

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Vicerrectorado de
INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

EFFECTIVIDAD ANTIBACTERIANA DE PROTOCOLOS DE ACTIVACION DEL
IRRIGANTE EN LA ELIMINACION DE ENTEROCOCCUS FAECALIS; ESTUDIO
CON MICROSCOPIA ELECTRONICA DE BARRIDO

TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
CIRUJANO DENTISTA

AUTORA
CHAHUARA VARGAS, VERÓNICA DEL PILAR

ASESORA DE TESIS
Mg. C.D. MOSCOSO SÁNCHEZ, MARIA ELENA

MIEMBROS DE JURADO
PRESIDENTE: MG. MANRIQUE GUZMÁN, JORGE ADALBERTO
SECRETARIO: ESP. GABRIELLI ALFARO, ENRIQUE
VOCAL: MG. VILLAFANA LOSZA, PEDRO CÉSAR
MIEMBRO DEL JURADO: MG. PÉREZ SUASNABAR, HUGO JOEL
SUPLENTE: DR. OLIVA CHUMAN, JOSÉ GILBERTO

LIMA-PERÚ

2018

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios por haberme puesto en el camino correcto y darme la oportunidad de conocer a las personas indicadas, que con sus aportes han permitido enriquecer el presente trabajo.

A mis padres, por brindarme el mejor legado que un padre puede brindar a sus hijos, la educación.

A mi querida institución, por haberme formado profesionalmente.

A mis amigos, por sus consejos y palabras de aliento y a todos aquellas personas que de una u otra manera me brindaron su apoyo.

RESUMEN

Objetivo: Comparar la efectividad antibacteriana de tres protocolos de activación del irrigante, Activación Manual Dinámica, Activación Ultrasónica Pasiva y Activación Rotatoria en la eliminación de *Enterococcus faecalis* a nivel del tercio medio y apical del conducto radicular. **Método:** Diseño Prospectivo, transversal, experimental y comparativo. El presente estudio evaluó un total de 40 premolares que cumplieron con los criterios de inclusión. Procedimiento: En la muestra se realizó un glidepath hasta un diámetro 20/02, previamente a ello se homogenizo la longitud de trabajo, posteriormente de acuerdo a un protocolo establecido se procedió a la contaminación de la muestra con cepas de *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212) por un periodo de 21 días. La preparación Biomecánica se realizó con el Sistema Rotatorio Mtwo. Grupo Control: Grupo I: Irrigación Convencional; Grupos Experimentales: Grupo II: Activación Manual Dinámica; Grupo III: Activación Ultrasónica Pasiva.; Grupo IV: Activación Rotatoria. La efectividad antibacteriana se determinó mediante la escala validada que se denominó “Presencia Porcentual de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular, previa evaluación con MEB. **Resultados:** El Grupo III donde se empleó el Sistema de Activación Ultrasónica Pasiva (AUP), tanto a nivel del tercio medio y apical del conducto radicular para ambos aumentos (2000x y 10000x) se obtuvo de acuerdo a nuestra escala para todos los casos evaluados una Categoría I. Lo mismo se repitió en la comparación entre grupos, el Grupo III (AUP) obtuvo Categoría 1, siendo a nivel del tercio apical donde se obtuvo mayor diferencia significativa ($P = 0.038$) **Conclusión:** Con la Activación Ultrasónica Pasiva (AUP) se obtuvo mayor eliminación de *E. faecalis* por ende una mejor efectividad antibacteriana siendo el tercio apical donde se evidencia una mayor diferencia significativa en comparación con los otros grupos.

Palabras Clave: Irrigación Convencional, Activación Manual Dinámica, Activación Ultrasónica Pasiva, Activación Rotatoria, Microscopía Electrónica de Barrido.

ABSTRACT

Objective: To compare the antibacterial effectiveness of three protocols of irrigant activation, Dynamic Manual Activation, Passive Ultrasonic Activation and Rotary Activation in the elimination of *Enterococcus faecalis* at the level of the middle and apical third of the root canal. **Methods:** Prospective, transversal, experimental and comparative design. The present study evaluated a total of 40 premolars that met the inclusion criteria. Procedure: In the sample, a glidepath was made up to a diameter of 20/02, previously the work length was homogenized, later according to an established protocol, the sample was contaminated with strains of *Enterococcus Faecalis* (ATCC 29212) by a 21day period. Biomechanical preparation was carried out with the Mtwo Rotary System. Control Group: Group I: Conventional Irrigation; Experimental Groups: Group II: Dynamic Manual Activation; Group III: Passive Ultrasonic Activation; Group IV: Rotating Activation. The antibacterial effectiveness was determined by the validated scale that was called "Percentage Presence of *Enterococcus faecalis* in the root canal, after evaluation with SEM. **Results:** Group III, where the Passive Ultrasonic Activation System (AUP) was used, both at the level of the middle third and apical of the root canal for both increases (2000x and 10000x) was obtained according to our scale for all the evaluated cases. I. The same thing was repeated in the comparison between groups, Group III (AUP) obtained Category (1), being at the level of the apical third where significant difference was obtained ($P = 0.038$) **Conclusion:** Passive Ultrasonic Activation (AUP) obtained better antibacterial effectiveness due to the greater elimination of *E. faecalis*, being in the apical third where a greater significant difference is evidenced in comparison with the other groups.

Keywords: Conventional Irrigation, Dynamic Manual Activation, Passive Ultrasonic Activation, Rotary Activation.

INDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Bases teóricas.....	3
2.2 Antecedentes.....	26
2.3 Justificación.....	27
2.4 Hipótesis	27
III OBJETIVOS.....	28
3.1 Objetivo general.....	28
3.2 Objetivos específicos.....	28
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
4.1 Tipo de estudio.....	29
4.2 Universo/muestra/criterios de selección.....	29
4.3 Variables/definición/operacionalización.....	31
4.4 Método/técnica/procedimientos.....	33
4.5 Recolección de datos.....	42
4.6 Consideraciones éticas.....	42
4.7 Plan de análisis.....	43
V.RESULTADOS.....	44
VI. DISCUSIÓN.....	57

VII. CONCLUSIONES.....	59
VIII. RECOMENDACIONES.....	60
IX. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	62
X. ANEXOS.....	72
Anexo 1. Validación del instrumento.....	73
Anexo 2. Modelo de ficha de validación por jueces.....	75
Anexo 3. Instrumento validado.....	80
Anexo 4. Imágenes en MEB.....	83
Anexo 5. Modelo de ficha de recolección de datos.....	87
Anexo 6. Lista de imágenes.....	91
Anexo 7. Consentimiento informado.....	99

LISTA DE TABLAS

- TABLA 1.** Presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* del grupo Irrigación Convencional a nivel del tercio medio del conducto radicular a 2000x y 10000x.
- TABLA 2.** Presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* del grupo Irrigación Convencional a nivel del tercio apical del conducto radicular a 2000x y 10000x.
- TABLA 3.** Presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* del grupo AMD a nivel del tercio medio del conducto radicular a 2000x y 10000x
- TABLA 4.** Presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* del grupo AMD a nivel del tercio apical del conducto radicular a 2000x y 10000x
- TABLA 5.** Presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* del grupo Activación Ultrasónica Pasiva a nivel del tercio medio del conducto radicular a 2000x y 10000x
- TABLA 6.** Presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* del grupo Activación Ultrasónica Pasiva a nivel del tercio apical del conducto radicular a 2000x y 10000x
- TABLA 7.** Presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* del grupo Activación Rotatoria a nivel del tercio medio del conducto radicular a 2000x y 10000x
- TABLA 8.** Presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* del grupo Activación Rotatoria a nivel del tercio apical del conducto radicular a 2000x y 10000x
- TABLA 9.** Presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* con IC, AMD, AUP y AR a nivel del tercio medio del conducto radicular a 2000x
- TABLA 10.** Presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* con IC, AMD, AUP y AR a nivel del tercio medio del conducto radicular a 10000x
- TABLA 11.** Presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* con IC, AMD, AUP y AR a nivel del tercio apical del conducto radicular a 2000x
- TABLA 12.** Presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* con IC, AMD, AUP y AR a nivel del tercio apical del conducto radicular a 10000x

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Presencia porcentual de *E. faecalis* del grupo Irrigación Convencional a nivel del Tercio medio a 2000x y 10000x.

