Gok y Akcay (2014) concluyeron que PIPS eliminó significativamente mayor cantidad de debris después de compararse mediante estereomicroscopio con la irrigación con aguja, la irrigación sónica y PUI.

DiVito, Peters y Olivi (2012) analizaron in vitro la capacidad de desbridamiento del sistema láser Er: YAG al utilizar diversas soluciones y tiempos de irrigación, sus resultados muestran que la irradiación con láser Er: YAG por 40 seg y EDTA 17% produjo mayor limpieza de las paredes del conducto radicular con una mayor cantidad de túbulos abiertos.

2.1.3.4 CANALBRUSH

Se ha propuesto llevar cepillos al interior del conducto esperando que la flexibilidad de sus cerdas puedan extenderse a las irregularidades anatómicas y eliminar los residuos ahí presentes. Uno de los primeros cepillos propuestos para eliminar los residuos del conducto radicular fue Endobrush, el cual era un cepillo en forma de espiral con cerdas de nylon. En 1990, Keir, Senia y Montgomery reportaron una mejor limpieza del conducto radicular al utilizar Endobrush en comparación con la sola instrumentación, sin embargo, no sugerían trabajar con Endobrush a una longitud total debido al riesgo de empacar debris en la porción apical.

CanalBrush (Roeko Canal Brush™, Coltène) es un microcepillo endodóntico altamente flexible fabricado con polipropileno y diseñado específicamente para la limpieza del conducto radicular, disponible en tamaños pequeño, mediano y grande que corresponden a un diámetro apical ISO 25, 30 y 40 respectivamente.

2.1.3.4.1 Modo de uso

CanalBrush se puede utilizar manualmente con movimientos de rotación, sin embargo el fabricante recomienda usarlo con un contra-ángulo a un máximo de 600 rpm para mayor efectividad. Una vez realizada la instrumentación, el conducto radicular es llenado con irrigante y enseguida CanalBrush se lleva a longitud total realizando movimientos circunferenciales durante 30 seg.

2.1.3.4.2 Eficacia en la eliminación de smear layer

Garip, Sazak, Gunday y Hatipoglu (2010) mediante MEB evaluaron la remoción de smear layer al utilizar CanalBrush después de la instrumentación, los autores concluyeron que la limpieza con CanalBrush no fue significativamente mejor que la irrigación por sí sola. Por su parte Protogerou, Arvaniti, Vlachos y Khabbaz (2013) demostraron que CanalBrush fue incapaz de eliminar la capa de smear layer de los conductos radiculares en incisivos mandibulares, además de observar una evidente deformaciones de las cerdas de CanalBrush después de su uso.

2.2 ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

Zivkovic et al. (2015) evaluaron mediante el microscopio electrónico de barrido (MEB) la eficacia de XP-endo finisher en la remoción de barrillo dentinario (BD). Incluyeron 30 dientes unirradiculares extraídos por razones ortodónticas o periodontales. La permeabilidad de los conductos se logró con una lima 15, la longitud de trabajo se estableció 1mm corto del ápice, después los ápices se sellaron con cera rosa. Las piezas se instrumentaron con BioRace, se irrigó con 2ml de NaOCl 2% entre cada instrumento, la irrigación final fue con 5ml de NaOCl 2%. Los dientes se dividieron en dos grupos. En el grupo uno se utilizó XP-endo Finisher de acuerdo a las instrucciones del fabricante. El segundo grupo sirvió como control. Se cortaron las coronas con disco de diamante, las raíces se dividieron longitudinalmente, una mitad de cada diente se observó al MEB en los tercios coronal, medio y apical. Las imágenes se evaluaron cualitativamente en base a los criterios de Hulsmann et al. (1997): Grado 1 = sin BD, túbulos abiertos; Grado 2 = poco BD, algunos túbulos abiertos; Grado 3 = capa homogénea de BD,

pocos túbulos abiertos; Grado 4 = capa homogénea de BD, túbulos cerrados; Grado 5 = capa homogénea de BD cubriendo todas las paredes del conducto. Los resultados muestran que los valores promedio de barrillo dentinario fueron significativamente menores cuando se utilizó XP-endo Finisher.

Azim et al. (2016) compararon la eficacia de cuatro sistemas de irrigación en la disminución bacteriana intraconducto mediante un ensayo MTT y microscopio confocal láser de barrido (CSLM). Se utilizaron premolares y molares inferiores sin reabsorción apical, de los molares solo se incluyeron las raíces distales de un conducto. Las muestras (n=86) se instrumentaron con Endo Sequence a un diámetro 25/04. Los conductos se inocularon con *E. faecalis* en un medio de crecimiento BHI por 21 días y posteriormente los ápices fueron sellados con resina compuesta. Para el análisis MTT una muestra bacteriana se tomó de cada conducto (S1). Enseguida las piezas se irrigaron con 2ml de EDTA 17% y 3ml de NaOCl 6%, las piezas se dividieron en cuatro grupos según los siguientes protocolos de irrigación final: G1-irrigación con jeringa, G2-Endoactivator, G3- XP-endo Finisher y G4-PIPS. Una segunda muestra bacteriana fue tomada para el análisis MTT (S2). Se tomaron 15 piezas de cada grupo para el análisis MTT y 2 piezas adicionales por grupo sirvieron como control; para el análisis al CSLM se consideraron 4 piezas por grupo, 2 piezas sirvieron como control. Los resultados mediante el análisis MTT muestran que el XP-endo Finisher presentó una disminución bacteriana mayor en comparación con los otros tres grupos. El análisis al CSLM permitió observar una mayor cantidad de bacterias muertas a 50µm de profundidad al utilizar XP-endo Finisher, mientras que PIPS fue más eficaz a una profundidad de 150µm.

Leoni et al. (2016) evaluaron el efecto que diferentes protocolos de irrigación final tienen sobre la reducción de debris en molares mandibulares mediante microfotografía computarizada (Micro CT). Se incluyeron raíces mesiales de 40 molares inferiores con curvatura moderada (15°-20°) y clasificación I de Vertucci. Se tomaron Micro CT de las muestras antes y después de la instrumentación. Las

piezas se decoronaron a 3mm de la unión esmalte-cemento, la longitud de trabajo fue a 0.5mm del foramen y se instrumentaron con WaveOne, se irrigó utilizando 5mL de agua destilada y se secó con puntas de papel. Las muestras se dividieron en cuatro grupos de evaluación (n=10) de acuerdo a los siguientes protocolos de irrigación: G1= Presión apical positiva (APP) con 5 mL de NaOCl 2.5% por 1 minuto utilizando puntas NaviTip; G2= Irrigación ultrasónica pasiva (PUI), 5 mL de NaOCl 2.5% fueron activados por 1 minuto (tres ciclos de 20 s); G3= Lima autoajutable (SAF) utilizando NaOCl 2.5% por 1 minuto; G4= XP-endo Finisher (XPF) con NaOCl 2.5% por 1 minuto. Se tomaron nuevamente Micro CT de las muestras y se compararon con las ya obtenidas. Los resultados muestran que los grupos PUI y XPF presentaron mayor reducción de debris que los grupos de APP y SAF. No se encontró diferencia significativa entre los grupos PUI y XPF.

Elnaghy, Mandora y Elsaka (2017) evaluaron la eficacia de XP-endo Finisher en la remoción de debris y barrillo dentinario (BD). Se utilizaron raíces mesiales con curvatura mayor a 20° de 75 molares inferiores con formación completa del ápice. Se cortaron las coronas para estandarizar raíces de 15mm, se estableció una longitud de trabajo a 1mm corto de la salida del conducto y los ápices fueron sellados con cera. Los conductos se instrumentaron con BT-Race e irrigación con NaOCl 2.5% y se lavaron con 10mL de agua destilada. Las muestras se dividieron en 5 grupos (n=15): G1=control positivo, G2=5mL de EDTA 17% sin agitación, G3=EDTA 17% agitado con lima por 60 seg, G4=EDTA 17% agitado con XP-endo Finisher por 60 seg, G5=EDTA 17% activado 60 seg con EndoActivator. Los grupos 2-5 se irrigaron por 1 minuto con 1mL de NaOCl 2.5% y 5mL de solución salina y se secaron con puntas de papel. Enseguida las raíces se separaron longitudinalmente mediante disco de diamante, cincel y martillo para su análisis en el MEB en donde se obtuvieron imágenes de los tres tercios del conducto las cuales fueron evaluadas por dos especialistas en endodoncia. Los resultados muestran que XP-endo Finisher y Endoactivator presentaron menor cantidad de debris y BD a nivel coronal, medio y apical en comparación con los grupos 1,2 y 3. No hubo diferencia significativa entre los grupos XP-endo Finisher y Endoactivator.

Sanabria-Liviac et al. (2017) compararon la eficacia de XP-endo Finisher y la irrigación ultrasónica pasiva (PUI) en la eliminación de barrillo dentinario en los tercios medio y apical. Se utilizaron 36 premolares inferiores extraídos por razones ortodónticas, con ápices cerrados, raíces mayores a 14mm, conductos rectos e individuales, curvaturas menores a 20° y sin calcificaciones. La longitud de las raíces se estandarizó a 16mm y los ápices fueron sellados con pegamento. Se instrumentó con Wave One (#40, 0.8), se irrigó con 2.5 mL de NaOCl 2.5% y al final con 2.5mL de agua destilada, cada instrumento se utilizó en 4 muestras. Las piezas se dividieron en cuatro grupos (n=9) según los siguientes protocolos de irrigación final: G1=XP-endo Finisher e NaOCl-EDTA, G2=XP-endo Finisher e NaOCl, G3=PUI e NaOCl-EDTA, G4=PUI e NaOCl. Enseguida las raíces se dividieron longitudinalmente en dos mitades con disco de diamante y cincel; las mitades con las paredes más visibles se observaron a 3 y 7mm del ápice mediante microscopio electrónico de barrido de emisión de campo (FESEM) a 5000X. Los resultados muestran mayor limpieza del tercio medio en comparación con el tercio apical en todos los grupos. El G1 presentó significativamente menor cantidad de barrillo dentinario en ambos tercios.

Al-Mafrachi, Awazli y Al-Maliky (2017) compararon la permeabilidad dentinaria y la eliminación de debris en el conducto radicular después de utilizar láser y XP-endo Finisher. A veintiocho premolares inferiores extraídos por razones ortodónticas se les eliminó la corona dejando raíces de 14mm. La longitud de trabajo se estableció a 1mm del ápice, se instrumentó con ProTaper Next y se irrigó con NaOCl 5.25%. Las muestras se dividieron en dos grupos (n=14) de acuerdo a los siguientes protocolos: G1= 1 mL EDTA 17% seguido por 5 mL de NaOCl 5.25% agitado con XP-endo Finisher; G2= 1 mL EDTA 17% seguido de 5 mL de NaOCl 5.25% agitado con láser Er. Cr. YSGG. Cuatro muestras de cada grupo se dividieron longitudinalmente en dos mitades con disco de diamante, cincel y martillo para observarse en el MEB a 500 y 1000X. Para la evaluación de la permeabilidad, en otras muestras el ápice fue sellado con cera pegajosa, la superficie radicular se

cubrió con 2 capas de barniz de uñas y el conducto se llenó con azul de metileno 2%. Enseguida, las muestras se seccionaron horizontalmente en tercios para evaluarse por estereomicroscopio a 40X. Los resultados indican que el grupo en donde se empleó láser fue más eficaz la eliminación de debris además de presentar mayor permeabilidad dentinaria que con el uso de XP-endo Finisher.

Zand, Mokhtari, Reyhani, Nahavandizadeh y Azimi (2017) compararon la cantidad de barrillo dentinario (BD) remanente en el conducto radicular al utilizar bajo diferentes protocolos XP-endo Finisher. Se incluyeron 68 piezas unirradiculares de conductos rectos, ápices cerrados y sin calcificaciones, las cuales se decoronaron dejando raíces de 15 mm. La longitud de trabajo se estableció a 1 mm de la salida del conducto, se instrumentó con Bio RaCe (#35, 0.4) y las piezas se dividieron aleatoriamente en control negativo (n=6): NaOCl 2.5% y EDTA 17%, control positivo (n=6): solución salina y 4 grupos experimentales (n=14): G1= XP-endo Finisher y 2 mL de NaOCl 2.5% por 1 minuto; G2= XP-endo Finisher y 1 mL de EDTA 17% por 1 minuto; G3= XP-endo Finisher y solución salina por 1 minuto; G4= XP-endo Finisher con NaOCl 2.5% y EDTA 17% por 30 segundos cada solución. Todos los grupos se irrigaron al final con 20 mL de solución salina. La presencia de BD se evaluó mediante MEB a nivel apical, medio y coronal a 1000X-2000X siguiendo la propuesta de puntuación de Torabinejad (2012): Grado 1= sin BD, túbulos dentinarios abiertos; Grado 2= túbulos dentinarios con una capa moderada de BD; Grado 3= cobertura completa de las paredes del conducto radicular con BD. Los resultados muestran la menor cantidad de BD en los tercios coronal, medio y apical cuando se utilizó XP-endo Finisher y EDTA 17%.

Bao, Shen, Lin y Haapasalo (2017) compararon la eficacia de la irrigación convencional (CNI), la irrigación ultrasónica pasiva (PUI) y XP-endo Finisher (XPF) en la eliminación de biofilm. Se incluyeron 54 premolares unirradiculares, con ápices cerrados, estandarizados a 19mm e instrumentados con ProTaper. Las piezas se dividieron longitudinalmente en dos mitades con disco de diamante, hoja de afeitar y martillo. Se incluyeron las muestras que podían reensamblarse (n=48), en ellas se realizó una ranura en las paredes del conducto a 2, 3, 4 y 5mm del

vértice, el resto de las muestras formaron el grupo control (n=6). Enseguida, en las muestras se indujo el crecimiento de biofilm tomando para ello placa subgingival humana, las muestras se incubaron en infusión cerebro corazón por 4 semanas, después los conductos se instrumentaron con Vortex Blue. Las muestras se dividieron aleatoriamente en 6 grupos (n=8) según las siguientes alternativas de irrigación final: G1=CNI continua, G2=CNI en 3 ciclos de 30 seg, G3= PUI continua, G4= PUI en 3 ciclos de 30 seg, G5= XPF continua, G6= XPF 3 ciclos de 30 seg; en todos los grupos se utilizó NaOCl 3%. Las muestras se observaron con MEB en donde se obtuvieron 1728 imágenes a 2000X las cuales evaluaron dos examinadores. Los resultados muestran que XPF fue más eficaz en la eliminación de biofilm, siendo aún más eficaz la remoción cuando se utilizó XPF en 3 ciclos.

Vivian et al. (2016) evaluaron *in vitro* la influencia de diversos protocolos de irrigación ultrasónica pasiva en la remoción de debris. 40 incisivos bovinos sin malformación, fracturas, reabsorción o curvaturas se decoronaron dejando raíces de 16mm, las muestras se colocaron en una mufla, se instrumentaron a 1mm del foramen apical con Reciproc R50 y se irrigaron con NaOCl 2.5%. Con disco de diamante se hicieron dos ranuras longitudinales para seccionar en dos mitades con cincel y martillo. Surcos de 3mm de largo, 0.2mm de ancho y 0.3mm de profundidad se realizaron en la superficie interna del conducto a 2, 7 y 12mm del ápice. Se colocó debris en las ranuras y se montaron en la mufla, una vez ahí, las muestras se irrigaron con 2 ml de NaOCL 2.5% para después realizar los siguientes protocolos de irrigación final; Grupo Control: sin agitación del irrigante, GPUI-s: 3 ciclos de 20 seg a 1 mm de la longitud de trabajo, GPUI-t: un ciclo de 20 seg en cada tercio, GPUI-d: 3 ciclos de 20 seg con movimientos de entrada y salida. Las piezas fueron analizadas con estereomicroscopio a 30X. Los resultados no muestran diferencia estadística significativa en el tercio cervical para todos los grupos PUI, mientras que en el tercio apical los grupos PUI-d y PUI-s mostraron mejor limpieza que PUI-t. Los autores sugieren emplear PUI-d en casos con anatomía compleja ya que con este protocolo se logró la mayor limpieza.

Tabla 1. Resumen de las investigaciones realizadas sobre XP-endo Finisher

Autor	Objetivo	Muestras	Piezas	NaOCl	Protocolos de irrigación	Aumento	Resultados
Zivkovic (2015)	Evaluar la eliminación de barrillo dentinario	n=30	Dientes unirradiculares	2%	• Xp-endo Finisher	MEB. 1,000X, 2,000X y 5,000X	XP-endo Finisher eliminó más barrillo
Azim (2016)	Disminución bacteriana	n=86	Premolares y molares inferiores	6%	• Xp-endo Finisher • Jeringa • Endoactivator • PIPS	Microscopio confocal láser de barrido (CSLM)	
Leoni et al. (2016)	Eliminación de debris	n=40	Raíces mesiales de 1eros molares Inferiores	2.5%	• Presión apical positiva • Irrigación ultrasónica pasiva • Lima autoajustable SAF • Xp-endo Finisher	Microfotografía computalizada	XPF y PUI tuvieron mayor reducción de debris
Elnaghy, Mandora y Elsaka (2016)	Eliminación de debris y barrillo	n=75	Raíces mesiales de molares inferiores	2.5%	• Xp-endo Finisher • Endoactivator • Agitación con lima	400X p/debris y 1,000X p/barrillo	XPF y Endoactivator fueron más eficaces
Sanabria-Liviach et al. (2017)	Eliminación de barrillo dentinario	n=36	Premolares inferiores	2.5%	• Xp-endo Finisher • Irrigación Ultrasónica pasiva	5,000X	XPF e NaOCl-EDTA fue más eficaz
Al-Mafrachi (2017)	Eliminación de Debris	n=28	Premolares inferiores	5.25%	• Xp-endo Finisher • Láser Er. Cr. YSGG	500X y 1,000X	Láser eliminó más debris
Zand et al. (2017)	Eliminación de barrillo dentinario	n=68	Piezas unirradiculares	2.5%	• Xp-endo Finisher con NaOCl, Solución salina o EDTA	1,000X y 2,000X	Mayor eficacia XP-endo Finisher y EDTA 17%
Bao, Shen, Lin y Haapasalo (2017)	Eliminación de biofilm	n=54	Premolares unirradiculares	3%	• Irrigación convencional • Irrigación ultrasónica pasiva • Xp-endo Finisher	MEB 1000X y 2000X	XPF fue más eficaz en la eliminación de biofilm

3. Planteamiento del problema

Durante la instrumentación del sistema de conductos, ya sea manual o rotatoria, las paredes dentinarias que fueron tocadas por los instrumentos quedan cubiertas por una capa superficial llamada barrillo dentinario o smear layer en inglés (McComb y Smith 1975). El barrillo dentinario está compuesto de dentina, restos de tejido pulpar, procesos odontoblásticos y algunas veces bacterias (Sen, Wesselink y Turkun, 1995). Se considera que está formado por dos capas, una superficial no adherida y otra adherida que se extiende hasta los túbulos dentinarios formando tapones (Cameron, 1983).

La presencia del barrillo dentinario en las paredes del conducto puede reducir la acción de los desinfectantes (Orstavik y Haapasala, 1990), permitir el paso a los microorganismos (Akpata y Blechman, 1982), ofrecer protección a biofilms que se adhieren a las paredes del conducto radicular (Sen, Safavi y Spangberg, 1999) además de actuar como una barrera física que impide la adhesión y penetración de los cementos selladores en los túbulos dentinarios (Sen et al., 1995).

Yang y Bae (2002) demostraron que la presencia de barrillo favorece la adhesión y la colonización de *Prevotella nigrescens* a la matriz de dentina aumentando la probabilidad de reinfección del conducto. Algunas bacterias como el *Bacteroides gingivalis* y *Treponema denticola* tienen la capacidad de disolver las proteínas de la capa de barrillo y por tanto, de producir hendiduras que pueden favorecer las microfiltraciones coronales, apicales y la proliferación bacteriana en el sistema de conductos (Clark-Holke, Drake, Walton, Rivera y Guthmiller, 2003).

4. Pregunta de investigación

¿Cuál alternativa para la irrigación final, XP-endo Finisher o la irrigación ultrasónica pasiva, presenta mayor capacidad en la remoción de barrillo dentinario?

5. Justificación

La eliminación de barrillo dentinario disminuye la carga bacteriana y mejora la adaptación de los materiales de obturación a las paredes del conducto

(Torabinejad, Handysides, Khademi y Bakland, 2002), reduce la microfiltración (Ribeiro et al. 2012) y mejora la penetración de los selladores en los túbulos dentinarios (White, Goldman y Lin, 1987).

La capa de barrillo dentinario presenta dificultad para ser eliminada por completo debido a la complejidad anatómica del sistema de conductos, su presencia puede comprometer el pronóstico del tratamiento endodóntico. Actualmente se buscan nuevas alternativas para eliminar la capa de barrillo dentinario. XP-endo Finisher es un nuevo instrumento sugerido como una alternativa para irrigación final que promete una mayor limpieza del sistema de conductos. La literatura relacionada con la eficacia de XP-endo Finisher en la remoción del barrillo dentinario aún es escasa, por ello la necesidad de realizar más investigaciones que evalúen la capacidad de limpieza de este nuevo instrumento.

