



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

MAESTRÍA EN ENDODONCIA

“Desinfección y eliminación de biofilm endodóntico en terapia de conductos con acceso mínimamente invasivo versus acceso convencional”

AUTOR:

M.E. Eladio Robledo Rivera

Tesis presentada para obtener el grado de:

MAESTRO EN ENDODONCIA

DirectorDr. Alejandro López Aldrete

Co-directora Dra. María Verónica Méndez González

Asesor Externo Dr. Cesar De Gregorio González

Asesor Dra. Erika de Carmen Romero Rodríguez

Asesor Dra. Norma Verónica Zavala Alonso

AsesorDra. Ana María González Amaro

30 de junio 2022, Maestría en Endodoncia, UASLP, México



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
MAESTRÍA EN ENDODONCIA

30 de junio de 2022, Maestría en Endodoncia, UASLP

Director

Alejandro López Aldrete

Profesor-investigador
Maestría en Endodoncia
Facultad de Estomatología, UASLP
San Luis Potosí, S.L.P.

Co-directora

María Verónica Méndez Méndez

Profesor investigador
Maestría en Endodoncia
Facultad de Estomatología, UASLP
San Luis Potosí, S.L.P.

Asesor externo

Cesar de Gregorio González

Profesor investigador
Universidad Rey Juan Carlos
Facultad de Odontología
Madrid, España

Asesora

Ana María González Amaro

Profesor-investigador
Maestría en Endodoncia
Facultad de Estomatología, UASLP
San Luis Potosí, S.L.P.

Asesora

Erika del Carmen Romero Rodríguez

Profesor asignatura
Maestría en Endodoncia
Facultad de Estomatología, UASLP
San Luis Potosí, S.L.P.

Asesora

Norma Verónica Zavala Alonso

Profesor-investigador
Maestría en Endodoncia
Facultad de Estomatología, UASLP
San Luis Potosí, San Luis Potosí



“Desinfección y eliminación de biofilm endodóntico en terapia de conductos con acceso mínimamente invasivo versus acceso convencional”

Autor: M.E. Eladio Robledo Rivera

Trabajo de grado aprobado para su presentación en el nombre de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Estomatología, Maestría en Endodoncia por las siguientes autoridades:

Dr. Ricardo Martínez Rider
Director de la Facultad de Estomatología

Dra. Yolanda Hernández Molinar
Jefa de la División de Posgrados de la Facultad de Estomatología

Dra. María Verónica Méndez González
Coordinadora de la Maestría en Endodoncia



“Desinfección y eliminación de biofilm endodóntico en terapia de conductos con acceso mínimamente invasivo versus acceso convencional”

Trabajo de grado aprobado para su presentación en el nombre de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Estomatología, Maestría en Endodoncia por los siguientes asesores:

Dr. Alejandro López Aldrete
DIRECTOR DE TESIS

Dra. María Verónica Méndez González
CO-DIRECTORA DE TESIS

Dr. Cesar de Gregorio González
ASESOR EXTERNO

Dra. Ana María González Amaro
ASESORA

Dra. Norma Verónica Zavala Alonso
ASESORA

M.C. Erika del Carmen Romero Rodríguez
ASESORA



**“Desinfección y eliminación de biofilm endodóntico en terapia de conductos
con acceso mínimamente invasivo versus acceso convencional”**

Trabajo de grado aprobado para su presentación en el nombre de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Estomatología, Maestría en Endodoncia por el siguiente jurado:

Dra. Mariana Gutiérrez Sánchez
PRESIDENTA

Dra. Karla Patricia Navarrete Olvera
SECRETARIA

Dr. Alejandro López Aldrete
VOCAL

DEDICATORIA

A mis padres por todo se apoyó y por creer en que podría lograrlo, sobre todo por esas palabras de aliento y consejo cuando más lo necesitaba, sin ellos nada sería posible. También por ser un ejemplo de responsabilidad, trabajo y compromiso.

A mi querida esposa Diana por su comprensión y por qué ella es una parte muy importante en mis cimientos en mi formación como endodoncista, ella fue mi motivación para seguir adelante y culminar esta etapa.

A mi amado hijo Alonso espero ser un ejemplo para ti, en tu camino que apenas está comenzando y sobre todo un apoyo en tu vida.

A mí mismo quiero dedicar este trabajo por creerme en mi y por todo el trabajo duro durante 2 años y medio, quiero agradecerme por no tener días libres, quiero agradecerme nunca rendirme y por siempre querer dar más, quiero agradecerme por haber concluido este camino y por poder terminar esta senda que comenzó como un sueño, quiero agradecerme ser solo Eladio.

AGRADECIMIENTOS

Dr. Alejandro por su apoyo durante todo el posgrado, en las clases, en la clínica también sobre algunos tips clínicos que me dio, gracias por otorgarme permisos necesarios para poder realizar actividades relacionadas con la familia o con mi salud, por eso le agradezco mucho su comprensión, así como también por el apoyo en el desarrollo de este proyecto.

Mario: te doy gracias por ser un amigo estos dos años, si bien aún nos faltó tiempo para conocernos más, al ser el único compañero en la maestría fuiste al que más le tuve confianza.

Dani y Rebeca: sin su ayuda la clínica no saldría adelante, y gracias por su valiosa ayuda en el laboratorio

Pasante Guillermo te convertiste en un amigo, sin ti este proyecto no se habría concretado, o tal vez sí, pero seguramente hubiera sido más aburrido, te agradezco haber aguantado 12 horas en la universidad realizando la fase experimental, y sobre todo con tus cortes de las muestras.

Sra. Luisita le agradezco siempre dar el saludo de buenos días, y sobre todo su interés por cuidar las plantas, la clínica se veía bien gracias a usted. Sin su labor no sería lo mismo, también le agradezco haber guardado mis cosas cuando las olvidaba afuera de mis cajones.

Maribel tú fuiste una persona muy amable siempre, siempre lista para apoyar, siempre viendo el lado positivo de las cosas y sobre todo una plática amena, te agradezco también tu labor en C.E.Y.E también no se me puede olvidar **Hilda y Maribel** que siempre estuvieron ahí para ayudarnos a hacer trámites, y no solo eso, sino que también llegue a sentir la calidez de su persona y disposición para siempre ayudar.

A mis compañeros de la maestría **Laura, Mariana, Cony, Grizel, Majo, Elia y Jenni** sin ustedes la maestría hubiera sido muy aburrida, gracias por su amistad. Espero

verlos siempre en los congresos. Les deseo el mayor éxito posible en su vida personal y profesional.

Quiero darles un agradecimiento especial a todos **mis maestros** durante la maestría, de cada uno de ustedes me llevo un aprendizaje, siempre me llevaré lo mejor de y el mejor ejemplo.

Dra. Karla y Dra. Claudia les agradezco por su apoyo en la clínica, aprendí bastante en los días lunes y jueves, espero seguir aprendiendo para un día ser tan bueno como ustedes.

Dra. Vero Zavala le agradezco su tiempo y ayuda con el MEB, por su apoyo para que se pudiera concluir este trabajo, le agradezco sus consejos durante las horas de estar revisando las muestras

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

Dra. Vero a usted le agradezco haber estado ahí en los momentos más difíciles durante mi estancia en el posgrado, sus palabras y consejo me ayudaron mucho para sobrellevar la adversidad, ahora más que una maestra considero que he ganado una amiga, en la cual llegue a depositar mi confianza. También quiero agradecerle por su confianza y apoyo para que este proyecto saliera adelante.

Dra. Ana a usted le estoy agradecido porque desde la primera vez que la conocí sentí ese apoyo de usted hacia mi persona, me ayudo bastante en el propedéutico con mi presentación de seminario con el transcurso de la jornada en la maestría, seguí sintiendo ese apoyo siempre, por lo que yo siendo foráneo sentí que en usted podría encontrar el cobijo de lo más cercano a un familiar. Usted será la primera en leer mis cuentos ahora que tendré más tiempo para escribir, tenga por seguro que en algunos relatos usted será un personaje de dicho escrito, claro sin olvidarnos de los demás personajes que hicieron buena mi estancia en San Luis.

Dr. Ducoing a usted lo considero un amigo, debido a que siempre me abrió las puertas, además de que se nota el interés por hacer lo mejor por sus alumnos, sin duda alguna usted es un ejemplo de lo que es ser maestro, pues ser maestro no solo es enseñar si no también ver más allá, usted sabe escuchar, se emocionaba con nosotros cuando adquiríamos nuevas habilidades o aprendizajes, en pocas palabras se nota que si le gusta enseñar y compartir su conocimiento. Siga por ese camino dr, yo lo admiro mucho.

Dra. Selene sin usted este proyecto no saldría adelante, porque cuando llegue al laboratorio no sabía nada de nada, sin embargo, usted fue muy paciente y me explico con detalle cómo se hacían las cosas, además al igual que Memo, estuviste ahí el día de las 12 horas en laboratorio, creo que he hecho una amiga, espero que esa amistad dure mucho tiempo. Te agradezco todo lo que hiciste por nosotros este semestre. Espero verte el siguiente año en la feria jajaja



“Desinfección y eliminación de biofilm endodóntico en terapia de conductos con acceso mínimamente invasivo versus acceso convencional” by Eladio Robledo Rivera is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

**PROYECTO APOYADO POR EL
PROGRAMA NACIONAL DE
POSGRADOS DE CALIDAD-CONACYT
2020-2021**

“Desinfección y eliminación de biofilm endodóntico en terapia de conductos con acceso mínimamente invasivo versus acceso convencional”

Autor: Eladio Robledo Rivera

Maestría en Endodoncia
Facultad de Estomatología
Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México
30 de junio de 2022

Resumen

Introducción Uno de los objetivos de la terapia endodóntica es la limpieza y desinfección del conducto radicular, una vez que se ha establecido una patología pulpar es necesario realizar un tratamiento endodóntico, el primer paso para llevar a cabo el procedimiento es la apertura cameral, hoy en día existen dos abordajes que son: acceso mínimamente invasivo y el acceso convencional. Existe la interrogante si es posible lograr una desinfección adecuada a través de un acceso mínimamente invasivo.

Objetivo: evaluar el grado de desinfección y eliminación de biofilm endodóntico en terapia de conductos con acceso mínimamente invasivo contra un acceso convencional in vitro. **Materiales y métodos:** se seleccionaron 44 primeros molares mandibulares y se dividieron al azar en 2 grupos: acceso convencional (AC) y acceso mínimamente invasivo AMI (n=15/grupo). Después de la preparación de la cavidad de acceso en los 2 grupos, 30 molares se contaminaron con *E. faecalis* y se incubaron durante 30 días realizando recambios de medio de cultivo cada 48 horas, ambos grupos se instrumentaron con el sistema TruNatomy™ (Dentsply Sirona, Ballaigues, Suiza). El muestreo bacteriano de los conductos radiculares se realizó con puntas de papel estériles antes y después de la instrumentación para determinar la carga bacteriana. La reducción bacteriana se contabilizó como unidades formadoras de colonias/ml y se analizó estadísticamente. Donde se obtuvo una significancia menor

del 5%. **Resultados:** el número de bacterias de *E. faecalis* en las muestras del grupo AMI tuvo una menor reducción de la carga bacteriana después de la instrumentación. la mayor disminución de carga bacteriana se observó en el grupo con AC. **Conclusión:** los resultados de reducción bacteriana de *E. faecalis* fueron mayor en el grupo AC comparado con MI, el diseño de la cavidad de acceso si influye en el grado de desinfección del conducto radicular, entre ambos grupos si hay diferencia significativa.

Palabras clave: acceso endodóntico mínimamente invasivo, acceso convencional, reducción bacteriana

INDICE

1	MARCO TEÓRICO	7
1.1	Factores etiológicos de la enfermedad pulpar.....	7
1.2	<i>Enterococcus faecalis</i> : características y su asociación con la enfermedad endodóntica persistente	7
1.3	Cavidad de acceso mínimamente invasivo y cavidad de acceso convencional	9
1.3.1	Dientes mandibulares molares	9
1.4	Acceso endodóntico convencional	10
1.4.1	La preparación de cavidad de acceso se puede dividir en 4 etapas:.....	10
1.5	Acceso endodóntico mínimamente invasivo	14
1.6	Clasificación de los accesos endodónticos conservadores.....	14
1.7	Acceso endodóntico mínimamente invasivo vs acceso endodóntico tradicional o convencional	19
1.8	TruNatomy	20
2	JUSTIFICACIÓN.....	23
2.1	Pregunta de investigación	24
3	OBJETIVOS.....	24
3.1	Objetivo General	24
3.2	Objetivos específicos	24
4	HIPÓTESIS.....	24
5	METODOLOGÍA.....	25
5.1	Lugar de realización	25
5.2	Diseño del estudio.....	25
5.3	Criterios de selección.....	25

Inclusión.....	25
Exclusión.....	25
5.4 Criterios de eliminación	26
5.5 Definición conceptual y operacional de las variables	26
5.6 Variables independientes	26
5.7 Variables dependientes.....	27
5.8 Análisis estadístico.....	28
5.9 Consideraciones éticas	29
6 Fase experimental	30
6.1 Fase Pre clínica.	30
6.1.1 Selección y clasificación de las piezas dentarias (aleatoriamente)	30
6.1.2 Preparación de accesos mínimamente invasivos.....	32
6.1.3 Preparación de acceso tradicional.....	33
6.1.4 Limpieza de piezas dentales	34
6.2 Fase microbiológica I	35
6.2.1 Activación de la cepa.....	35
6.2.2 Formación de biofilm de <i>E. Faecalis</i>	35
6.2.3 Tinción de Gram para verificar la pureza del cultivo	37
6.3 Fase endodóntica.....	37
6.3.1 Instrumentación	37
6.3.2 Instrumentación de grupo con AMI (Acceso endodóntico mínimamente invasivo).....	39
6.4 Fase microbiológica II	40
6.4.1 Toma de muestra pre instrumentación	40
6.4.2 Toma de muestra post instrumentación.....	41

6.4.3	Conteo de UFC.....	41
6.5	FASE V: Evaluación microscópica (MEB).....	42
6.5.1	Preparación de muestras biológicas.....	42
7	RESULTADOS	46
7.1	Reducción de carga bacteriana.....	46
7.2	Análisis estadístico.....	52
7.3	Imágenes al MEB.....	54
7.3.1	Control positivo de acceso Mínimamente invasivo	54
7.3.2	Control positivo de acceso convencional.....	54
7.3.3	Control negativo de acceso convencional	55
7.3.4	Control negativo de acceso mínimamente invasivo.....	55
7.3.5	Grupo de acceso mínimamente invasivo, instrumentado con TruNatomy vista a 1-3 mm (tercio apical).....	56
7.3.6	Grupo de acceso convencional, instrumentado con TruNatomy vista a 1-3 mm (tercio apical)	60
8	DISCUSIÓN.....	62
9	CONCLUSIONES	66
10	PERSPECTIVAS	66
11	BIBLIOGRAFÍA.....	67
12	ANEXO I	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Acercamiento de la fresa Endo-Z se observa punta no cortante (Dentsply Maillefer Instruments, Ballaigues, Suiza) (12)	12
Figura 2. De izquierda a derecha, fresa redonda de diamante número 2, fresa para fisuras de carburo de tungsteno, fresa Endo Z, fresa Axxcess y fresa redonda de carburo de tungsteno número 2, las dos últimas fresas (SybronEndo, Orange, CA, EE. UU.) tienen un vástago más largo (12).....	13
Figura 3 Diagrama que muestra los diferentes tipos de preparaciones de cavidad de acceso estandar y mínimamente invasivas en dientes posteriores. (15)	15
Figura 4 Forma de sección transversal de un instrumento del sistema TruNatomy™ (29).....	21
Figura 5 Sistema de limas TruNatomy en color morado Orifice Modifier (20/08), en color blanco Glider (17/02), en color amarillo Small (20/04), en color rojo Prime (26/04) y en color verde Medium (36/03). (29)	22
Figura 6 El grado de curvatura de la raíz se calcula midiendo el ángulo que se forma entre el eje longitudinal del conducto radicular (línea A) y una línea que une el foramen apical hasta el punto de la curvatura inicial (línea B)	32
Figura 7 Requerimientos y pasos para un acceso conservador a) El uso de magnificación es indispensable en la elaboración de un acceso conservador b) elegir el punto de inicio del acceso c) utilizar fresa Endoguide (EG1A; SSWhite Dental) d) aspecto de un acceso	33
Figura 8 Limpieza y esterilizado de las muestras	34
Figura 9. Recambio de medio de cultivo, este proceso se lleva a cabo en la cámara de flujo laminar, el cual consiste en realizar el cambio de las muestras a matraces de medio cultivo estéril nuevo	36
Figura 10 Tinción de Gram, en la cual se observa la presencia de bacterias con forma de cocos, lo cual ayuda a determinar la pureza del cultivo	37
Figura 11. Proceso de desinfección del campo operatorio, nótese la torunda de algodón dentro del acceso endodóntico, con la finalidad de evitar la entrada de vapores producidos durante el proceso de limpieza	38

Figura 12. Base utilizada para fijar la pieza dental, con la ayuda de ZetaPLus.....	39
Figura 13. Toma de muestra pre instrumentación con punta de papel estéril del número 15	41
Figura 14. Toma de muestra post instrumentación, se observan dos puntas de papel del número 15, una punta por cada conducto en la raíz mesial de primeros molares inferiores.....	41
Figura 15 Ejemplo de un corte sagital en sentido bucal y lingual de una raíz mesial de una de las muestras	43
Figura 16 Diferentes concentraciones de alcohol utilizadas para la deshidratación progresiva de las muestras	43
Figura 17 muestras almacenadas en alcohol absoluto.....	44
Figura 18 Secado al punto critico	44
Figura 19 Recubrimiento de las muestras con oro	45
Figura 20 Análisis de las muestras al MEB	45
Figura 21 Diagrama de bigotes de la reducción logarítmica de la carga bacteriana en grupo de acceso convencional	48
Figura 22 Diagrama de bigotes de la reducción logarítmica de la carga bacteriana en grupo de acceso mínimamente invasivo	48
Figura 23 Diagrama de bigotes de reducción logarítmica de acceso mínimamente invasivo vs acceso convencional.....	49
Figura 24 Conteo de UFC de muestra 8 del grupo acceso mininamente invasivo: la fila izquierda representa siembra pre instrumentación y la fila derecha post instrumentación	49
Figura 25 Conteo de UFC de muestra 2 de grupo mínimamente invasivo, del lado izquierdo siembra pre instrumentación y del lado derecho post instrumentación	50
Figura 26 Muestra 4 de grupo acceso mínimamente invasivo, del lado izquierdo pre instrumentación y del lado derecho siembra post instrumentación	50
Figura 27 Conteo de UFC de muestra 3 de grupo acceso convencional, del lado izquierdo siembra pre instrumentación y del lado derecho siembra post instrumentación	51

Figura 28 Conteo de UFC de muestra 5 de grupo acceso convencional, del lado izquierdo siembra pre instrumentación y del lado derecho siembra post instrumentación	51
Figura 29 se puede observar un biofilm maduro, así como bacterias en forma de cocos, que están rodeadas por una matriz de polisacáridos extra celulares.....	54
Figura 30 en la imagen se observa Biofilm de E. faecalis, bacterias en forma de cocos, que colonizan los túbulos dentinarios.....	54
Figura 31 se observan desechos, así como fibras (señalado con flecha) de lo que pudiera ser restos de tejido pulpar	55
Figura 32 no se observan formas bacterianas en la muestra y en la magnificación a 2000x tampoco se observan bacterias.....	55
Figura 33 Micrografía con microscopia electrónica de barrido a 2000x.....	56
Figura 34 Micrografía con microscopia electrónica de barrido a 500x.....	57
Figura 35 Micrografía con microscopia electrónica de barrido a 500x.....	58
Figura 36 Micrografías con microscopia electrónica de barrido a 2000x.....	59
Figura 37 Micrografía con microscopia electrónica de barrido	60
Figura 38 Micrografía con microscopia electrónica de barrido a 2000x.....	61

INDÍCE DE TABLAS

Tabla 1 Parámetros para conformación de acceso mínimamente invasivo	17
Tabla 2 Conteo de UFC de grupo con acceso convencional pre y post instrumentación y reducción logarítmica	46
Tabla 3 Conteo de UFC de grupo acceso mínimamente invasivo pre y post instrumentación, y reducción logarítmica	47
Tabla 4 Resumen estadístico.....	52
Tabla 5 Prueba de normalidad.....	52
Tabla 6 Contraste de hipótesis	53

INTRODUCCIÓN

El acceso endodóntico o apertura cameral es una de las fases iniciales del tratamiento de conductos radiculares. En 1985, Ingle estableció las características que debe cumplir un acceso endodóntico convencional, donde se decretó que la pared oclusal de la cámara pulpar será removida en su totalidad, con la finalidad de permitir una vista directa de la entrada de los conductos radiculares, seguido de la eliminación de los rebordes de dentina que se encuentran en la entrada del sistema de conductos con el objetivo de facilitar la intrusión de los instrumentos en una dirección recta, así como de la introducción adecuada de las soluciones irrigantes. Estas características son idealmente favorables para el tratamiento de endodoncia, debido a que reducen significativamente los accidentes transoperatorios como fractura de instrumentos, perforaciones, omisión de conductos y formación de escalones.