FIGURA 2: Presencia porcentual de *E. faecalis* del grupo Irrigación Convencional a nivel del Tercio Apical a 2000x y 10000x.

FIGURA 3: Presencia porcentual de *E. faecalis* del grupo AMD a nivel del Tercio medio a 2000x y 10000x.

FIGURA 4: Presencia porcentual de *E. faecalis* del grupo AMD a nivel del Tercio apical a 2000x y 10000x.

FIGURA 5: Presencia porcentual de *E. faecalis* del grupo AUP a nivel del Tercio medio a 2000x y 10000x.

FIGURA 6: Presencia porcentual de *E. faecalis* del grupo AUP a nivel del Tercio apical a 2000x y 10000x.

FIGURA 7: Presencia porcentual de *E. faecalis* del grupo AR a nivel del Tercio medio a 2000x y 10000x.

FIGURA 8: Presencia porcentual de *E. faecalis* del grupo AR a nivel del Tercio apical a 2000x y 10000x.

FIGURA 9: Comparación de la Efectividad antibacteriana de todos los grupos a nivel del Tercio medio a 2000x.

FIGURA 10: Comparación de la Efectividad antibacteriana de todos los grupos a nivel del Tercio medio a 10000x.

FIGURA 11: Comparación de la Efectividad antibacteriana de todos los grupos a nivel del Tercio apical a 2000x.

FIGURA 12: Comparación de la Efectividad antibacteriana de todos los grupos a nivel del Tercio apical a 10000x.

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS

PBM .- Preparación Biomecánica

NaOCl- hipoclorito de sodio

EDTA - Ácido Etilenodiaminotetracético

CNI.- Irrigación Convencional con Agujas

DMA.- Activación Manual Dinámica

PUI.- Activación Ultrasónica Pasiva

RA.- Activación rotatoria

EC.- Easy Clean

ABS.- Acrilo Nitrilo Butadieno Estireno

UFC.- Unidad Formadora de Colonias

TSA .- Agar Tripticasa de Soya

SEM.- Microscopia electrónica de Barrido

%- Porcentaje

°C.- Grados Celsius

G.- Gage

mm- milímetros

µm- Micrómetro

ml- mililitros

Khz.-Kilohertzios

Kv.- Kilovoltio

h.-.Horas

R.p.m .- Revoluciones por minuto

I. INTRODUCCION

Durante las últimas décadas, la práctica odontológica diaria se ha beneficiado de los grandes avances de la técnica, la tecnología y los materiales, así como de los procedimientos de control de infecciones. Al mismo tiempo, ha mejorado la conciencia pública con respecto a salud oral. A pesar de estos avances, muchos pacientes alrededor del mundo presentan caries dental llegando inclusive a requerir tratamientos dentales específicos como la endodoncia.

La Endodoncia tiene como finalidad el poder conservar funcionalmente un diente dentro de su alveolo evitando su pérdida. Actualmente se sabe que uno de los aspectos importantes de un tratamiento endodóntico es la correcta conformación del sistema de conductos con instrumentos de acero inoxidable y/o aleaciones de Niquel-Titaneo, así como una adecuada liberación y activación de la solución irrigadora.

Los objetivos microbiológicos durante la preparación biomecánica en conductos contaminados son, erradicar la presencia de bacterias o al menos poder reducir la carga bacteriana a niveles que sean compatibles con la reparación del tejido perirradicular.

El *Enterococcus faecalis* es una bacteria que frecuentemente se encuentra en infecciones periapicales y ha demostrado tener la capacidad de invadir los túbulos dentinarios y de persistir en zonas de difícil acceso dentro del sistema de conductos como el tercio medio y apical, lo cual es debido a su gran resistencia y capacidad de organizar biofilm; este microorganismo es utilizado ampliamente en los estudios de evaluación para determinar la efectividad antibacteriana de las soluciones irrigadoras y medicamentos intracanal.

Una profunda limpieza y desinfección del sistema de conductos radiculares es considerado el requisito clave para el éxito del tratamiento de conductos y reside en conseguir que el irrigante fluya favorablemente hasta el tercio apical.

Se ha demostrado que al instrumentar mecánicamente un conducto radicular se deja un porcentaje significativo de las paredes del conducto sin tocar, por lo que el irrigante está dirigido a trabajar en ese espacio no tratado sin embargo estudios realizados con microscopía electrónica donde se compara el desbridamiento mecánico y químico, se observa marcadas diferencias entre el tercio coronal , medio y apical resultando menor en este último, esto se puede asociar a la dificultad de llevar el agente irrigante hasta el tercio apical , haciendo inclusive que la disminución de la carga bacteriana del tercio apical sea un reto en muchos casos. El papel fundamental de los irrigantes es limpiar el conducto durante el proceso de ampliación y conformación aunque la conformación se ha mejorado con los avances de la tecnología metalúrgica , la desinfección actual del conducto depende de la conjunción del uso de irrigantes químicos , los medios por los cuales es liberado el irrigante y de la activación mediante el uso de dispositivos de activación manual dinámica, rotatoria, sónica y ultrasónica para poder alcanzar nuestra meta y vencer las complejidades e irregularidades anatómicas de las piezas dentarias.

Por lo tanto, el conocimiento y la ejecución de los diferentes protocolos de activación del irrigante son esenciales después de la preparación biomecánica y antes de la obturación con el fin de optimizar la desinfección y mejorar la limpieza a nivel de todo el sistema de conductos radiculares.

II. MARCO TEÓRICO

2.1.- Bases Teóricas

El éxito del tratamiento Endodóntico depende de la erradicación de microorganismos, si lo hubiera, dentro del sistema de conducto radicular y la prevención de la reinfección. La correcta preparación de los conductos radiculares y la irrigación son consideradas fases muy importantes para alcanzar el éxito del tratamiento endodóntico (Haapasalo, 2010, p. 291).

Es importante recalcar que la remoción de remanentes de tejido pulpar, microorganismos, así como toxinas bacterianas del sistema de conductos, define las probabilidades de éxito del tratamiento y es ampliamente aceptado que la forma para lograrlo se basa en una correcta limpieza y preparación del sistema de conductos radiculares (Vera, 2012, p.31).

Engstrom (1964) afirma: “El pronóstico de éxito de un tratamiento endodóntico aumenta entre el 10% y el 26% cuando se obtiene un cultivo negativo antes de la obturación” (p.87).

El éxito y el fracaso de la terapia endodóntica están íntimamente relacionadas con el diagnóstico previo del tejido pulpar. El índice de fracaso de endodoncias en dientes vitales es del 4% y en dientes no vitales es del 14% independientemente de la técnica de preparación utilizada (Canalda et al., 2006).

El éxito del tratamiento endodóntico depende de la eliminación de los microorganismos presentes en el sistema de conductos radiculares. El control de la infección durante la terapia endodóntica puede ser dificultoso, las técnicas convencionales de irrigación y medicación intraconducto no siempre logran una desinfección eficaz (Sjögren, 1997, p.366).

Lussi (1993) afirma: “El objetivo principal de la preparación biomecánica es la conformación y desinfección del sistema de conductos” (p.549).

“Hoy en día se sabe que las principales causas del fracaso endodóntico se deben a la persistencia de los microorganismos después del tratamiento o a la recolonización del sistema de conductos después de la obturación” (Molander,1998, p.1).

Koh (1987) afirma: “La infección del conducto radicular ocurre más frecuentemente como consecuencia de una lesión cariogénica”(p.149).

Otras causas frecuentes son los cracks o los traumatismos en la estructura coronaria que se extienden hacia la cámara pulpar, pudiendo ser la causa de una infección endodóntica. Independientemente de la penetración microbiana, se debe diferenciar entre los casos de biopulpectomías y necropulpectomías (Hanh y Zehnder,2002).