6. Hipótesis de trabajo

El protocolo de irrigación final con la lima XP-endo Finisher permitirá mayor remoción de barrillo dentinario en comparación con el uso de irrigación ultrasónica pasiva.

7. OBJETIVOS

7.1 Objetivo General

Comparar la eficacia de la agitación del irrigante con XP-endo Finisher y la irrigación ultrasónica pasiva en la remoción de barrillo dentinario mediante microscopio electrónico de barrido.

7.2 Objetivos específicos

1. Evaluar la remoción de barrillo dentinario en los tercios cervical, medio y apical, empleando XP-endo Finisher.
2. Evaluar la remoción de barrillo dentinario en los tercios cervical, medio y apical, empleando irrigación ultrasónica pasiva.

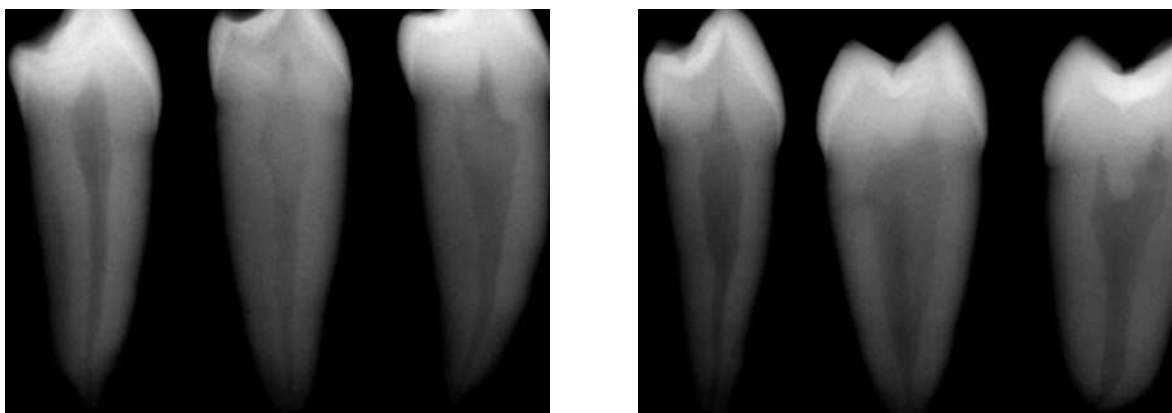
8. MATERIAL Y MÉTODOS

8.1 Universo de estudio

Premolares unirradiculares de un solo conducto con una curvatura no mayor a 20 grados en las que se realizó limpieza final utilizando irrigación ultrasónica pasiva o empleando XP-endo Finisher.

8.2 Tamaño de la muestra

Se utilizaron 34 premolares unirradiculares, extraídos por fines ortodónticos, de un solo conducto con una curvatura no mayor a 20 grados. Se tomaron radiografías mesio-distales y buco-linguales para verificar la presencia de un solo conducto y una curvatura menor a la establecida.



Figuras 1 y 2. Radiografías de las muestras

8.3 Clasificación del estudio

- Experimental
- Descriptivo
- Comparativo

8.4 Criterios de elegibilidad

8.4.1 Criterios de inclusión

- Premolares unirradiculares de un solo conducto con una curvatura no mayor de 20 grados.

- Premolares con raíces completamente formadas.
- Premolares extraídos por fines ortodónticos.

8.4.2 Criterios de no inclusión

- Premolares con dos raíces.
- Premolares unirradiculares con dos o más conductos.
- Premolares unirradiculares de un solo conducto con una curvatura mayor de 20 grados.
- Premolares con ápices abiertos.
- Premolares con conductos calcificados.
- Premolares extraídos por otras razones que no sean ortodónticas.

8.5 Procedimiento metodológico

Recolección y conservación de las muestras

Se recolectaron 34 premolares unirradiculares recientemente extraídos por motivos ortodónticos. La limpieza se realizó mediante cepillo y cureta, las piezas se mantuvieron en NaOCl al 5.25% durante dos minutos, se lavaron a chorro de agua corriente. Se tomó una radiografía en sentido vestibulo-lingual o palatino y mesio-distal, para confirmar la presencia de un solo conducto. Las piezas se conservaron en frascos estériles con solución fisiológica para evitar su deshidratación.

Eliminación de la porción coronaria

Se eliminó la porción coronaria de los premolares con la finalidad de estandarizar la longitud radicular a 15mm. Para realizar el corte se utilizó un disco de diamante, (Dentsply) a baja velocidad y con una fresa de rueda de carro diamantada (Dentsply) de alta velocidad se alisó la superficie del corte removiendo con ello las irregularidades.



Figura 3. Piezas estandarizadas a 15mm



Figura 4. Decoronación



Figura 5. Alisado



Figura 6. Codificación de las muestras

Preparación del conducto.

Inicialmente la permeabilidad del conducto fue confirmada con una lima 10 K-file (Dentsply). Mediante un microscopio estereoscópico se determinó la longitud del conducto una vez que la lima era visible en el foramen, a esta longitud se le resto un milímetro para establecer la longitud de trabajo. Enseguida el foramen apical fue sellado mediante dos capas de barniz de uñas para evitar la salida del irrigante y simular las condiciones *in vivo*. Los conductos fueron instrumentados con limas de NiTi HyFlexCM (Coltène), a 500 rpm y 2.5 de torque, siguiendo las recomendaciones del fabricante. Se llevó una lima manual tipo K #20 a longitud de trabajo, enseguida se utilizaron las limas HyFlex iniciando con la 08/25 hasta que

ofrecía resistencia, se continuo con la 04/20 a longitud de trabajo seguida de las limas 04/25, 06/20, 04/30 y 04/40 también a longitud de trabajo. Entre cada lima se irriego con 2ml de NaOCl al 5.25% utilizando jeringas de 10ml y puntas Endo-Eze 0.0160''.



Figura 7. Sellado del foramen



Figura 8. Limas de NiTi HyFlexCM (Coltène)



Figura 9. Instrumentación de las muestras



Figura 10. Rotatorio Endo-Mate DT NSK

Protocolo de irrigación final.

Las piezas se dividieron aleatoriamente en cuatro grupos, Grupo A: Control positivo (n=4), Grupo B: PUI en un ciclo de 1 minuto (n=10), Grupo C: PUI en tres ciclos de 20 segundos cada uno (n=10) y Grupo D: XP-endo Finisher (n=10).

Grupo A

Control Positivo

Una vez instrumentadas las piezas con HyFlexCM (Coltène) se irrigó con 2ml de NaOCl 5.25% utilizando puntas Endo-Eze 0.0160", se aspiró con un eyector quirúrgico desde la entrada del conducto y se secó con una punta de papel.



Figura 11. Puntas Endo-Eze



Figura 12. Conos de papel #40

Grupo B

Irrigación ultrasónica pasiva en tres ciclos

Material: ultrasonido DTE D5, punta ultrasónica ED1, puntas de papel Hygenic, jeringas de 10ml, puntas Endo-Eze (Ultradent).

Método: se llenó el conducto con 0.5 ml de NaOCl 5.25% y se introdujo la punta ultrasónica 2mm antes de la longitud de trabajo, se realizaron movimientos de entrada y salida sin tocar las paredes del conducto durante 20 segundos, enseguida se irrigó el conducto con 2ml de NaOCl 5.25% y se aspiró. Se llenó nuevamente el conducto con 0.5 ml de NaOCl 5.25% y se repitió la limpieza con la

punta de ultrasonido por 20 segundos. Después de irrigó nuevamente con 2ml de NaOCl 5.25% y se aspiró. Se realizó un tercer y último ciclo de limpieza con la punta de ultrasonido por 20 segundos y se realizó una irrigación final con 2ml de NaOCl 5.25%. Se aspiró el conducto desde el orificio de entrada en la porción coronal utilizando un eyector quirúrgico y finalmente se secó el conducto con una punta de papel. Un total de 7.5ml de NaOCl 5.25% fueron empleados para irrigar cada conducto incluido en este grupo de evaluación.



Figura 13. Ultrasonido DTE D5



Figura 14. Punta ultrasónica ED1

Grupo C

Irrigación ultrasónica pasiva en un ciclo

Material: ultrasonido DTE D5, punta ultrasónica ED1, puntas de papel Hygenic, jeringas de 10ml, puntas Endo-Eze (Ultradent).

Método: se llenó el conducto con 0.5 ml de NaOCl 5.25% y se introdujo la punta ultrasónica 2mm antes de la longitud de trabajo, se realizaron movimientos de entrada y salida sin tocar las paredes del conducto durante 60 segundos, enseguida se irrigó el conducto con 2ml de NaOCl 5.25% y se aspiró desde el orificio de entrada en la porción coronal utilizando un eyector quirúrgico y finalmente se secó el conducto con una punta de papel.

Grupo D

XP-endo Finisher.

Material: 10 limas Xp-endo Finisher (FKG), Motor Mate DT 20:1 (NSK), puntas de papel Hygenic, jeringas de 10ml, puntas Endo-Eze (Ultradent).

Método: se colocó la lima Xp-endo Finisher en el contra-ángulo y se estableció la longitud de trabajo mediante el tubo de plástico ajustando el tope de goma asegurándose de tocar el tubo con los dedos únicamente a nivel del logo de FKG. La lima, aun estando dentro del tubo, se enfrió mediante spray y enseguida se retiró del tubo de plástico en modo de rotación. Se detuvo la rotación y se introdujo en el conducto radicular, una vez dentro del conducto se llenó este con 0.5ml de NaOCl 5.25%, se activó la rotación y se trabajó con movimiento cortos de entrada y salida durante 1 minuto, finalmente se retiró el instrumento mientras estaba aún en rotación. Se realizó una irrigación final con 2ml de NaOCl 5.25%. La lima Xp-endo Finisher se trabajó a 800 rpm con un torque de 1 Ncm a longitud total. Se aspiró el conducto desde el orificio de entrada en la porción coronal utilizando un eyector quirúrgico y finalmente se secó el conducto con una punta de papel.



Figura 15. Blíster de XP-endo Finisher

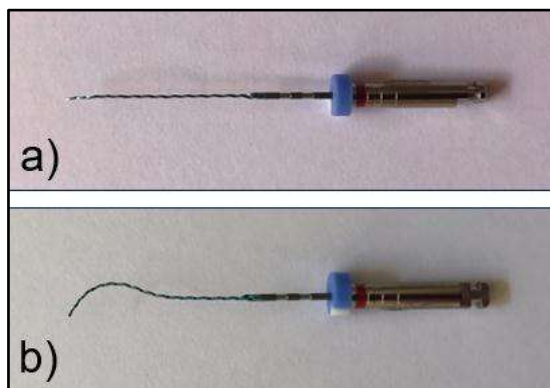


Figura 16. Limas XP-endo Finisher
a) Fase Martensítica
b) Fase Austenítica

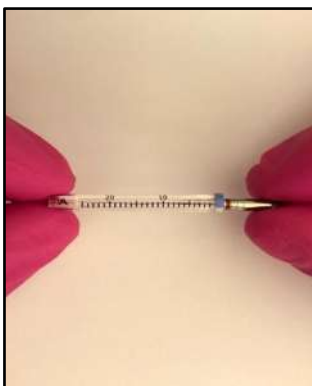


Figura 17. XP-endo Finisher en su tubo de protección

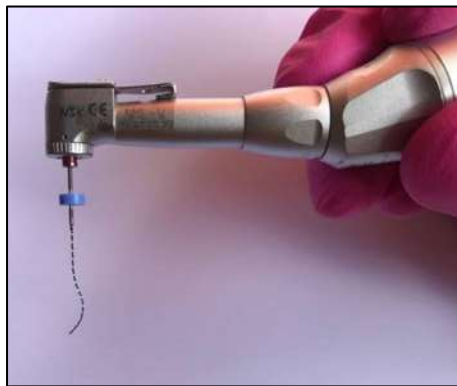


Figura 18. XP-endo Finisher montado en el contrángulo



Figura 19. Limpieza final del conducto

Corte de las piezas

Una vez hecha la irrigación final en las piezas de los grupos A, B, C y D, mediante un disco de diamante y posteriormente un disco de carburo se realizó una ranura sobre las superficies bucal y lingual/palatina de cada pieza sin llegar al conducto radicular, después mediante una minipinza tipo tenaza (Truper) a la cual se le desvanecieron los bocados se separaron las piezas en dos mitades de una sola intención. La mitad que presentó las mejores condiciones para ser evaluada se colocó en un tubo Eppendorf asignándole un código para posteriormente llevarse al MEB para su análisis, la mitad restante fue descartada.



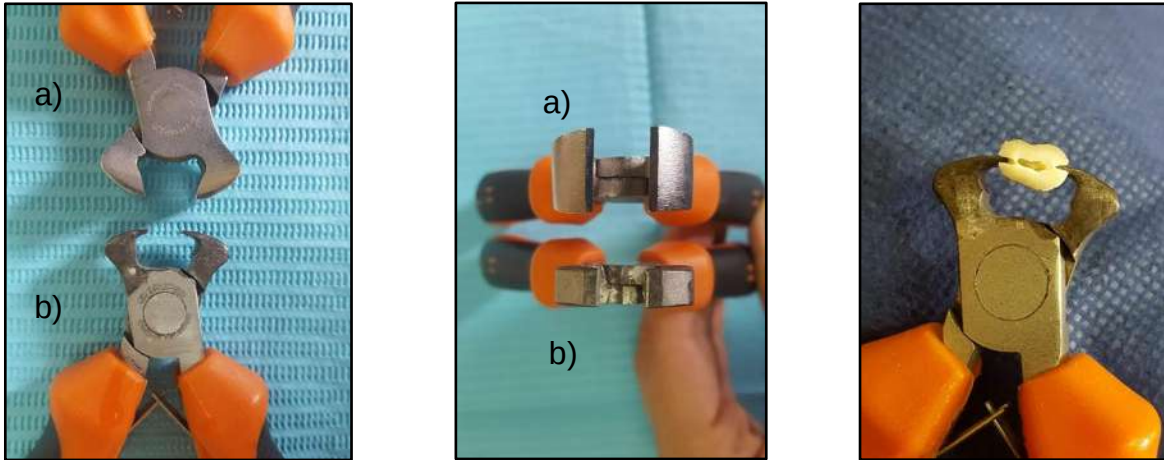


Figura 25. Muestra seccionada con ayuda de la minipiza



Figura 26. Piezas seccionadas en dos mitades de manera longitudinal

Análisis de las muestras

Las mitades seleccionadas fueron llevadas al Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) para ser analizadas mediante el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB). Se obtuvieron imágenes a una magnificación de 1,000X a una distancia de 3 mm, 7.5mm y 12mm de la entrada del conducto, con la finalidad de registrar el grado de limpieza en los tercios coronal, medio y apical.



Figura 27. Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales UMSNH



Figura 28. Sesión de examinación de muestras clínicas por medio de MEB



Figura 29. Muestras metalizadas



Figura 30. Microscopio electrónico de barrido JOEL JSM-6400



Figura 31. Sesión de examinación de muestras clínicas por medio de MEB

Se elaboró una presentación en Power Point con las 112 imágenes obtenidas de las 34 muestras, las cuales se colocaron de forma aleatoria, para ser evaluadas por 10 especialistas en Endodoncia basándose en los Criterios de **Rome** et al. (1985) citado por **Alhadi** (2016):

- **Grado 1** = pared del conducto radicular limpia con ausencia completa de barrillo dentinario, todos los conductos dentinarios abiertos y limpios.
- **Grado 2** = cantidad mínima de barrillo dentinario, más del 50% de los túbulos dentinarios abiertos.
- **Grado 3** = cantidad moderada de barrillo dentinario, menos del 50% de los túbulos dentinario abiertos.
- **Grado 4** = gruesa capa de barrillo dentinario con obliteración completa de los túbulos dentinarios.

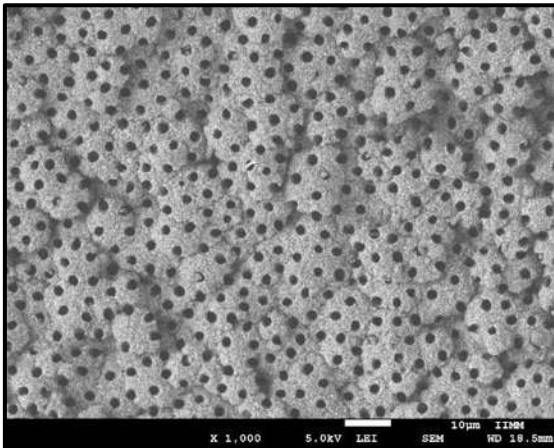


Figura 32. GRADO 1

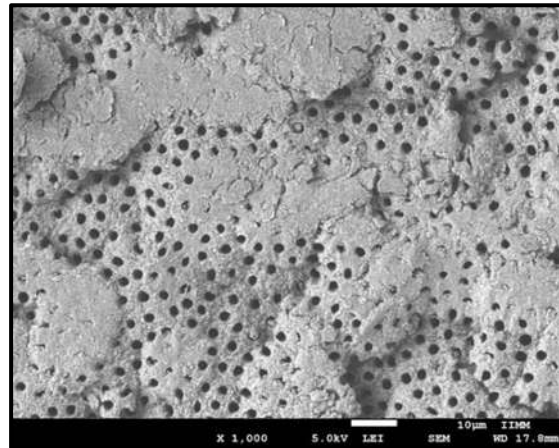


Figura 33. GRADO 2

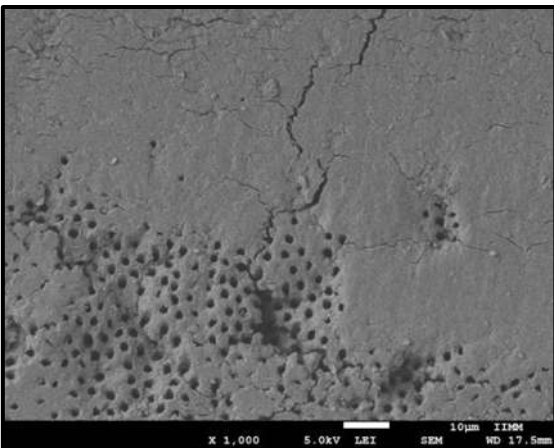


Figura 34. GRADO 3

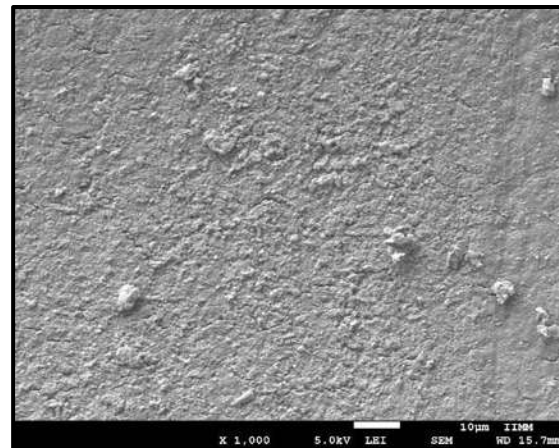


Figura 35. GRADO 4

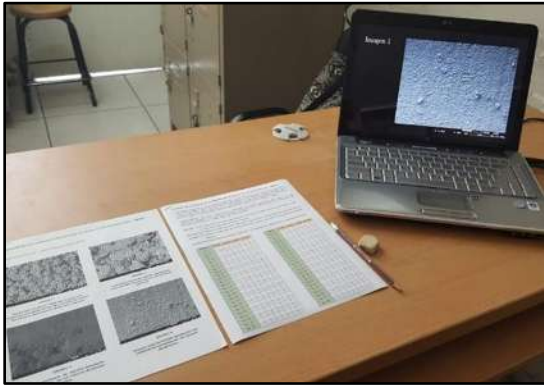


Figura 36



Figura 37



Figura 38

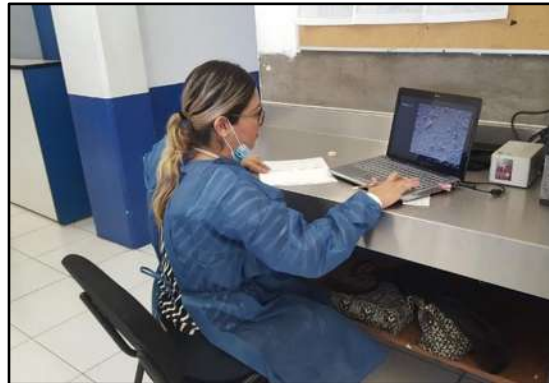


Figura 39



Figura 40



Figura 41

Figuras 36-41. Evaluación de las imágenes del MEB por especialistas en endodoncia