No obstante, en la actualidad la odontología mínimamente invasiva es una tendencia entre los profesionales de la salud oral y la rama de la endodoncia no es la excepción; fue en el año del 2010, por Clark y Khademi quienes propusieron la ejecución de accesos mínimamente invasivos como una alternativa a los accesos endodónticos convencionales, mismos que se caracterizan por la eliminación parcial del techo cameral, lo que permite no eliminar la dentina pericervical, confiriendo al diente tratado endodónticamente una mayor resistencia a la fractura.

Este tipo de accesos presenta inconvenientes como: visión limitada y dificultad para la entrada de los instrumentos en línea recta; lo cual aumenta la probabilidad de que se presenten accidentes durante el tratamiento de conductos. Es más complicado debido a que se requiere magnificación para su confección, dificultando el proceso de irrigación, obturación e instrumentación (según Krishan). Esto lo vuelve controversial y por ello en la actualidad no existe suficiente evidencia científica que valide que un acceso mínimamente invasivo permita a una adecuada desinfección y limpieza del conducto radicular como la de un acceso convencional. Por lo que el objetivo de este trabajo es evaluar y comparar la desinfección y eliminación de biofilm en ambos tipos de accesos.

1 MARCO TEÓRICO

1.1 Factores etiológicos de la enfermedad pulpar

La pulpa dental se define como un tejido conectivo blando especializado, que se encuentra en el interior del diente específicamente en la parte central del diente, de origen mesenquimatoso. La pulpa y la dentina son considerados como una entidad biológica, por lo que se le ha denominado, complejo dentino-pulpar. La dentina le brinda protección a la pulpa, mientras la pulpa por medio de odontoblastos, participan en el proceso de mineralización de la dentina. (1,2)

La pulpa dental puede ser colonizada por bacterias por diferentes vías, directas e indirectas, por ejemplo, caries, enfermedad periodontal, iatrogénicas y anacoresis. El principal objetivo del tratamiento de conductos radiculares en un diente con necrosis pulpar y con patologías inflamatorias, es eliminar la población bacteriana lo mejor posible. El *E. faecalis* es una bacteria Gram positiva que se encuentra asociada generalmente a los casos de tratamientos fallidos en endodoncia, actualmente se sabe que esta bacteria es resistente a los métodos de preparación quimiomecánicos convencionales, estas técnicas de deben complementar con la irrigación de soluciones bactericidas. (3)

Las soluciones de irrigantes que se utilizan durante la instrumentación del conducto radicular desempeñan un papel importante en el pronóstico favorable del tratamiento. Sin embargo, no pueden eliminar por completo las bacterias dentro del complejo sistema de conductos, esto se debe a que las bacterias se encuentran asociadas en biopelículas, esta biopelícula les confiere la capacidad de ser resistentes a los agentes químicos que se utilizan durante el tratamiento. (4)

1.2 *Enterococcus faecalis*: características y su asociación con la enfermedad endodóntica persistente

Las bacterias patógenas son la principal causa de infecciones endodónticas y de periodontitis apical. Los microorganismos que se encuentran el conducto radicular

están asociados a procesos dinámicos y las especies de bacterias dependen del aporte nutrimental que se encuentre disponible dentro del conducto, los niveles de oxígeno y del pH. En una infección primaria endodóntica, el conducto con comunicación a la cavidad oral proporciona un recurso disponible para los microorganismos. En el conducto radicular se encuentran con frecuencia bacterias anaeróbicas Gram negativas y algunos bacilos Gram positivos, sin embargo, en los conductos radiculares con patología endodóntica persistente, se produce una disminución de los recursos y nutrientes en el conducto radicular, debido a que los conductos han sido tratados endodónticamente y sellados herméticamente. Estos cambios van a ocasionar que las bacterias Gram negativas disminuyan gradualmente y las bacterias Gram positivas puedan prosperar y por lo tanto están presentes con mayor frecuencia por ejemplo *Enterococcus*, *Propionibacterium* y *Actinomyces*.(5)

Los *Enterococcus* son Gram positivos que pueden presentarse de forma individual, en pares o en cadenas cortas. Son bacterias anaerobias facultativas que tienen la capacidad de poder crecer en presencia o ausencia de oxígeno, por lo tanto, se clasifican como anaerobios facultativos. Los *Enterococcus* viven en la luz del intestino de los humanos y en la mayoría de los casos no causan daño a sus huéspedes. También se pueden encontrar colonizando los tractos genitales femeninos humanos y en la cavidad bucal en menor número. Catabolizan los carbohidratos, glicerol, lactato, malato, citrato, arginina y alfa cetoácidos, para la obtención de energía. Los *Enterococcus* también pueden sobrevivir a ambientes muy severos incluyendo por ejemplo concentraciones extremas de sal y un pH alcalino, resisten sales biliares, detergentes, metales pesados, etanol. Se sabe que pueden crecer en un rango de temperatura de 10 a 45°C y sobrevivir a una temperatura de 60°C por un periodo de 30 min.(8–10)

En estudios se ha señalado que *Enterococcus faecalis* es la especie que se detecta con mayor frecuencia en los dientes con tratamiento de endodoncia y por lo tanto promueven la persistencia de la enfermedad. *E. faecalis* tiene la capacidad de capacitarse a los cambios ambientales bruscos, como pueden ser un pH alcalino extremo, resistencia los antimicrobianos y su crecimiento caracterizado por formar una

biopelícula. En el pasado se ha reportado la aparición de monocultivos de *E. faecalis* ha hecho pensar que esta bacteria puede ser el único organismo que persiste en los conductos radiculares sin embargo las monoinfecciones rara vez ocurren en la naturaleza. (5–7)

1.3 Cavity de acceso mínimamente invasivo y cavity de acceso convencional

El primer paso de un tratamiento endodóntico no quirúrgico es la cavity de acceso, los objetivos de un acceso se han establecido desde hace décadas, dichos objetivos son: eliminar el techo de la cámara pulpar, remoción completa de caries, localizar las entradas de los conductos radiculares y permitir un acceso en línea recta a los conductos radiculares. (11)

1.3.1 Dientes mandibulares molares

Primeros molares

Los molares mandibulares tienen dos raíces una raíz mesial y una distal, normalmente hay 3 o 4 conductos, la raíz mesial siempre tendrá dos conductos, uno mesio lingual y otro mesio bucal. Alrededor del 60% de las raíces distales cuentan solo con un conducto y el 40% tiene dos conductos uno bucal y otro lingual.(12)

La cavity de acceso en estos dientes debe tener una forma rectangular o una trapezoidal debido a que proporciona una mejor accesibilidad a los conductos. Aproximadamente el 5% de los molares mandibulares tienen tres conductos mesiales el tercer canal mesial (mesio medial) normalmente se encuentra situado entre el conducto mesio bucal y mesio lingual. Y se encuentra a lo largo del surco de desarrollo entre los otros dos conductos. (12)

El conducto distal está ubicado justo distal del surco de desarrollo bucal; la entrada del conducto suele tener forma ovalada si sólo hay solo un conducto presente. Si hay dos conductos, las entradas de los canales tienden a ser más redondas y generalmente

están conectadas por un istmo. Al igual que los conductos mesiales, tienden a ubicarse a la misma distancia de la línea media mesiodistal del diente. Las entradas de los conductos distales tienden a estar mucho más próximas que las entradas del canal mesial y, una vez preparadas, pueden ser confluyentes. (12)

1.4 Acceso endodóntico convencional

El objetivo principal de la preparación de la cavidad de acceso endodóntico es identificar las entradas del conducto radicular para la posterior preparación y obturación del sistema del conducto radicular. Por lo que una preparación inadecuada de la cavidad de acceso puede resultar en dificultades para localizar o negociar los conductos radiculares. Y puede repercutir en la limpieza, modelado y llenado inadecuados del sistema de conductos radiculares. También puede contribuir a la separación de los instrumentos y a las aberraciones de la forma del canal. En última instancia, estos factores pueden conducir al fracaso del tratamiento. Por lo tanto, un buen diseño y preparación de la cavidad de acceso es imperativo para un tratamiento endodóntico de calidad, prevención de problemas iatrogénicos y prevención de fallas endodónticas. (12)

La cavidad de acceso ideal debe otorgar una adecuada visión de la entrada de los conductos, fácilmente identificables en la base de un piso pulpar grande. En el pasado, las cavidades de acceso tendían a estandarizarse según el tipo de diente; sin embargo, con las técnicas de endodoncia modernas, un microscopio de operación dental y lupas que brindan aumento y mejor iluminación, una cavidad de acceso ahora depende principalmente de la morfología individual de la cámara pulpar del diente que se está tratando.(12)

1.4.1 La preparación de cavidad de acceso se puede dividir en 4 etapas:

- I. Evaluación previa al tratamiento.
- II. Preparación del diente para tratamiento de endodoncia.
- III. Extracción del techo de la cámara y tejido pulpar coronal.

IV. Creando acceso en línea recta.

I. Evaluación previa al tratamiento

Se debe evaluar la angulación y cualquier rotación del diente o la restauración coronal en relación con las raíces, ya que esto influirá en el diseño de la cavidad de acceso. También debe tenerse en cuenta la posición de la unión cemento-esmalte y la furca, ya que estos puntos de referencia ayudan a indicar la ubicación del nivel del piso pulpar y la posición probable de la entrada al conducto radicular.(12)

Se debe tomar una radiografía periapical preoperatoria del diente tomada con un dispositivo de orientación de haz para garantizar que no haya distorsión de la imagen, se deben tomar radiografías con una orientación mesial y distal para tener una imagen de todas las raíces de los dientes multiradiculares ya que en una radiografía tomada en paralelo no es posible observar cada una de ellas. A partir de estas radiografías se puede evaluar la posición, el tamaño, la profundidad y la forma de la cámara pulpar, la posición de los cuernos pulpares, el número de raíces y el grado de curvatura.(12)

II. Preparación del diente para tratamiento de endodoncia.

Un espejo de superficie frontal, un explorador de endodoncia DG16, una cucharilla de dentina de mango largo, magnificación y una buena iluminación son esenciales para el tratamiento de endodoncia.(12)

Las caries y las restauraciones deficientes deben eliminarse por completo antes de preparar la cavidad de acceso. La eliminación de restauraciones existentes puede revelar fisuras pequeñas en una o más paredes axiales que podrían influir en el pronóstico endodóntico y el diseño de la futura restauración post-endodóntica.



Figura 1. Acercamiento de la fresa Endo-Z se observa punta no cortante (Dentsply Maillefer Instruments, Ballaigues, Suiza) (12)

III. Eliminación del techo de la cámara y tejido pulpaes coronal

Se debe acceder al techo de la cámara pulpar a través de la porción central de la corona, en un punto donde el techo y el piso de la cámara pulpar estén más anchos; esto ocurre comúnmente en el punto donde se encuentra el divertículo pulpar en relación con el conducto más grande (por ejemplo, la raíz palatina en los molares superiores y el canal distal de los molares mandibulares). Las fresas de carburo de tungsteno son ideales para cortar metal; sin embargo, se debe utilizar una fresa de diamante para trazar el acceso en la porcelana fusionada a las coronas de metal antes de utilizar una fresa de carburo de tungsteno para reducir la probabilidad de fractura de la porcelana. Una vez que se ha perforado el techo de la cámara pulpar, la fresa caerá repentinamente en el espacio de la cámara pulpar.

Para evitar daños en el suelo de la cámara pulpar, se utiliza una fresa con punta inactiva es decir que no corta, (por ejemplo, la fresa Endo-Z Dentsply Maillefer Instruments, Ballaigues, Suiza) para eliminar todo el techo de la cámara pulpar. Se deben explorar las paredes de la cavidad de acceso para asegurarse de que el techo de la cámara pulpar se ha removido por completo, para descartar la presencia de

rebordes de dentina. Una inspección minuciosa del piso cameral de los molares revelara cambios en la coloración de la dentina esto es de utilidad para la localización de la entrada de los conductos. También se pueden identificar líneas de desarrollo con una coloración oscuras las cuales unen la entrada de los conductos, la ubicación de un conducto no detectado a simple vista puede ser detectada siguiendo estas líneas del desarrollo. (12)



Figura 2. De izquierda a derecha, fresa redonda de diamante número 2, fresa para fisuras de carburo de tungsteno, fresa Endo Z, fresa Axxcess y fresa redonda de carburo de tungsteno número 2, las dos últimas fresas (SybronEndo, Orange, CA, EE. UU.) tienen un vástago más largo (12)

Existen situaciones en las cuales las entradas a los conductos estarán calcificadas aquí la entrada del canal aparecerá como una pequeña área de dentina blanca opaca sobre un fondo de dentina secundaria amarilla / gris. La pequeña entrada del canal se sentirá retentiva cuando se palpe con una sonda endodóntica DG16.(12)

Una vez que se han identificado las entradas de los conductos, puede ser imprescindible afinar o modificar la forma de la cavidad de acceso para conceder un acceso sin obstáculos (en línea recta) a las limas.(12)

IV. Acceso en línea recta

El ingreso en línea recta reduce la probabilidad de problemas iatrogénicos como transporte del conducto, formación de escalones que se crean con limas fabricadas de acero inoxidable, esto se debe a la poca flexibilidad que ofrece el material del cual están hechas. La creación de un acceso en línea recta también facilita la inserción de instrumentos rotatorios. Estas limas son fabricadas con aleación de NiTi lo cual las hace más flexibles, pero un acceso deficiente en línea recta puede provocar la separación de los instrumentos debido a un aumento en la fatiga cíclica.(12)

1.5 Acceso endodóntico mínimamente invasivo

Este tipo de acceso fue propuesto por Clark y Khademi en el año 2010. El principio de este acceso es la eliminación parcial del techo de la cámara pulpar, así como conservar la mayor cantidad de dentina pericervical como sea posible. A lo largo de los años la técnica de Khademi es tomada como referencia para esta preparación de la apertura cameral. Lin Chih-yu y col. en un estudio que evaluó el porcentaje de superficie oclusal eliminada necesaria para realizar un acceso mínimamente invasivo, se midió el área que ocupaba el acceso y la media de entre todos los accesos realizados fue de 6 mm². También llegó a la conclusión de que la fosa central de molares inferiores y superiores se puede utilizar como punto de referencia para comenzar a realizar el acceso mínimamente invasivo. (13,14)

1.6 Clasificación de los accesos endodónticos conservadores

Actualmente existe una vasta variedad de diseños de accesos mínimamente invasivos, que se han descrito en la literatura endodóntica reciente, el principal objetivo de la mayoría de estos tipos de cavidades de acceso es la preservación de la estructura dental, no obstante, ha existido una discrepancia en cuanto a los títulos, descripción y dimensiones, por lo tanto, Juzzer Shabbir propuso una clasificación y los agrupa de la siguiente forma para las piezas dentales posteriores: (15)

“DESINFECCIÓN Y ELIMINACIÓN DE BIOFILM ENDODÓNTICO EN TERAPIA DE CONDUCTOS CON ACCESO MÍNIMAMENTE INVASIVO VERSUS ACCESO CONVENCIONAL”



Figura 3 Diagrama que muestra los diferentes tipos de preparaciones de cavidad de acceso estándar y mínimamente invasivas en dientes posteriores. (15)

Como ya se mencionó anteriormente la preparación de la cavidad de acceso convencional incluye la eliminación del techo de la cámara pulpar y lograr un acceso en línea recta al tercio apical del conducto radicular o a la primera curvatura presente en el conducto. Una cavidad de acceso conservadora representa una forma contraída de las cavidades de acceso convencionales. Este tipo de acceso comienza desde la fosa central y se extiende solamente lo necesario para detectar la entrada de los conductos con instrumentos, como limas manuales de pequeños calibres o un explorador de conductos, con este diseño de cavidad, se logra conservar la dentina pericervical y como característica propia, se conserva parte del techo de la cámara pulpar. (15,16)

Los accesos endodónticos ultra conservadores tiene como objetivo conservar la mayor cantidad de estructura dental, comprometiendo la visibilidad y la comodidad, preservando el techo de la cámara pulpar y la dentina pericervical. Las cavidades de

acceso ultraconservadoras se pueden dividir en dos tipos: acceso truss y ninja. El acceso ninja, este acceso se realiza a través de la fosa central o parte más profunda de la superficie oclusal y se avanza apicalmente aumentando en lo más mínimo la dimensión del acceso. El acceso truss, es la modalidad de diseño de cavidad de acceso ultraconservador en el que el acceso solo apunta a la entrada del conducto radicular, conservando el puente dentinario entre los conductos mesial y distal en los molares inferiores o entre los conductos vestibulares y palatino en los molares superiores. Este diseño se puede modificar, para acceder a cada conducto a través de una sola cavidad de acceso por separado. Pero este tipo de cavidad de acceso no está estandarizado y se ha reportado en la literatura endodóntica con diferentes dimensiones, así como los instrumentos utilizados para su conformación. A continuación, en la Tabla 1 se enlistan autores que han propuesto la preparación de un acceso mínimamente invasivo. (15–18)