“El tejido pulpar vital puede defenderse de los microorganismos y permanecer un periodo largo sin infectar el sistema de conductos hasta que finalmente el tejido pulpar termina por necrosarse gradualmente” (Koh,1987, p.149).

A medida que las defensas del huésped pierden espacio y la pieza dentaria comienza a perder su vitalidad, microorganismos oportunistas son capaces de sobrevivir a condiciones adversas y frente a una disminución de oxígeno se agregan al sistema de conductos radiculares (Pesse,2005, p.5150).

Gu (2009) afirma: “Dichos microorganismos pueden sobrevivir en restos orgánicos de tejido pulpar y también en el exudado del periodonto”(p.791).

“En consecuencia, grupos de microorganismos de este tipo son típicamente encontrados en el área apical en dientes necróticos o con fracaso endodóntico”(Peters ,2004, p.348).

Las infecciones primarias del conducto radicular son polimicrobianas con predominancia de bacterias anaerobias. Los microorganismos aislados con mayor

frecuencia antes del tratamiento de conductos son los bacilos Gram-negativos, cocos anaerobios, Gram- positivos, bacilos anaerobios y facultativos Gram-positivos, lactobacilos y estreptococos Gram-positivos facultativos (Guet al.,1994).

Chávez De Paz (2003) afirma: “Los anaerobios estrictos son fáciles de eliminar en el tratamiento endodóntico, por otro lado, las bacterias facultativas como *estreptococos*, *enterococos* y *lactobacilos*, una vez establecidos, tienen más probabilidades de sobrevivir a la preparación biomecánica y a la medicación intraconducto” (p.500).

En particular, los *Enterococcus faecalis*, han llamado la atención de la literatura endodóntica, ya que con frecuencia se pueden aislar de los conductos radiculares donde el tratamiento endodóntico ha fracasado, también se pueden encontrar en los conductos radiculares asociados a periodontitis apical crónica (Haapasalo y Waltimo,1997).

La mayoría de los microorganismos ubicados dentro del sistema de conductos radiculares, se encuentran en el conducto principal. Al igual que la composición de la microbiota, la localización de los microorganismos depende de la ecología: el potencial redox (en la práctica, cantidad de oxígeno presente), el tipo de nutriente, capacidad de adhesión a las superficies, el agregado interbacteriano y la defensa del huésped, el cual está ausente en la mayor parte del sistema de conductos radiculares de un diente necrótico (Machado et al., 2016).

Las posibles fuentes de nutrientes para las bacterias en el sistema de conductos radiculares son el tejido pulpar necrótico, el exudado inflamatorio y el fluido bucal a través de lesiones cariogénicas profundas y la propagación a través de materiales de relleno (Machado et al., 2016).

Machado y Ricucci (2016) afirman que la ubicación de las bacterias en los conductos laterales no ha sido estudiada en profundidad, sin embargo, la información

obtenida en los cortes histológicos de casos individuales ha comprobado su propagación hacia los conductos laterales.

Nair et al. (2005) demostró una fuerte presencia de bacterias y asimismo de hongos en los conductos laterales y secundarios de molares inferiores con periodontitis apical.

La periodontitis que a menudo es detectada en las radiografías, también indica la presencia de microorganismos o material microbiano en los conductos laterales y

los diversos estudios han demostrado que las bacterias pueden llegar a la dentina adyacente a través de la invasión hacia los túbulos dentinarios. La frecuencia de la penetración bacteriana en los túbulos dentinarios con periodontitis apical es de aproximadamente del 60 – 80% (Machado, 2016; Peters, 2001).

Generalmente se asume que si la calidad del tratamiento endodóntico, incluyendo el material de obturación es buena, la importancia de la invasión tubular por parte de las bacterias es relativamente baja, pero también han sido reportadas especies Gram-negativas. La invasión parece producirse al azar, por ejemplo, un túbulo dentinario lleno de bacterias invasoras suele estar rodeado de diversos túbulos vacíos (Haapasalo, 2010, p.291).

La invasión parece no depender de la movilidad bacteriana; por el contrario, los mejores invasores, como los *Enterococcus*, *Streptococos*, *Actinomyces spp* y la mayoría de los lactobacilos, son especies sin motilidad. También se ha reportado que la invasión es más efectiva en la porción coronal y media del conducto radicular. Sin embargo, la reabsorción de la superficie radicular y, por lo tanto, la pérdida de cemento que con frecuencia está presente en el ápice radicular en los casos de periodontitis apical crónica facilita la penetración bacteriana hacia la dentina, pudiéndose observar la invasión a través de todo el espesor de la raíz (Machado et al., 2016).

Nair (2005) afirma: “Las infecciones bacterianas de larga data pueden penetrar a través de los túbulos hasta la dentina adyacente, causando una destrucción estructural adicional a la misma” (p.231).

Algunos estudios o reportes de casos han demostrado la presencia de una biopelícula en la superficie externa de la raíz la frecuencia de la biopelícula en la superficie radicular en dientes con periodontitis apical es desconocida. Desde el punto de vista clínico, es obvio que la biopelícula en la superficie radicular puede ser una amenaza para el éxito del tratamiento de la periodontitis apical (Machado et al., 2016).

El *Enterococcus faecalis* es un coco Gram positivo, que puede aparecer solo, en pares o en cadenas. Es un microorganismo anaerobio facultativo y su crecimiento óptimo ocurre a 37° C, sin embargo, también se ha observado crecimiento entre 10 y 45 °C, es la bacteria más común y en ocasiones la única que se encuentra aislada a nivel de los conductos radiculares de los dientes con periodontitis periapical persistente (Lin,1992; Portenier,2003).

La inherente resistencia de esta bacteria a los antimicrobianos, la capacidad de adaptarse a las condiciones adversas del medio ambiente y su proliferación en las paredes del conducto radicular como parte de la biopelícula hacen que sea la causa de muchos fracasos endodónticos. Una característica importante es su facilidad para crecer en medios con pH ácido y alcalino, donde este último normalmente inhibe el crecimiento y supervivencia de otros muchos microorganismos (Tay et al., 2010).

McHugh et al. (2004) realizó un estudio donde evaluó el pH necesario para inhibir el crecimiento del *Enterococcus faecalis* y el experimento in vitro demostró que se necesita un pH mayor de 11 para su erradicación, hay autores que sugieren que esta resistencia al pH se atribuye a la membrana citoplasmática y al sistema de transporte de protones vinculado al ATP.

El *Enterococcus faecalis* también ha demostrado ser capaz de formar comunidades microbianas adheridas a superficies o “biofilm”. El biofilm, se ha definido como una estructura altamente organizada que contiene células bacterianas incluidas en una matriz exopolimérica de producción propia unida a una superficie, esta matriz dificulta la penetración de agentes dentro del conducto radicular, limitando su eficacia a la capa superficial (Stewart y Costerton, 2001).

Distel y Gillepsie (2001) comentan que algunas investigaciones han demostrado la presencia de biofilms de *Enterococcus faecalis* en el sistema de conductos radiculares de dientes extraídos.

La formación de biofilms por parte del *Enterococcus faecalis* constituye una evidencia contundente de que éste puede colonizar los conductos radiculares. Cuando esta especie crece en biofilms, puede ser hasta mil veces más resistente a la acción de los antimicrobianos que cuando se halla como bacteria planctónica suspendida en medio líquido y no adherida a ninguna superficie (Costerton et al., 1999).

Distel y Gillepsie (2001) afirman que la formación de biofilms que contienen *Enterococcus faecalis* ocurre in vivo, se podría considerar como un mecanismo para resistir un tratamiento antimicrobiano.

Sobre la base de estos informes, se hace evidente que se requieren maximizar la desinfección del conducto radicular antes de la obturación. En este sentido, diversas soluciones irrigadoras, sistemas de entrega y protocolos de activación del irrigante se han introducido recientemente en endodoncia, con el objetivo de optimizar la desinfección del conducto radicular (Gu, 2009, p.791).