9. Resultados

Grupo A: Control

TERCIO CERVICAL

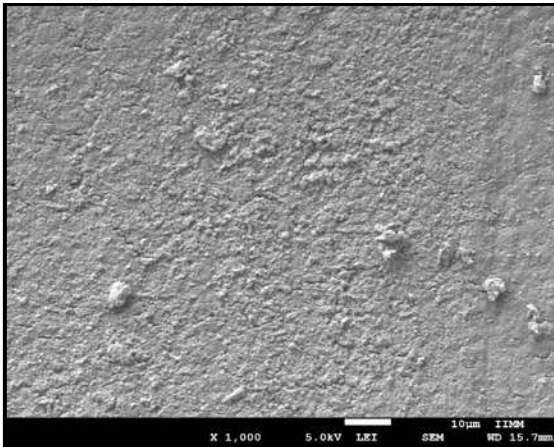


Figura 42

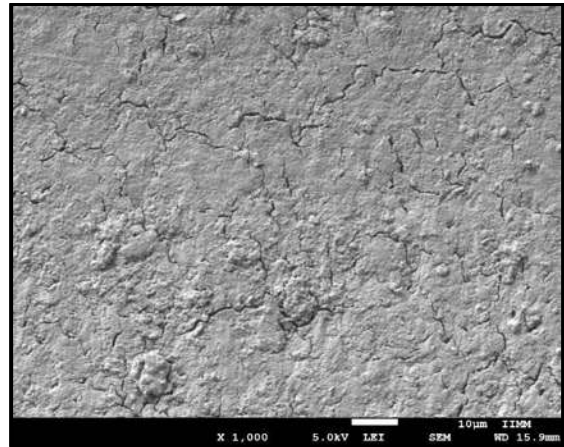


Figura 43

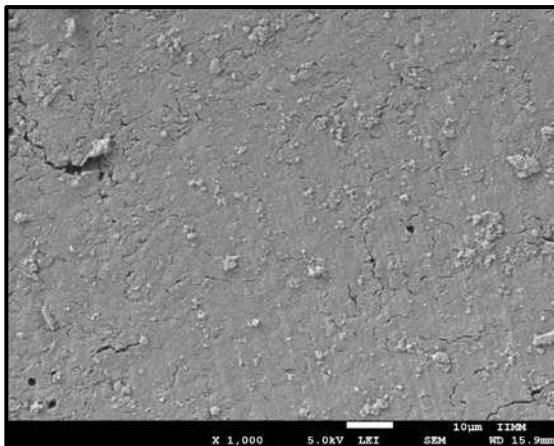


Figura 44

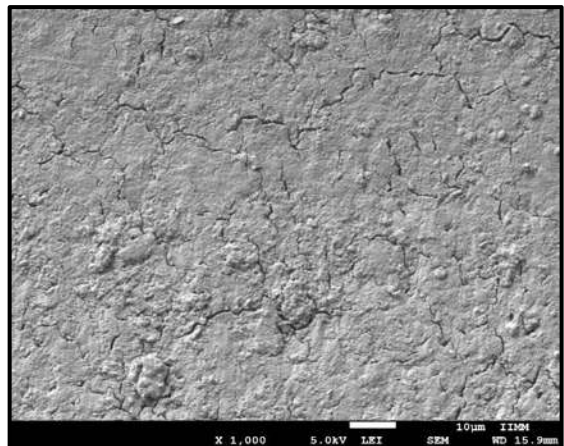


Figura 45

Figuras 42-45. Imágenes MEB 1000X Grupo A: control. Tercio cervical

Grupo B: Irrigación ultrasónica pasiva en tres ciclos de 20 segundos

TERCIO CERVICAL

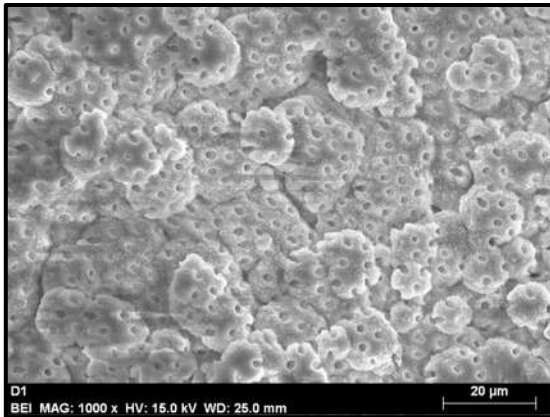


Figura 46

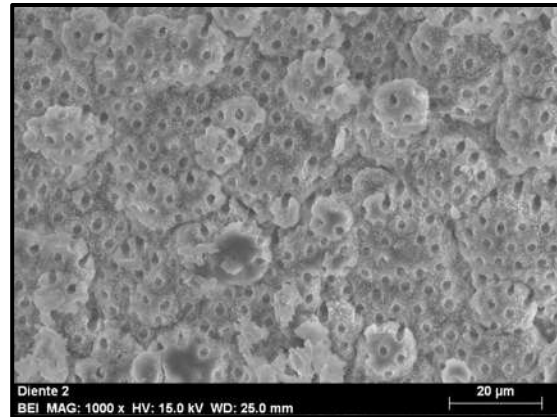


Figura 47

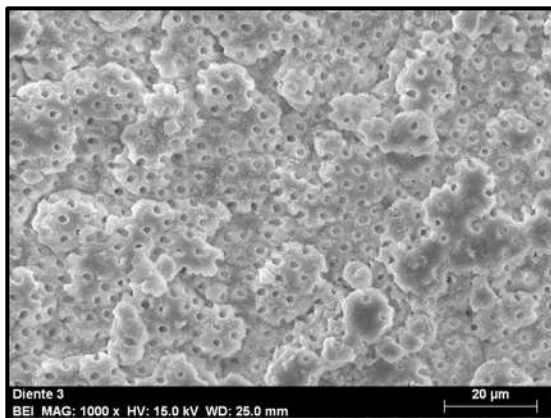


Figura 48

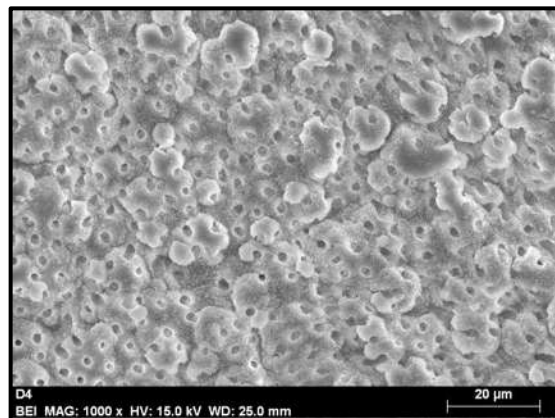


Figura 49

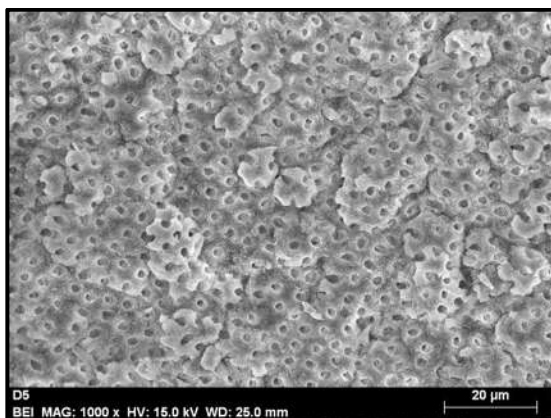


Figura 50

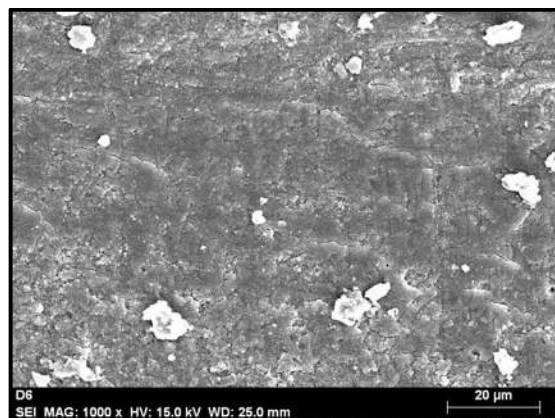


Figura 51

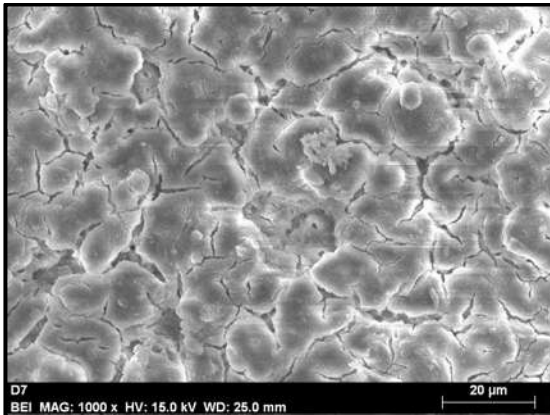


Figura 52

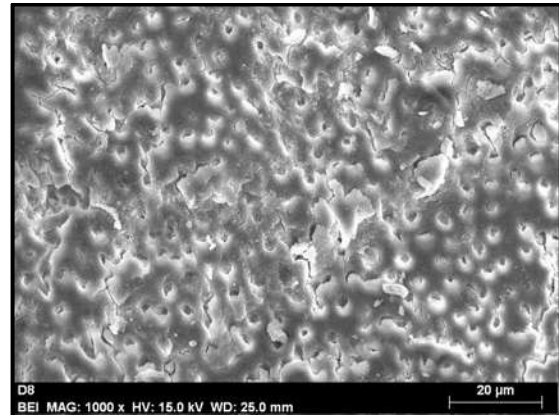


Figura 53

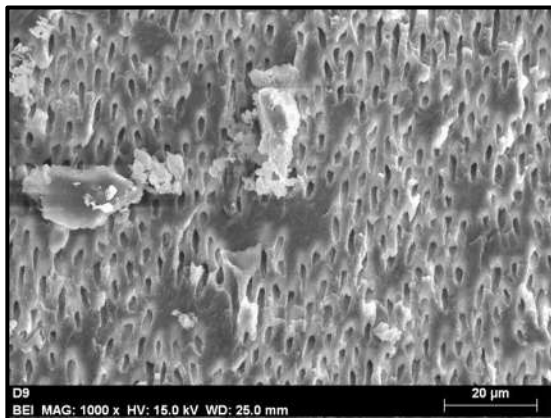


Figura 54

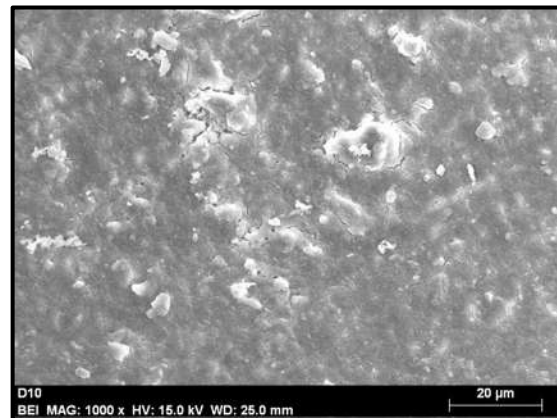


Figura 55

Figuras 46-55. Imágenes MEB 1000X, Irrigación ultrasónica pasiva en tres ciclos de 20 segundos cada uno. Tercio cervical.

Grupo C: Irrigación ultrasónica pasiva en un ciclo de 1 minuto

TERCIO CERVICAL

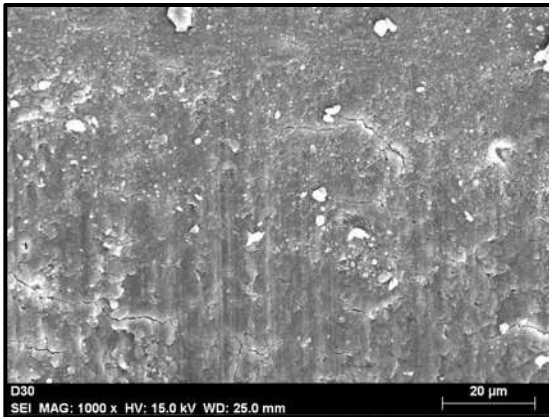


Figura 56

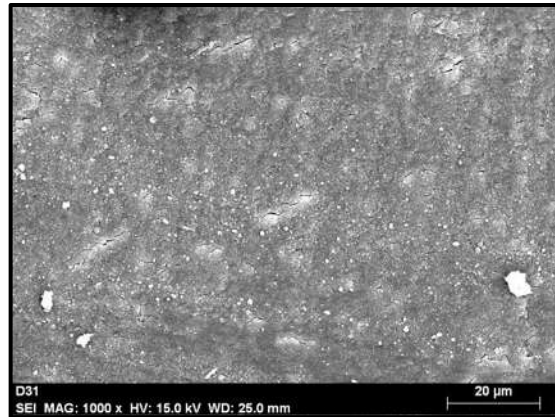


Figura 57

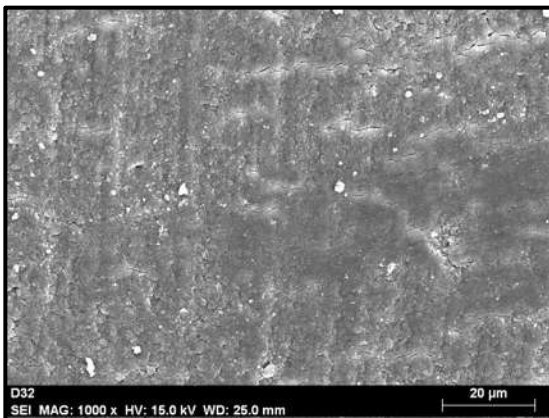


Figura 58

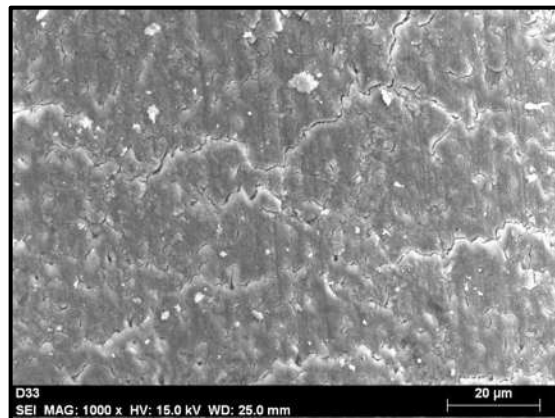


Figura 59

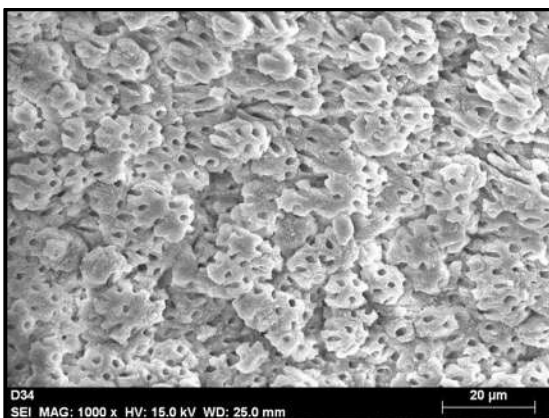


Figura 60

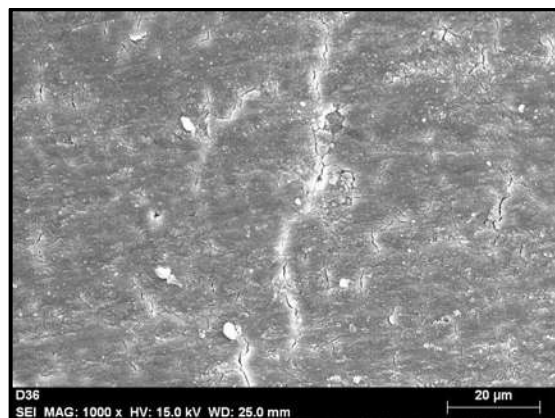


Figura 61

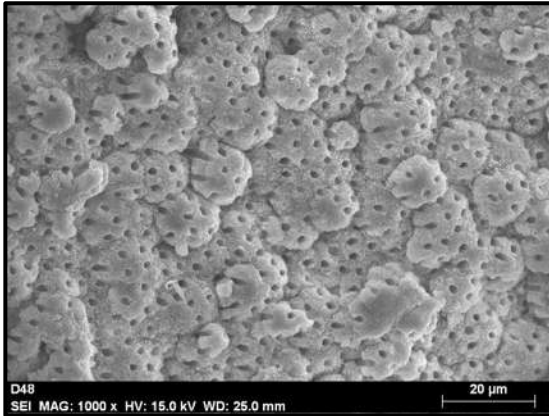


Figura 62

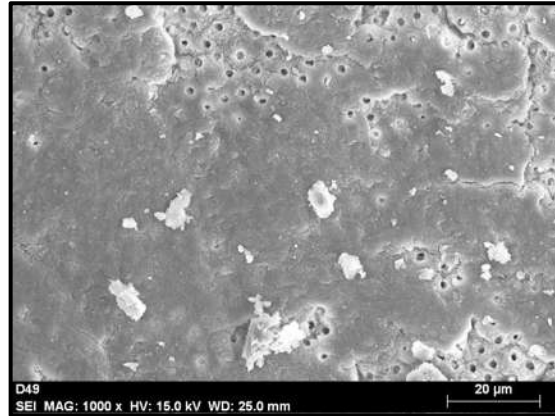


Figura 63

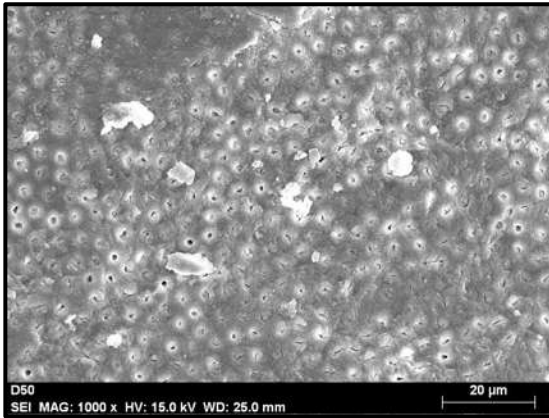


Figura 64

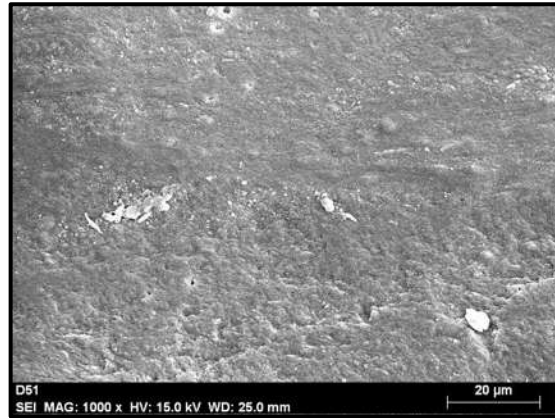


Figura 65

Figuras 56-65. Imágenes MEB 1000X, Grupo C: Irrigación ultrasónica pasiva en un ciclo de 1 minuto. Tercio cervical.