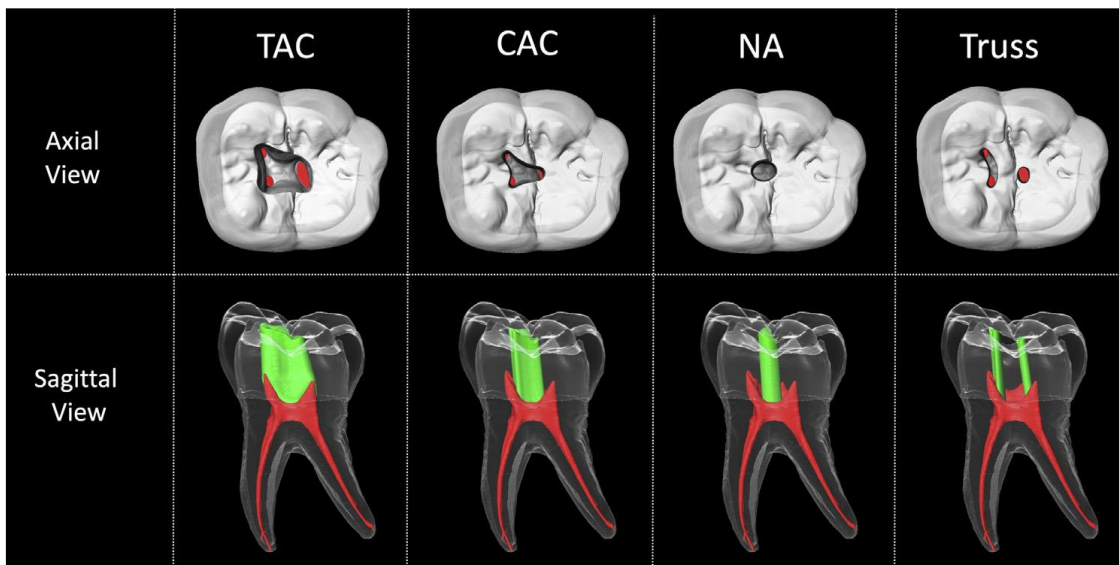
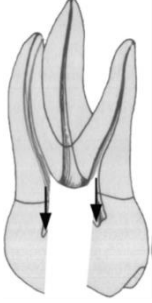

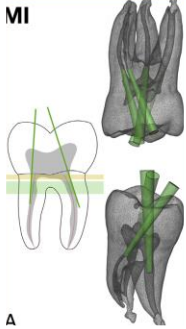
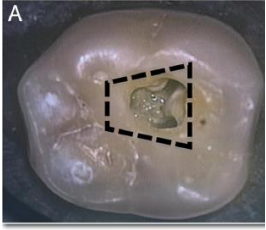



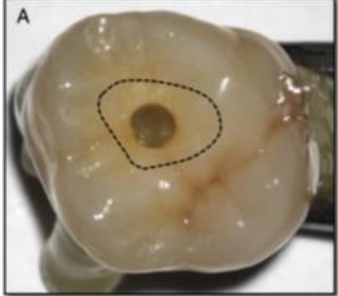

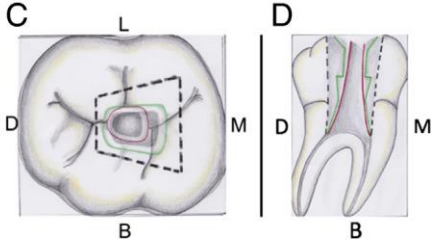
Figura 3 Una ilustración de microtomografía computarizada de un primer molar mandibular que muestra preparaciones de cavidades de acceso convencionales, conservadoras y ultraconservadoras. El acceso se presenta desde las vistas oclusal y bucal. El área verde representa la estructura dental eliminada durante la preparación del acceso. (15)

“DESINFECCIÓN Y ELIMINACIÓN DE BIOFILM ENDODÓNTICO EN TERAPIA DE CONDUCTOS CON ACCESO MÍNIMAMENTE INVASIVO VERSUS ACCESO CONVENCIONAL”

Tabla 1 Parámetros para conformación de acceso mínimamente invasivo

AUTOR	PROCEDIMIENTO/PRINCIPIO	INSTRUMENTAL
<p>Clark y Khademi. año 2010 (13)</p>	 <p>Eliminación parcial de la cámara pulpar</p>	 <p><i>Se utilizan fresas cónicas (SS White) de punta redonda en vez de fresas redonda debido que permiten ser menos invasivo y mantener lo más posible la dentina perlcervical</i></p>
<p>Chih-Yu Lin. Año 2020 (14)</p>	 <p>Determinar contorno de acceso, las líneas verdes indican el tamaño del acceso lo que está fuera de ellas hacia mesial y distal es la estructura dental que se va a conservar. Eliminación parcial del techo cameral.</p>	<p>No referido</p>
<p>Rajesh Krishan. Año 2014 (19)</p>	 <p>Acceso a la cámara pulpar en el cuarto mesial de la fosa central, las cavidades se deben extender apical y distalmente. La línea punteada indica el tamaño que tendría un acceso convencional</p>	 <p>Fresa diamantada grano fino para interproximal F992-FG</p>

“DESINFECCIÓN Y ELIMINACIÓN DE BIOFILM ENDODÓNTICO EN TERAPIA DE CONDUCTOS CON ACCESO MÍNIMAMENTE INVASIVO VERSUS ACCESO CONVENCIONAL”

<p>Brent Moore. año 2016 (20)</p>	 <p><i>Acceso a través de la fosa central, extenderse solo lo necesario para poder identificar los conductos, en todo momento ser conservadores con la dentina pericervical.</i></p>	 <p><i>Fresa Endoguide (EG1A; SSWhite Dental)</i></p>
<p>Gianluca Plotino. año 2017 (21)</p>	 <p><i>Acceder a los molares en el cuarto mesial de la fosa central y las cavidades se extienden apical y distalmente manteniendo parte del techo de la cámara. Minimizar la remoción de dentina pericervical mesiodistal, vestibular y circunferencial para asegurar el mantenimiento de la parte del techo de la cámara compatible con la localización de todos los orificios del conducto radicular desde la misma angulación visual. Preparar el esmalte oclusal con un bisel en 45°. La línea verde representa un acceso mínimamente invasivo.</i></p>	

1.7 Acceso endodóntico mínimamente invasivo vs acceso endodóntico tradicional o convencional

Desde que se propuso la idea de realizar un acceso conservador en el año 2010 ha sido utilizado por profesionales como ahora en tiempos modernos, debido a ello comenzaron a realizarse investigaciones comparando el acceso mínimamente invasivo contra un acceso tradicional y realmente ver si existen ventajas de su utilización.

El éxito a largo plazo del diente con tratamiento de endodoncia depende del desbridamiento y el llenado idóneo del conducto radicular. Debido a esto en la práctica clínica los endodoncistas suelen preparar una cavidad de acceso más grande para detectar los conductos radiculares, sin embargo, la eliminación de una gran cantidad de tejido dental puede disminuir la resistencia a la fractura bajo las cargas oclusales.(22) pero con el acceso tradicional se obtienen vías en línea recta hacia la entrada de los conductos radiculares para mejorar la eficacia de instrumentación, así como también la prevención de errores durante el procedimiento. La remoción de la estructura dental que conlleva la realización de estos accesos, de coronal hacia la cámara pulpar, en las paredes de la cámara pulpar y también la eliminación de la estructura dental que se encuentra alrededor de la entrada de los conductos radiculares, es la causa más común de fractura en dientes tratados endodónticamente, debido a una gran remoción de una gran cantidad de dentina. (23–25)

La endodoncia mínimamente invasiva, tiene como objetivo mejorar el tratamiento de conductos tradicional, por medio del diseño de cavidades de acceso precisas y conservando el tejido de la cámara pulpar, protegiendo el techo de la cámara pulpar, así como las crestas marginales de los molares, estas características anatómicas de los molares desempeñan un papel muy importante en la función masticatoria, debido a que le dan resistencia al diente contra la fractura. Las cavidades de acceso mínimamente invasivas se diseñaron con el objetivo de conservar el tejido dentinario y minimizar la eliminación de estructura dental. Y ahora con la tecnología que se cuenta como la tomografía de haz cónico, la utilización de microscopios dentales, algunos

endodoncistas han comenzado a utilizar el diseño de cavidad de acceso mínimamente invasivo durante sus tratamientos. (26,27)

En estudios *in vitro* que se han hecho con anterioridad comparando los accesos mínimamente invasivos contra accesos tradicionales, se comprueba que los dientes con acceso mínimamente invasivo son más resistentes a la fractura cuando son sometidos a una carga continua. En estudios *in vitro* previos, varios autores han encontrado que, en comparación con los accesos convencionales, los accesos mínimamente invasivos mejoraron la resistencia a la fractura bajo una carga continua. Sin embargo, otros estudios no han mostrado diferencias obvias entre acceso convencional y acceso mínimamente invasivo en el mantenimiento de la resistencia a la fractura. (21,28)

La mínima invasión también ha sido aplicada a los instrumentos rotatorios, las casas comerciales han buscado diseñar limas que tengan como característica una conicidad reducida, logrando conservar la mayor cantidad de dentina.

1.8 TruNatomy

Actualmente con el auge de la mínima invasión en la especialidad de endodoncia, se han propuestos diferentes abordajes en cada paso del tratamiento de endodoncia, desde la apertura cameral, así como en la preparación mecánica de los conductos radiculares. Debido a ello, se han introducido en el mercado sistemas rotatorios con conicidades reducidas, que permitan una conformación y limpieza del sistema de conductos radiculares, preservando la dentina.

En años recientes se han desarrollado tratamientos termomecánicos de aleaciones de níquel-titanio (NiTi), con el objetivo de mejorar las propiedades mecánicas y así el rendimiento clínico de los instrumentos rotatorios de NiTi. El procesamiento térmico es considerado uno de los tratamientos más efectivos para modificar las temperaturas de transición de las aleaciones de NiTi. Se ha informado, que las alteraciones en el comportamiento a través del tratamiento térmico son efectivas para mejorar la flexibilidad y la resistencia a la fatiga de los instrumentos endodónticos de NiTi.(29)

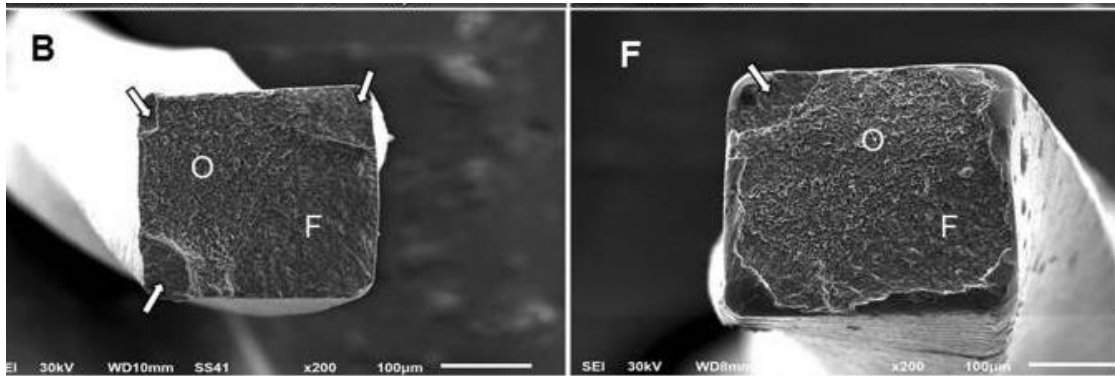


Figura 4 Forma de sección transversal de un instrumento del sistema TruNatomy™ (29)

La casa comercial Dentsply Sirona (Ballaigues, Suiza) ha desarrollado un nuevo tipo de instrumentos de aleación NiTi, los instrumentos TruNatomy™ (Fig. 5) el cual tiene un tratamiento térmico y un diseño especial. El sistema TruNatomy™ está constituido por cinco instrumentos de tamaño diferente: Orifice Modifier, Glider, small (20/05), Primary (26/04) y médium (36/03). El fabricante afirma que los 3 instrumentos de modelado del sistema proporcionan una forma delgada que mejora el desbridamiento debido a que hay más espacio disponible gracias al diseño único del instrumento. El alambre con el que está hecha cada lima es de 0.8 mm en lugar de hasta 1.2 mm de la mayoría de los instrumentos de conicidad variable, además los instrumentos tienen una sección transversal de paralelogramo descentrado (Fig 4). Este sistema fue fabricado utilizando un alambre especial tratado térmicamente, que mejora la flexibilidad del instrumento. Se ha informado, que estos instrumentos conservan la dentina estructural y la integridad dental debido a la geometría del instrumento, las conicidades regresivas y el diseño delgado, junto con el tratamiento térmico de la aleación de NiTi. (30,31)

“DESINFECCIÓN Y ELIMINACIÓN DE BIOFILM ENDODÓNTICO EN TERAPIA DE CONDUCTOS CON ACCESO MÍNIMAMENTE INVASIVO VERSUS ACCESO CONVENCIONAL”



Figura 5 Sistema de limas TruNatomy en color morado Orifice Modifier (20/08), en color blanco Glider (17/02), en color amarillo Small (20/04), en color rojo Prime (26/04) y en color verde Medium (36/03). (29)

2 JUSTIFICACIÓN

El objetivo principal de la terapia endodóntica es la eliminación de microorganismos patógenos que se encuentran en el complejo sistema de conductos radiculares, ayudando a mantener saludables los tejidos periodontales. Por ello la instrumentación mecanizada es uno de los procedimientos más importantes, para mejorar el pronóstico o el éxito a largo plazo del tratamiento.

Hoy en día en la rama de la endodoncia se ha introducido el concepto de mínima invasión, se han propuesto diseños de cavidades de acceso conservadores, argumentando que favorecen o aumentan la resistencia a la fractura de los dientes con endodoncia ya que preservan mayor cantidad de tejido dentinario, no obstante, existe la controversia si es posible desinfectar de manera adecuada y lograr una instrumentación eficiente de los conductos a través de este tipo de accesos.

Recientemente la marca comercial Dentsply (Ballauges, Zuiza) introdujo en el mercado un sistema de instrumentos rotatorios (TruNatomy™), con conicidad reducidas, que son apropiados para realizar la preparación mecanizada a través de un acceso mínimamente invasivo, debido a su flexibilidad, resistencia a la fractura y a su diseño innovador.

Debido a que no existe suficiente evidencia en la literatura sobre la desinfección a través de un acceso mínimamente invasivo, así como la desinfección con el sistema TruNatomy™ el cual fue lanzado como el ideal para ser utilizado en este tipo de acceso endodóntico, es necesario realizar una evaluación de la desinfección y eliminación del biofilm del sistema de conductos a través de un acceso convencional.

2.1 Pregunta de investigación

¿Las nuevas terapias de conductos con acceso mínimamente invasivo logran desinfectar y eliminar el biofilm de *Enterococcus faecalis* al igual que los tratamientos endodónticos realizados con un acceso convencional?

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Evaluar el grado de desinfección y eliminación de biofilm endodóntico en terapia de conductos con acceso mínimamente invasivo Vs. acceso convencional *in vitro*.

3.2 Objetivos específicos

- Preparar cavidades de acceso mínimamente invasivas y convencionales.
- Generar biofilm de *E. faecalis* de forma estática por 30 días en conductos de raíces mesiales de primeros molares inferiores con accesos mínimamente invasivos y convencionales.
- Instrumentar los conductos con el sistema TrunAtomy™.
- Cuantificar UFC pre y post terapia de conductos.
- Observar la remoción del biofilm mediante microscopía electrónica de barrido.

4 HIPÓTESIS

Hipótesis de investigación: La desinfección y eliminación de biofilm a través de un acceso mínimamente invasivo es mayor que la de un acceso convencional en la terapia de conductos.

Hipótesis nula: la desinfección y eliminación de biofilm a través de un acceso mínimamente invasivo es menor que la de un acceso convencional en la terapia de conductos.

5 METODOLOGÍA

5.1 Lugar de realización

- Laboratorio de preclínica de la Maestría en Endodoncia, Facultad de Estomatología, UASLP.
- Laboratorio de Microbiología de la Maestría en Endodoncia, Facultad de Estomatología, UASLP.
- Laboratorio del doctorado en Ciencias Odontológicas de la Facultad de Estomatología.

5.2 Diseño del estudio

Analítico longitudinal prospectivo

Tipo de investigación

Experimental *in vitro*

5.3 Criterios de selección.

Inclusión

- Primeros molares inferiores con corona intacta
- Con raíz mesial completamente formada
- Con una curvatura de 20°

Exclusión

- Dientes con tratamiento de conductos
- Presencia de cálculos pulpares
- Molares con conductos muy calcificados
- Reabsorción externa e interna

5.4 Criterios de eliminación

- Contaminación de las muestras
- Muestras mal procesadas
- Destrucción de la muestra
- Fractura de instrumento

5.5 Definición conceptual y operacional de las variables

5.6 Variables independientes

- **Acceso mínimamente invasivo**

Definición conceptual

Preparación cavitaria en los dientes posteriores, la preparación suele comenzar en la fosa central de la superficie oclusal y se extiende con paredes axiales suavemente convergentes hasta la superficie oclusal, sólo hasta donde sea necesario para detectar la entrada del conducto, preservando parte del techo de la cámara pulpar. Este tipo de acceso también se puede realizar con paredes divergentes.

Definición operacional

Acceso que tiene por objetivo la preservación de la dentina pericervical, el cual se realiza con una fresa de vástago largo y de mínima invasión, en este estudio se utilizará la fresa EG1A de SS White montada en una pieza de alta velocidad. El acceso solo será lo suficientemente grande para que sea posible la detección de la entrada de los conductos radiculares. En todo el procedimiento se utiliza microscopio.

- **Acceso convencional**

Definición conceptual

Preparación cavitaria en los dientes posteriores, que consiste en la remoción completa del techo de la cámara pulpar seguida de un acceso en línea recta a la entrada de los conductos radiculares, con paredes axiales suavemente divergentes, de modo que todos los orificios puedan verse dentro de la forma del contorno.

Definición operacional

Acceso endodóntico en el cual se elimina por completo el techo de la cámara pulpar, se utilizarán diferentes tamaños de fresas en forma de bola de carburo para iniciar con la perforación de la corona, luego se utiliza la fresa endo Z para terminar de eliminar completo el techo de la cámara pulpar.

5.7 Variables dependientes

- **Reducción Bacteriana**

Definición conceptual

Es la disminución del número de unidades formadoras de colonias que se encuentran en las superficies del conducto radicular.

Definición operacional

Es la cuantificación y comparación de la disminución de unidades formadoras de colonias presentes en el conducto radicular, pre y post instrumentación, cuantificada mediante escala de McFarland y conteo de unidades formadoras de colonias

Escala de medición

Continua de razón

- **Remoción de Biofilm**

Definición conceptual

Comunidades de microorganismos que crecen embebidos en una matriz de exopolisacáridos y se encuentran adheridos a una superficie inerte o un tejido vivo.