La microbiota endodóntica puede ser analizada a través de métodos diferentes. Estos métodos incluyen el cultivo, los diversos métodos de coloración para ser utilizados con microscopia de luz, microscopía de barrido láser confocal (CLSM), microscopía

electrónica (Técnicas de SEM y TEM), técnicas inmunológicas y un número cada vez mayor de métodos de caracterización molecular de ADN o ARN microbiano. La elección de las técnicas depende de la disponibilidad de los recursos y del objetivo de la investigación (Machado et al., 2016).

La microscopía electrónica de barrido (SEM) y la microscopía electrónica de transmisión (TEM) son dos técnicas muy poderosas que permiten investigar la estructura de los microorganismos mucho más allá de los límites de resolución de la microscopía de luz. Aunque no resulten adecuadas para el diagnóstico en Endodoncia clínica, las técnicas de microscopía electrónica han sido herramientas valiosas para estudiar la fina estructura y la morfología de los microorganismos en las infecciones endodónticas, así como sus factores potenciales de virulencia como las estructuras superficiales y estructuras de la pared celular (Machado et al., 2016).(Anexo 6, Imagen 1 y 2)

El objetivo más importante de la terapia del sistema de conductos radiculares es reducir al mínimo el número de microorganismos y desechos patológicos, así como prevenir o eliminar la periodontitis apical. Grossman en 1970 definió al proceso de limpieza químico – mecánica como la parte más importante de la terapia del conducto radicular. Schilder H. en 1974, por su parte, considera que la limpieza y conformación son esenciales para lograr el éxito de la terapia endodóntica. Con la aparición de los instrumentos rotatorios de níquel- titanio, que muy pronto se volvieron populares debido a su evidente facilidad de manejo y a la obtención de resultados favorables en cuanto a limpieza y conformación, los fabricantes desarrollaron a través del tiempo instrumentos y sistemas con el objeto de facilitar al operador la limpieza y conformación, con la tendencia muy clara de reducir el número de instrumentos utilizados y la fatiga del operador (Machado et al., 2016).

El Mtwo es un sistema rotatorio que ofrece distintos instrumentos apropiados para ser empleados en diversas situaciones clínicas. Los anillos de colores sobre el mango indican el tamaño del instrumento de la punta (D1) conforme a las normas ISO. Los anillos grabados en el mango señalan la conicidad del instrumento (1, anillo .04; 2 anillos .05; 3 anillos .06 y 4 anillos .07). Los instrumentos se presentan en 21, 25 y 31 mm de largo con un área de corte de 16mm y 21 milímetros. Estos últimos permiten eliminar la dentina de las paredes de la cámara pulpar, lograr la preparación de una entrada del conducto en línea recta a los conductos e iniciar al mismo tiempo la preparación de los mismos (Machado et al., 2016).

La forma geométrica del instrumento en un corte transversal se observa como una “S” itálica con dos ángulos de corte o barrido, con una punta roma y bisel de transición; el ángulo de barrido es el del filo cortante del instrumento visto en un corte perpendicular al eje del instrumento y no es necesariamente el mismo que el ángulo de corte, el cual puede ser medido de igual manera que el ángulo de barrido, solamente que el corte del instrumento es perpendicular en relación con cualquiera de los filos cortantes (Machado et al., 2016).

En el caso del sistema Mtwo, las acanaladuras o áreas del instrumento entre los filos cortantes, también llamadas pitch, son asimétricas, por lo que el ángulo de barrido resulta ser negativo y el ángulo de corte, positivo. El ángulo helicoidal es el que se forma entre los filos cortantes y el eje axial de instrumentos o pared del conducto radicular. Al disminuir el ángulo helicoidal, aumenta la distancia entre los filos cortantes (pitch). El ángulo helicoidal es un parámetro importante para determinar la eficacia de corte del instrumento, su resistencia mecánica y sus características dinámicas (Machado et al., 2016).

Los instrumentos endodónticos están fabricados a partir de alambres de NiTi, los cuales tienen una alta resistencia a la tensión, pero baja contra la torsión, por lo que este tipo de instrumentos se fracturan más fácilmente al girarlos que al tirar de ellos. Por esta razón, el ángulo helicoidal es importante, ya que sus filos cortantes determinan un ángulo preciso que aumenta la torsión del mismo. El ángulo helicoidal del sistema rotatorio Mtwo es variable y específico para cada instrumento. Los instrumentos más grandes tienen un ángulo helicoidal mayor y, por lo tanto, menos filos cortantes. El ángulo helicoidal decrece en los instrumentos más pequeños y, por consiguiente, el número de filos cortantes aumenta. Esto determina que los instrumentos grandes posean una capacidad de corte más eficiente y una resistencia mecánica alta, y que los instrumentos pequeños tiendan a avanzar en el conducto radicular. Esta tendencia debe ser controlada por el operador al moderar el avance del instrumento en sentido apical. Los instrumentos con pitch variable evitan la tendencia a “atornillarse” en sentido apical. Las acanaladuras de los instrumentos se van haciendo más profundas en sentido coronal, lo que permite una remoción más efectiva del lodo dentinario en sentido coronal (Machado et al., 2016).

Se recomienda utilizar los instrumentos del sistema Mtwo entre 250 y 350 r.p.m y El espacio pulpar de los dientes no vitales con signos radiográficos de rarefacción periapical siempre alberga microorganismos cultivables. En consecuencia, los tratamientos de biopulpectomía deben centrarse en prevenir que la infección se propague hacia la parte apical del conducto radicular (Peters,2001, p.221).

De acuerdo con el límite de torque específico para cada instrumento los instrumentos se utilizan con una técnica híbrida corono-apical denominada “simultánea” por su autor, Malagnino V.A no es necesario hacer una remoción inicial de las paredes de la cámara pulpar a nivel de la entrada de los conductos radiculares, ya que, debido a las características de corte del instrumento, puede realizarse este trabajo al mismo tiempo que

se prepara el conducto. Es necesario comprobar la viabilidad del conducto radicular y obtener la longitud de trabajo con una lima tipo k número 10. A partir de este punto, todos los instrumentos de este sistema serán llevados hasta la longitud de trabajo, ejerciendo una ligera presión apical y lateral y controlando que el instrumento no avance por si solo en sentido apical. En cuanto se sienta un prendimiento del instrumento, se evita seguir penetrando y se retira entre 1 y 2 mm para aliviar la fatiga cíclica inducida al instrumento y hacer la preparación de una forma pasiva, evitando así posibles iatrogénias durante la preparación del conducto radicular, y aumentar la resistencia de la fatiga cíclica, como lo reportan Pedullá et al. y Plotino et al. en 2010, que fue significativamente mayor que otros instrumentos similares, asimismo, Plotino et al. en 2007 sugieren que con esta técnica la fatiga de los instrumentos con mayor diámetro se reduce hasta 10 veces en los canales ovales utilizando un movimiento de cepillado lateral (Machado et al., 2016).

Estos movimientos de avance y remoción se reporten utilizando un movimiento parecido al de una pincelada. Asimismo, eliminan interferencias a lo largo de las paredes del conducto radicular y producen un espacio mayor para facilitar el siguiente movimiento de avance. Los movimientos se repiten hasta que el instrumento llegue a la longitud de trabajo (Machado et al., 2016).

El paquete básico del Mtwo incluye cuatro instrumentos del número 10 al 25 con conicidades que varían entre .04 y .06 (10/.04, 15/.05, 20/.06 y 25/.06) Estos cuatro instrumentos están concebidos para la preparación inicial del conducto radicular. Al terminar de utilizarlos, el conducto deberá tener un diámetro coronal por lo menos de 1.15mm (.06) y apical de 0,25mm. Los instrumentos para la preparación apical final son el 30/.05, 35/.04 y 40/.04. Estos permiten que el operador determine el tamaño de la preparación apical final con el diámetro de acuerdo con el criterio adoptado previamente. Estos instrumentos son de conicidades menores a los instrumentos empleados durante la

fase inicial, por lo tanto, cortarán solamente en el tercio apical, permitiendo hacer una preparación apical final sin necesidad de tener que preocuparse por el corte del instrumento en los tercios medio y coronal (Machado et al., 2016).