Grupo D: XP-endo Finisher

TERCIO CERVICAL

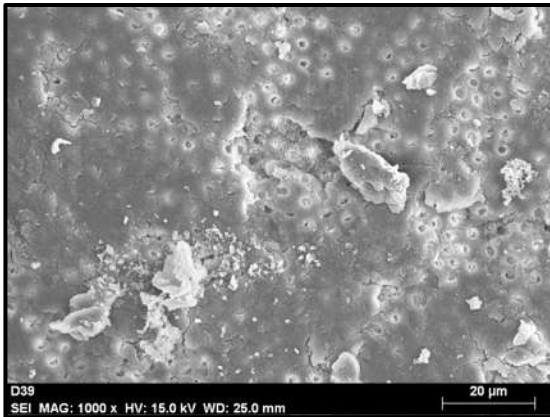


Figura 66

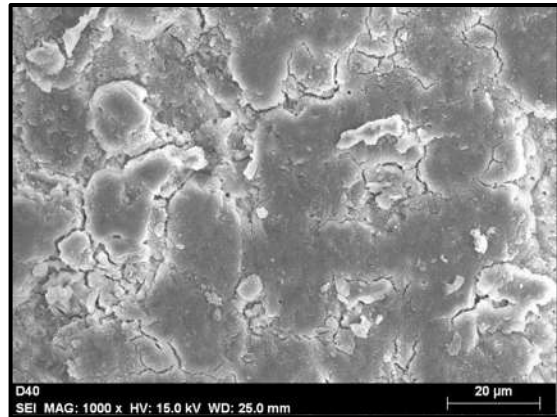


Figura 67

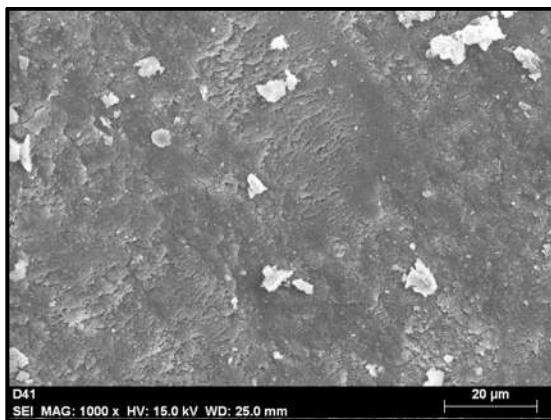


Figura 68

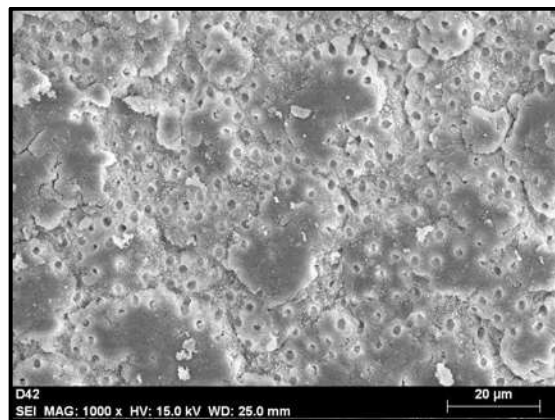


Figura 69

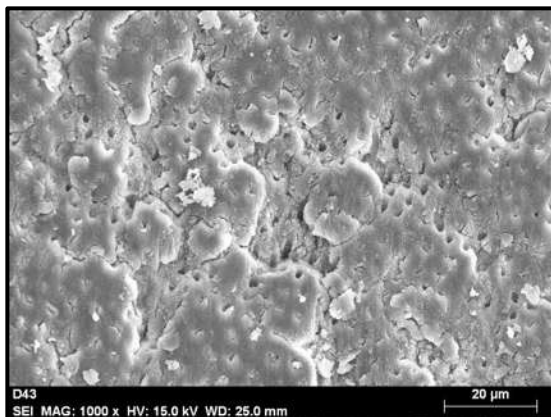


Figura 70

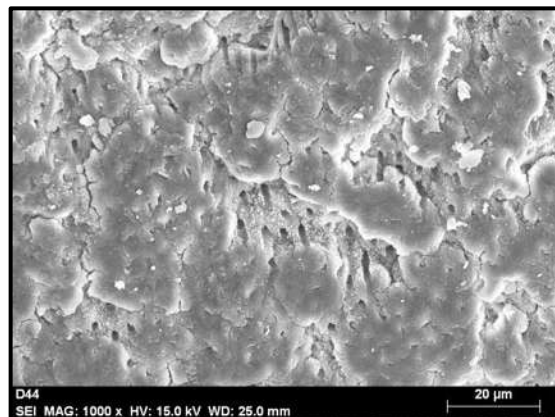


Figura 71

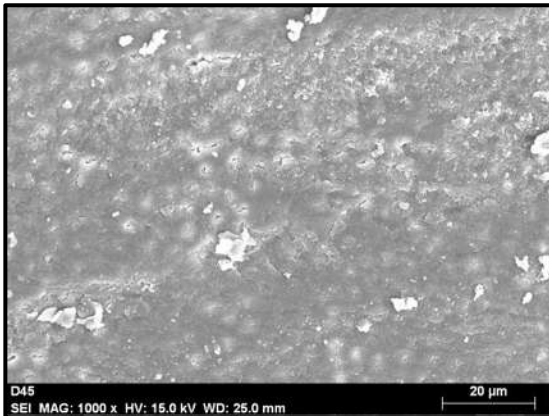


Figura 72

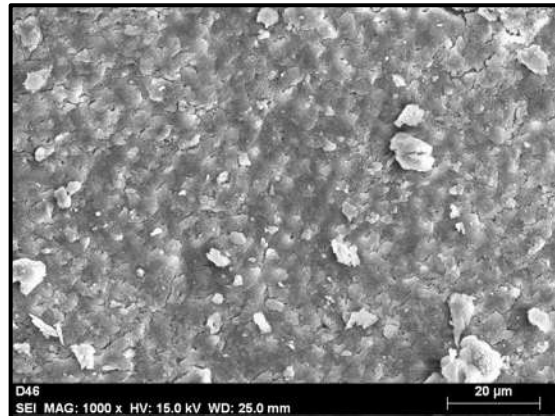


Figura 73

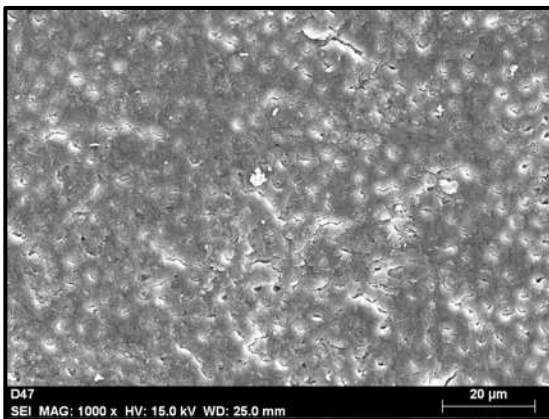


Figura 74

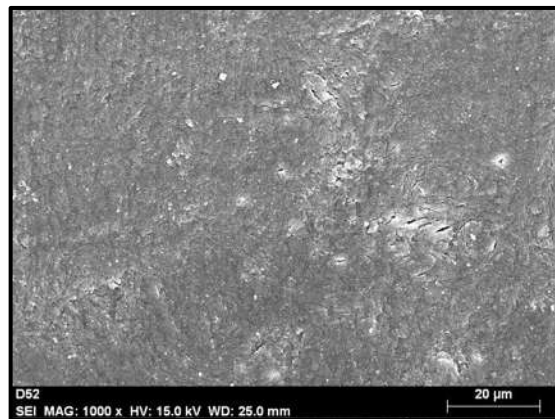


Figura 75

Figuras 66-75. Imágenes MEB 1000X, Grupo D: XP-endo Finisher. Tercio cervical.

Grupo A: Control

TERCIO MEDIO

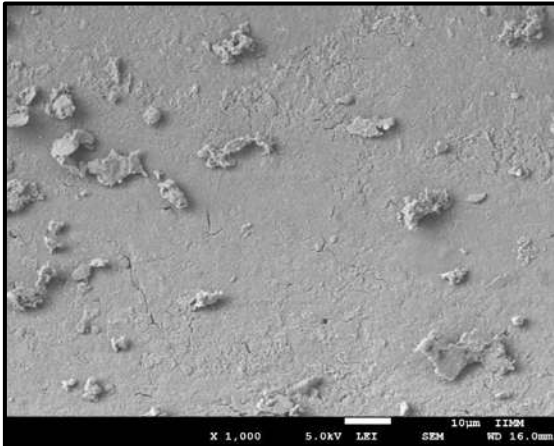


Figura 76

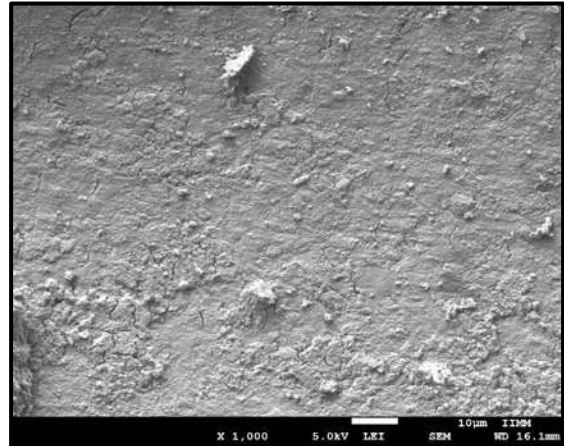


Figura 77

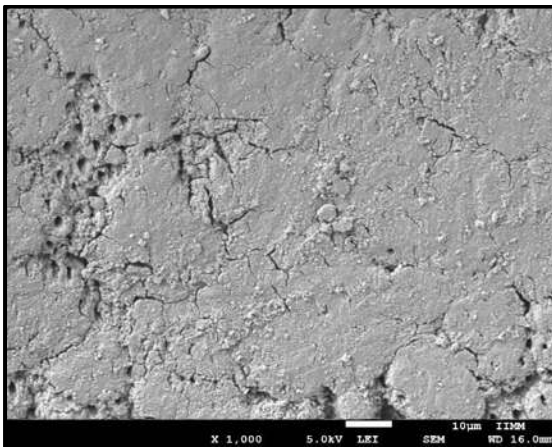


Figura 78

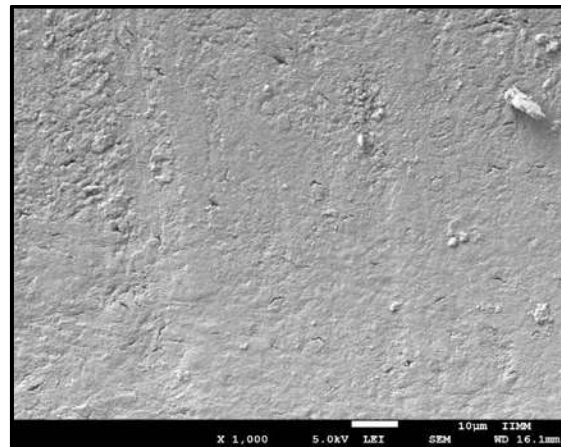


Figura 79

Figuras 76-79. Imágenes MEB 1000X, Grupo A: control. Tercio medio.

Grupo B: Irrigación ultrasónica pasiva en tres ciclos de 20 segundos

TERCIO MEDIO

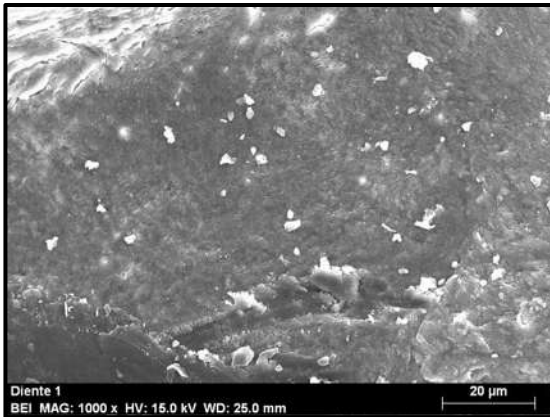


Figura 80

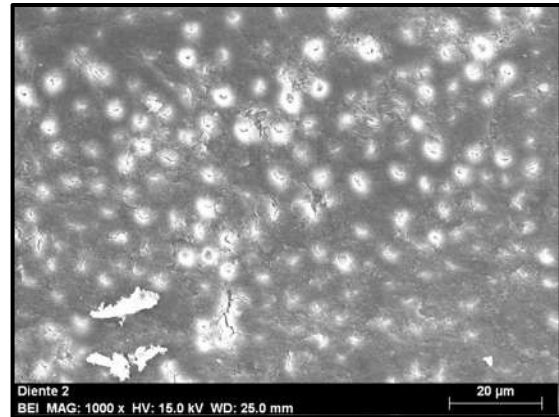


Figura 81

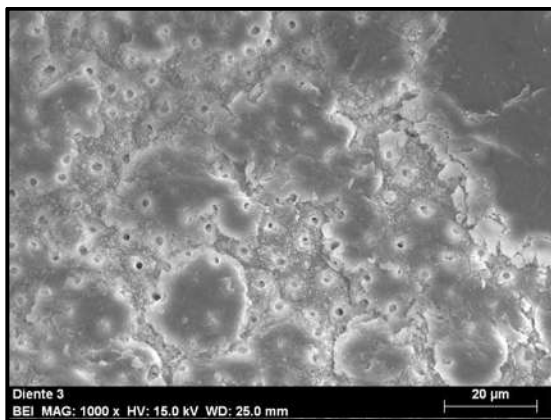


Figura 82

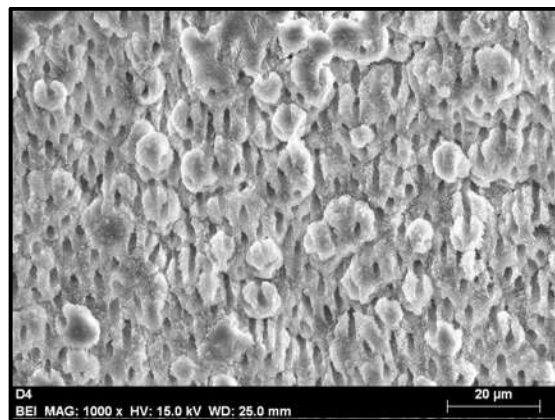


Figura 83

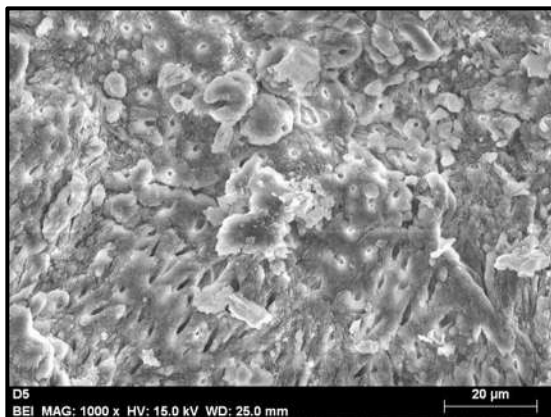


Figura 84

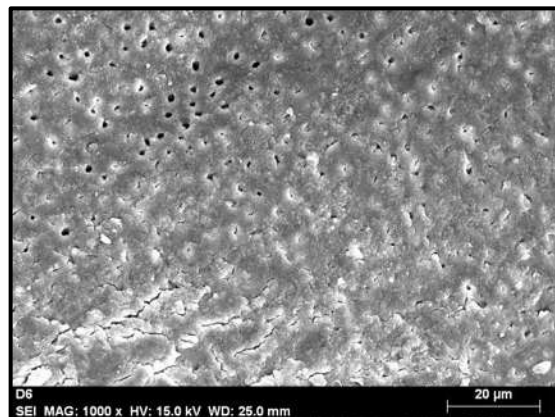


Figura 85

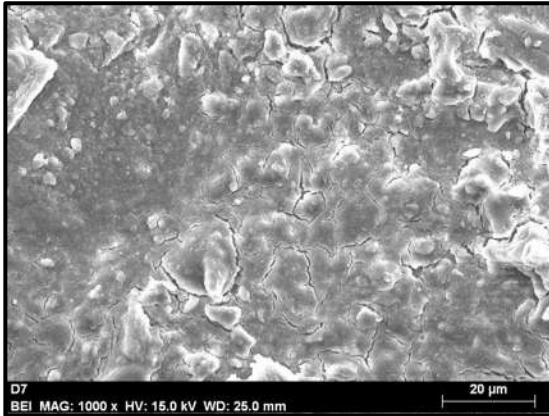


Figura 86

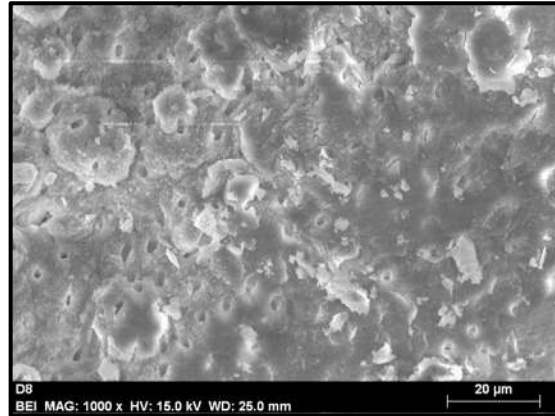


Figura 87

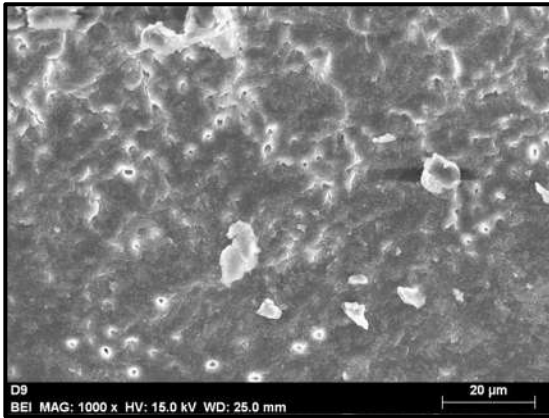


Figura 88

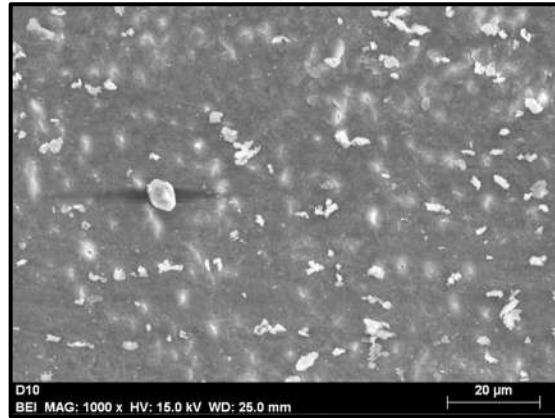


Figura 89

Figuras 80-89. Imágenes MEB 1000X, Grupo B: Irrigación ultrasónica pasiva en tres ciclos de 20 segundos cada uno. Tercio medio.