Definición operacional

Con el empleo del MEB se observará la arquitectura del biofilm antes del procedimiento endodóntico y posterior al procedimiento.

Escala de medición

Cualitativa nominal

5.8 Análisis estadístico

Para la verificación de la normalidad se empleó la prueba de Shapiro Wilks y al presentarse datos no normales se utilizó un análisis no paramétrico de U-Mann Whitney.

Todo esto a partir del programa SPSS versión 23.

5.9 Consideraciones éticas

El presente estudio fue sometido y aprobado por el comité de ética en investigación de la Facultad de Estomatología de Universidad Autónoma de San Luis Potosí otorgándole la clave de registro: CEI-FE-046-021 (Anexo 1).

Las piezas dentales que se utilizaran para este estudio fueron donadas por el sector privado (consultorios y clínicas dentales) de las cuales no se conocen los datos de los pacientes.

Los Residuos Peligrosos Biológicos Infecciosos (RPBI) que se generaron durante la metodología del proyecto fueron manejados de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana, NOM-087-ECOL-SSA1-2002.

6 Fase experimental

- Pre clínica
- Microbiológica I
- Endodóntica
- Microbiológica II
- Evaluación topográfica

6.1 Fase Pre clínica.

6.1.1 Selección y clasificación de las piezas dentarias (aleatoriamente)

La muestra se calculó con la siguiente formula

$$n = \frac{z^2 * p * q}{e^2}$$

Donde:

Z= Nivel de confianza

P= Porcentaje de la población que tiene el atributo deseado

q= Porcentaje de la población que no tiene el atributo deseado

e= Error de estimación máximo aceptado

n= Tamaño de la muestra

Ingreso de datos.

$$Z= 1.96$$

$$p= 99\%$$

$$q= 1\%$$

$$e= 5\%$$

Tamaño de muestra: $n= 15.21$

- a) Se recolectaron 44 primeros molares inferiores con raíz completamente formada, los cuales fueron examinados con el empleo del microscopio estereoscópico para determinar la existencia de fracturas.
- b) Los dientes seleccionados se sometieron a un proceso de limpieza con hipoclorito de sodio al 2.5% y se eliminaron los tejidos mecánicamente con el empleo de espátula de lecron y hoja de bisturí, así como también fresón 702 montado en una pieza de baja velocidad W&H.
- c) Para determinar la curvatura (20°) de las raíces mesiales se tomaron radiografías periapicales en ángulos mesiodistales y vestibulo lingual. Se utilizó el método de Schneider.(32)
- d) Las muestras se aleatorizaron (aleatorización simple) y se incluyeron dos grupos ($n=15$ por grupo). Grupo 1: Molares con acceso mínimamente invasivo; Grupo 2: Molares con acceso convencional. Se incluyeron 8 molares en un grupo de control positivo, 4 con acceso mínimamente invasivo y 4 con acceso convencional. Para el grupo de control negativo se incluyeron 6 molares, 3 con acceso mínimamente invasivo y 3 con acceso convencional.

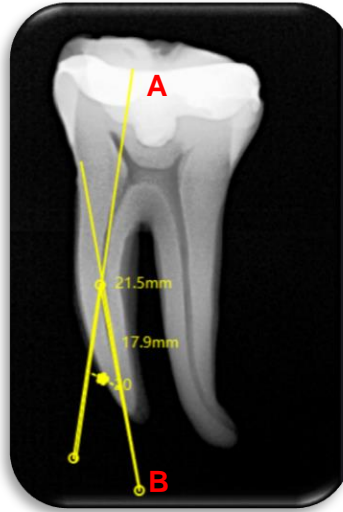


Figura 6 El grado de curvatura de la raíz se calcula midiendo el ángulo que se forma entre el eje longitudinal del conducto radicular (línea A) y una línea que une el foramen apical hasta el punto de la curvatura inicial (línea B)

6.1.2 Preparación de accesos mínimamente invasivos

La cavidad de acceso se realizó con una fresa Endoguide (EG1A; SSWhite dental) montada en una pieza de alta velocidad W&H (Bürmoos, Austria). Se tomó como punto de referencia la fosa central de los molares para preparar la cavidad de acceso, eliminando solo el tejido dental necesario que permitiera la identificación de los conductos y solo se eliminó parcialmente el techo de la cámara pulpar. (20) Durante todo el procedimiento se utilizó magnificación a través de un microscopio dental.

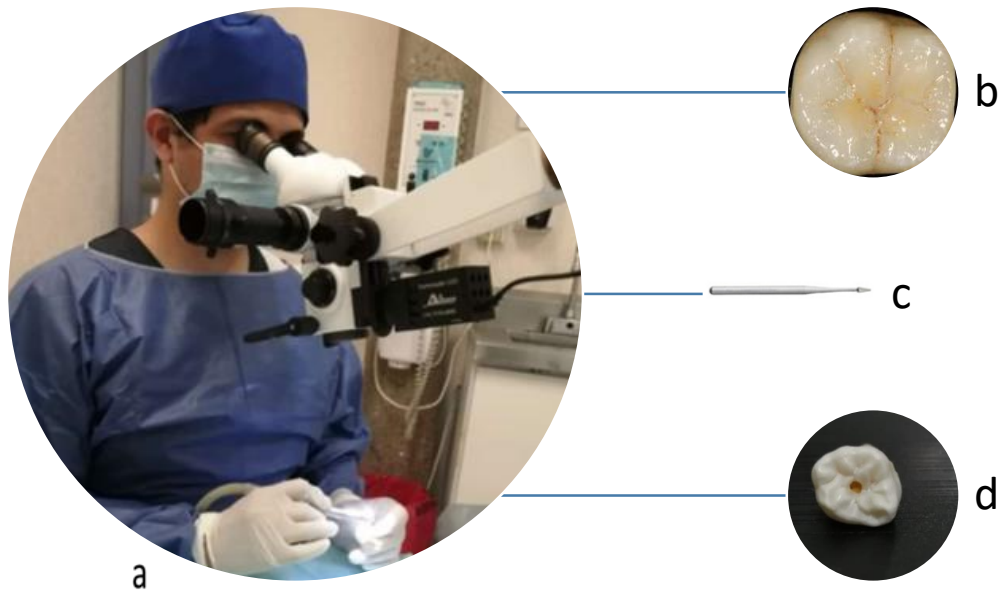


Figura 7 Requerimientos y pasos para un acceso conservador a) El uso de magnificación es indispensable en la elaboración de un acceso conservador b) elegir el punto de inicio del acceso c) utilizar fresa Endoguide (EG1A; SSWhite Dental) d) aspecto de un acceso

6.1.3 Preparación de acceso tradicional

Para la preparación de la cavidad de acceso se utilizaron fresas de carburo del número 1, 2 y 4 de Kerr™ (Orange, California) así como la fresa endo Z de Jota™ (Rüthi, Suiza). La fosa central de la cara oclusal de los molares se utilizó como punto de referencia para comenzar con la conformación del acceso endodóntico, con una fresa del número 2 ó 4, se comenzó a desgastar la superficie del molar, hasta sentir la sensación de vacío, posteriormente con la fresa endo Z se eliminó por completo el techo de la cámara pulpar y se llevó a cabo el acceso.

Todas las piezas dentarias fueron permeadas con una lima k del número 10 (Dentsply Sirona, Ballaigues, Suiza).

6.1.4 Limpieza de piezas dentales

Las piezas dentales se sometieron a un baño ultrasónico según el protocolo de Haapasalo (33) en el siguiente orden: hipoclorito de sodio al 5.25% por 4 min a una frecuencia de 30KHz seguido de EDTA al 17% por 4 min a una frecuencia de 30 KHz (entre cada solución se hizo un ciclo con agua destilada) y un enjuague final con agua destilada por 4 min a una frecuencia de 30kHz, el ciclo final de agua destilada se repitió las veces necesarias, hasta obtener el agua transparente.

Posteriormente los modelos de estudio se esterilizaron en autoclave a la una temperatura de 121°C por 15 min a una presión de 14 lb.

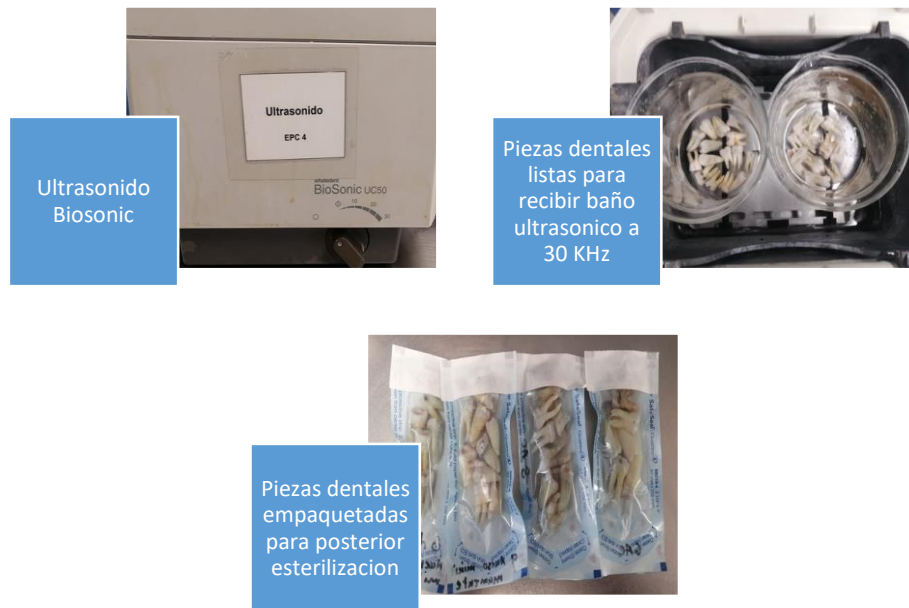


Figura 8 Limpieza y esterilizado de las muestras

6.2 Fase microbiológica I

Se llevó a cabo la formación de Biofilm de *Enterococcus faecalis* por método de flujo estático.

6.2.1 Activación de la cepa.

Se utilizó una cepa silvestre de *E. faecalis*, el cual se obtuvo del cepario del laboratorio de microbiología de la Maestría en Endodoncia, dicha cepa se encontraba en periodo de latencia, por lo tanto, fue necesario realizar la activación.

Para reactivación de la muestra se hizo una resiembra en agar Infusión cerebro corazón (BHI) (BD, Bioxon, Bector Dickinson and Company USA). Luego se llevó a cabo la incubación (Felisa®) del cultivo por un periodo de 48 horas a $35\pm 2^{\circ}\text{C}$. Pasado este periodo, se pudo observar el desarrollo de colonias blancas de 1 mm de diámetro con borde circular en el medio de cultivo.

Preparación de medios de cultivo

Se determinó BHI (BD, Bioxon, Bector Dickinson and Company) como medio de cultivo líquido para el desarrollo de las biopelículas, utilizando matraces con 150 ml, por 15 muestras.

Se preparó el medio de cultivo acorde a las instrucciones del fabricante, para preparar 1 Lt de medio, es necesaria la cantidad de 37 g de polvo, por lo tanto, fueron preparados 150 ml de medio de cultivo; los medios de cultivo se esterilizaron en autoclave (All American) a una temperatura de 121°C y 15 lb de presión por 15 min.

6.2.2 Formación de biofilm de *E. Faecalis*

En un matraz con caldo de cultivo BHI se colocaron en su interior 15 muestras con acceso mínimamente invasivo y en otro se colocaron 15 muestras con acceso convencional. Se utilizó una solución 0.5 McFarland (150×10^6 UFC/mL) de *E. faecalis*

en solución salina para agregar la carga bacteriana necesaria, para la formación de biofilm. Cada matraz fue inoculado con 1.5 ml de solución 0.5 McFarland.

Este proceso se llevó a cabo en una campana de flujo laminar (Labconco, Kansas City, Missouri), la cual fue llevada a condiciones asépticas, con alcohol al 70% y exposición a luz ultravioleta por un periodo de 15 min.

Posterior a la inoculación, los matraces se llevaron a incubación a $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 48 horas, cumplido este periodo de tiempo se realizó el recambio de medio de cultivo pasando los molares a matraces con medio de cultivo BHI fresco en condiciones de esterilidad, el proceso se recambio se realizó en la campana de flujo laminar, el procedimiento se repitió cada 48 h por 30 días que fueron los que se habían estipulado.



Figura 9. Recambio de medio de cultivo, este proceso se lleva a cabo en la cámara de flujo laminar, el cual consiste en realizar el cambio de las muestras a matraces de medio cultivo estéril nuevo

Para asegurar la formación de biofilm en los modelos de estudio con acceso mínimamente invasivo, se utilizó una jeringa de 1 mL, la cual se llenaba con medio de BHI y con una aguja montada en la jeringa se introducía dentro del acceso mínimamente invasivo para eliminar burbujas de aire dentro de la cámara pulpar.

6.2.3 Tinción de Gram para verificar la pureza del cultivo

La metodología fue monitoreada con la preparación de tinciones de Gram cada 48 h para rectificar la pureza.

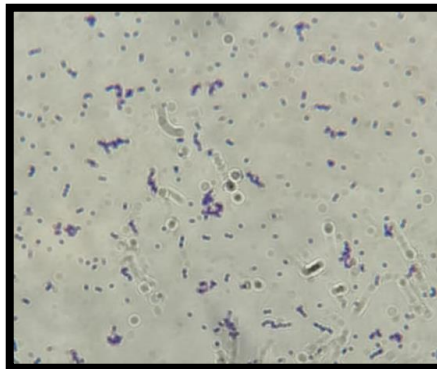


Figura 10 Tinción de Gram, en la cual se observa la presencia de bacterias con forma de cocos, lo cual ayuda a determinar la pureza del cultivo

6.3 Fase endodóntica

6.3.1 Instrumentación

Ambos grupos se instrumentaron con el sistema de limas rotatorias TrunAnatomy (Dentsply Sirona, Ballaigues, Zuiza). Primero se determinó la odontometría de los conductos radiculares con una lima K file # 8 (Dentsply Sirona, Ballaigues, Zuiza), una vez que la lima se observó en el foramen se midió y a esa longitud se le resto medio milímetro y de esta manera se estable la longitud de trabajo. Luego los modelos de estudios se montaron en una base metal, en dicha base los modelos de estudio fueron

“DESINFECCIÓN Y ELIMINACIÓN DE BIOFILM ENDODÓNTICO EN TERAPIA DE CONDUCTOS CON ACCESO MÍNIMAMENTE INVASIVO VERSUS ACCESO CONVENCIONAL”

fijados con la ayuda de un godete de goma y con Z plus (Zhermack), posteriormente se asilaron las muestras con técnica de aislamiento absoluto.

Después se colocó una torunda de algodón estéril dentro de las cavidades de acceso de las piezas dentales, posteriormente se realizó protocolo de desinfección del campo operatorio según Manzur Conte (Fig. 11), con una torunda mediana de algodón impregnada con peróxido de hidrogeno al 30% (H_2O_2) y realizando movimientos circulares comenzando del centro a la periferia del campo operatorio, se dejó actuar la solución por 1 min, luego con una nueva torunda de algodón se impregna con hipoclorito de sodio al 5.25% ($NaClO$) por 1 min, finalmente otra torunda de algodón se impregnada de Tiosulfito de Sodio al 10% ($Na_2S_2O_3$) se dejó actuar 1 minuto.

Este procedimiento anteriormente descrito se realizó en cada molar previo a comenzar la instrumentación.



Figura 11. Proceso de desinfección del campo operatorio, nótese la torunda de algodón dentro del acceso endodóntico, con la finalidad de evitar la entrada de vapores producidos durante el proceso de limpieza

Posteriormente se tomaron muestras del campo operatorio con hisopos estériles con un barrido circular del centro a la periferia, esto se llevó a cabo para asegurar que el campo se encuentra totalmente aséptico.

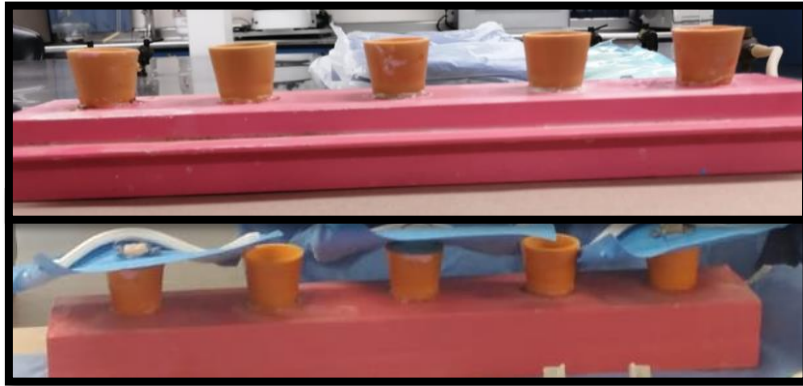


Figura 12. Base utilizada para fijar la pieza dental, con la ayuda de ZetaPLus

6.3.2 Instrumentación de grupo con AMI (Acceso endodóntico mínimamente invasivo)

La instrumentación se realizó con el sistema de limas rotarias TrunAnatomy (Dentsplay Sirona Endodontics) según las indicaciones del fabricante, las limas fueron activadas con el motor endodóntico x-smart plus (Dentsplay Sirona Endodontics).

La instrumentación se realizó con la siguiente secuencia dada por el fabricante:

- i. Utilizar el instrumento Orifice Modifier: 020 .08, a 500 rpm y 1,50 Ncm. Con irrigante en el conducto, avanzar el TruNatomy™ Orifice Modifier en 2 o 3 movimientos suaves de entre 2 y 5 mm dentro y fuera del conducto. Repetir hasta que el tercio coronal esté conformado, previo a esto debe haber irrigación con hipoclorito de sodio al 2.5%, luego utilizar esta lima se debe patentizar con lima k-file #10 (Dentsplay Sirona). La patentización de realizar después de utilizar cada uno de los instrumentos rotatorios.

- ii. Con irrigante en el conducto, crear y confirmar una vía de deslizamiento reproducible con TruNatomy™ Glider en 2 o 3 movimientos suaves de entre 2 y 5 mm. Irrigar y repetir hasta alcanzar la LT previamente confirmada.
- iii. Conformer con la lima TruNatomy™ PRIME (500 rpm / 1,5 Ncm) de manera pasiva y en presencia de hipoclorito de sodio con no más de 2 o 3 movimientos suaves de entre 2 y 5 mm dentro y fuera del canal. Irrigar y repetir las veces necesarias hasta alcanzar la LT. Al alcanzar dicha longitud, retirar la lima para evitar agrandar el foramen apical en exceso.

Entre cada instrumento se irriego con 2 mL de Hipoclorito de Sodio al 2.5%. posteriormente se realizó protocolo de irrigación final con 5 mL de NaClO al 2.5%, 5 mL de solución salina, EDTA al 17% por un min, solución salina 5 mL, respectivamente.