Independientemente del diámetro seleccionado para la lima apical final, la secuencia del sistema recomienda finalizar la preparación con la lima 25/.07 con el objeto de proporcionarles la forma final los tercios medio y coronal. Este instrumento, al ser 25/.07, no corta en el tercio apical, pero crea un espacio mayor en los tercios medio y coronal, facilitando de esta manera la obturación del conducto. La alta flexibilidad y resistencia a la fatiga cíclica de estos instrumentos permite que los mismos sean utilizados con un bajo riesgo iatrogénico en conductos con curvaturas pronunciadas Schafer E. et al. de acuerdo con la evidencia existente se reporta que el diámetro menor del foramen fisiológico es, la mayoría de las veces, entre 0.20 a 0.25 mm y de forma ovalada larga y estrecha en los 5mm de la región apical. La forma de la hoja está diseñada para evitar que la configuración de la preparación final impida que el material de obturación pueda ser extruido más allá del foramen apical (Machado et al., 2016).

Estrela (2008) afirma: “El éxito del tratamiento endodóntico se encuentra íntimamente asociado al control de la flora endodóntica”(p.364).

Es imposible limpiar y conformar los conductos radiculares en su totalidad por la compleja anatomía que éstos presentan, autores como Bystrom y Sundqvist demostraron que la preparación biomecánica reduce la carga bacteriana sólo en un 50 % (Ferreira, 2004; Zehnder,2008).

La preparación biomecánica deja aproximadamente del 35% al 40 % de las paredes del conducto radicular sin instrumentar, estas áreas pueden albergar detritus, bacterias organizadas en biofilms, así como sus productos de desecho, los cuales pueden impedir

una buena adaptación del material de obturación y producir posteriormente una inflamación perirradicular (Nair, 2005; Peters,2001).

Ricucci (2010) afirma: “Durante la obturación nunca se logra un sellado tridimensional total de la anatomía del conducto radicular, la cual, en caso de contener tejido infectado, aún con la presencia del material de obturación, no evitará un posible fracaso endodóntico”(p.1).

“Las soluciones irrigadoras aumentan las posibilidades de remover carga bacteriana, tejido necrótico y partículas de dentina del conducto radicular, además, previenen el empaquetamiento de tejidos duros y blandos infectados en el área apical radicular” (Haapasalo,2005, p.77).

Por lo tanto, la reducción de la infección del sistema de conductos se produce en la fase de conformación y limpieza de dicho sistema (Shaping and Cleaning). Esta fase podría resumirse de la siguiente manera; los instrumentos manuales o rotatorios remueven el contenido del interior del conducto y lo conforman para su posterior obturación tridimensional. Al mismo tiempo, la solución irrigadora actúa desinfectando las zonas colonizadas. Esta acción se produce no sólo en el interior del conducto principal, sino en zonas más alejadas e inaccesibles, como las zonas macroscópicas: conductos laterales, istmos, deltas apicales y las zonas “microscópicas”, como es el interior de los túbulos dentinarios, zonas donde no pueden llegar los instrumentos, siendo el irrigante, el único que puede contactar con dichas zonas (Canalda ,2001, p.151).

“En conclusión, el sistema de conductos radiculares tiene mejor acceso a la limpieza por la irrigación después de terminada la instrumentación, la irrigación ofrece una mejor posibilidad de limpieza más allá del conducto preparado” (Gulabivala,2005, p.103).

“Es importante mencionar que no hay ninguna solución irrigadora que por sí sola pueda cumplir con todas las funciones requeridas de un irrigante” (Haapasalo,2010, p.291).

La irrigación óptima se basa en el uso combinado de por los menos dos o varias soluciones, en una secuencia específica y así obtener predeciblemente una irrigación segura y eficaz. Los irrigantes tradicionalmente se han introducido dentro del conducto radicular mediante el uso de jeringas y agujas de metal de diferente calibre y diseño de la punta, sin embargo, la experiencia clínica y la investigación han demostrado que este enfoque clásico típicamente resulta en una irrigación ineficaz, particularmente en áreas periféricas tales como anastomosis entre conductos y la parte más apical del conducto radicular (Haapasalo,2010, p.291).

El efecto de bloqueo de vapor “Vapor Lock”, es la captación de aire por un frente de líquido que avanza en microcanales cerrados, es un fenómeno físico bien reconocido, la capacidad de un líquido para penetrar en estos canales de extremo cerrado depende del ángulo de contacto del líquido, la profundidad y tamaño del conducto. En cualquier circunstancia, estos microcanales de extremo cerrado serán eventualmente irrigados después de un tiempo suficiente sean horas o días (Bankoff y Dovgyallo,1989; Migun,2002; Pesse,2005).

Este fenómeno de la captación de aire y el marco de tiempo en el que se completa la irrigación tiene implicancias clínicas cuando los irrigantes se administran mediante el uso de jeringas y agujas desde la corona al tercio medio de un conducto radicular. Dado que la irrigación endodóntica se realiza dentro de un período de tiempo de minutos en lugar de horas o días, la captación de aire en la porción apical del conducto podría impedir el contacto y desinfección de esta porción por el irrigante (Pesse, 2005, p. 150).

Senia et al. (1971) demostró que el NaOCl no se extendió más allá de 3 mm de la longitud de trabajo, incluso después que la porción apical fuera ampliado a un diámetro de 30.

“Esto podría atribuirse al hecho de que el Hipoclorito de sodio (NaOCl) reacciona con material orgánico en el conducto radicular y forma rápidamente microburbujas de gas en dicha porción que se unen en un bloqueo de vapor apical con la instrumentación subsiguiente” (Schoeffel,2008, p.82).

Debido a que el bloqueo de vapor apical no puede desplazarse dentro de un marco de tiempo clínicamente relevante a través de acciones mecánicas simples, evita que fluyan más irrigantes en la región apical. Más importante aún, la microcorriente acústica y la cavitación solo puede ocurrir en una fase líquida. Por lo tanto, una vez que una punta activada por ultrasonido o por ultrasonidos deja el irrigante y entra en el bloqueo de vapor apical, la microcorriente acústica y /o cavitación se convierte físicamente en imposibles (Schoeffel,2008, p.82).

Un método simple para interrumpir el bloqueo de vapor se puede lograr a través del uso de un material de relleno bien ajustado activado manualmente, este método, aunque engorroso, elimina el bloqueo de vapor porque el espacio previamente ocupado por el aire es reemplazado por el material de relleno, llevando al irrigante a la longitud de trabajo (Hanh y McGill ,2008).

La biomecánica de la irrigación, es un factor importante y uno de los factores a los que se puede atribuir los fracasos del tratamiento de conductos, es su desconocimiento; la cual involucra el tipo de irrigante a utilizar, los medios con los cuales es liberado, la forma y el espacio del conducto en el cual es vertido, viéndose generalmente alterado en dientes curvos y/o con conductos estrechos (Clarkson,2006, p. 245).

La biomecánica de la irrigación comprende el tipo de irrigante a utilizar, los Medios en los cuales es Liberado, la Forma y el Espacio del Conducto en el cual es vertido, viéndose mayormente alterado en dientes curvos y/o con conductos estrechos (Engstrom et al., 1964).

Según Leonardo Mario R. en el 2005 la irrigación con las soluciones químicas complementada por la aspiración simultánea y por la inundación posterior del conducto radicular, constituyen recursos físicos insuperables para remover los restos necróticos, los microorganismos y las virutas de dentina resultantes de la instrumentación del mismo. Ese acto operatorio consiste en irrigar las paredes del conducto radicular con una solución química que, al mismo tiempo, al ser sometida a la aspiración, promoverá la limpieza del espacio endodóntico, es importante subrayar que la función de limpieza no se debe a la naturaleza química de la solución de irrigación, sino que se da principalmente por la mayor cantidad o volumen de la solución utilizada (Espejo,2016, p.21).

Haapasalo (1983) afirma: “Muchos de los compuestos utilizados para la irrigación se han modificado químicamente y varios dispositivos mecánicos han sido desarrollados para mejorar la penetración y la eficacia de la irrigación” (p.458).