Grupo C: Irrigación ultrasónica pasiva en un ciclo de 1 minuto

TERCIO MEDIO

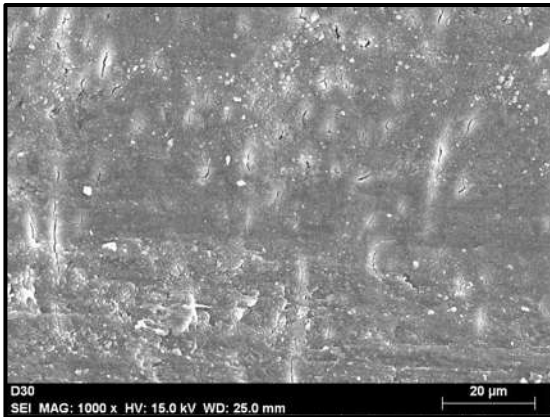


Figura 90

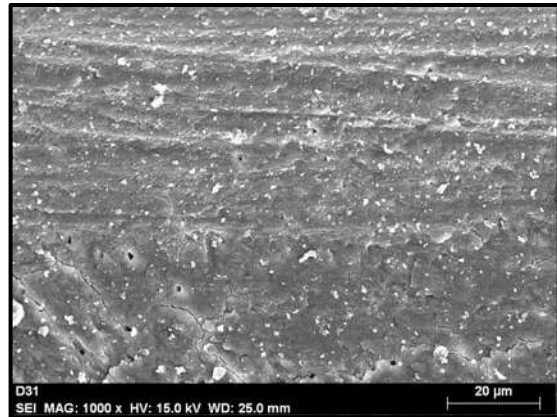


Figura 91

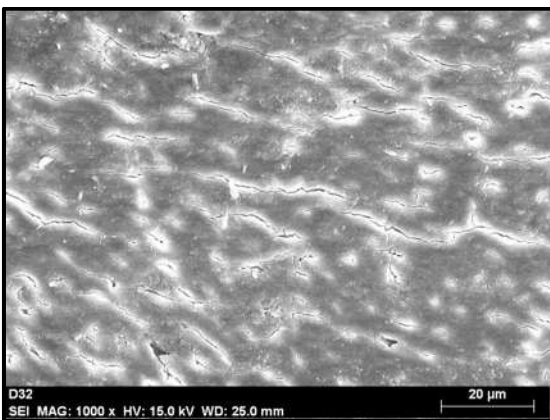


Figura 92

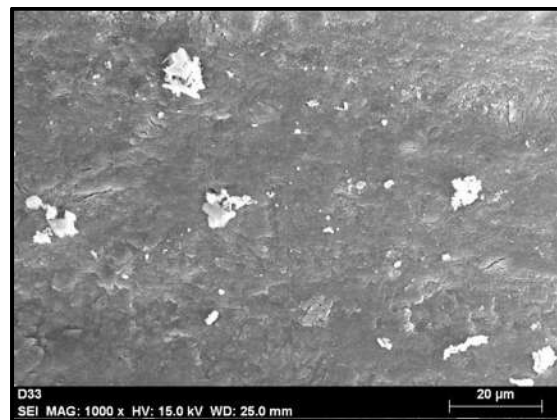


Figura 93

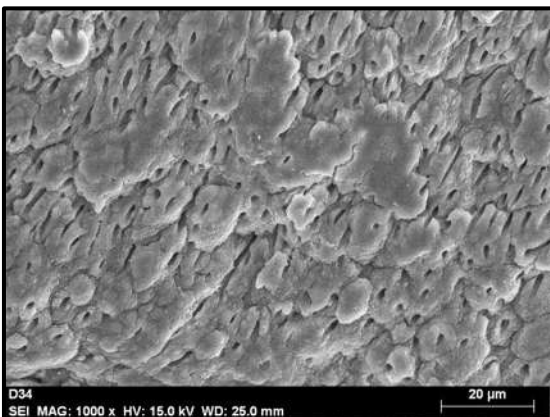


Figura 94

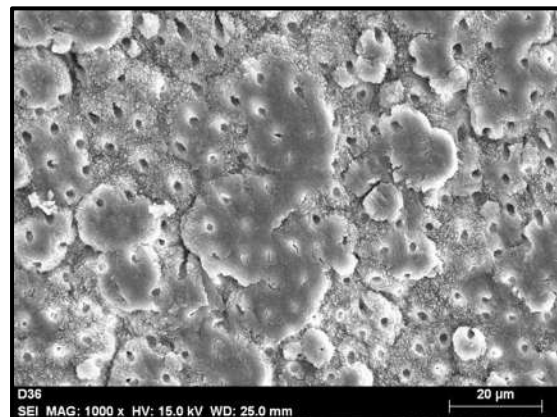


Figura 95

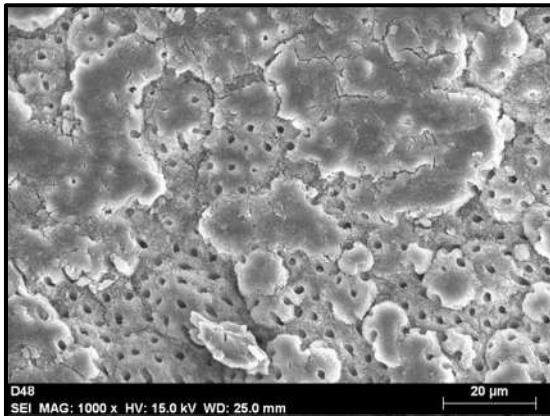


Figura 96

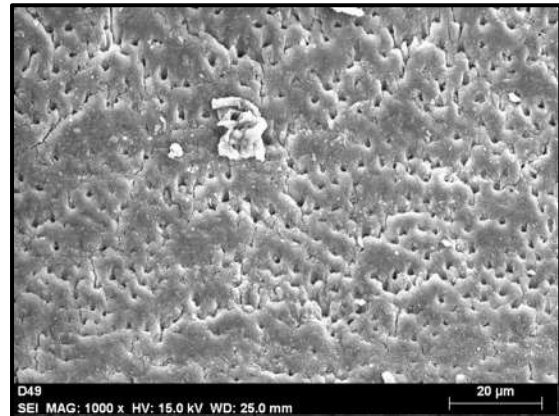


Figura 97

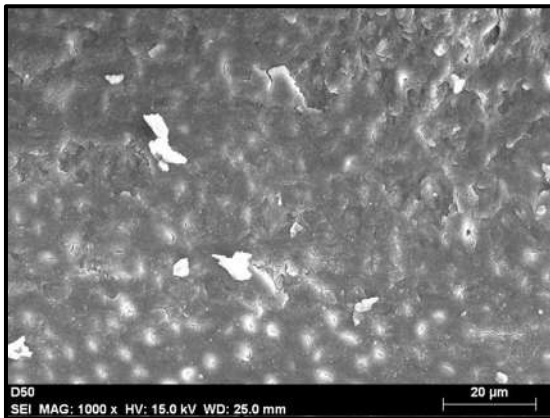


Figura 98

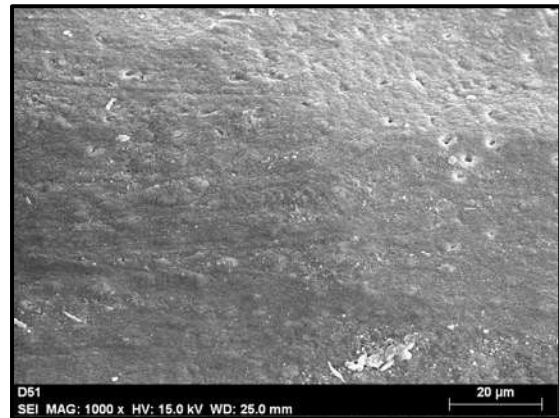


Figura 99

Figuras 90-99. Imágenes MEB 1000X, Grupo C: Irrigación ultrasónica pasiva en un ciclo de 1 minuto. Tercio medio.

Grupo D: XP-endo Finisher

TERCIO MEDIO

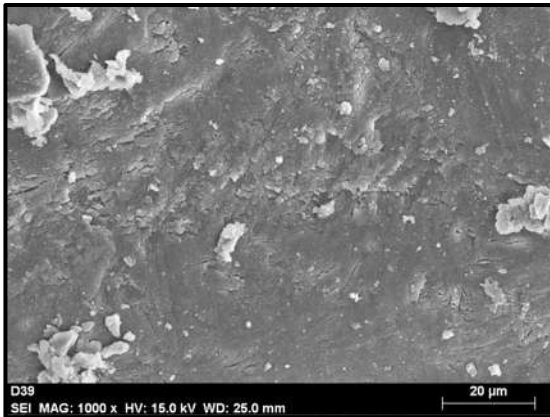


Figura 100

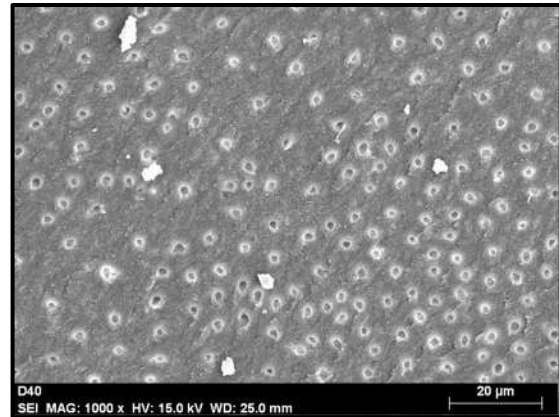


Figura 101

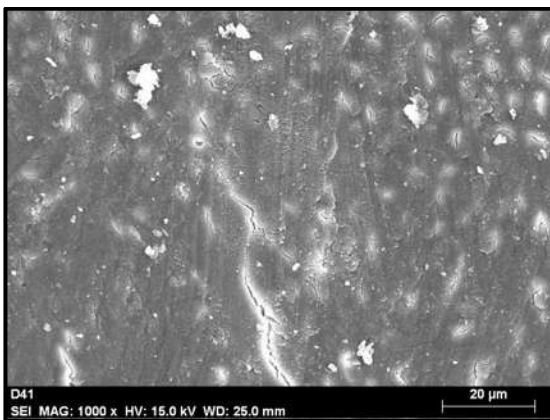


Figura 102

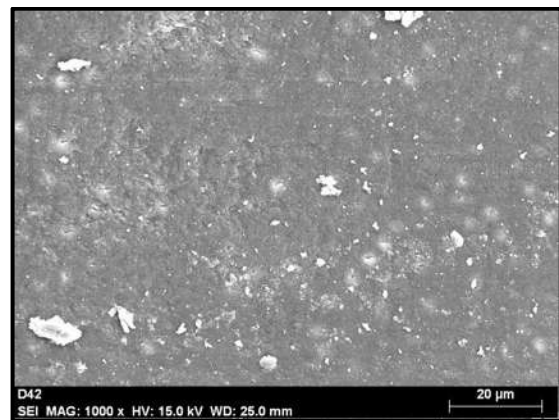


Figura 103

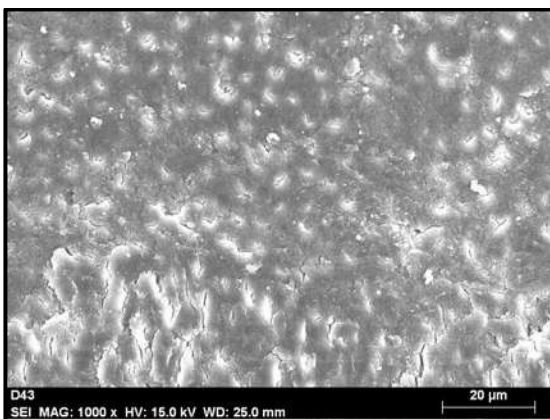


Figura 104

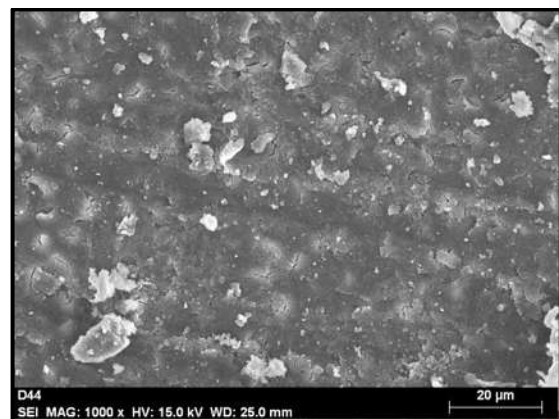


Figura 105

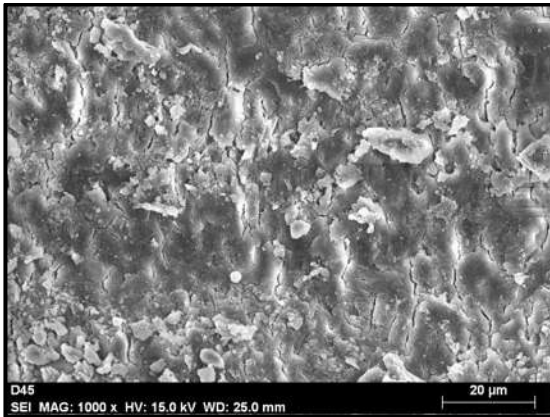


Figura 106

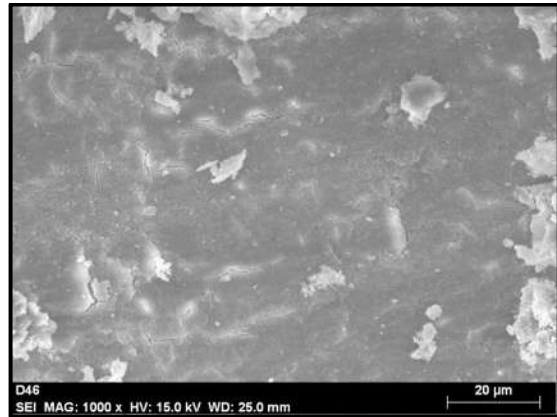


Figura 107

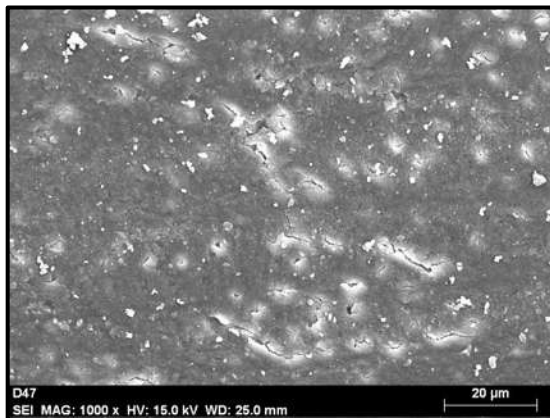


Figura 108

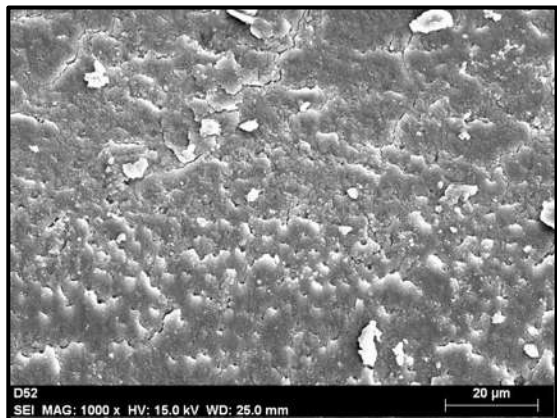


Figura 109

Figuras 100-109. Imágenes MEB 1000X, Grupo D: XP-endo Finisher. Tercio cervical.

Grupo A: Control

TERCIO APICAL

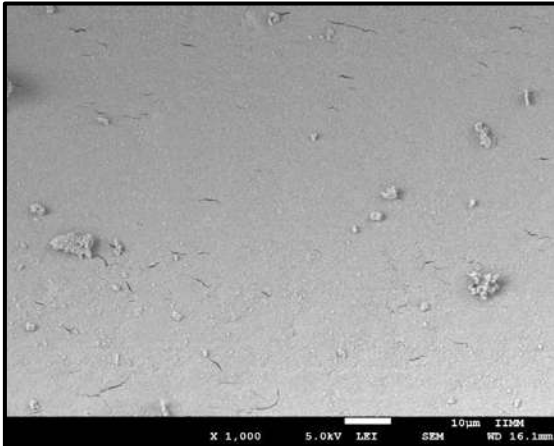


Figura 110

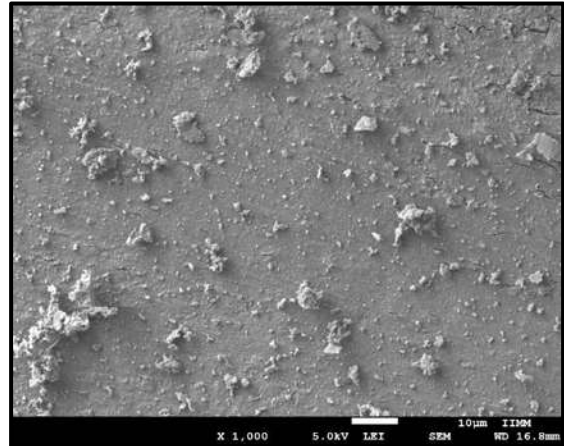


Figura 111

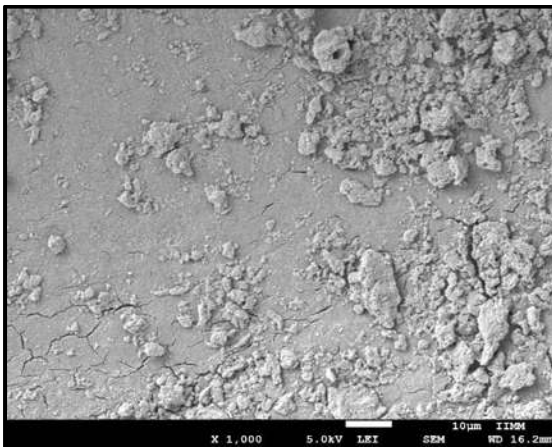


Figura 112

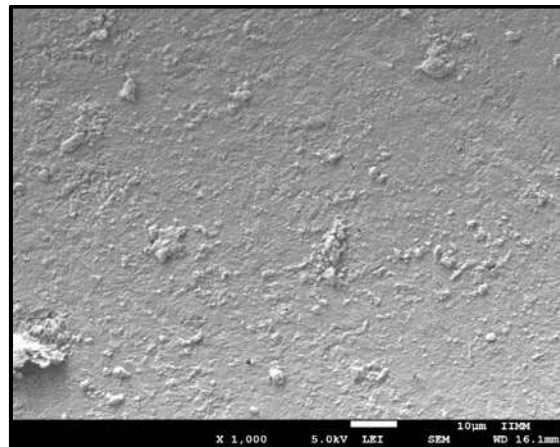


Figura 113

Figuras 110-113. Imágenes MEB 1000X, Grupo A: control. Tercio cervical

Grupo B: Irrigación ultrasónica pasiva en tres ciclos de 20 segundos

TERCIO APICAL

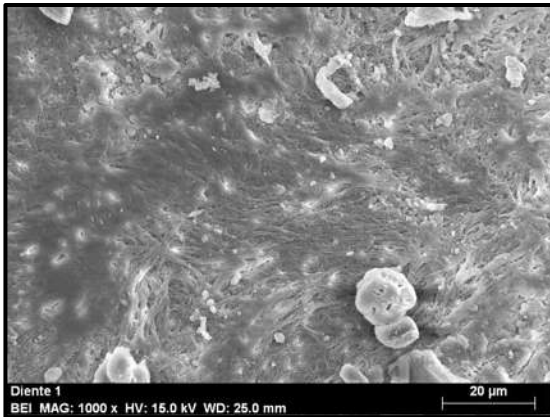


Figura 114

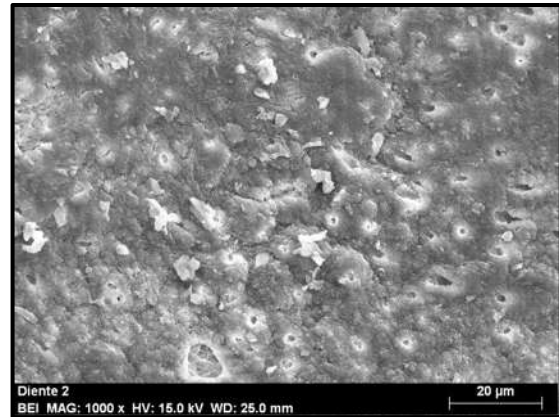


Figura 115

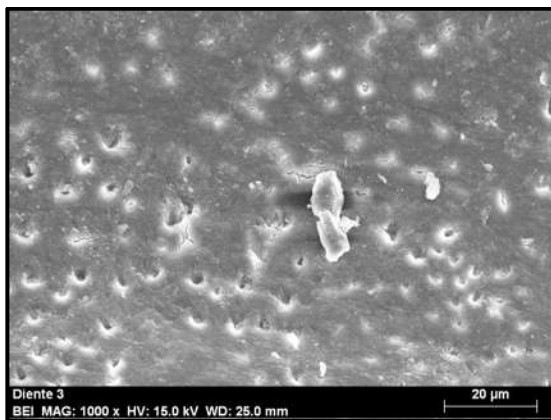


Figura 116

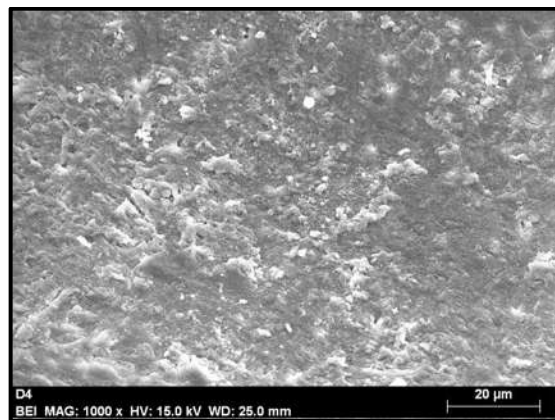


Figura 117

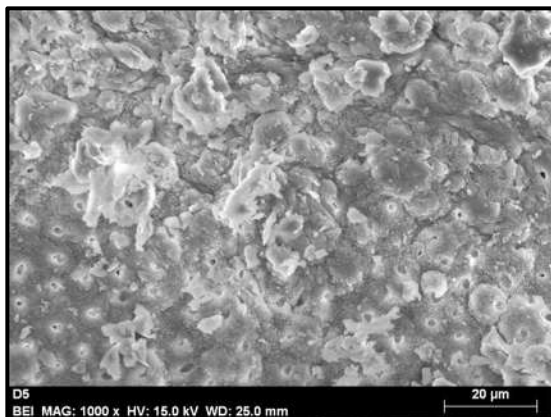


Figura 118

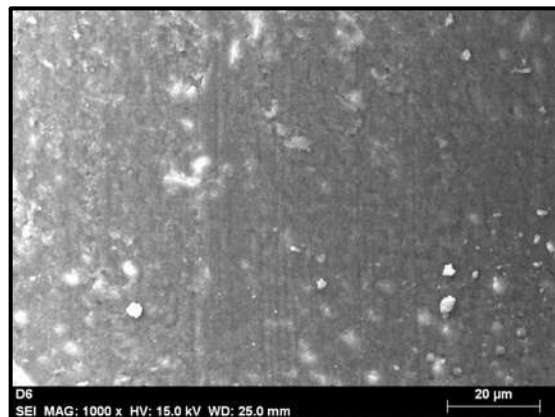


Figura 119

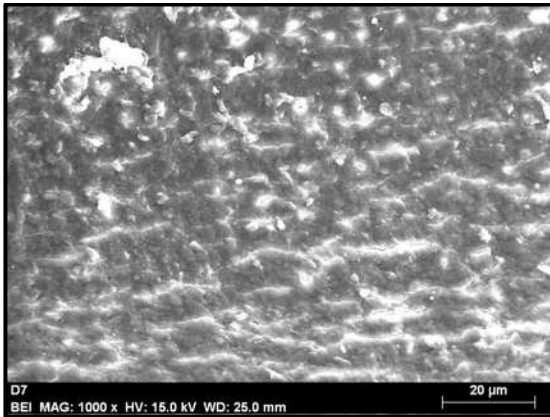


Figura 120

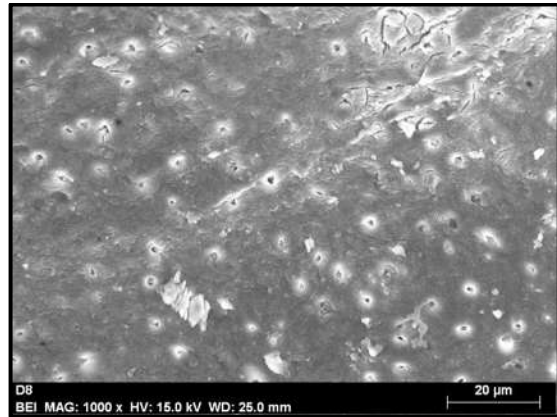


Figura 121

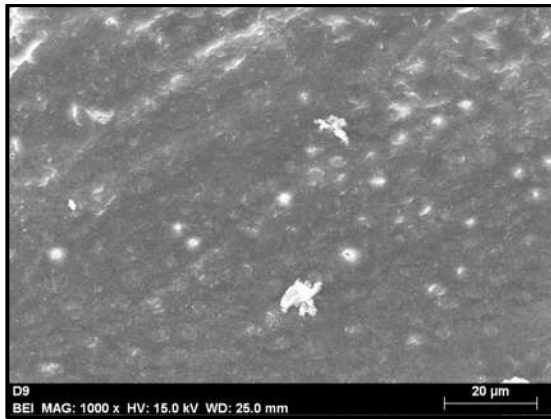


Figura 122

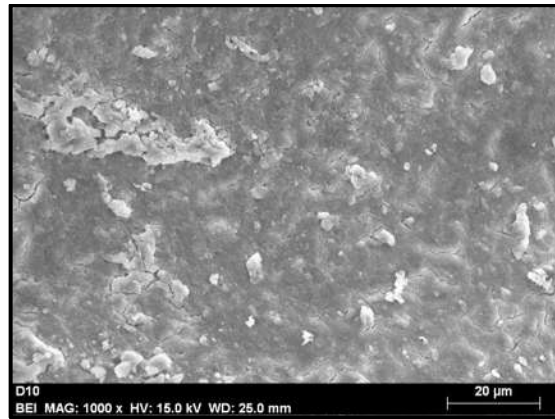


Figura 123

Figuras 114-123. Imágenes MEB 1000X, Grupo B: Irrigación ultrasónica pasiva en tres ciclos de 20 segundos cada uno. Tercio medio.