6.4 Fase microbiológica II

6.4.1 Toma de muestra pre instrumentación

Se realizó desinfección del campo operatorio según el protocolo propuesto por Manzur Conte, ya descrito anteriormente. Después con una pipeta Pasteur estéril se colocó en la cavidad de acceso una gota de caldo de cultivo BHI. Posteriormente se introdujeron dos puntas de papel estériles #15, una punta por cada conducto de la raíz mesial, y se dejaron ahí por 1 min, después se retiraron y se introdujeron en un tubo (Pyrex) con 10 mL de medio de cultivo BHI.



Figura 13. Toma de muestra pre instrumentación con punta de papel estéril del número 15

6.4.2 Toma de muestra post instrumentación

Luego del protocolo de instrumentación e irrigación final, con una pipeta Pasteur estéril se coloca una gota de medio de cultivo dentro del acceso, seguido de esto se introducen 2 puntas de papel #15, una punta por conducto de la raíz mesial, las puntas se dejaron ahí por un minuto, después se colocaron en un tubo (Pyrex) con 10 mL de medio de cultivo BHI.



Figura 14. Toma de muestra post instrumentación, se observan dos puntas de papel del número 15, una punta por cada conducto en la raíz mesial de primeros molares inferiores

6.4.3 Conteo de UFC

Los tubos con las muestras pre y post instrumentación se trasladaron a una estufa bacteriológica donde permanecieron a una temperatura de $35^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ en condiciones

de anaerobiosis; después de 24 horas se evaluó la concentración bacteriana pre y post instrumentación mediante escala de McFarland.

Después de la evaluación de la concentración bacteriana, se realizaron diluciones seriadas dentro de la campana de flujo laminar, esto se realizó para realizar el posterior conteo de UFC de las muestras pre y post instrumentación.

Se tomó 1 mL del cultivo de cada una de las muestras en tubos Pyrex, después ese mL se vertió dentro de un tubo de 9 mL con solución salina, se agitó en el Vortex por 30 s, de ese tubo que se agitó, se toma 1 mL para pasar a otro tubo con solución salina hasta obtener una dilución $\times 10^{-7}$ en relación a la escala de McFarland de cada muestra.

Finalmente se realizó la siembra en placas de Petri con agar infusión cerebro corazón, colocando gotas de 10 μ L por triplicado en cada caja de Petri, este procedimiento se realizó en la campana de flujo laminar.

Las cajas de Petri se incubaron por 24 h a $35 \pm 2^\circ\text{C}$.

6.5 FASE V: Evaluación microscópica (MEB)

6.5.1 Preparación de muestras biológicas.

1. Sección longitudinal en sentido vestíbulo lingual de cada una de las raíces.



Figura 15 Ejemplo de un corte sagital en sentido bucal y lingual de una raíz mesial de una de las muestras

2. Se fijaron las piezas por medio de una mezcla en proporción 1:1 de glutaraldehído grado I, al 2% fijar al MEB (Sigma-Aldrich. USA) y Azul de Alcian al 1% (HYCEL de México S.A de C.V)
3. Se deshidrató utilizando alcoholes en concentraciones crecientes al 20, 40, 60, 80, 90, por 10 min hasta llegar al alcohol absoluto grado reactivo al 99.98% de pureza.



Figura 16 Diferentes concentraciones de alcohol utilizadas para la deshidratación progresiva de las muestras

“DESINFECCIÓN Y ELIMINACIÓN DE BIOFILM ENDODÓNTICO EN TERAPIA DE CONDUCTOS CON ACCESO MÍNIMAMENTE INVASIVO VERSUS ACCESO CONVENCIONAL”



Figura 17 muestras almacenadas en alcohol absoluto

4. Realización de deshidratación al punto crítico llevando a cabo 7 ciclos de lavado con CO₂, esto para recubrir las muestras con oro.



Figura 18 Secado al punto crítico

“DESINFECCIÓN Y ELIMINACIÓN DE BIOFILM ENDODÓNTICO EN TERAPIA DE CONDUCTOS CON ACCESO MÍNIMAMENTE INVASIVO VERSUS ACCESO CONVENCIONAL”

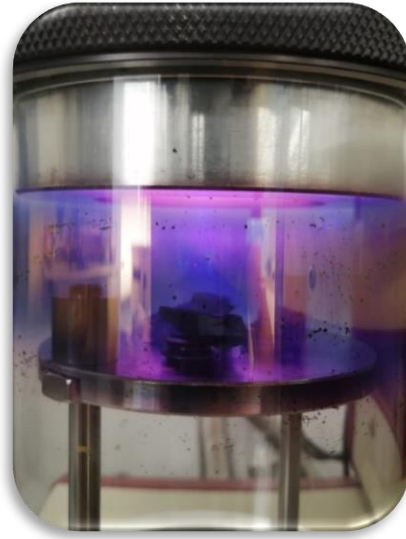


Figura 19 Recubrimiento de las muestras con oro

5. Observación al MEB a 1 a 3 mm del ápice radicular utilizando magnificaciones de 500, 2000 y 5000x

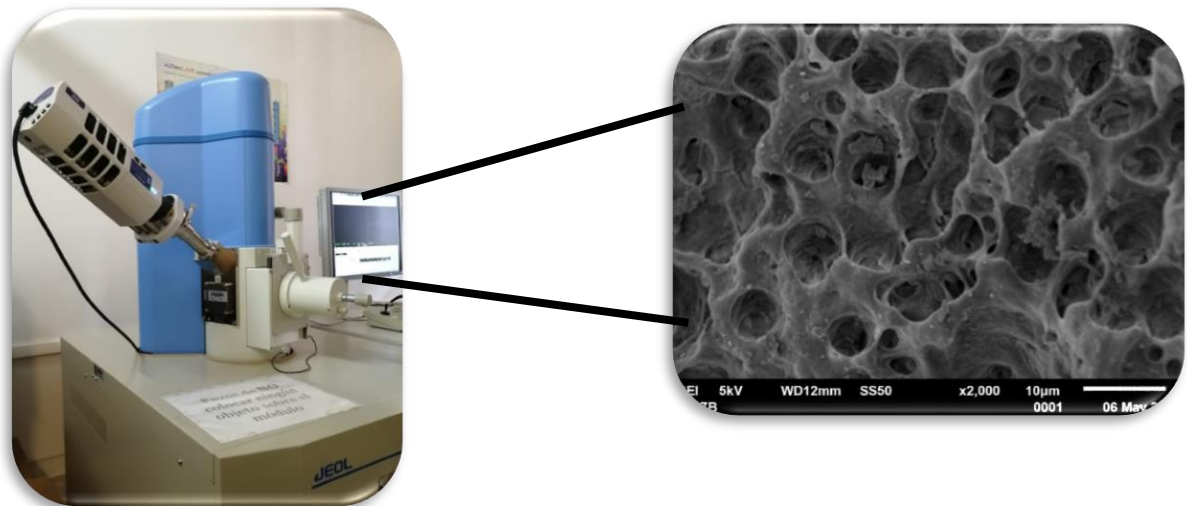


Figura 20 Análisis de las muestras al MEB

7 RESULTADOS

7.1 Reducción de carga bacteriana

Se realizó conteo de unidades formadoras de colonias, las placas se analizaron con el uso del contador de colonias (Felisa, USA). Los datos fueron cotejados en un archivo Microsoft Excel para su posterior análisis estadístico.

Tabla 2 *Conteo de UFC de grupo con acceso convencional pre y post instrumentación y reducción logarítmica*

Grupo acceso convencional					
N° de muestra	LOG 10 UFC instrumentación	pre	LOG 10 UFC instrumentación	post	Reducción logarítmica
1	10.910		0		10.910
2	10.058		0		10.058
3	11.300		0		11.300
4	11.449		0		11.449
5	10.841		0		10.841
6	10.600		0		10.600
7	10.910		0		10.910
8	10.058		0		10.058
9	11.300		0		11.300
10	10.600		0		10.600
11	11.449		0		11.449
12	10.841		0		10.841
13	10.910		0		10.910
14	10.058		0		10.058
15	11.300		0		11.300

“DESINFECCIÓN Y ELIMINACIÓN DE BIOFILM ENDODÓNTICO EN TERAPIA DE CONDUCTOS CON ACCESO MÍNIMAMENTE INVASIVO VERSUS ACCESO CONVENCIONAL”

Tabla 3 *Conteo de UFC de grupo acceso mínimamente invasivo pre y post instrumentación, y reducción logarítmica*

Grupo 1 acceso mínimamente invasivo				
N° de muestra	LOG 10 UFC pre instrumentación	LOG 10 UFC post instrumentación	Reducción logarítmica	
1	10.710	8.780	1.921	
2	10.707	10.032	0.675	
3	9.803	9.289	0.514	
4	10.521	10.481	0.040	
5	10.156	9.879	0.277	
6	10.707	9.803	0.904	
7	10.156	9.879	0.277	
8	10.127	10.088	0.039	
9	10.707	0	10.707	
10	9.289	0	9.289	
11	10.521	0	10.521	
12	10.156	0	10.156	
13	10.701	8.780	1.921	
14	10.707	10.032	0.675	
15	9.803	9.289	0.514	

“DESINFECCIÓN Y ELIMINACIÓN DE BIOFILM ENDODÓNTICO EN TERAPIA DE CONDUCTOS CON ACCESO MÍNIMAMENTE INVASIVO VERSUS ACCESO CONVENCIONAL”

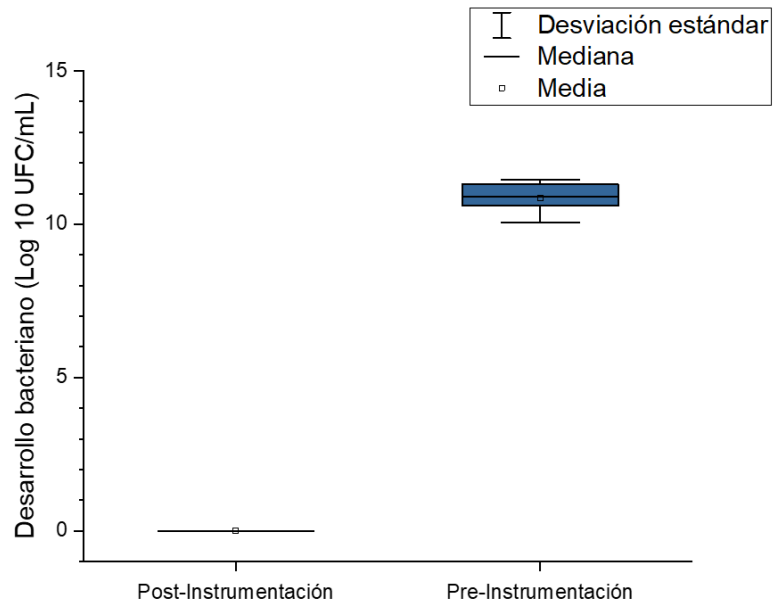


Figura 21 Diagrama de bigotes de la reducción logarítmica de la carga bacteriana en grupo de acceso convencional

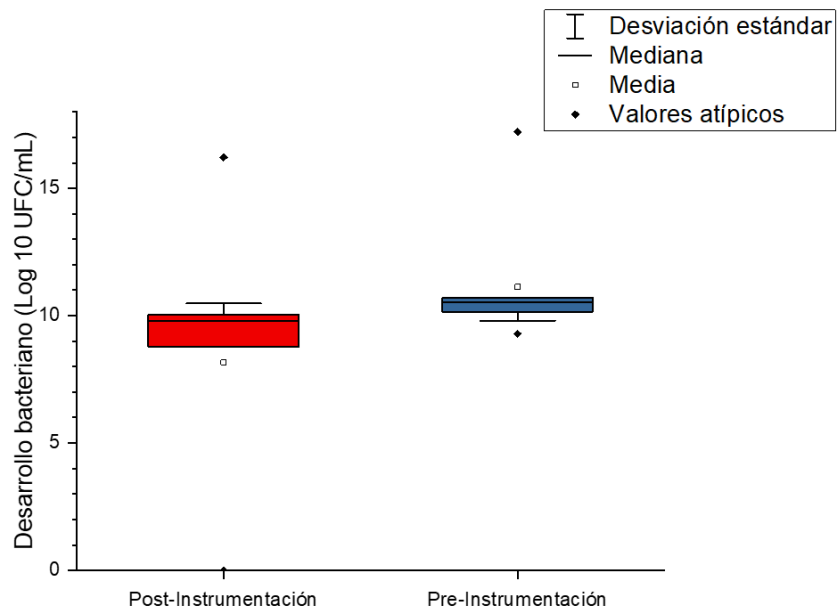


Figura 22 Diagrama de bigotes de la reducción logarítmica de la carga bacteriana en grupo de acceso mínimamente invasivo

“DESINFECCIÓN Y ELIMINACIÓN DE BIOFILM ENDODÓNTICO EN TERAPIA DE CONDUCTOS CON ACCESO MÍNIMAMENTE INVASIVO VERSUS ACCESO CONVENCIONAL”

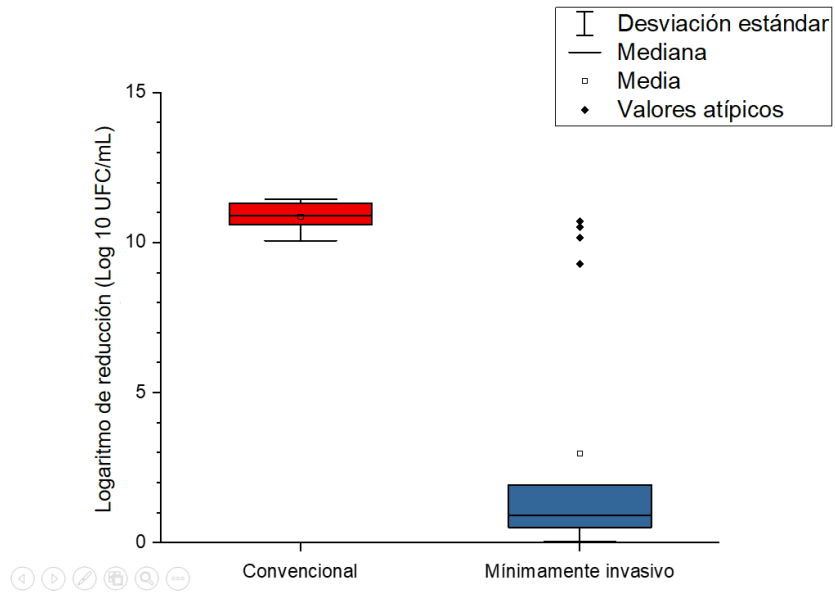


Figura 23 Diagrama de bigotes de reducción logarítmica de acceso mínimamente invasivo vs acceso convencional.



Figura 24 Conteo de UFC de muestra 8 del grupo acceso mininamente invasivo: la fila izquierda representa siembra pre instrumentación y la fila derecha post instrumentación

“DESINFECCIÓN Y ELIMINACIÓN DE BIOFILM ENDODÓNTICO EN TERAPIA DE CONDUCTOS CON ACCESO MÍNIMAMENTE INVASIVO VERSUS ACCESO CONVENCIONAL”

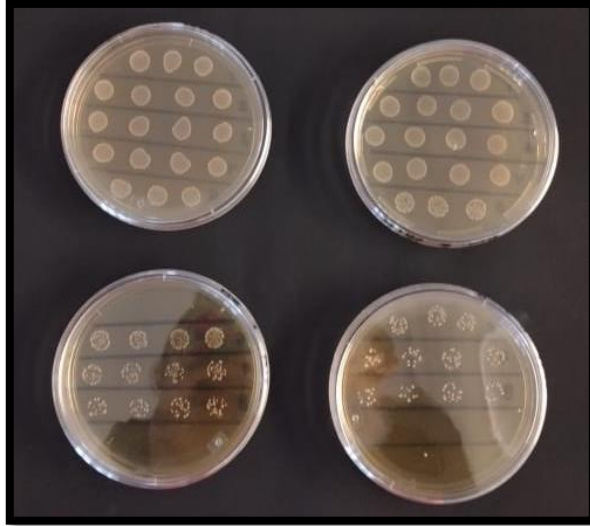


Figura 25 *Conteo de UFC de muestra 2 de grupo mínimamente invasivo, del lado izquierdo siembra pre instrumentación y del lado derecho post instrumentación*

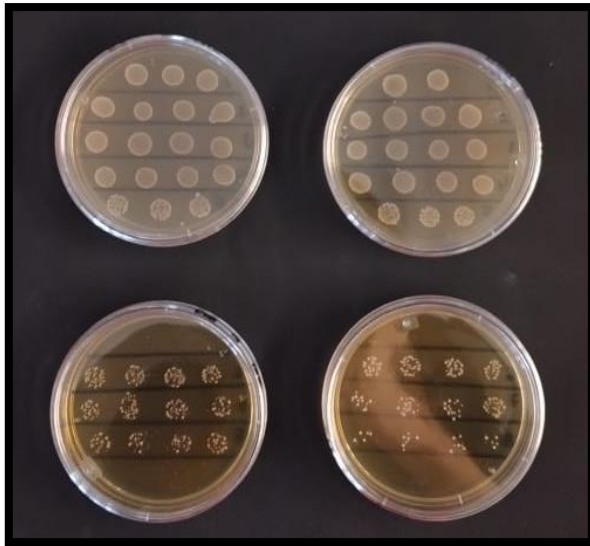


Figura 26 *Muestra 4 de grupo acceso mínimamente invasivo, del lado izquierdo pre instrumentación y del lado derecho siembra post instrumentación*

“DESINFECCIÓN Y ELIMINACIÓN DE BIOFILM ENDODÓNTICO EN TERAPIA DE CONDUCTOS CON ACCESO MÍNIMAMENTE INVASIVO VERSUS ACCESO CONVENCIONAL”

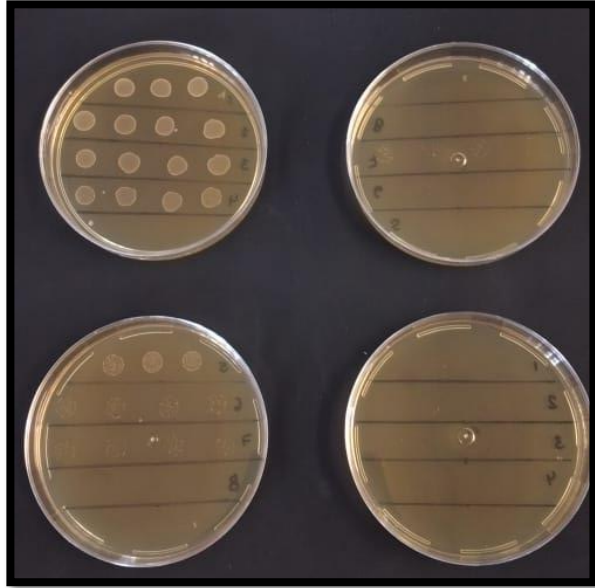


Figura 27 *Conteo de UFC de muestra 3 de grupo acceso convencional, del lado izquierdo siembra pre instrumentación y del lado derecho siembra post instrumentación*

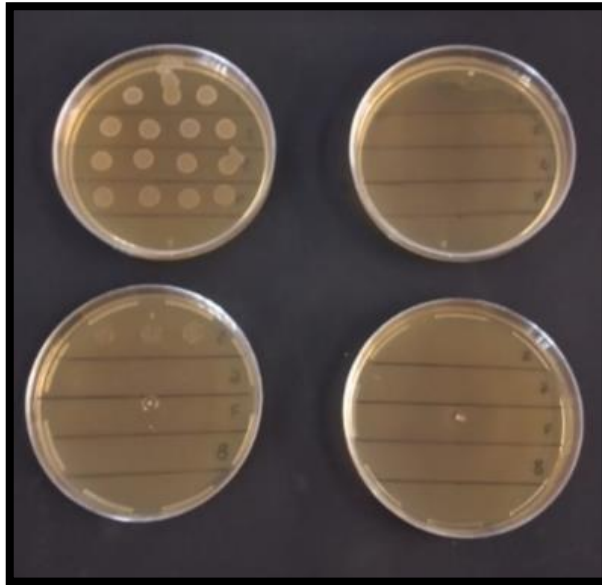


Figura 28 *Conteo de UFC de muestra 5 de grupo acceso convencional, del lado izquierdo siembra pre instrumentación y del lado derecho siembra post instrumentación*

7.2 Análisis estadístico

A continuación, se presentan tablas con el resumen estadístico y la

Tabla 4 Resumen estadístico

	Acceso mínimamente invasivo	Acceso convencional
Media	2.96647 UFC	10.85600
Mediana	.90400 UFC	10.91000
Valor máximo	10.707 UFC	11.449
Valor mínimo	.039 UFC	10.058
Desviación estándar	4.160498 UFC	0.502291

Tabla 5 Prueba de normalidad

Pruebas de normalidad				
	Acceso	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Logaritmo de reducción	Mínimamente invasivo	0.652	17	0.000
	Convencional	0.866	14	0.037

a. Corrección de significación de Lilliefors

Debido a que no existía una distribución normal de los datos se utilizó la prueba Shapiro-Wilk, también porque el tamaño de muestras es menor a 50. Una significancia menor a 0.05 (por el intervalo de confianza del 95%) indica que no existe una distribución normal de los datos. Si el valor de p es menor que el nivel de significancia (0.05), se puede aceptar la hipótesis nula

Por lo tanto, se aplicó la prueba de U de Mann-Whithney y prueba de medianas para grupos independientes, contrasta diferencias entre dos o más grupos en relación con su mediana, bien porque no cumplen con las condiciones de normalidad para usar el promedio como medida de tendencia central, porque la variable es cuantitativa discreta.