Una irrigación eficaz está basada en el contacto que debe tener el irrigante con toda la superficie de las paredes del conducto radicular. Sin embargo, la compleja anatomía del ápice del conducto y el efecto de bloqueo de vapor en la región apical “vapor lock” evitan que la irrigación estática convencional pueda lubricar la totalidad de la superficie del conducto radicular (Zehnder, 2002, p.663).

Se ha descubierto que la jeringa de irrigación convencional llega a no más de 2 mm más allá de la punta de la aguja, en la mayoría de los casos, esto va a estar dentro del tercio coronal y medio del conducto. Por lo tanto, es necesario que las soluciones irrigadoras

entren en contacto con toda la superficie del conducto radicular (El Karim, 2007; Torabinejad, 2002).

Varias soluciones irrigadoras se utilizan durante el tratamiento de endodoncia y uno de los requisitos más importantes que debe cumplir todo irrigante es el de proporcionar actividad antimicrobiana, lo cual ha sido ampliamente probado contra las bacterias planctónicas. Sin embargo, las bacterias en el biofilm son hasta 1000 veces más resistentes que las bacterias correspondientes en forma planctónica (Rocas, 2004, p.315).

“En los últimos años, la dinámica de la irrigación juega un papel importante en el proceso de limpieza y desinfección” (Boutsioukis,2009, p.144).

En tal sentido, varias técnicas y sistemas de entrega, han sido desarrolladas para lograr la penetración de las soluciones irrigadoras través de todo el sistema de conductos. Estos pueden ser ampliamente divididos como dispositivos de agitación manual, que incluye el uso de conos de gutapercha, cepillos a nivel del conducto y dispositivos de agitación mecánico – asistida, que incluye la activación sónica, activación ultrasónica y dispositivos de activación recíprocante y/o rotatoria (Gu,2009, p.791).

Boutsioukis et al. (2010) la Irrigación a Presión con Agujas de Ventana Lateral

Mc Gill et al. (2008) la Activación Manual Dinámica

Ahmad et al. (1987) la Activación por Irrigación Ultrasónica Pasiva

Ruddle et al. (2008) la Activación por Irrigación Sónica

ShojiKato et al. (2016) la Activación Rotatoria

“Los estudios actuales han demostrado con éxito, la capacidad de algunas de estas técnicas para llegar hasta la longitud de trabajo usando conductos rectos en los dientes con una sola raíz y en otros estudios aplicándolo en dientes multirradiculares con conductos curvos” (De Gregorio,2010, p.21).

Un irrigante debe estar en contacto directo con las paredes del conducto para que sea efectiva su acción. Sin embargo, a menudo es difícil para el irrigante alcanzar la región apical del conducto debido al llamado efecto de bloqueo de vapor (Pesse, 2005; Schoeffel, 2008).

La investigación ha demostrado que agitar suavemente un cono de gutapercha bien ajustado llamado "cono maestro" hacia arriba y hacia abajo en tramos cortos de 2 a 3 mm (Activación Manual Dinámica) dentro de un conducto instrumentado puede producir un efecto hidrodinámico y mejora significativamente el desplazamiento e intercambio de cualquier irrigante. Estos estudios demostraron que la Activación Manual Dinámica (AMD) fue significativamente más efectiva que un sistema de irrigación automatizado y dinámico como el Sistema RinsEndo y la irrigación estática (McGill,2009 ; Caron,2007).

Varios factores podrían haber contribuido a los resultados positivos de la Activación Manual Dinámica, el primer factor, el movimiento push-pull del cono de gutapercha en el conducto pudo generar mayor vibración del irrigante, debido a los cambios de presión durante los movimientos de empuje, lo que lleva a más efectividad de entrega del irrigante en aquellas superficies del conducto "sin tocar"; el segundo factor, la frecuencia del movimiento push-pull del cono de gutapercha es de 3,3Hz con 100 vibraciones en 30 segundos, comparándola con la frecuencia generada por la Presión Hidrodinámica del Sistema RinsEndo que es 1,6Hz, el tercer factor, el movimiento push-pull del cono de gutapercha probablemente actúa desplazando físicamente el irrigante, generando un movimiento de fluido dentro del sistema de conductos radiculares (Huang,2008, p. 60).

Aunque la Activación Manual Dinámica se ha definido como un método de irrigación de conductos como resultado de su simplicidad y rentabilidad. Sin embargo, la laboriosa naturaleza de este procedimiento activado manualmente dificulta su aplicación

en la práctica clínica habitual, por lo tanto, hay una serie de dispositivos automatizados diseñados para la agitación del irrigante dentro del conducto radicular que están comercialmente disponibles o en producción (McGill et al.,2009). (Anexo 6, Imagen 3)

Richman (1957) afirma: “El uso de los ultrasonidos fue introducido en endodoncia, estos dispositivos habían sido utilizados durante mucho tiempo en periodoncia antes de que Richman lo introdujera como un medio de desbridamiento del conducto”(p.12).

“En 1980, llegó a estar disponible comercialmente un modelo de ultrasonido para uso endodóntico, en comparación con la energía sónica, la energía ultrasónica produce altas frecuencias, pero bajas amplitudes” (Walmsley,1989, p. 189).

Las limas ultrasónicas están diseñadas para oscilar en frecuencias ultrasónicas de 25–30 kHz, que están más allá del límite de la percepción auditiva humana (> 20 kHz). Operan en una vibración transversal, estableciendo un patrón característico de nodos y antinodos a lo largo de su longitud. Dos tipos de irrigación ultrasónica han sido descritos en la literatura, el primer tipo es la combinación de instrumentación ultrasónica simultánea (IUS) y el segundo tipo, a menudo denominado irrigación ultrasónica pasiva (IUP), funciona sin instrumentación simultánea (Van der Sluis y Walmsley, 2010).

Los estudios en sistemas endodónticos han demostrado que los dientes preparados por ultrasonido con dispositivos de Irrigación Ultrasónica (IU) tienen conductos significativamente más limpios que los dientes preparados por la irrigación convencional del conducto radicular (Martin y Stamos,1987).

Sin embargo, otros estudios no han demostrado la superioridad de la Irrigación Ultrasónica (IU) como limpieza primaria y técnica de conformación. Estos resultados podrían atribuirse a la restricción del movimiento vibratorio de la lima ultrasónica dentro de un conducto no instrumentado (Ahmad y Ruddle,2008).

Además, es difícil controlar el corte de la dentina durante la IU y, por lo tanto, la forma del conducto radicular preparado. Con la IU se produjeron perforaciones en banda y conductos altamente irregulares. Por lo tanto, no se percibe generalmente como una alternativa a la instrumentación manual convencional, por el contrario, la literatura de endodoncia sostiene que es más ventajoso aplicar la activación ultrasónica después de completar la preparación del conducto (Abbott y Weller,1980; Zehnder,2002; Lumley y Walmsley, 1989).

El término Irrigación Ultrasónica Pasiva fue utilizado por primera vez por Weller et al, para describir un escenario de irrigación donde no había instrumentación, alisado o contacto de las paredes del canal con una lima o instrumento endodóntico, con esta tecnología sin cortes, se redujo el riesgo de crear formas aberrantes dentro del conducto radicular. Durante la IUP, la energía se transmite desde una lima oscilante por medio de ondas ultrasónicas. Este último induce la transmisión acústica y la cavitación del irrigante (Ahmad,2013; Jensen y Weller,1980).

“La IUP consiste en emplear energía ultrasónica sobre unos aditamentos o instrumentos, que cuando se activan en el interior del conducto, producen un movimiento del agente irrigante” (Richman,1957, p.12).

En el interior del conducto ha sido empleado no sólo únicamente para la activación de la irrigación, sino también para la instrumentación, aunque dejó de usarse para conformar el conducto porque producía grandes transportes apicales, y deformación en el conducto, pudiendo comprometer el éxito del tratamiento (Stock y Lumley,1992).

En comparación con la energía sónica, la energía ultrasónica opera a alta frecuencia, pero a baja amplitud. Las limas están diseñadas para oscilar a frecuencias ultrasónicas de 25-30 kHz, que están más allá del límite del oído humano (> 20 kHz). Operan en una vibración transversal, estableciendo un patrón característico de nodos y

antinodos a lo largo de su longitud. Existen dos tipos de irrigación ultrasónica: La irrigación ultrasónica simultánea y la irrigación ultrasónica pasiva (Rodríguez, 2015, p.61).