Grupo C: Irrigación ultrasónica pasiva en un ciclo de 1 minuto

TERCIO APICAL

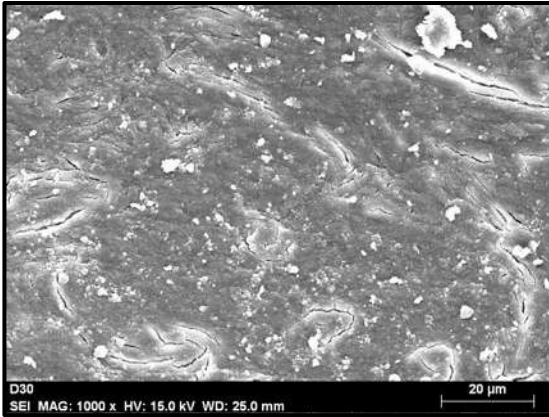


Figura 124

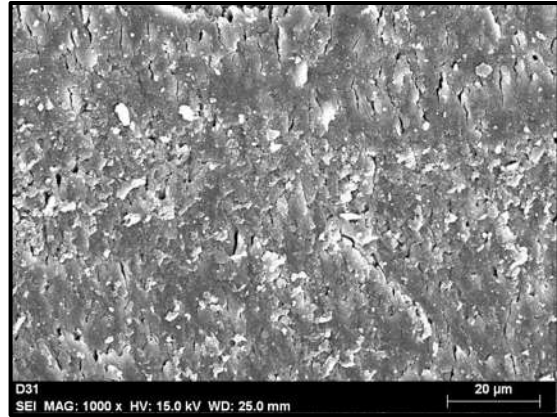


Figura 125

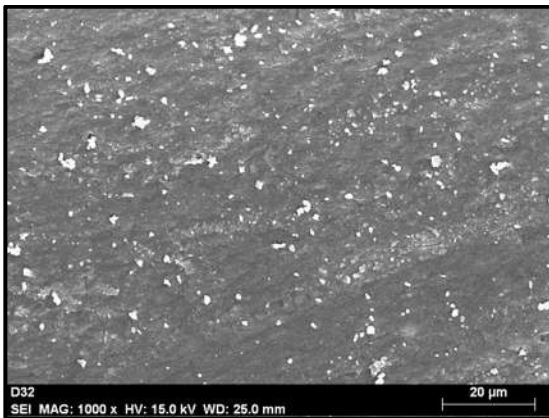


Figura 126

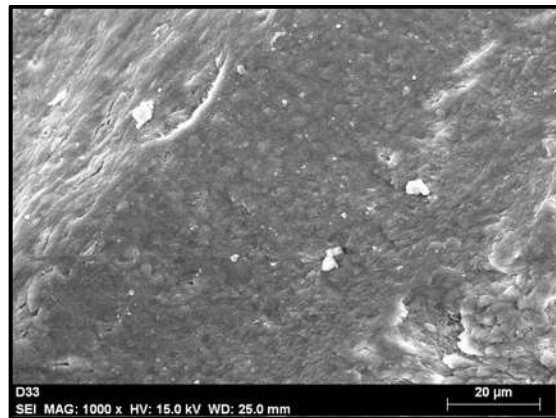


Figura 127

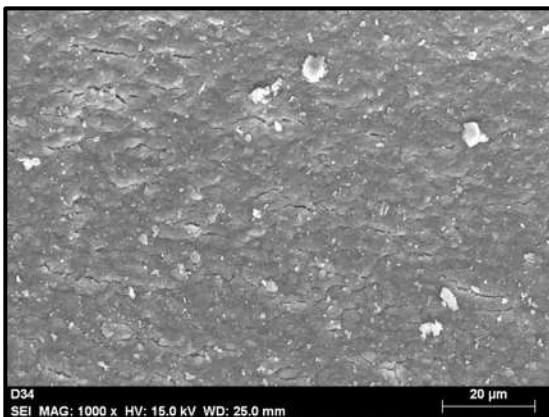


Figura 128

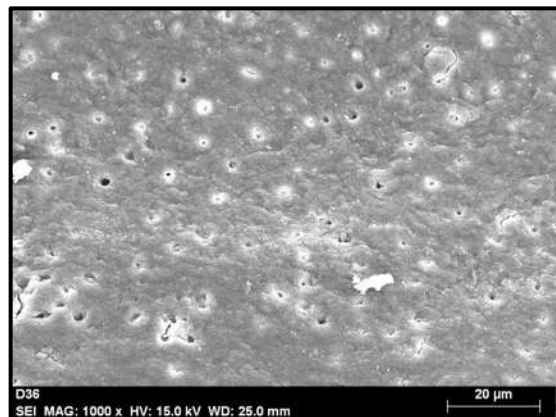


Figura 129

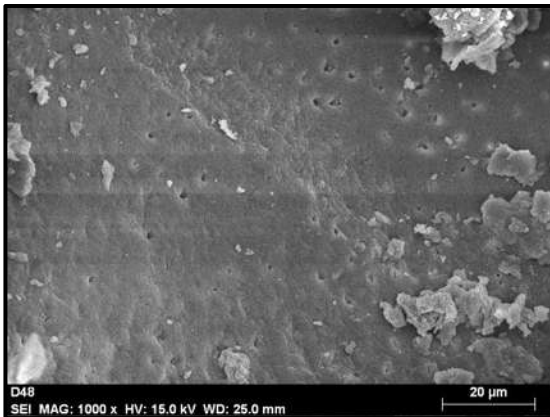


Figura 130

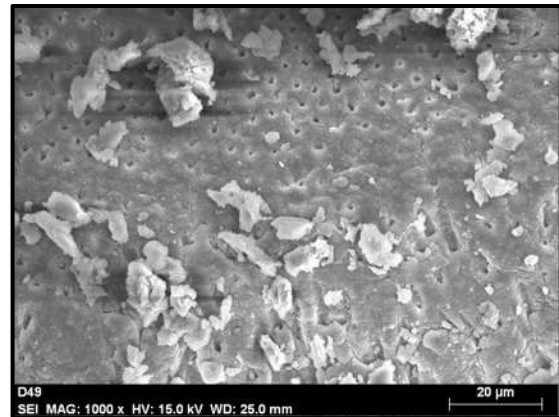


Figura 131

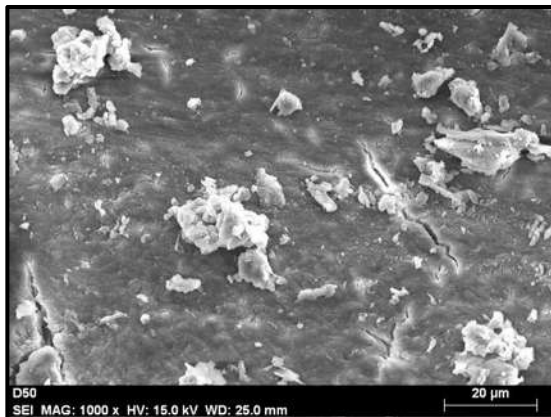


Figura 132

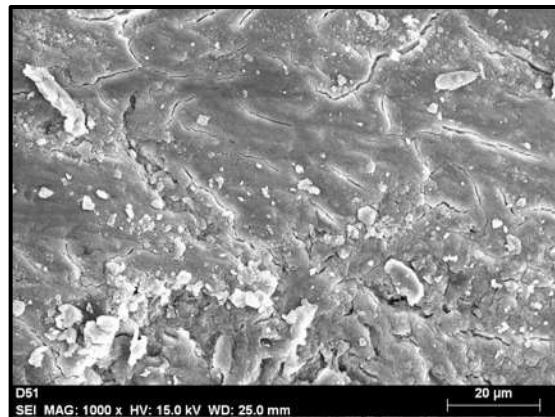


Figura 133

Figuras 124-133. Imágenes MEB 1000X, Grupo C: Irrigación ultrasónica pasiva en un ciclo de 1 minuto. Tercio apical.

Grupo D: XP-endo Finisher

TERCIO APICAL

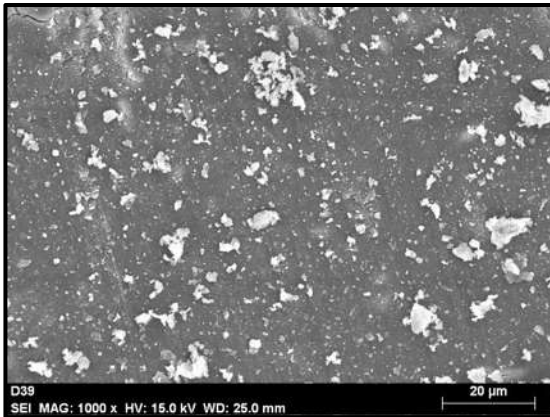


Figura 134

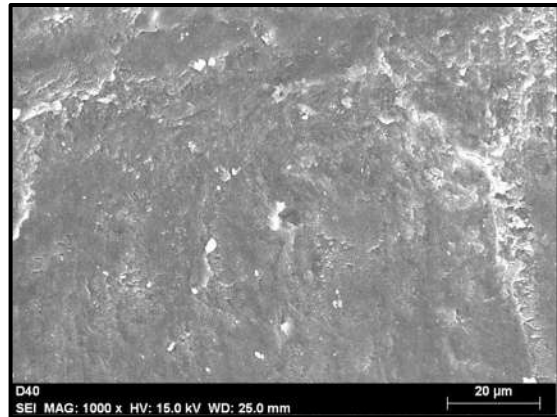


Figura 135

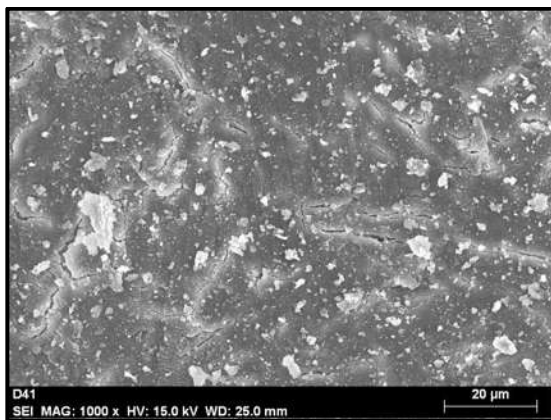


Figura 136

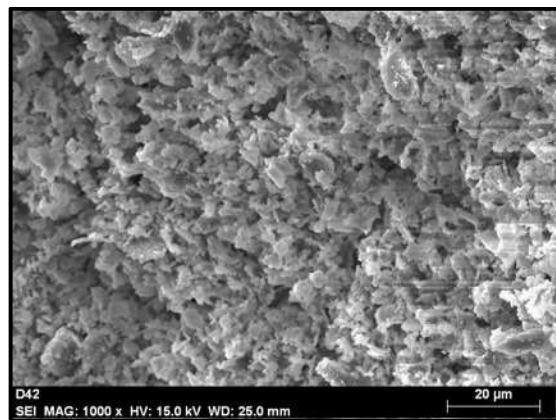


Figura 137

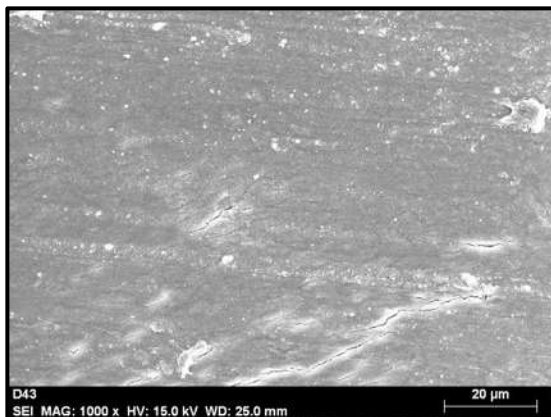


Figura 138

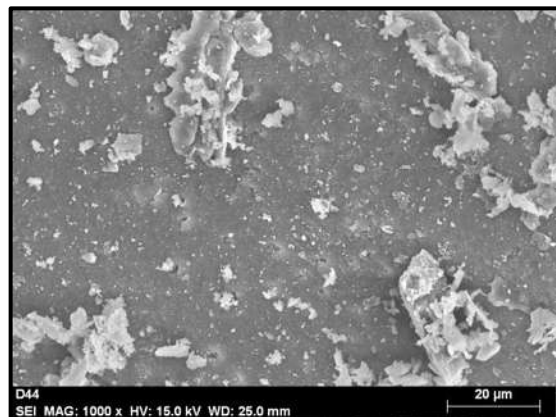


Figura 139

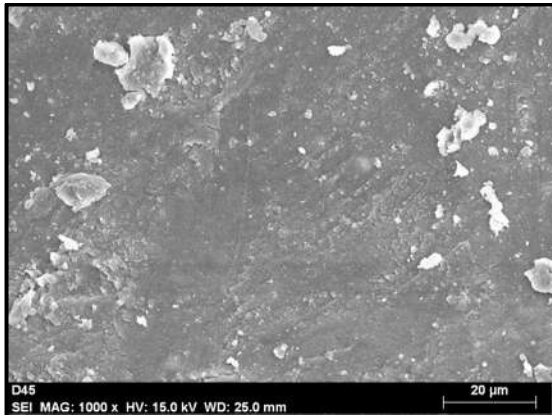


Figura 140

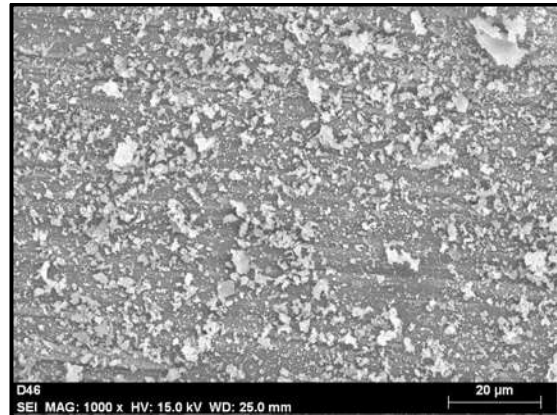


Figura 141

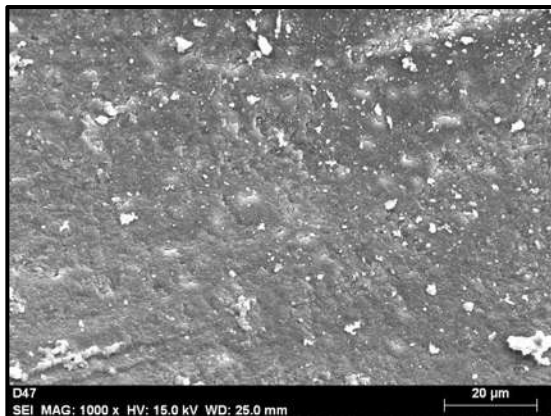


Figura 142

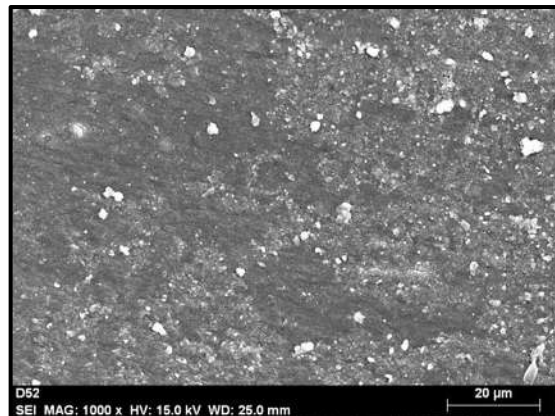


Figura 143

Figuras 134-143. Imágenes MEB 1000X. Grupo D: XP-endo Finisher. Tercio apical.

10. Análisis estadístico

Se realizó la prueba chi cuadrada obteniendo las siguientes tablas de contingencia 2x4, en las que se representa la tendencia de los evaluadores al calcular la cantidad de barrillo dentinario presente en cada imagen basándose en los Criterios de **Rome** et al, (1985) citado por **Alhadi** (2016).

Tabla 2. Comparativa del grupo B (PUI 3 ciclos de 20 seg) y grupo D (XP-endo Finisher) TERCIO CERVICAL

Grado	1	2	3	4	Total
Grupo B	29	31	16	24	100
Grupo D	0	11	35	54	100
Total	29	42	51	78	200

$$X^2 \text{ calculada} = 57.1 \quad X^2 \text{ crítica} = 7.81$$

Existe una diferencia estadística significativa

Tabla 3. Comparativa del grupo C (PUI un ciclo de 1 minuto) y grupo D (XP-endo Finisher) TERCIO CERVICAL

Grado	1	2	3	4	Total
Grupo C	13	9	20	58	100
Grupo D	0	11	35	54	100
Total	13	20	55	112	200

$$X^2 \text{ calculada} = 17.42 \quad X^2 \text{ crítica} = 7.81$$

Existe una diferencia estadística significativa

Tabla 4. Comparativa del grupo B (PUI tres ciclos de 20 seg) y C (PUI un ciclo de 1 minuto) TERCIO CERVICAL

Grado	1	2	3	4	Total
Grupo B	29	31	16	24	100
Grupo C	13	9	20	58	100
Total	42	40	36	82	200

$$X^2 \text{ calculada} = 32.67 \quad X^2 \text{ crítica} = 7.81$$

Existe una diferencia estadística significativa

Tabla 5. Comparativa del grupo B (PUI tres ciclos de 20 seg) y grupo D (XP-endo Finisher) TERCIO MEDIO

Grado	1	2	3	4	Total
Grupo B	2	25	35	38	100
Grupo D	4	4	20	72	100
Total	6	29	55	110	200

$$X^2 \text{ calculada} = 30.44 \quad X^2 \text{ crítica} = 7.81$$

Existe una diferencia estadística significativa

Tabla 6. Comparativa del grupo C (PUI un ciclo de 1 min) y grupo D (XP-endo Finisher) TERCIO MEDIO

Grado	1	2	3	4	Total
Grupo C	3	32	19	46	100
Grupo D	4	4	20	72	100
Total	7	36	39	118	200

$$X^2 \text{ calculada} = 27.64 \quad X^2 \text{ crítica} = 7.81$$

Existe una diferencia estadística significativa

Tabla 7. Comparativa del grupo B (PUI tres ciclos de 20 seg) y grupo C (PUI un ciclo de 1 min) TERCIO MEDIO

Grado	1	2	3	4	Total
Grupo B	2	25	35	38	100
Grupo C	3	32	19	46	100
Total	5	57	54	84	200

$$X^2 \text{ calculada} = 6.56 \quad X^2 \text{ crítica} = 7.81$$

No se observó una diferencia estadística significativa

Tabla 8. Comparativa del grupo B (PUI tres ciclos de 20 seg) y grupo D (XP-endo Finisher) TERCIO APICAL

Grado	1	2	3	4	Total
Grupo B	0	5	45	50	100
Grupo D	0	1	6	93	100
Total	0	6	51	143	200

X^2 calculada = 45.4 X^2 crítica = 7.81

Existe una diferencia estadística significativa

Tabla 9. Comparativa del grupo C (PUI un ciclo de 1 min) y grupo D (XP-endo Finisher) TERCIO APICAL

Grado	1	2	3	4	Total
Grupo C	1	5	31	63	100
Grupo D	0	1	6	93	100
Total	1	6	37	156	200

X^2 calculada = 26.3 X^2 crítica = 7.81

Existe una diferencia estadística significativa

Tabla 10. Comparativa del grupo B (PUI tres ciclos de 20 seg) y grupo C (PUI un ciclo de 1 min) TERCIO APICAL

Grado	1	2	3	4	Total
Grupo B	0	5	45	50	100
Grupo C	1	5	31	63	100
Total	1	10	76	113	200

X^2 calculada = 5.04 X^2 crítica = 7.81

No se observó una diferencia estadística significativa

11. Discusión

El objetivo del presente estudio fue comparar la eficacia de XP-endo Finisher y la irrigación ultrasónica pasiva en la remoción de barrillo dentinario mediante microscopio electrónico de barrido. En el tercio cervical, los mejores resultados se presentaron en el grupo B (PUI en tres ciclos de 20 seg). En los tercios medio y apical, no se encontró una diferencia estadística significativa entre los grupos B (PUI tres ciclos de 20 seg) y C (PUI un ciclo de 1 minuto). En los tres tercios, los resultados más desfavorables los mostró el grupo D, en el cual se empleó XP-endo Finisher. Todos los grupos evaluados tuvieron dificultades para eliminar por completo la capa de barrillo dentinario en el tercio apical.