“DESINFECCIÓN Y ELIMINACIÓN DE BIOFILM ENDODÓNTICO EN TERAPIA DE CONDUCTOS CON ACCESO MÍNIMAMENTE INVASIVO VERSUS ACCESO CONVENCIONAL”

Tabla 6 Contraste de hipótesis

	Prueba	Significancia	Decisión
1	Prueba de la mediana para las muestras independientes	0.002	Hipótesis nula aceptada
2	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	0.001	Hipótesis nulas aceptada

Una $p < 0.05$ indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las medianas de los grupos como lo indican las pruebas 1 y 2, esto quiere decir que los datos no son similares y el resultado es diferente al comparar la mediana de los 2 grupos. Por lo que se puede asumir una superioridad en la reducción logarítmica de alguno de los grupos estudiados, por lo tanto, quiere decir que el grupo con acceso convencional se obtuvo una mejor desinfección.

7.3 Imágenes al MEB

7.3.1 Control positivo de acceso Mínimamente invasivo

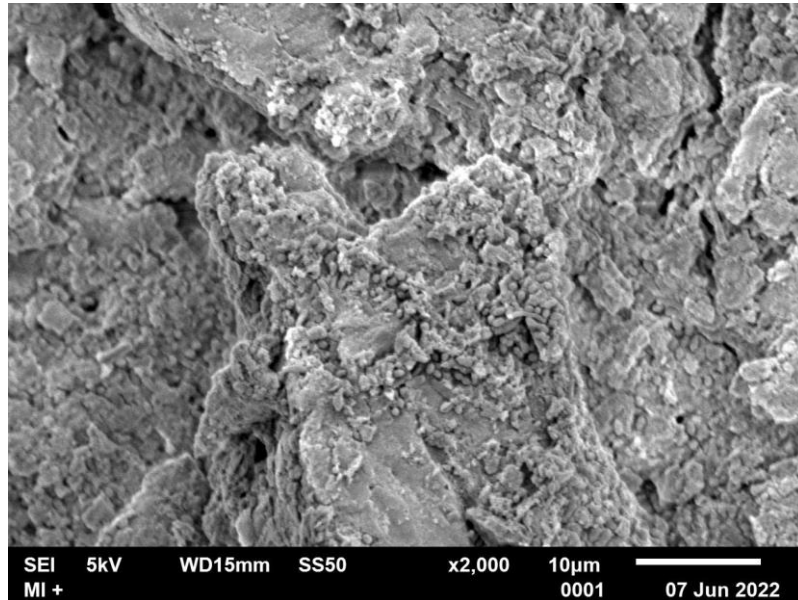


Figura 29 se puede observar un biofilm maduro, así como bacterias en forma de cocos, que están rodeadas por una matriz de polisacáridos extra celulares.

7.3.2 Control positivo de acceso convencional

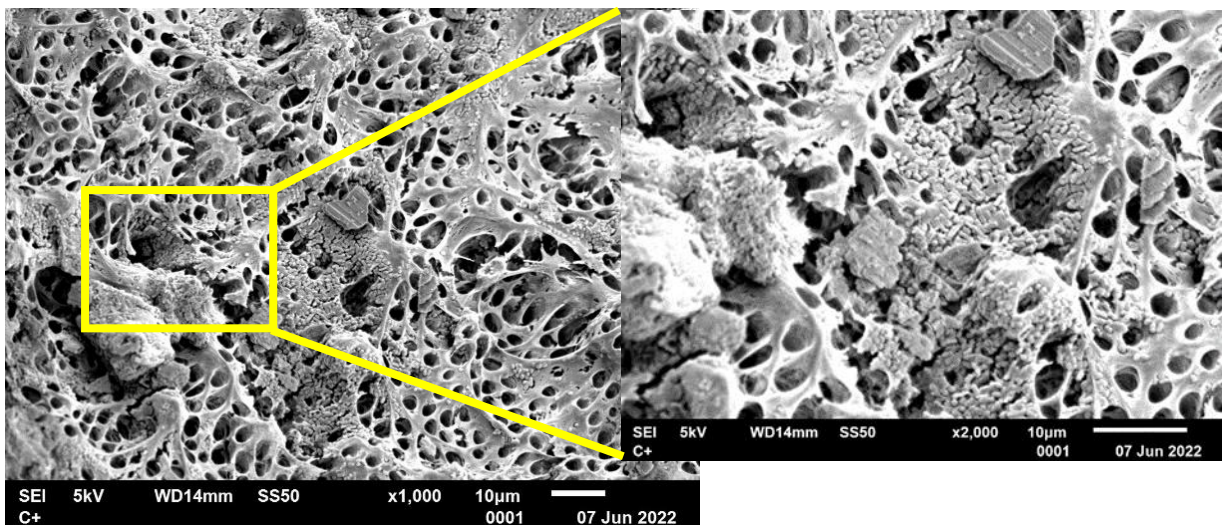


Figura 30 en la imagen se observa Biofilm de E. faecalis, bacterias en forma de cocos, que colonizan los túbulos dentinarios

7.3.3 Control negativo de acceso convencional

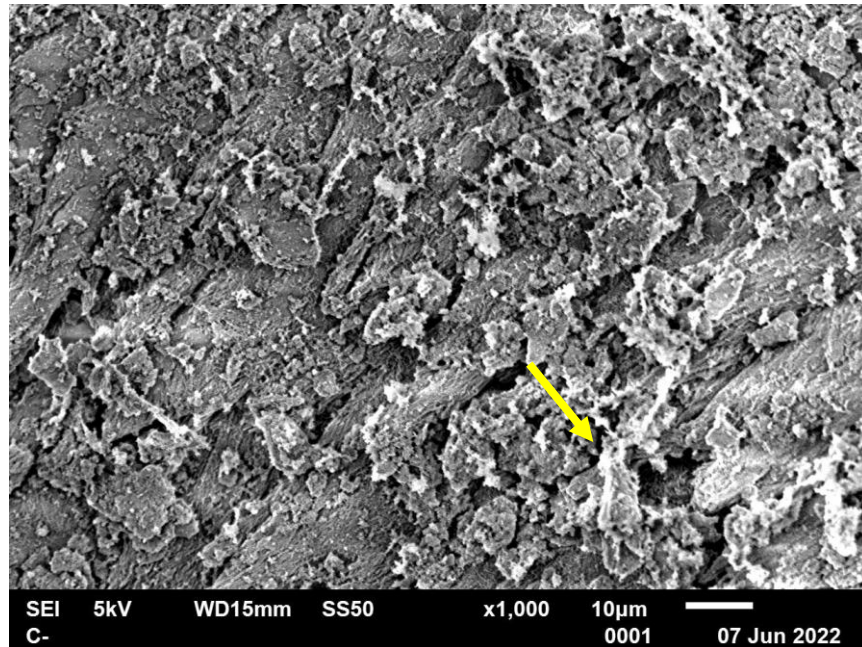


Figura 31 se observan desechos, así como fibras (señalado con flecha) de lo que pudiera ser restos de tejido pulpar

7.3.4 Control negativo de acceso mínimamente invasivo

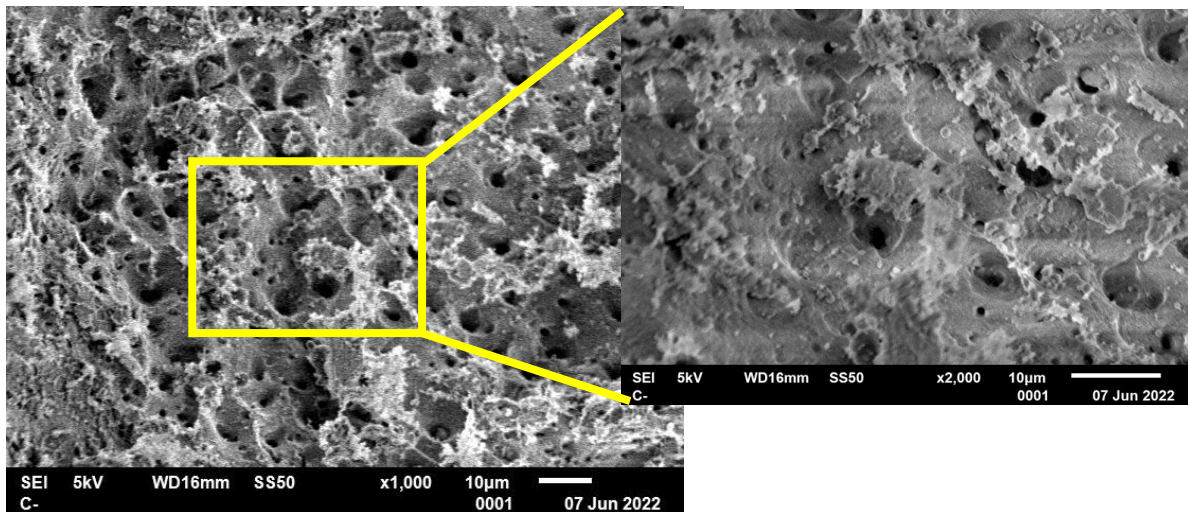


Figura 32 no se observan formas bacterianas en la muestra y en la magnificación a 2000x tampoco se observan bacterias

7.3.5 Grupo de acceso mínimamente invasivo, instrumentado con TruNatomy vista a 1-3 mm (tercio apical)

En la Figura 33 se observan micrografías a una magnificación de 2000x **A)** se observa una capa de barrillo dentinario cubriendo los tubulillos dentinarios, se observan algunos tubulillos, **B)** igual que la imagen anterior se observa barrillo dentinario, así como también escombros o desechos. **C)** en otra zona se observan mayor cantidad de tubulillos dentinarios, sin embargo, se encuentran cubiertos por barrillo dentinario, **D)** barrillo dentinario cubriendo los tubulillos dentinarios

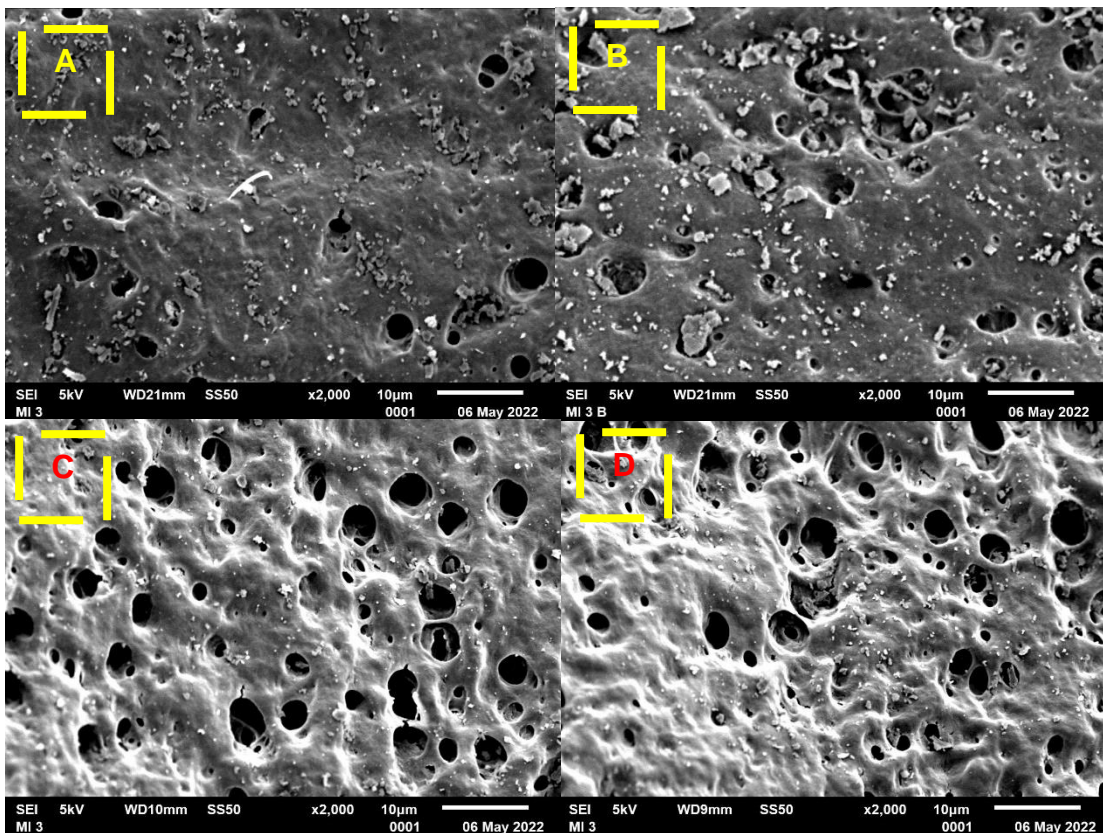


Figura 33 Micrografía con microscopía electrónica de barrido a 2000x

“DESINFECCIÓN Y ELIMINACIÓN DE BIOFILM ENDODÓNTICO EN TERAPIA DE CONDUCTOS CON ACCESO MÍNIMAMENTE INVASIVO VERSUS ACCESO CONVENCIONAL”

En la figura 34 se observan micrografías a una magnificación de 500x, donde **A)** se puede observar tubulillos dentinarios parcialmente permeables, los cuales se encuentran cubiertos por una capa de barrillo dentinario, **B)** tubulillos dentinarios, así como la presencia de barrillo dentinario **C)** y **D)** se observa la presencia de barrillo dentinario, así como también la permeabilidad parcial de tubulillos.

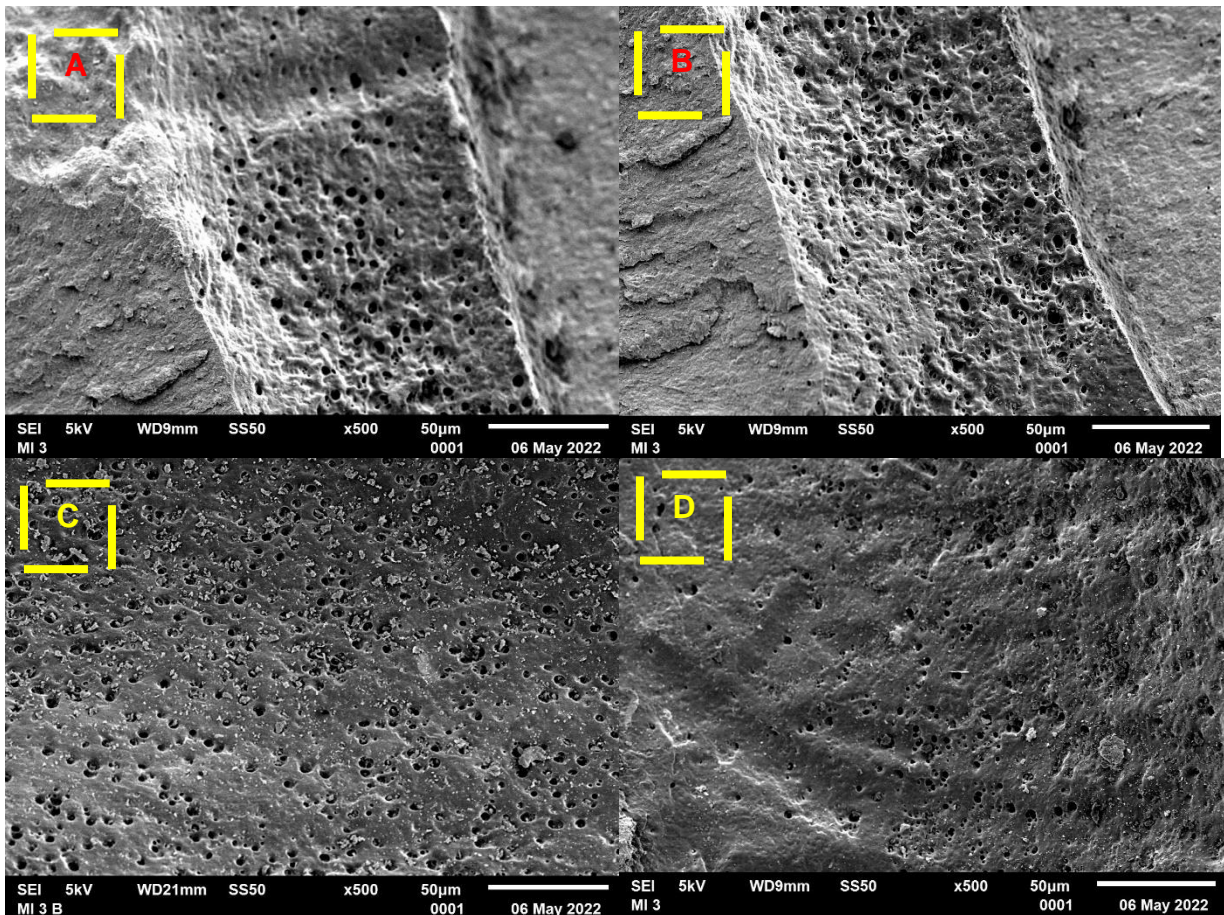


Figura 34 Micrografía con microscopía electrónica de barrido a 500x

“DESINFECCIÓN Y ELIMINACIÓN DE BIOFILM ENDODÓNTICO EN TERAPIA DE CONDUCTOS CON ACCESO MÍNIMAMENTE INVASIVO VERSUS ACCESO CONVENCIONAL”