En la Activación Ultrasónica Simultánea el conducto radicular no está preparado ni conformado por consiguiente la punta del ultrasonido no vibrara de forma libre dentro del conducto. Haciendo ineficaz la activación del irrigante, produciendo ranuras y preparaciones irregulares (Jiang et al., 2010).

En la Activación Ultrasónica Pasiva se realiza al final de la Preparación Biomecánica (PBM), es un protocolo de irrigación final. El irrigante se inyecta en el conducto radicular con una jeringa y se repone varias veces después de cada ciclo de activación ultrasónica. La solución irrigadora se activa con el uso de una lima de oscilación ultrasónica que ingresa de forma paralela al eje axial de la pieza dentaria, de esta manera la lima emitirá mayor vibración y se obtendrán mejores resultados. La cantidad de irrigante que fluye a través de la región apical del conducto se puede controlar porque se conoce la profundidad de la penetración de la jeringa y el volumen de irrigante administrado, esto no es posible con la Activación Ultrasónica Simultánea o Continua (Jiang et al., 2010).

“El conducto radicular se enjuaga con un irrigante fresco para eliminar los restos desalojados o disueltos de las paredes del conducto, cada irrigante se activa en tres ciclos y cada ciclo tiene una duración de 20 segundos” (Mukhtar,2014, p.188).

La eficacia de esta técnica ha sido comprobada en la eliminación de tejidos pulpaes, residuos de dentina, capas de frotis y bacterias del sistema de conductos radiculares. El término Irrigación Ultrasónica Pasiva, fue introducido por Weller en 1980, cuando se habla de irrigación pasiva, se refiere a que el instrumento empleado no tiene efecto cortante sobre las paredes, sino que solamente transmite la energía al irrigante.

Esta energía puede producir dos fenómenos sobre el líquido: microcorriente acústica o el fenómeno de cavitación (Mukhtar,2014, p.188).

“La microcorriente Acústica fue el término introducido por Walmsley en 1987 es el rápido movimiento de un fluido en un movimiento circular en torno a una lima en vibración que se produce durante la IU” (Walmsley,1989, p.189). (Anexo 6, Imagen 4a y 4b)

Dicha microcorriente también se define como la transmisión que se produce cerca de pequeños obstáculos colocados dentro de un campo de sonido, cerca de pequeñas fuentes de sonido, membranas vibrantes o alambres, que surgen de las fuerzas de fricción entre un límite y medianas vibraciones de frecuencia circular. El patrón de transmisión se corresponde con el patrón característico de los nodos y los antinodos a lo largo de la longitud de la lima oscilante. La amplitud de desplazamiento es máxima en la punta de la lima, probablemente causando un flujo direccional de la parte coronal del conducto. Cuando la lima toca la pared del conducto en un antinodo se reducirá más la amplitud de desplazamiento en comparación con cuando toca en un nodo. Cuando la lima no puede vibrar libremente en el conducto, la microcorriente será menos intensa, sin embargo, no se detendrá completamente (Walmsley,1991, p.84).

La microcorriente acústica resultante depende inversamente de la superficie de la lima que contacta con la pared del conducto. En conductos curvos, precurvar la lima dará lugar a una microcorriente más potente. Una lima precurvada muestra el mismo patrón de nodos y antinodos que una lima recta tanto en aire como en la geometría de un conducto reducido. La intensidad de la microcorriente acústica está directamente relacionada con la velocidad de transmisión. La corriente de cizallamiento causada por la microcorriente acústica produce tensiones de cizallamiento a lo largo de la pared del conducto, las que pueden eliminar los residuos y las bacterias de la pared (Ahmad,1987, p.93). (Anexo 6, Imagen 5)

La cavitación en el contexto de mecánica de fluidos se describe como la formación de cavidades en un líquido a través de fuerzas de tracción inducidas por fluidos a alta velocidad. La cavitación acústica se puede definir como la creación de nuevas burbujas o la expansión, contracción y/o distorsión de las burbujas preexistentes (núcleos) en un líquido, un proceso que está asociado a la energía acústica. Según Roy y cols., pueden ocurrir dos tipos de cavitación durante la activación pasiva ultrasónica: cavitación estable y cavitación transitoria (Roy,1994, p.197).

La cavitación estable puede definirse como la pulsación lineal de cuerpos llenos de gas en un campo de ultrasonidos de baja amplitud. Cavitación transitoria ocurre cuando las burbujas de vapor son sometidas a pulsaciones altamente energéticas. Cuando las presiones acústicas son lo suficientemente altas, las burbujas pueden ser conducidas a un colapso violento, radiando ondas de choque y generando altas presiones y temperaturas internas (Lumley,1992, p.616).

La energía en el punto de colapso es en algunos casos suficiente para disociar las moléculas de gas en la burbuja, que se recombinan radiactivamente para producir luz, un proceso conocido como sonoluminiscencia, la cual se utilizó para detectar la cavitación transitoria (Ahmad,1988, p.486).

La cavitación transitoria sólo se produce cuando la lima vibra libremente en el conducto o cuando toca suavemente (no completamente) la pared del mismo. El aumento (intencional) de contacto con la pared del conducto, como en la irrigación ultrasónica, excluye la cavitación transitoria. La característica de la superficie de la lima es importante para la mejora de la cavitación. En un estudio una lima lisa con bordes afilados y una sección transversal cuadrada produjo más cavitación transitoria que una normal de K-file (Roy ,1994, p. 197).

Los bordes afilados podrían haber inducido la llamada cavitación de borde. La cavitación transitoria era visible en el extremo apical y a lo largo de la longitud de la lima. Cuando la lima entró en contacto con el conducto, la cavitación estable resultó menos afectada que la cavitación transitoria y se podía observar principalmente en el punto medio de la lima. Una lima preformada en un conducto curvo tiene más probabilidades de producir cavitación transitoria en lugar de una lima recta. Otros investigadores afirman que la cavitación proporciona sólo un beneficio menor en la irrigación con ultrasonidos, o que no se produce en absoluto (Van der Sluis ,2007, p.415).

La Activación Rotatoria del irrigante utilizando instrumentos impulsados por un motor eléctrico con movimiento alternativo proporciona una nueva opción para la eliminación de escombros en el sistema de conductos radiculares, particularmente en el tercio apical; adoptando los mismos principios de optimización de la acción de los agentes químicos que utilizan instrumentos no afectados por el contacto con las paredes del conducto, por el espacio en el que operan o por la dispersión de fuerzas dentro del conducto, un instrumento de polímero de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) llamado EasyClean [EC] (desarrollado por Easy Odontological Equipment, Belo Horizonte, Brasil [patente estadounidense pendiente 61 / 849,608]). El instrumento tiene un tamaño de 25 / .04 y una sección transversal en forma de " ala de avión ", dicho instrumento se conecta en el contraángulo (Shoji Kato, 2016, p.43). (Anexo 6, Imagen 6a y 6b)

2.2.-Antecedentes

Abeer (2016) El objetivo de esta investigación fue comparar la eficacia de la Activación Ultrasónica Pasiva (AUP) con hipoclorito de sodio (NaOCl) al 2,5% y solución salina estéril, con el de la irrigación con jeringa convencional en biofilm de *Enterococcus faecalis* intrarradicular. La erradicación de biofilm se evaluó mediante la cuantificación de las Unidades Formadoras de Colonia (UFC) y microscopía electrónica de barrido (MEB). La AUP no aumentó la efectividad de irrigación con NaOCl en la remoción de biopelícula, sin embargo, la AUP cuando se usó con solución salina aumentó la remoción de biofilm. La menor puntuación media restante fue en el tercio apical de todos los grupos de tratamiento en comparación con otros tercios.