Los resultados del presente estudio muestran una mayor eficacia de la irrigación activada con ultrasonido en comparación con el uso de XP-endo Finisher en la remoción de barrillo dentinario. Otras investigaciones como las realizadas por Leoni et al. (2016) y Xin (2019) reportan también que el uso de XP-endo Finisher no presentó superioridad sobre PUI durante la eliminación de restos de debris y barrillo dentinario. En estudios realizados con la finalidad de evaluar la remoción de hidróxido de calcio se han reportado mejores resultados en el tercio apical al emplearse la irrigación ultrasónica pasiva en comparación con XP-endo Finisher (Gokturk et al., 2017; Donnermeyer, Wyrsh, Bürklein y Schäfer, 2019).

Los movimientos realizados por XP-endo Finisher podrían estar empacando el barrillo dentinario o el Ca(OH)_2 hacia el interior de los túbulos dentinarios o bien podrían llevar al barrillo dentinario hacia zonas que no habían sido tocadas por las limas durante la instrumentación, ello podría ser una razón de la limitada remoción de barrillo dentinario presente en este estudio al emplear XP-endo Finisher. Habrá que señalar que en el presente estudio se empleó XP-endo Finisher a una temperatura ambiente de entre 20-25°C, no se logró estandarizar un ambiente de trabajo que se acercara a la temperatura corporal, la cual, según el fabricante es requisito para que la lima modifique su forma. Esta limitante en el control de la

temperatura pudo haber afectado la acción del instrumento sobre la remoción del barrillo dentinario.

En el presente estudio, en todos los grupos de evaluación únicamente se empleó como irrigante el NaOCl 5.25%. La remoción de barrillo dentinario fue limitada al utilizar este irrigante con XP-endo Finisher, esta observación coincide con lo reportado por Azimian et al (2019) quienes después de evaluar la eficacia que presenta XP-endo finisher en combinación con varias soluciones de irrigación en la remoción de debris y barrillo dentinario reportan los peores resultados al emplear XP-endo Finisher con NaOCl 2.5%. Por su parte, Zand et al (2017) compararon la cantidad de barrillo dentinario remanente al utilizar XP-endo Finisher bajo diferentes protocolos, reportando la menor cantidad de barrillo dentinario en los tercios coronal, medio y apical cuando se utilizó XP-endo Finisher y EDTA 17%. La importancia que tiene el emplear XP-endo Finisher con EDTA para una eficaz remoción del barrillo dentinario ha quedado manifiesta en los trabajos de Sanabria-Liviac et al. (2017) y Jayacumar (2019) los cuales han reportado resultados superiores para XP-endo Finisher en comparación con PUI en la remoción de debris y barrillo dentinario, esto podría deberse a que en dichos estudios además del NaOCl se empleó EDTA como solución de irrigación.

En este estudio se utilizó XP-endo Finisher en un solo ciclo como lo indica el fabricante, sin embargo, estudios como el realizado por Bao et al. (2017) señalan que XP-endo Finisher fue más eficaz en la eliminación de biofilm cuando se utilizó en 3 ciclos de 30 segundos. Con base a los resultados de estudios como los de Sanabria-Liviac et al. (2017), Jayacumar (2019) Bao et al. (2017) una alternativa de empleo de XP-endo Finisher podría ser en un ciclo inicial de un minuto con EDTA como irrigante, seguido de tres ciclos de 30 segundos con NaOCl como solución de irrigación.

En relación a las dos alternativas de activación ultrasónica pasiva incluidas en este estudio, en los tercios medio y apical no se observó diferencia estadística

significativa. Mientras que en el tercio cervical el grupo B (3 ciclos de 20 segundos) presentó mayor remoción de barrillo dentinario, resultados que coinciden con lo reportado por Vivian et al. (2016) quienes señalan una mayor remoción de debris al emplear PUI en 3 ciclos de 20 segundos con movimientos de entrada y salida. La efectividad de este protocolo pudo deberse al efecto acumulativo entre la cavitación del irrigante mediante el ultrasonido combinado con el recambio del NaOCl favoreciendo con ello la eliminación de residuos (van der Sluis, Vogels, Verhaagen, Macedo y Wesselink, 2010).

Para dividir las piezas en dos mitades de manera longitudinal, inicialmente se realizó una ranura sobre la cara vestibular y lingual/palatina mediante un disco de carburo y uno diamante, esto con la finalidad de que el fondo de la ranura fuera lo más delgada posible y con ello producir una zona débil en la pieza. Posteriormente, se empleó una minipinza tipo tenaza (Truper) a la cual se le desgastaron los bocados de tal manera que fueran lo suficientemente delgados para entrar en las ranuras, con la minipinza la presión ejercida se distribuye a lo largo de las ranuras favoreciendo la fractura de la pieza en una sola intensión de una manera más controlada.

Debido a que en el presente estudio únicamente se incluyó NaOCl como irrigante, se recomienda en trabajos futuros emplear otras soluciones de irrigación como el EDTA en combinación con el instrumento XP-endo Finisher para la irrigación final del conducto radicular.

12. Conclusiones

Bajo las condiciones del presente estudio la irrigación ultrasónica pasiva en tres ciclos de 20 segundos presentó los mejores resultados en la remoción de barrillo dentinario.

13. Referencias

- Akpata, E. y Blechman, H. (1982). Bacterial invasion of pulpal dentin wall in vitro. *Journal Dental Research*, 61 (2), 435-438.
- Al-Mafrachi, R., Awazli, L. y Al-Maliky, M. (2017). Investigation of the effect of Er:Cr:Ysgg Laser 2780 nm in comparison with XP-endo Finisher on root canal dentin permeability and smear layer removal: an in vitro study. *Dent Health Curr Res*, 4 (1), 1-5.
- Arslan, H., Capar, I., Saygili, G., Gok, T. y Akcay, M. (2014). Effect of photon-initiated photoacoustic streaming on removal of apically placed dentinal debris. *Int Endod J*, 47 (11), 1072-7.
- Athanassiadis, B., Abbott, P. y Walsh, L. (2007). The use of calcium hydroxide, antibiotics and biocides as antimicrobial medicaments in endodontics. *Australian Dental Journal*, 52(1), S64-82.
- Azim, A., Aksel, H., Zhuang, T., Mashtare, T., Babu, J. y Huang, G. (2016). Efficacy of 4 irrigation protocols in killing bacteria colonized in dentinal tubules examined by a novel confocal laser scanning microscope analysis. *Journal of Endodontics*, 42 (6), 928-934.
- Azimian, S., Bakhtiar, H., Azimi, S. y Esnaashari, E. (2019). In vitro effect of XP-Endo finisher on the amount of residual debris and smear layer on the rootcanal walls. *Dent Res J*, 16 (3):179-184.
- Baker, N., Eleazer, P., Averbach, R. y Seltzer, S. (1975). Scanning Electron Microscopic Study of the Efficacy of Various Irrigating Solutions. *Journal of Endodontics*, 1(4), 127-135.
- Bao, P., Shen, Y., Lin, J., y Haapasalo, M. (2017). In vitro efficacy of XP-endo Finisher with 2 different protocols on biofilm removal from apical root canals. *Journal of Endodontics*, 43 (2), 321-325.
- Blanken, J. y Verdaasdonk, R. (2007). Cavitation as a working mechanism of the Er, Cr:YSGG laser in endodontics: a visualization study. *J Oral Laser Appl*, 7(2), 97-106.
- Basrani, B. (2015), *Endodontic Irrigation*, Toronto Canadá, Springer.
- Basrani, B. y Lemonie, C. (2005). Chlorhexidine gluconate. *Australian Endodontic Journal*, 31(2), 48-52.
- Berber, V., Gomes, B., Sena, N., Vianna, M., Ferraz, C., Zaia, A. y Souza-Filho, F. (2006). Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation

- techniques in reducing *Enterococcus faecalis* within root canals and dentinal tubules. *International Endodontics Journal*, 39 (1), 10-7.
- Boutsioukis, C., Verhaagen, B., Walmsley, A., Versluis, M. y van der Sluis, L. (2013). Measurement and visualization of file-to-wall contact during ultrasonically activated irrigation in simulated canals. *Int Endod J*, 46(11), 1046-55.
- Cameron, J. (1983) The use of ultrasonics in the removal of the smear layer: a scanning electron microscope study, *Journal of Endodontics*, 9(7), 289-291.
- Cardona, C. J. & Fernández, G. R. (2015). Anatomía radicular, una mirada desde la micro-cirugía endodóntica: Revisión. *Revista CES Odontología*, 28 (2), 70-99.
- Clark-Holke, D., Drake, D., Walton, R., Rivera, E. y Guthmiller, J. (2003). Bacterial penetration through canals of endodontically treated teeth in the presence or absence of the smear layer. *Journal Dental*, 31 (4), 275-281.
- Clegg, M. S., Vertucci, F. J., Walker, C., Belanger, M. y Britto, L. R. (2006). The Effect of Exposure to Irrigant Solutions on Apical Dentin Biofilms In Vitro. *Journal of Endodontics*, 32 (5), 434-437.
- Cohen, S y Hargreaves, M. (2011), *Vías de la PULPA*, Barcelona España, Elsevier, pág 45.
- de Gregorio, C., Navarrete, N., Estévez, R., Aranguren, J., de la Torre, F., Tejedor, B., Cohenca, N. y Cisneros, R. (2011), Penetración real de la irrigación en el interior de sistemas de conductos cerrados, *ENDODONCIA*, 29 (2), 85-94.
- Delany, G., Patterson, S., Miller, C., Newton, C. (1982). The Effect of Chlorhexidine Gluconate Irrigation on the Root Canal Flora of Freshly Extracted Necrotic Teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 53(5), 518-523.
- DiVito, E., Peters, O. y Olivi, G. (2012). Effectiveness of the erbium:YAG laser and new design radial and stripped tips in removing the smear layer after root canal instrumentation. *Lasers Med Sci*, 27(2), 273-80.
- Donnermeyer, D., Wyrsh, H., Bürklein, S. y Schäfer, E. (2019). Removal of Calcium Hydroxide from Artificial Grooves in Straight Root Canals: Sonic Activation Using EDDY Versus Passive Ultrasonic Irrigation and XP-endo Finisher. *Journal of Endodontics*, 45(3):322-326.

- Dutner, J., Mines, P. y Anderson, A. (2012). Irrigation trends among American Association of Endodontists members: a web-based survey. *Journal of Endodontics*, 38(1), 37–40.
- Elnaghy, A., Mandora, A., Elsaka, S. (2017) Effectiveness of XP-endo Finisher, EndoActivator, and File agitation on debris and smear layer removal in curved root canals: a comparative study. *Odontology*, 105 (2), 178-183.
- Estrela, C., Estrela, C., Barbin, E., Spano, J., Marchesan, M., y Pecora, J. (2002). Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Brazil Dental Journal*, 13 (2), 113-117.
- Fardal, O. y Turnbull, R. (1986). A review of the literature on use of chlorhexidine in dentistry. *Journal American Dental Association*, 112 (6), 863-869.
- Garip, Y., Sazak, H., Gunday, M. y Hatipoglu, S. (2010). Evaluation of smear layer removal after use of a canal brush: an SEM study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 110 (2), 62-6.
- Gokturk, H., Ozkocak, I., Buyukgebiz, F. y Demir, O. (2017). Effectiveness of various irrigation protocols for the removal of calcium hydroxide from artificial standardized grooves. *Journal Applied Oral Science*, 25 (3), 290-298.
- Gopikrishna, V., Pare, S., Pradeep, K, Lakshmi, A. y Narayanan, L. (2013). Irrigation protocol among endodontic faculty and post-graduate students in dental colleges of India: a survey. *Journal Conserv Dental*, 16 (5), 394–8.
- Haapasalo, M., Endal, U., Zandi, H. y Coil, J. (2005). Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions, *Endodontics Topics* 10, 77-102.
- Haupt, F., Meinel, M., Gunawardana, A. y Hülsmann, M. (2019). Effectiveness of different activated irrigation techniques on debris and smear layer removal from curved root canals: a SEM evaluation. *Aust Endod J*, doi:10.1111/aej.12342
- Hsieh, Y., Gau C., Kung Wu, S., Shen, E., Hsu, P., Fu, E. (2007) Dynamic recording of irrigating fluid distribution in root canals using thermal image analysis. *International Endodontics Journal*, 40 (1), 11–7.
- Hülsmann, M; Rödig, T; Nordmeyer, S. (2007), Complications during root canal irrigation, *Endodontics Topics*, 16 (1), 27-63.

- Hülsmann, M., Heckendorff, M. y Lennon, A. (2003). Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *International Endodontics Journal*, 36(12), 810–30.
- Jayakumaar, A., Ganesh, A., Kalaiselvam, R., Rajan, M. y Deivanayagam, K. (2019). Evaluation of debris and smear layer removal with XP-endo finisher: A scanning electron microscopic study. *Indian J Dent Res*, 30(3):420-423
- Keir, D., Senia, E. y Montgomery, S. (1990). Effectiveness of a brush in removing post instrumentation canal debris. *J Endod*, 6(7), 323-7.
- Khademi, A., Mohammadi, Z. y Havaee, A. (2006). Evaluation of the antibacterial substantivity of several intra-canal agents. *Australian Endodontics Journal*, 32 (3), 112-115.
- Kuruvilla, A., Jaganath, B., Krishnegowda, S., Ramachandre, P., Johns, D. y Abraham, A. (2015). A comparative evaluation of smear layer removal by using edta, etidronic acid, and maleic acid as root canal irrigants: An in vitro scanning electron microscopic study. *J Conserv Dent*, 18 (3), 247-51.
- Leoni, G., Versiani, M., Silva-Sousa, Y., Bruniera, J., Pecora, J., Sousa-Neto, M. (2016). Ex vivo evaluation of four final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from the mesial root canal system of mandibular first molars. *International Endodontic Journal*, 50(4), 398-406.
- Lin, S., Zuckerman, O., Weiss, E.I., Mazor, Y. y Fuss, Z. (2003). Antibacterial efficacy of a new chlorhexidine slow release device to disinfect dentinal tubules. *Journal of Endodontics*, 29 (6), 416-418.
- Löe, H. y Schiott, C. (1970). The effect of moutrinses and topical application of chlorhexidine on development of dental plaque and gingivitis in man. *Journal of Periodontal Research*, 5(9), 79-83.
- Ma, J., Tong, Z., Ling, J., Lui, H. y Wei, X. (2015). The effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine irrigants on the antibacterial activities of alkaline media against *Enterococcus faecalis*. *Archives of Oral Biology*. 60 (7), 1075-1081.
- Macedo, R., Verhaagen, B., Rivas, D., Versluis, M., Wesselink, P. y van der Sluis, L. (2014). Cavitation measurement during sonic and ultrasonic activated irrigation. *Journal of Endodontics*, 40 (4), 580-3.

- Mahendra, A., Koul, M., Upadhyay, V. y Dwivedi, R. (2014). Comparative evaluation of antimicrobial substantivity of different concentrations of chlorhexidine as a root canal irrigant: An in vitro study. *J Oral Biol Craniofac Res*, 4 (3), 181-5
- Mancini, M., Cerroni, L., Lorio, L., Armellini, E., Conte, G., Cianconi, L. (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*, 39 (11), 1456-60.
- Matsumoto, H., Yoshimine, Y. y Akamine, A. (2011). Visualization of irrigant flow and cavitation induced by Er:YAG laser within a root canal model. *Journal of Endodontics*, 37 (6), 839-43
- Martins, A., Abreu da Rosa, R., Santini, M., Cardoso, M, Pereira, J, Húngaro, M. y Reis, M. (2014). Effectiveness of final irrigant protocols for debris removal from simulated canal irregularities. *Journal of Endodontics*, 40 (12), 568-572.
- McComb, D. y Smith D. (1975). A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *Journal of Endodontics*, 1(7), 238-242.
- Mello, I., Kammerer, B.A., Yoshimoto, D., Macedo, M.C. y Antoniazzi, J.H. (2010). Influence of final rinse technique on ability of ethylenediaminetetraacetic acid of removing smearlayer. *Journal of Endodontics*, 36 (3) 512-4.
- Mohammadi, Z. y Abbott, P. V. (2009). The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *International Endodontic Journal*, 42 (2), 288-302.
- Mohammadi, Z., Jafarzadeh, H., Shalavi, S. y Palazzi, F. (2017). Recent Advances in Root Canal Disinfection: A Review. *Iran Endod J*, 12(4), 402-406.
- Ordinola, R., Bramante, C., Apécio, R., Handysides, R. y Jaramillo, D. (2014). Biofilm removal by 6% sodium hypochlorite activated by different irrigation techniques. *Int Endod J*, 47 (7), 659-66.
- Orstavik, D. y Haapasalo, M. (1990). Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Endodontics Dental Traumatol*, 6 (4), 142-149.

- Park, E. (2013). Ultrasonics in endodontics. *Endodontic Topics*, 29 (1), 125–159.
- Protogerou, E., Arvaniti, I., Vlachos, I., Khabbaz, M. (2013). Effectiveness of a canal brush on removing smear layer: a scanning electron microscopic study. *Braz Dent J*, 24(6), 580-4.
- Ray, H. y Trope, M. (1995). Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration, *International Endodontics Journal*, 28 (1), 12-20.
- Romani, N. (2005), Texto y atlas de técnicas clínicas endodónticas, México D.F., Mc Graw Hill.
- Rome, W.J., Doran, J.E. y Walker, W.A. (1985). The effectiveness of Gly-Oxide and sodium hypochlorite in preventing smear layer formation. *Journal of Endodontics*, 11 (7), 281-288.
- Rosenthal, S., Spangberg, L. y Safavi, K. (2004). Chlorhexidine substantivity in root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 98(4), 488-92.
- Sanabria-Liviac, D., Moldauer, B., Garcia-Godoy, F., Antonio-Campos, A., Casaretto, M., Torres-Navarro, J., Scalercio, J. (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 Dental Oral Health*, 101 (4), 1-7.
- Sen, B., Safavi, K. y Spangberg, L. (1999). Antifungal effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine in root canals. *Journal of Endodontics*, 25 (4), 235-238.
- Sen, B., Wesselink, P. y Turkun, M. (1995). The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. *International Endodontics Journal*, 28(3), 141-148.
- Siqueira, J. F., Alves F. R., Versiani, M. A., Rocas, I. N., Almeida, J. F., Neves, A. A. y Sousa, N. D. (2013). Correlative bacteriologic and micro-computed tomographic analysis of mandibular molar mesial canals prepared by Self-Adjusting File, Reciproc, and Twisted File systems. *Journal of Endodontics*, 39 (8), 1044-1050.
- Spanó, J. C., Silva, R.G., Guedes, D.F., Sousa-Neto, M.D., Estrela, C. y Pécora, J.D. (2009). Atomic absorption spectrometry and scanning electron microscopy evaluation of concentration of calcium ions and smear layer removal with root canal chelators. *Journal of Endodontics*, 35 (5), 727-30.

- Spencer, H. R., Ike, V. y Brennan, P. A. (2007). Review: the use of sodium hypochlorite in endodontics--potential complications and their management. *British Dental Journal*, 202 (9), 555-559.
- Tasman, F., Cehreli, Z., Ogan, C. y Etikan I. (2000). Surface tension of root canal irrigants. *Journal of Endodontics*, 26 (10), 586-597.
- Torabinejad, M., Handysides, R., Khademi, A.A. y Bakland, L.K. (2002). Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology Endodontics Journal*, 94 (6), 658-666.
- Trope, M. (2003). The vital tooth--its importance in the study and practice of endodontics, *Endodontics Topics* 5 (1).
- van der Sluis, L., Vogels, M., Verhaagen, B., Macedo, R. y Wesselink, P.(2010) Study on the influence of refreshment/activation cycles and irrigants on mechanical cleaning efficiency during ultrasonic activation of the irrigant. *Journal of endodontics*,36(4), 737-40 .
- Vivan, R., Duque, J., Alcalde, M., Só, M., Bramante, C. y Duarte, M. (2016). Evaluation of different passive ultrasonic irrigation protocols on the removal of dentinal debris from artificial grooves. *Braz Dent J*, 27 (5), 568-572.
- White, R.R., Goldman, M. y Lin, P.S. (1987). The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by endodontic filling materials. Part II. *Journal of Endodontics*, 13 (8), 369-374.
- White, R. R., Hays, G.L. y Janer, L. R. (1997). Residual antimicrobial activity after canal irrigation with chlorhexidine. *Journal of Endodontics*, 23 (4), 229-231.
- Willershausen, I., Wolf, T. G., Schmidtman, I., Berger, C., Ehlers, V., Willershausen, B. y Briseño, B. (2015). Survey of root canal irrigating solutions used in dental practices within Germany. *International Endodontics Journal*, 48 (7), 654-660.
- Wong, D. T. y Cheung, G. S. (2014). Extension of bactericidal effect of sodium hypochlorite into dentinal tubules. *Journal of Endodontics*, 40 (6), 825-829
- Xin, Y., Yang, J. y Song, K. (2019). In vitro evaluation of the effectiveness of XP-endo Finisher file on smear layer removal after root canal instrumentation. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*, 37(1), 48-52.