En la figura 36 se observan micrografías a 500x, **A)** se observan del lado derecho de la imagen tubulillos dentinarios permeables, pero, del lado izquierdo se observa una capa de barrillo dentinario cubriendo los túbulos dentinarios, **B)** barrillo dentinario cubriendo los túbulos, **C)** se distinguen algunos tubulillos dentinarios, así como una capa de barrillo dentinario cubriendo casi en su totalidad los tubulillos dentinarios, **D)** se observan tubulillos dentinarios así como una gran cantidad de escombros y barrillo dentinario

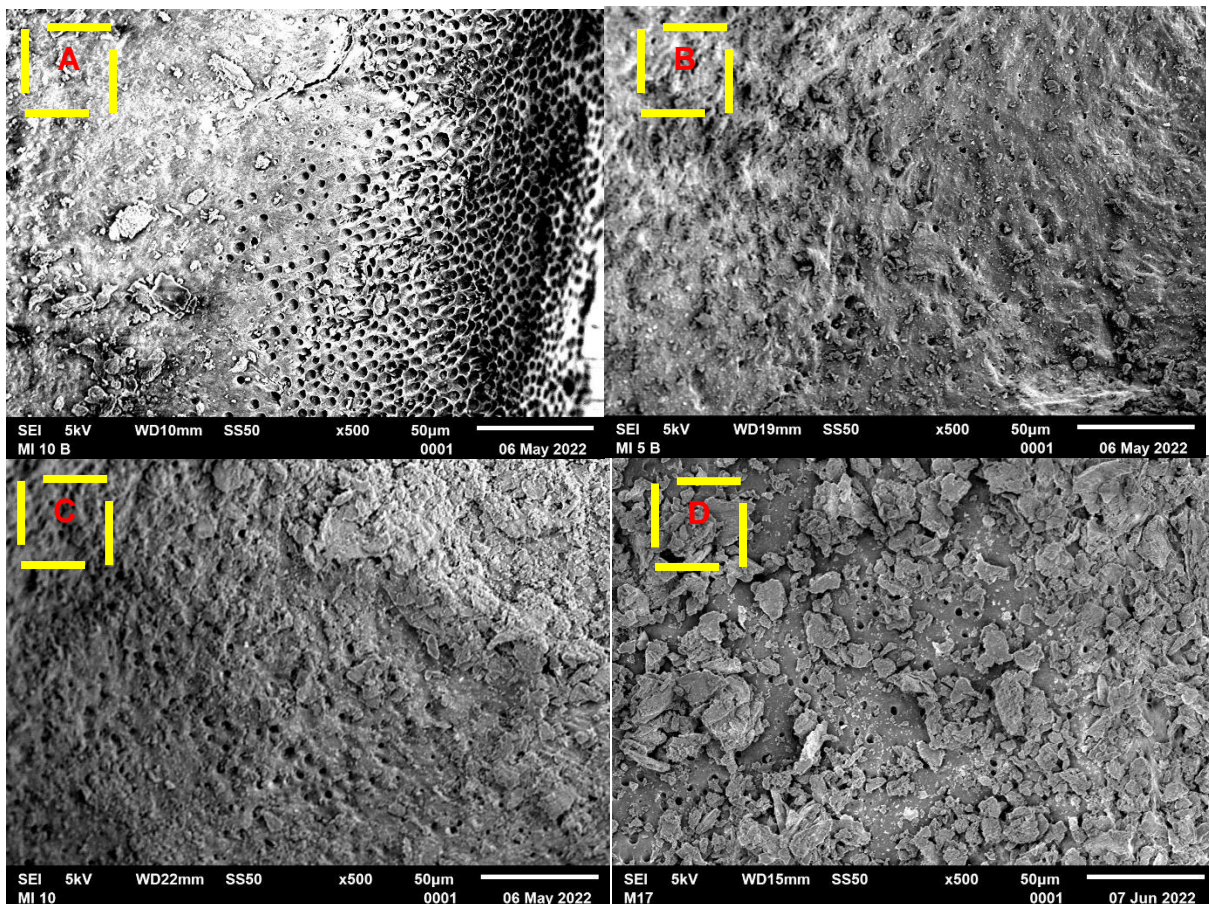


Figura 35 Micrografía con microscopía electrónica de barrido a 500x

“DESINFECCIÓN Y ELIMINACIÓN DE BIOFILM ENDODÓNTICO EN TERAPIA DE CONDUCTOS CON ACCESO MÍNIMAMENTE INVASIVO VERSUS ACCESO CONVENCIONAL”

En la figura 36 se observan micrografías a una magnificación de 2000x **A)** se observan túbulos dentinarios, así como escombros recubriéndolos, **B)** y **C)** la imagen B se observa a una magnificación de 1300x, en la imagen C se observan túbulos dentinarios y desechos dentro de los túbulos, **D)** capa de barrillo dentinario cubriendo los túbulos dentinarios, así como escombros

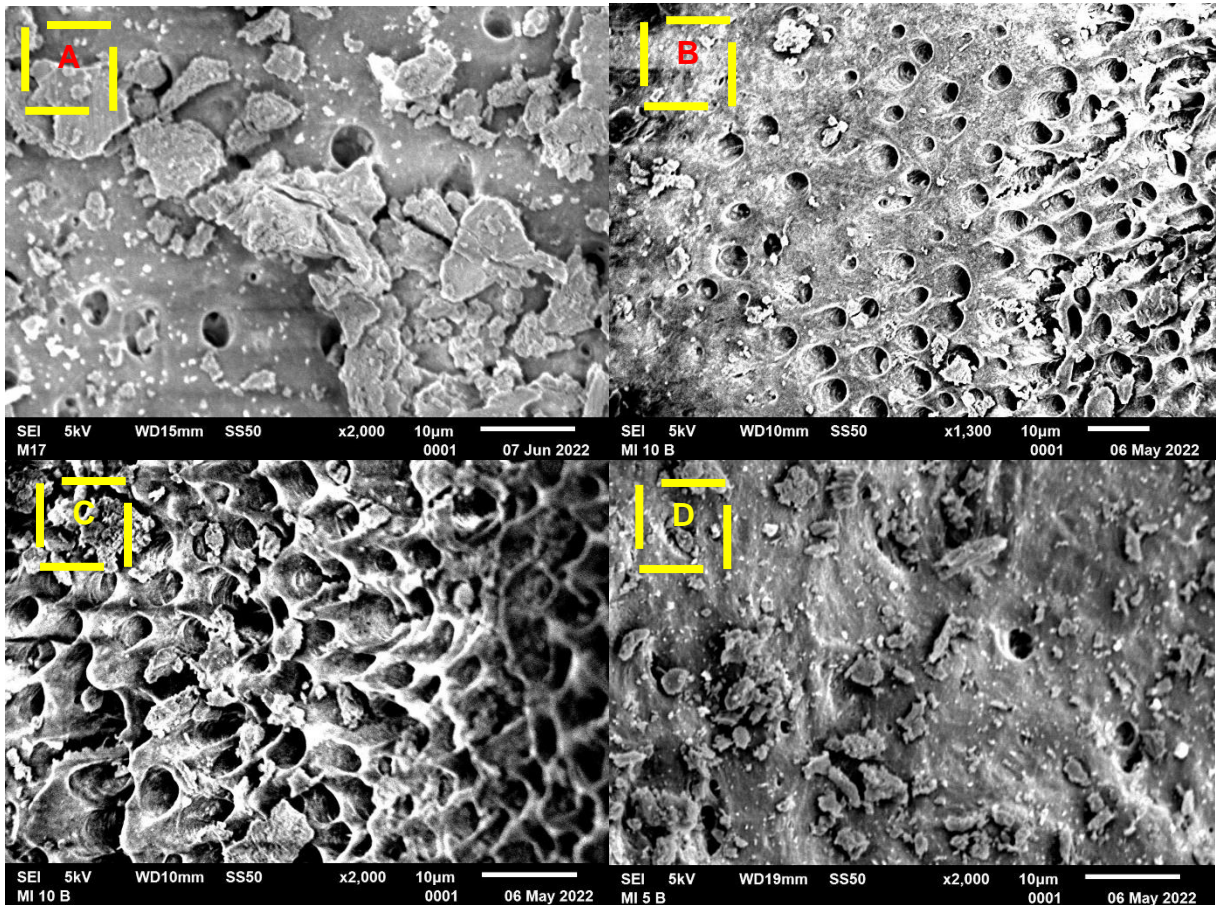


Figura 36 Micrografías con microscopía electrónica de barrido a 2000x

7.3.6 Grupo de acceso convencional, instrumentado con TruAnatomy vista a 1-3 mm (tercio apical)

En la figura 37 se observan micrografías a una magnificación de 500x, **A)** se observan una gran cantidad de tubulillos permeables, **B)** se observan tubulillos, sin embargo, no se encuentran permeables, los cubre una capa de barrillo dentinario, **C)** se observan túbulos dentinarios y barrillo dentinario, **D)** se observan túbulos, pero no están permeables por completo se puede observar una capa de barrillo dentinario

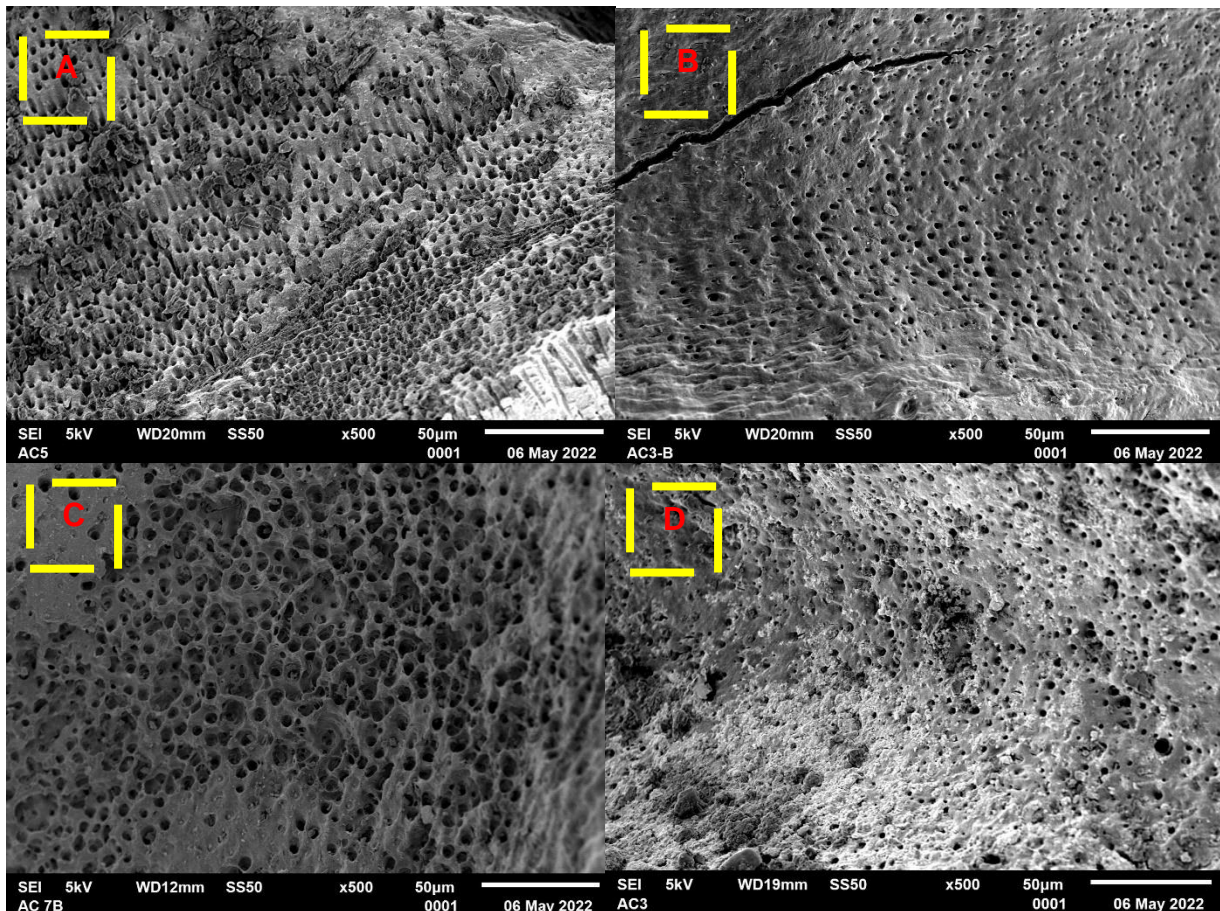


Figura 37 Micrografía con microscopía electrónica de barrido

“DESINFECCIÓN Y ELIMINACIÓN DE BIOFILM ENDODÓNTICO EN TERAPIA DE CONDUCTOS CON ACCESO MÍNIMAMENTE INVASIVO VERSUS ACCESO CONVENCIONAL”

En la figura 38 se observan una serie de micrografías a una magnificación de 2000x, **A)** se observan túbulos dentinarios permeables, **B)** Túbulos dentinarios cubiertos por una capa de barrillo dentinario, **C)** túbulos dentinarios, donde se observa la presencia de desechos dentro de ellos, **D)** presencia de túbulos dentinarios cubiertos de barrillo dentinario y escombros.

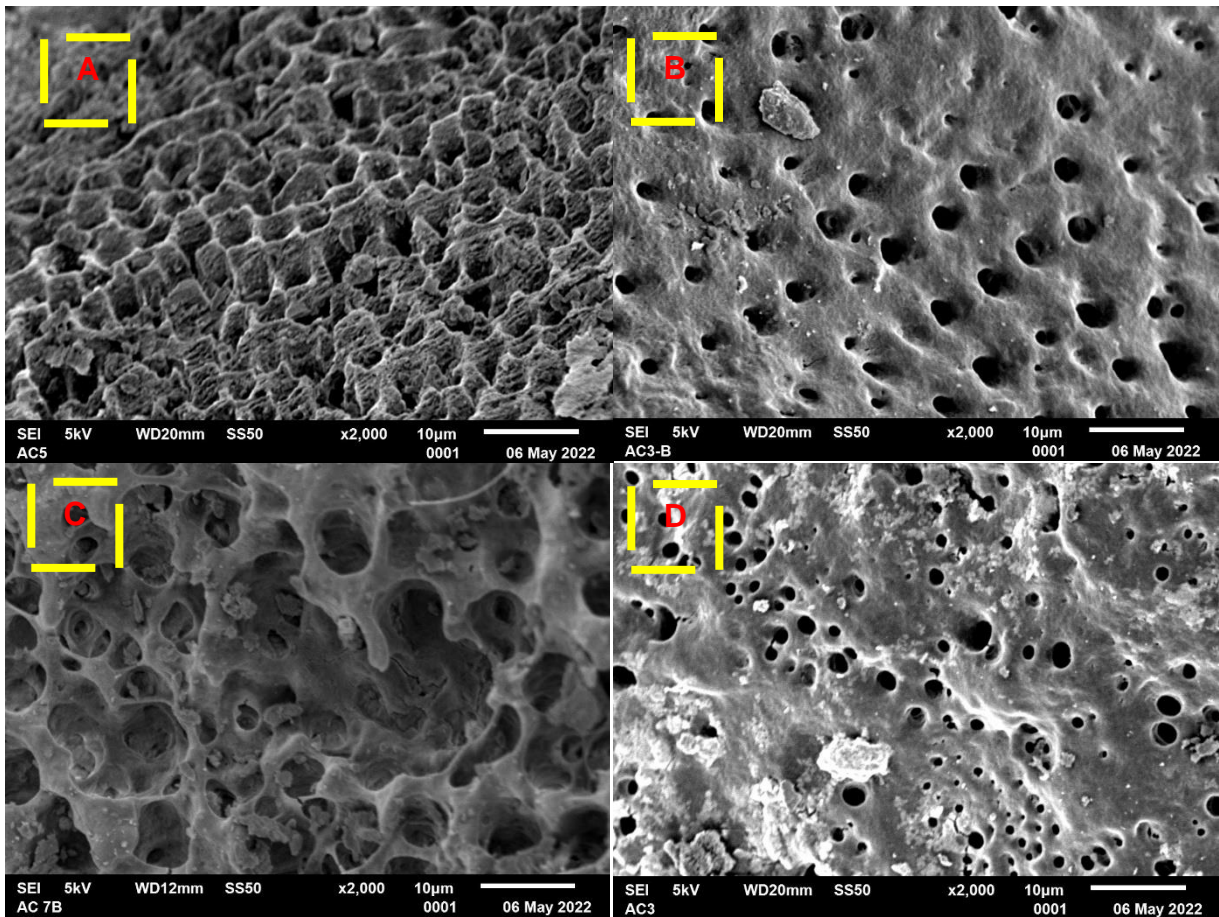


Figura 38 Micrografía con microscopía electrónica de barrido a 2000x

8 DISCUSIÓN

Este estudio se desarrolló con el objetivo de comparar la reducción microbiana intraconducto asociada con dos diferentes diseños de cavidades de acceso endodóntico: acceso endodóntico mínimamente invasivo y cavidades de acceso convencional.