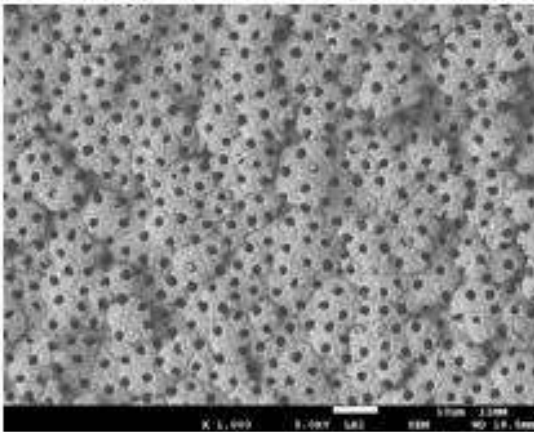
- Yang, S-E. y Bae, K-S. (2002) Scanning electron microscopy study of the adhesion of *Prevotella nigrescens* to the dentin of prepared root canals. *Journal of Endodontics*, 28 (6), 433-437.
- Zand, V., Lotfi, M., Soroush, M.H., Abdollahi, A.A., Sadeghi, M. y Mojadadi, A. (2016). Antibacterial Efficacy of Different Concentrations of Sodium Hypochlorite Gel and Solution on *Enterococcus faecalis* Biofilm. *Iran Endodontics Journal*, 11(4), 315-319.
- Zand, V., Mokhtari, H., Reyhani, M., Nahavandizadeh, N., Azimi. S. (2017). Smear layer removal evaluation of different protocol of Bio Race file and XPendo Finisher file in corporation with EDTA 17% and NaOCl. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 9(11), 1310-1314.
- Zendher, M. (2006). Root Canal Irrigation. *Journal of Endodontics*, 32 (1), 389-398.
- Zivkovic, S., Nescovik, J., Jovanovic-Medojevic, M., Popovic-Bajic, M., Zivkovic, M. (2015). XP-endo Finisher: A New Solution for Smear Layer Removal. *Serbio Dental Journal*, 62 (3), 122-126.

14. Anexos

Anexo I. Escala de Rome

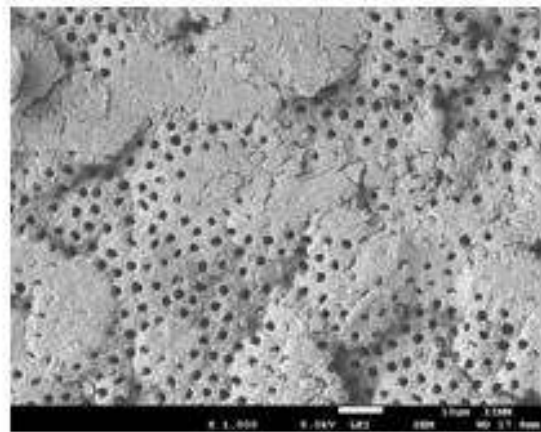
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA – UMSNH

Criterios de Rome et al. (1985) citado por Alhadi (2016):



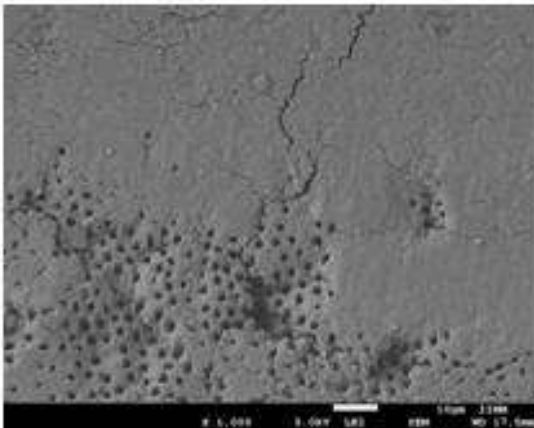
GRADO 1

Pared del conducto radicular limpia con ausencia completa de barrillo dentinario, todos los túbulos dentinarios abiertos y limpios.



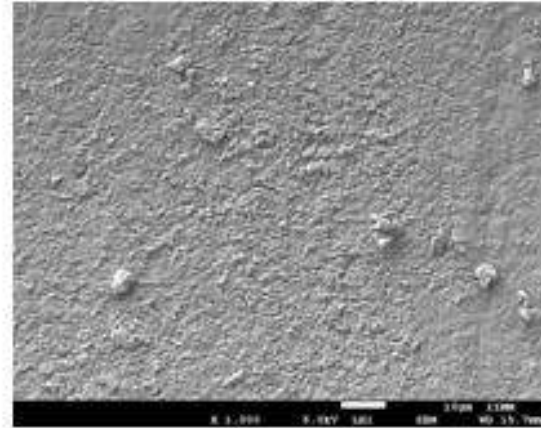
GRADO 2

Cantidad mínima de barrillo dentinario, más del 50% de los túbulos dentinarios abiertos.



GRADO 3

Cantidad moderada de barrillo dentinario, menos del 50% de los túbulos dentinario abiertos.



GRADO 4

Gruesa capa de barrillo dentinario con obliteración completa de los túbulos dentinarios.

Anexo II. Cuestionario para la evaluación de las imágenes obtenidas en MEB

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA - UMSNH

Los datos recabados en el presente cuestionario serán utilizados en el desarrollo del trabajo de tesis "Comparación de la eficacia de XP-endo Finisher y la Irrigación ultrasónica pasiva en la remoción de barrillo dentinario" de la C.D. Lorena Núñez Tapia de la Especialidad en Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Instrucciones: por favor determine el porcentaje de barrillo dentinario que aprecie en las siguientes imágenes del conducto radicular, tomando como referencia para su evaluación los criterios de Rome et al. (1985) citado por Alhadi (2016).

Grado 1 = pared del conducto radicular limpia con ausencia completa de barrillo dentinario, todos los túbulos dentinarios abiertos y limpios.

Grado 2 = cantidad mínima de barrillo dentinario, más del 50% de los túbulos dentinarios abiertos.

Grado 3 = cantidad moderada de barrillo dentinario, menos del 50% de los túbulos dentinario abiertos.

Grado 4 = gruesa capa de barrillo dentinario con obliteración completa de los túbulos dentinarios.

Imagen	Grado	Grado	Grado	Grado
No. 1	1	2	3	4
No. 2	1	2	3	4
No. 3	1	2	3	4
No. 4	1	2	3	4
No. 5	1	2	3	4
No. 6	1	2	3	4
No. 7	1	2	3	4
No. 8	1	2	3	4
No. 9	1	2	3	4
No. 10	1	2	3	4
No. 11	1	2	3	4
No. 12	1	2	3	4
No. 13	1	2	3	4
No. 14	1	2	3	4
No. 15	1	2	3	4
No. 16	1	2	3	4
No. 17	1	2	3	4
No. 18	1	2	3	4
No. 19	1	2	3	4
No. 20	1	2	3	4
No. 21	1	2	3	4
No. 22	1	2	3	4
No. 23	1	2	3	4
No. 24	1	2	3	4

Imagen	Grado	Grado	Grado	Grado
No. 25	1	2	3	4
No. 26	1	2	3	4
No. 27	1	2	3	4
No. 28	1	2	3	4
No. 29	1	2	3	4
No. 30	1	2	3	4
No. 31	1	2	3	4
No. 32	1	2	3	4
No. 33	1	2	3	4
No. 34	1	2	3	4
No. 35	1	2	3	4
No. 36	1	2	3	4
No. 37	1	2	3	4
No. 38	1	2	3	4
No. 39	1	2	3	4
No. 40	1	2	3	4
No. 41	1	2	3	4
No. 42	1	2	3	4
No. 43	1	2	3	4
No. 44	1	2	3	4
No. 45	1	2	3	4
No. 46	1	2	3	4
No. 47	1	2	3	4
No. 48	1	2	3	4

Instrucciones: por favor determine el porcentaje de barrillo dentinario que aprecie en las siguientes imágenes del conducto radicular, tomando como referencia para su evaluación los criterios de Rome et al. (1985) citado por Alhadi (2016).

Grado 1 = pared del conducto radicular limpia con ausencia completa de barrillo dentinario, todos los túbulos dentinarios abiertos y limpios.

Grado 2 = cantidad mínima de barrillo dentinario, más del 50% de los túbulos dentinarios abiertos.

Grado 3 = cantidad moderada de barrillo dentinario, menos del 50% de los túbulos dentinario abiertos.

Grado 4 = gruesa capa de barrillo dentinario con obliteración completa de los túbulos dentinarios.

Imagen	Grado	Grado	Grado	Grado
No. 49	1	2	3	4
No. 50	1	2	3	4
No. 51	1	2	3	4
No. 52	1	2	3	4
No. 53	1	2	3	4
No. 54	1	2	3	4
No. 55	1	2	3	4
No. 56	1	2	3	4
No. 57	1	2	3	4
No. 58	1	2	3	4
No. 59	1	2	3	4
No. 60	1	2	3	4
No. 61	1	2	3	4
No. 62	1	2	3	4
No. 63	1	2	3	4
No. 64	1	2	3	4
No. 65	1	2	3	4
No. 66	1	2	3	4
No. 67	1	2	3	4
No. 68	1	2	3	4
No. 69	1	2	3	4
No. 70	1	2	3	4
No. 71	1	2	3	4
No. 72	1	2	3	4
No. 73	1	2	3	4
No. 74	1	2	3	4
No. 75	1	2	3	4

Imagen	Grado	Grado	Grado	Grado
No. 76	1	2	3	4
No. 77	1	2	3	4
No. 78	1	2	3	4
No. 79	1	2	3	4
No. 80	1	2	3	4
No. 81	1	2	3	4
No. 82	1	2	3	4
No. 83	1	2	3	4
No. 84	1	2	3	4
No. 85	1	2	3	4
No. 86	1	2	3	4
No. 87	1	2	3	4
No. 88	1	2	3	4
No. 89	1	2	3	4
No. 90	1	2	3	4
No. 91	1	2	3	4
No. 92	1	2	3	4
No. 93	1	2	3	4
No. 94	1	2	3	4
No. 95	1	2	3	4
No. 96	1	2	3	4
No. 97	1	2	3	4
No. 98	1	2	3	4
No. 99	1	2	3	4
No. 100	1	2	3	4
No. 101	1	2	3	4
No. 102	1	2	3	4

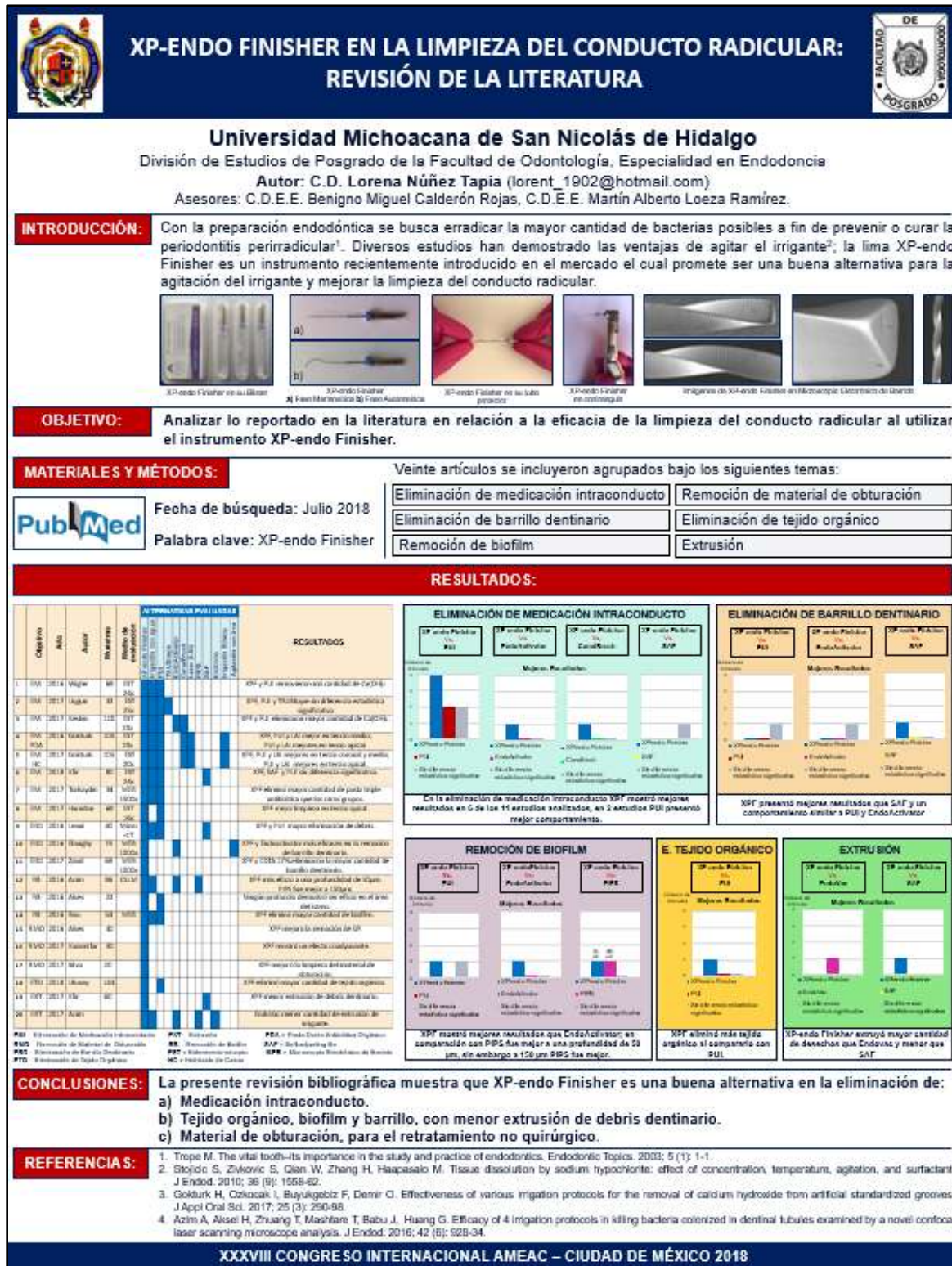
Anexo III. Tabla control de las imágenes obtenidas en el MEB

IMAGEN	CODIGO	GRUPO
1	C1	Grupo A Control - Cervical
2	C5	Grupo A Control - Cervical
3	C7	Grupo A Control - Cervical
4	C9	Grupo A Control - Cervical
5	D1	Grupo B. PUI 3 ciclos - Cervical
6	D2	Grupo B. PUI 3 ciclos - Cervical
7	D3	Grupo B. PUI 3 ciclos - Cervical
8	D4	Grupo B. PUI 3 ciclos - Cervical
9	D5	Grupo B. PUI 3 ciclos - Cervical
10	D6	Grupo B. PUI 3 ciclos - Cervical
11	D7	Grupo B. PUI 3 ciclos - Cervical
12	D8	Grupo B. PUI 3 ciclos - Cervical
13	D9	Grupo B. PUI 3 ciclos - Cervical
14	D10	Grupo B. PUI 3 ciclos - Cervical
15	D30	Grupo C. PUI 1 ciclo - Cervical
16	D31	Grupo C. PUI 1 ciclo - Cervical
17	D32	Grupo C. PUI 1 ciclo - Cervical
18	D33	Grupo C. PUI 1 ciclo - Cervical
19	D34	Grupo C. PUI 1 ciclo - Cervical
20	D36	Grupo C. PUI 1 ciclo - Cervical
21	D48	Grupo C. PUI 1 ciclo - Cervical
22	D49	Grupo C. PUI 1 ciclo - Cervical
23	D50	Grupo C. PUI 1 ciclo - Cervical
24	D51	Grupo C. PUI 1 ciclo - Cervical
25	D39	Grupo D. XP-endo Finisher - Cervical
26	D40	Grupo D. XP-endo Finisher - Cervical
27	D41	Grupo D. XP-endo Finisher - Cervical
28	D42	Grupo D. XP-endo Finisher - Cervical
29	D43	Grupo D. XP-endo Finisher - Cervical
30	D44	Grupo D. XP-endo Finisher - Cervical
31	D45	Grupo D. XP-endo Finisher - Cervical
32	D46	Grupo D. XP-endo Finisher - Cervical
33	D47	Grupo D. XP-endo Finisher - Cervical
34	D52	Grupo D. XP-endo Finisher - Cervical
35	C1	Grupo A Control - Medio
36	C5	Grupo A Control - Medio
37	C7	Grupo A Control - Medio
38	C9	Grupo A Control - Medio
39	D1	Grupo B. PUI 3 ciclos - Medio
40	D2	Grupo B. PUI 3 ciclos - Medio
41	D3	Grupo B. PUI 3 ciclos - Medio

42	D4	Grupo B. PUI 3 ciclos - Medio
43	D5	Grupo B. PUI 3 ciclos - Medio
44	D6	Grupo B. PUI 3 ciclos - Medio
45	D7	Grupo B. PUI 3 ciclos - Medio
46	D8	Grupo B. PUI 3 ciclos - Medio
47	D9	Grupo B. PUI 3 ciclos - Medio
48	D10	Grupo B. PUI 3 ciclos - Medio
49	D30	Grupo C. PUI 1 ciclo - Medio
50	D31	Grupo C. PUI 1 ciclo - Medio
51	D32	Grupo C. PUI 1 ciclo - Medio
52	D33	Grupo C. PUI 1 ciclo - Medio
53	D34	Grupo C. PUI 1 ciclo - Medio
54	D36	Grupo C. PUI 1 ciclo - Medio
55	D48	Grupo C. PUI 1 ciclo - Medio
56	D49	Grupo C. PUI 1 ciclo - Medio
57	D50	Grupo C. PUI 1 ciclo - Medio
58	D51	Grupo C. PUI 1 ciclo - Medio
59	D39	Grupo D. XP-endo Finisher - Medio
60	D40	Grupo D. XP-endo Finisher - Medio
61	D41	Grupo D. XP-endo Finisher - Medio
62	D42	Grupo D. XP-endo Finisher - Medio
63	D43	Grupo D. XP-endo Finisher - Medio
64	D44	Grupo D. XP-endo Finisher - Medio
65	D45	Grupo D. XP-endo Finisher - Medio
66	D46	Grupo D. XP-endo Finisher - Medio
67	D47	Grupo D. XP-endo Finisher - Medio
68	D52	Grupo D. XP-endo Finisher - Medio
69	C1	Grupo A Control – Apical
70	C5	Grupo A Control – Apical
71	C7	Grupo A Control – Apical
72	C9	Grupo A Control – Apical
73	D1	Grupo B. PUI 3 ciclos – Apical
74	D2	Grupo B. PUI 3 ciclos – Apical
75	D3	Grupo B. PUI 3 ciclos – Apical
76	D4	Grupo B. PUI 3 ciclos – Apical
77	D5	Grupo B. PUI 3 ciclos – Apical
78	D6	Grupo B. PUI 3 ciclos – Apical
79	D7	Grupo B. PUI 3 ciclos – Apical
80	D8	Grupo B. PUI 3 ciclos – Apical
81	D9	Grupo B. PUI 3 ciclos – Apical
82	D10	Grupo B. PUI 3 ciclos – Apical
83	D30	Grupo C. PUI 1 ciclo - Apical

84	D31	Grupo C. PUI 1 ciclo - Apical
85	D32	Grupo C. PUI 1 ciclo - Apical
86	D33	Grupo C. PUI 1 ciclo - Apical
87	D34	Grupo C. PUI 1 ciclo - Apical
88	D36	Grupo C. PUI 1 ciclo - Apical
89	D48	Grupo C. PUI 1 ciclo - Apical
90	D49	Grupo C. PUI 1 ciclo - Apical
91	D50	Grupo C. PUI 1 ciclo - Apical
92	D51	Grupo C. PUI 1 ciclo - Apical
93	D39	Grupo D. XP-endo Finisher – Apical
94	D40	Grupo D. XP-endo Finisher – Apical
95	D41	Grupo D. XP-endo Finisher – Apical
96	D42	Grupo D. XP-endo Finisher – Apical
97	D43	Grupo D. XP-endo Finisher – Apical
98	D44	Grupo D. XP-endo Finisher – Apical
99	D45	Grupo D. XP-endo Finisher – Apical
100	D46	Grupo D. XP-endo Finisher – Apical
101	D47	Grupo D. XP-endo Finisher – Apical
102	D52	Grupo D. XP-endo Finisher – Apical

Anexo IV. Cartel presentado en el XXXVIII Congreso de la Academia Mexicana de Endodoncia (AMEAC) 2018 con el tema “XP-Endo Finisher en la limpieza del conducto radicular: revisión de la literatura”.



Anexo V. Participación en el Concurso de Carteles del XXXVIII Congreso de la Academia Mexicana de Endodoncia (AMEAC) 2018 con el tema “XP-Endo Finisher en la limpieza del conducto radicular: revisión de la literatura”.



Anexo VI. Especialidad en Endodoncia, Generación 2017-2019