De acuerdo al análisis estadístico realizado, el grupo tratado con acceso convencional presento un mayor efecto en la desinfección del conducto radicular. Estos resultados contrastan con los obtenidos por Tufenkci (2020), donde evaluó la disminución de la carga bacteriana a través de un acceso mínimamente invasivo y un acceso convencional, en molares mandibulares utilizando el método de conteo de UFC, que fue el mismo método utilizado en este estudio, en este artículo los autores no encontraron diferencias significativas en la reducción de la carga bacteriana entre los dos diseños de cavidad de acceso. Tufenki y col. (2020) para realizar la instrumentación rotatoria de los conductos radiculares utilizaron los sistemas de limas Reciproc™ (VDW GmbH, Munich, Alemania) (instrumentaron con instrumento R25/08) y Protaper Next™ (instrumentaron hasta X2 25/06). (34) Barbosa y col. (2020) evaluaron el grado de desinfección a través de un acceso mínimamente invasivo y un acceso convencional, ellos instrumentaron con el sistema reciproc blue™, inicialmente utilizaron el instrumento R25 con conicidad 08 para instrumentar los conductos radiculares, en este punto tomaron una muestra post instrumentación, luego instrumentaron con el instrumento R40 con conicidad 06, también se tomó una muestra post instrumentación, finalmente realizaron un protocolo final de irrigación igualmente que lo anterior descrito, se tomó una muestra post protocolo de irrigación. Ellos no encontraron diferencias significativas respecto a la disminución de la carga bacteriana con diferente diseño de acceso endodóntico. No encontraron diferencias estadísticas significativas después de haber instrumentado con R25, luego de instrumentar con R40 si había diferencia estadísticamente significativa en el conteo de UFC, siendo los accesos mínimamente invasivos los que tenían mayor conteo bacteriano. Finalmente hicieron el conteo con las muestras obtenidas después del protocolo de irrigación final,

no existieron diferencias estadísticamente significativas en la disminución de la carga bacteriana en ambos grupos.(18) Los resultados obtenidos en este proyecto, son diferentes a los reportados anteriormente por los autores debido a que se utilizaron sistemas de limas con una conicidad mayor, se ha comprobado que el diámetro de un instrumento afecta la eficacia de la irrigación y su efecto en la capacidad de reducción bacteriana, Rodríguez y col. (2017) evaluaron el efecto de una mayor instrumentación y su efecto en la disminución de la carga bacteriana, ellos tenían dos grupos experimentales un grupo irrigado con solución salina y otro grupo con NaClO al 2.5% y concluyeron que independientemente del tipo de irrigante, un aumento en el tamaño de la preparación de la porción apical mejoró de manera significativa la desinfección del conducto radicular. (35)

En el presente estudio utilizamos un sistema de instrumentación que posee conicidades reducidas, el instrumento medium de TruNaotmy™ tiene una conicidad de 0.03, entonces esto dificulta la eliminación de barrillo dentinario del conducto radicular, además que el diseño de la cavidad de acceso hace más difícil la eliminación de desechos (barrillo dentinario) que se generan durante de la instrumentación, el barrillo dentinario está constituido principalmente por desechos orgánicos, partículas de dentina así como también bacterias y sus toxinas. Este barrillo puede estar presente en las paredes que no son tocadas por los instrumentos durante la instrumentación, se sabe que alrededor del 10-50% de la superficie de un conducto radicular permanece sin ser tocada o instrumentada, comprometiendo el éxito del tratamiento. (36) Respecto a ello la existencia de zonas no preparadas después de la instrumentación con una amplia gama de instrumentos ha sido constantemente demostrada por numerosos estudios.(36–38) Barbosa y col. (2020) evaluó el porcentaje de la superficie del conducto radicular instrumentada a través de diferentes diseños de cavidad de acceso que en total fueron 3, truss acces, mínimamente invasivo y acceso convencional, después de la instrumentación con el sistema reciproc blue™, encontraron diferencias significativas respecto al porcentaje de superficie no instrumentada, donde se encontró que los accesos mínimamente invasivos comprometen la instrumentación y pueden tener una influencia negativa en la

preparación de los conductos radiculares, y los accesos convencionales permiten una instrumentación más eficaz. Este factor también es una explicación para los resultados que obtuvimos en nuestra investigación. (18)

Además, se debe tener en cuenta que en el estudio de Tufenkci utilizaron la lima Xp-endo finisher™ de FKG para la activación del irrigante y en el estudio de Barbosa se realizaron secuencias de instrumentación con uno con lima R25 y otra con R40, y un protocolo final de irrigación, estos procedimientos disminuyen sustancialmente la carga bacteriana, y por lo tanto no encontraron diferencias significativas por esta razón.

Las bacterias residuales después de la instrumentación, permanecen en áreas del sistema de conductos radiculares que no han sido tocadas por instrumentos o no alcanzadas por irrigación durante la preparación, hay que recordar que una característica de los accesos mínimamente invasivos es la eliminación parcial del techo de la cámara pulpar, en este sitio también existen bacterias remanentes. (36)

Teniendo en cuenta que el mantener el techo de la cámara pulpar compromete la desinfección debido a que pueden encontrarse bacterias remanentes en ese sitio, entonces la técnica de muestreo bacteriano y la forma en que se lleva a cabo es una limitación, en este proyecto de investigación como en muchos otros, la toma de muestra se realizó con la utilización de puntas de papel, estas puntas de papel tienen contacto con las zonas no instrumentadas del conducto radicular, así como también con las zonas no instrumentadas de la cámara pulpar en el caso de los acceso mínimamente invasivo.(19,36)

A pesar de los resultados obtenidos en el presente estudio, no se debe dejar de lado la utilización de los accesos endodónticos mínimamente invasivos, debido a que aún no existe la suficiente investigación en esta área para descartar su empleo. Una forma de mejorar la eficacia del tratamiento a través de este tipo de accesos endodónticos sería con la activación de las soluciones irrigantes, existen numerosos estudios donde la activación del irrigante con ultrasonido tiene una buena eficacia al evaluar la disminución de la carga bacteriana. Incluso la activación del EDTA ayudara a la disminución de la carga bacteriana, el EDTA se emplea en endodoncia durante el

protocolo final de irrigación por su efecto quelante ayuda a eliminar la capa de barrillo dentinario. Herrera, (2016) evaluó el efecto de la activación ultrasónica del EDTA en la disminución de toxinas bacterianas, así como también de bacterias cultivables, concluyeron que la activación del EDTA es efectivo para la eliminación de toxinas bacterianas. (39–41)

Sin embargo, las limas U no son lo suficientemente flexibles para poder ser utilizadas para activar el irrigante, actualmente existe un sistema llamado anillo HBW el cual consiste en un gancho con una ranura, este gancho se ensambla en el mango del ultrasonido y en la ranura del gancho se ensambla una lima número 8 y de esta manera la energía ultrasónica es transmitida a toda la lima. Al ser la lima 8 muy flexible sería lógico pensar que podría utilizarse para la activación de las soluciones irrigantes a través del acceso mínimamente invasivo. Galván et al. evaluaron la eliminación de biofilm con el empleo del anillo HBW (activación ultrasónica continua), lo compararon con la activación ultrasónica pasiva e irrigación convencional con jeringa, en sus resultados obtuvieron que es mejor el anillo HBW respecto a la irrigación convencional, y comparándolo con la irrigación ultrasónica pasiva no hubo diferencia estadística significativa.(42)

9 CONCLUSIONES

Con los resultados del presente estudio podemos concluir que el diseño de la cavidad de acceso compromete significativamente la disminución de la carga bacteriana del sistema de conductos radiculares. También se observó un buen desempeño del sistema rotatorio utilizado en el grupo de accesos convencional y podemos concluir que el tipo de instrumento utilizado no afecta en la desinfección como si lo afecto el diseño de la cavidad de acceso

10 PERSPECTIVAS

Se debe de realizar estudios que evalúen la disminución de la carga bacteriana a través de diferentes cavidades de acceso, utilizando sistemas de activación del irrigante, como la activación ultrasónica y manual dinámica. También se debe e evaluar la eliminación de bacterias dentro de los túbulos dentinarios a través del acceso mínimamente invasivo y convencional utilizando el empleo de microscopia de laser confocal. Partiendo de aquí también podría realizarse investigación sobre la eficacia de la obturación a través de un acceso conservador.

11 BIBLIOGRAFÍA

1. AR TC. Oral histology, development, structure and fuction. 1st ed. Mosby, editor. St Louis; 1994.
2. Pashley D WR. Histología y fisiología de la pulpa dental. In: Ingle J, Bakland L Endodoncia. 4°. México: Mc Graw-Hill; 1996.
3. Machado ME de L, Nabeshima CK, Caballero-Flores H, Elmadjian-Filho M, Duarte MAH, Odínola-Zapata R, et al. Instrument design may influence bacterial reduction during root canal preparation. *Braz Dent J.* 2017;28(5):587–91.
4. Shen Y, Stojicic S, Haapasalo M. Antimicrobial efficacy of chlorhexidine against bacteria in biofilms at different stages of development. *J Endod [Internet].* 2011;37(5):657–61. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2011.02.007>
5. Gao Y, Jiang X, Lin D, Chen Y, Tong Z. The Starvation Resistance and Biofilm Formation of *Enterococcus faecalis* in Coexistence with *Candida albicans*, *Streptococcus gordonii*, *Actinomyces viscosus*, or *Lactobacillus acidophilus*. *J Endod [Internet].* 2016;42(8):1233–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2016.05.002>
6. Athanassiadis B, Abbott P V., Walsh LJ. The use of calcium hydroxide, antibiotics and biocides as antimicrobial medicaments in endodontics. *Aust Dent J.* 2007;52(1 SUPPL.).
7. E.T. P. Microorganisms from canals of root-filled teeth with periapical lesions. *Int Endod J.* 2003;36(1):1–11.
8. Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, Owatz CB. *Enterococcus faecalis*: Its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *J Endod.* 2006;32(2):93–8.
9. Chávez De Paz LE, Molander A, Dahlén G. Gram-positive rods prevailing in teeth

- with apical periodontitis undergoing root canal treatment. *Int Endod J*. 2004;37(9):579–87.
10. Chu FCS, Leung WK, Tsang PCS, Chow TW, Samaranayake LP. Identification of cultivable microorganisms from root canals with apical periodontitis following two-visit endodontic treatment with antibiotics/steroid or calcium hydroxide dressings. *J Endod*. 2006;32(1):17–23.
 11. Gutmann J FB. Tooth morphology, isolation, and access. In: Hargreaves KM, Berman LH RI, editor. *Cohen’s Pathways of the Pulp*. 11th ed. St Louis: Elsevier; 2016. p. 142–4.
 12. Patel S, Rhodes J. A practical guide to endodontic access cavity preparation in molar teeth. *Br Dent J*. 2007;203(3):133–40.
 13. Clark D, Khademi J. Modern Molar Endodontic Access and Directed Dentin Conservation. *Dent Clin North Am* [Internet]. 2010;54(2):249–73. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cden.2010.01.001>
 14. Lin C, Lin D. Impacts of 3 Different Endodontic Access Cavity Designs on Dentin Removal and Point of Entry in 3-dimensional Digital Models. *J Endod* [Internet]. 2020;1–7. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.01.002>
 15. Shabbir J, Zehra T, Najmi N, Hasan A, Naz M, Piasecki L, et al. Access Cavity Preparations: Classification and Literature Review of Traditional and Minimally Invasive Endodontic Access Cavity Designs. *J Endod* [Internet]. 2021;47(8):1229–44. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2021.05.007>
 16. Zhang Y, Liu Y, She Y, Liang Y, Xu F, Fang C. The Effect of Endodontic Access Cavities on Fracture Resistance of First Maxillary Molar Using the Extended Finite Element Method. *J Endod* [Internet]. 2019;45(3):316–21. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.12.006>
 17. Silva AA, Belladonna FG, Rover G, Lopes RT, Moreira E JL, De-Deus G, et al.

Does ultraconservative access affect the efficacy of root canal treatment and the fracture resistance of two-rooted maxillary premolars? *Int Endod J.* 2020;53(2):265–75.

18. Barbosa AFA, Silva EJNL, Coelho BP, Ferreira CMA, Lima CO, Sassone LM. The influence of endodontic access cavity design on the efficacy of canal instrumentation, microbial reduction, root canal filling and fracture resistance in mandibular molars. *Int Endod J.* 2020;53(12):1666–79.
19. Krishan R, Paqué F, Ossareh A, Kishen A, Dao T, Friedman S. Impacts of conservative endodontic cavity on root canal instrumentation efficacy and resistance to fracture assessed in incisors, premolars, and molars. *J Endod.* 2014;40(8):1160–6.
20. Moore B, Verdelis K, Kishen A, Dao T, Friedman S. Impacts of Contracted Endodontic Cavities on Instrumentation Efficacy and Biomechanical Responses in Maxillary Molars. *J Endod [Internet].* 2016;42(12):1779–83. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2016.08.028>
21. Plotino G, Grande NM, Isufi A, Ioppolo P, Pedullà E, Bedini R, et al. Fracture Strength of Endodontically Treated Teeth with Different Access Cavity Designs. *J Endod.* 2017;43(6):995–1000.
22. Tang W, Wu Y, Smales RJ. Identifying and Reducing Risks for Potential Fractures in Endodontically Treated Teeth. *J Endod [Internet].* 2010;36(4):609–17. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2009.12.002>
23. Schroeder KP, Walton RE, Rivera EM. Straight line access and coronal flaring: Effect on canal length. *J Endod.* 2002;28(6):474–6.
24. Tzimpoulas NE, Alisafis MG, Tzanetakakis GN, Kontakiotis EG. A prospective study of the extraction and retention incidence of endodontically treated teeth with uncertain prognosis after endodontic referral. *J Endod [Internet].* 2012;38(10):1326–9. Available from:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2012.06.032>

25. Touré B, Faye B, Kane AW, Lo CM, Niang B, Boucher Y. Analysis of reasons for extraction of endodontically treated teeth: A prospective study. *J Endod*. 2011;37(11):1512–5.
26. Nosrat A, Schneider SC. Endodontic Management of a Maxillary Lateral Incisor with 4 Root Canals and a Dens Invaginatus Tract. *J Endod* [Internet]. 2015;41(7):1167–71. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2015.02.013>
27. Krastl G, Zehnder MS, Connert T, Weiger R, Kühl S. Guided Endodontics: A novel treatment approach for teeth with pulp canal calcification and apical pathology. *Dent Traumatol*. 2016;32(3):240–6.
28. Jiang Q, Huang Y, Tu XR, Li Z, He Y, Yang X. Biomechanical Properties of First Maxillary Molars with Different Endodontic Cavities: A Finite Element Analysis. *J Endod* [Internet]. 2018;44(8):1283–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.04.004>
29. Shen Y, Zhou HM, Zheng YF, Peng B, Haapasalo M. Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. *J Endod* [Internet]. 2013;39(2):163–72. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2012.11.005>
30. No Title [Internet]. Available from: <https://www.dentsplysirona.com/en/explore/endodontics/trunatomy.html>
31. Elnaghy AM, Elsaka SE, Mandorah AO. In vitro comparison of cyclic fatigue resistance of TruNatomy in single and double curvature canals compared with different nickel-titanium rotary instruments. *BMC Oral Health*. 2020;20(1):1–8.
32. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol*. 1971;32(2):271–5.

33. Haapasalo M, Ørstavik D. In vitro Infection and Disinfection of Dentinal Tubules. *J Dent Res.* 1987;66(8):1375–9.
34. Tüfenkçi P, Yılmaz K. The Effects of Different Endodontic Access Cavity Design and Using XP-endo Finisher on the Reduction of *Enterococcus faecalis* in the Root Canal System. *J Endod.* 2020;46(3):419–24.
35. Rodrigues RCV, Zandi H, Kristoffersen AK, Enersen M, Mdala I, Ørstavik D, et al. Influence of the Apical Preparation Size and the Irrigant Type on Bacterial Reduction in Root Canal-treated Teeth with Apical Periodontitis. *J Endod.* 2017;43(7):1058–63.
36. J.F. Siqueira Jr A. R. Pérez, M. F. Marceliano-Alves, J. C. Provenzano, S. G. Monteros F, R. Pires, G. C. S. Vieira, I. N. Rôças FRFA. What happens to unprepared root canal walls: a correlative analysis using microcomputed tomography and histology/scanning electron microscopy. *Int Endod J.* 2018;51(5):501–8.
37. L. Zuolo, A. A. Zaia, F. G. Belladonna, E. J. N. L. Silva EMS. Micro-CT assessment of the shaping ability of four root canal instrumentation systems in oval- shaped canals. *Int Endod J.* 2018;51:564–71.
38. Brasil SC, Marceliano-Alves MF, Marques ML, Grillo JP, Lacerda MFLS, Alves FRF, et al. Canal Transportation, Unprepared Areas, and Dentin Removal after Preparation with BT-RaCe and ProTaper Next Systems. *J Endod.* 2017;43(10):1683–7.
39. Herrera DR, Martinho FC, de-Jesus-Soares A, Zaia AA, Ferraz CCR, Almeida JFA, et al. Clinical efficacy of EDTA ultrasonic activation in the reduction of endotoxins and cultivable bacteria. *Int Endod J.* 2017;50(10):933–40.
40. Virdee SS, Farnell DJJ, Silva MA, Camilleri J, Cooper PR, Tomson PL. The influence of irrigant activation, concentration and contact time on sodium hypochlorite penetration into root dentine: an ex vivo experiment. *Int Endod J.*

2020;53(7):986–97.

41. Teves A, Blanco D, Casaretto M, Torres J, Alvarado DE, Coaguila-Llerena H, et al. Multispecies biofilm removal by XP-endo Finisher and passive ultrasonic irrigation: A scanning electron microscopy study. *Aust Endod J.* 2022;48(1):91–7.
42. Galván-Pacheco J, Vitales-Noyola M, González-Amaro AM, Bujanda-Wong H, Aragón-Piña A, Méndez-González V, et al. Evaluation of in vitro biofilm elimination of enterococcus faecalis using a continuous ultrasonic irrigation device. *J Oral Sci.* 2020;62(4):415–9.

12 ANEXO I



San Luis Potosí, S.L.P. 3 diciembre de 2021

M. E. Eladio Robledo Rivera
Maestría en Endodoncia, UASLP
PRESENTE

Estimado Dr. Robledo:

Por este conducto me dirijo a Usted en referencia a su trabajo de investigación titulado “Comparación en la desinfección y eliminación del biofilm endodóntico en un procedimiento endodóntico convencional con acceso mínimamente invasivo versus acceso convencional” Asignado con la clave: **CEI-FE-046-021**.

Dicho trabajo fue evaluado en los **aspectos del marco ético-legal y bioseguridad** por los miembros del H. Comité de Ética en Investigación: Dra. Yolanda Hernández Molinar, Dra. Norma Verónica Zavala Alonso, Dra. Claudia Edith Dávila Pérez, Dra. Rita Elizabeth Martínez Martínez, Dr. José Arturo Garrocho Rangel y Dr. Víctor Mario Fierro Serna. De dicha evaluación y de forma colegiada, el Comité ha dictaminado que su protocolo de investigación es **APROBADO POR UNANIMIDAD** pudiendo llevarlo a cabo en los tiempos que Usted ha considerado necesarios para la ejecución del mismo.

El Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Estomatología se rige con la clave **CONBIOÉTICA-24-CEI-001-20190213** de acuerdo con las directrices nacionales para la integración y funcionamiento de los Comités de Ética e Investigación emitidas por la Comisión Nacional de Bioética (CONBIOÉTICA) con vigencia al 13 de febrero de 2022.

Le solicitamos nos haga llegar los informes correspondientes del avance de su proyecto de investigación, así como un informe final para nuestro archivo, recordándole además que este proyecto podrá ser monitoreado por este Comité.

ATENTAMENTE

DRA. RITA ELIZABETH MARTÍNEZ MARTÍNEZ
H. COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA, UASLP

www.uaslp.mx

Av. C. Manuel Ríos 2
Zona Universitaria - CP 64000
San Luis Potosí, S.L.P. México
tel. +52 (410) 234 2300
fax. +52 (410) 234 2300