Tanomaru (2015) El objetivo de este estudio fue evaluar, in vitro, la eficacia de la Activación Ultrasónica Pasiva (AUP) en la eliminación de *Enterococcus faecalis* en los conductos radiculares de setenta y cinco dientes monorradiculares, después de la preparación del conducto radicular, las muestras fueron inoculadas con *Enterococcus faecalis*. Las muestras se distribuyeron en cinco grupos de acuerdo con el método de irrigación: AUP + solución salina (SS) ; AUP + NaOCl al 1%; irrigación convencional con aguja (IC) + (SS) ; IC + NaOCl al 1%; No irrigación (grupo control). Las muestras microbiológicas se recogieron en tres momentos : después de 21 días de la inoculación, después de la irrigación y finalmente 7 días después de la irrigación. Los datos fueron obtenidos en UFC mL-1. Las muestras post-irrigación no demostraron diferencia estadística entre AUP / SS y IC / SS ni entre AUP / NaOCl y IC / NaOCl , pero AUP / NaOCl y IC / NaOCl tenía menor número de UFC mL-1 que los otros grupos y se llegó a la conclusión que tanto AUP como IC con NaOCl al 1% contribuyen a la desinfección, pero son incapaces de eliminar *Enterococcus faecalis* del sistema de conductos

radiculares. La conclusión a la cual se llegó fue que el uso de una solución irrigadora con actividad antimicrobiana juega un papel esencial en la desinfección del conducto radicular.

2.3.-Justificación de la Investigación

En pleno siglo XXI aún existe prevalencia e incidencia de caries dental que pueden conllevar a realizar tratamientos endodónticos con la finalidad de no perder piezas dentarias. Con la introducción de la instrumentación mecanizada, se realiza la preparación de los conductos en un tiempo bastante reducido sin embargo se deja un porcentaje significativo de la superficie del conducto sin tratar por lo que la solución irrigadora está dirigida a trabajar en esa superficie no tratada.

En este contexto es necesario destacar que cualquier sustancia química necesita, para que sea efectiva, un mínimo de activación que debe ser respetado de acuerdo al protocolo.

La desinfección del conducto radicular reviste de importancia fundamental para que se alcance conjuntamente con la instrumentación el éxito de la terapia endodóntica. Es debido a ello, que existe la necesidad de incentivar la investigación y demostración en un aspecto tan fundamental como la desinfección de los conductos y así dar a conocer su manejo clínico para obtener mejores resultados en nuestros tratamientos.

2.4.- Hipótesis

Dado que los diversos protocolos de activación de los irrigantes empleados en este estudio in vitro, tienen como principal objetivo la eliminación de carga bacteriana presente a lo largo del conducto radicular y siendo las zonas más críticas las del tercio medio y apical, se espera que la Activación Ultrasónica Pasiva del irrigante tenga mayor efectividad antibacteriana en la eliminación de *Enterococcus faecalis*.

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Comparar la efectividad antibacteriana de tres protocolos de activación del irrigante, Activación Manual Dinámica, Activación Ultrasónica Pasiva y Activación Rotatoria en la eliminación de *Enterococcus faecalis* a nivel del tercio medio y apical del conducto radicular.

3.2. Objetivos Específicos

1. Cuantificar la eliminación de *Enterococcus faecalis* con Irrigación Convencional a nivel del tercio medio del conducto radicular.
2. Cuantificar la eliminación de *Enterococcus faecalis* con Irrigación Convencional a nivel del tercio apical del conducto radicular.
3. Estimar la eliminación de *Enterococcus faecalis* con Activación Manual Dinámica del irrigante a nivel del tercio medio del conducto radicular.
4. Estimar la eliminación de *Enterococcus faecalis* con Activación Manual Dinámica del irrigante a nivel del tercio apical del conducto radicular.
5. Establecer la eliminación de *Enterococcus faecalis* con Activación Ultrasónica Pasiva del irrigante a nivel del tercio medio del conducto radicular.
6. Establecer la eliminación de *Enterococcus faecalis* con Activación Ultrasónica Pasiva del irrigante a nivel del tercio apical del conducto radicular.
7. Valorar la eliminación de *Enterococcus faecalis* con Activación Rotatoria del irrigante a nivel del tercio medio del conducto radicular.
8. Valorar la eliminación de *Enterococcus faecalis* con Activación Rotatoria del irrigante a nivel del tercio apical del conducto radicular.

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1. Tipo de estudio

Transversal

Comparativo

Experimental

Prospectivo

4.2. Universo/Muestra/Criterios de selección

4.2.1 Universo

El universo estuvo conformado por piezas dentarias correspondientes a premolares humanas monorradiculares recientemente extraídas en consultorios, hospitales y centros de salud.

4.2.2 Tipo de muestreo

Muestreo aleatorio simple

4.2.3 Muestra

La muestra estuvo conformada por 10 piezas dentarias por grupo correspondientes a premolares humanas monorradiculares.

Distribución de los grupos de la siguiente manera:

Grupo Control

Grupo I: Piezas dentarias tratadas con Irrigación convencional.

Grupos Experimentales

Grupo II: Piezas dentarias tratadas con Activación Manual Dinámica del irrigante.

Grupo III: Piezas dentarias tratadas con Activación Ultrasónica Pasiva del irrigante.

Grupo IV: Piezas dentarias tratadas con Activación Rotatoria del irrigante.

4.2.4 Tamaño de la muestra

La muestra estuvo conformada por 10 piezas dentarias en cada grupo

4.2.5 Criterios de selección

4.2.5.1 Criterios de Inclusión:

- Premolares monorradiculares permanentes extraídas recientemente y conservadas en suero fisiológico.
- Premolares monorradiculares con formación apical completa.
- Premolares monorradiculares con similitud en tamaño, forma.
- Premolares monorradiculares con longitudes promedio y conducto radicular recto
- Premolares monorradiculares con o sin proceso carioso
- Premolares monorradiculares con poca destrucción coronaria.

4.2.5.2 Criterios de Exclusión:

- Premolares monorradiculares permanentes con raíces fracturadas.
- Premolares con conductos calcificados u obstruidos.
- Premolares con antecedentes de procedimientos endodónticos
- Premolares con procesos cariosos que comprometan la integridad del diente.
- Raíces con formación apical incompleta.
- Raíces con signos de reabsorción externa y/o interna.
- Premolares monorradiculares con hipercementosis.
- Premolares birradiculares
- Premolares con tratamiento de endodoncia previa.
- Premolares con curvaturas radiculares pronunciadas, previo análisis radiográfico.

4.3 Variables/Definición/Operacionalización

4.3.1 Variables

Variable Independiente (VI)

Efecto antibacteriano de la Irrigación Convencional

Efecto antibacteriano de la Activación Manual Dinámica del irrigante.

Efecto antibacteriano de la Activación Ultrasónica Pasiva del irrigante.

Efecto antibacteriano de la Activación Rotatoria del irrigante.

Variable Dependiente (VD)

Efectividad antibacteriana de protocolos de activación de los irrigantes.

4.3.2 Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES					
Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Escala	Valores
VARIABLE DEPENDIENTE					
Efectividad Antibacteriana de protocolos de activación de los irrigantes	Eliminación o reducción de la carga bacteriana a nivel del tercio medio y apical	Evaluación en MEB del tercio Medio y Apical	Presencia porcentual de Enterococcus faecalis en el conducto radicular	Ordinal	<p>Categoría 1: Presencia de Enterococcus Faecalis en el conducto radicular 0% - 9%</p> <p>Categoría 2: Presencia de Enterococcus Faecalis en el conducto radicular de 10% hasta 29%</p> <p>Categoría 3: Presencia de Enterococcus Faecalis en el conducto radicular de 30% hasta 49%</p> <p>Categoría 4: Presencia de Enterococcus Faecalis en el conducto radicular 50% hasta 69%</p> <p>Categoría 5: Presencia de Enterococcus Faecalis en el conducto radicular 70% hasta 89 %</p> <p>Categoría 6: Presencia de Enterococcus Faecalis en el conducto radicular 90% hasta 100 %</p>

4.4 Método/Técnica/Procedimientos

4.4.1 Método

Se utilizó el método experimental

4.4.2 Técnica

Se procedió a realizar la validación del instrumento “*Presencia Porcentual de Enterococcus faecalis en el conducto radicular*”; con las microfotografías obtenidas en la muestra piloto se elaboró la ficha de validación, la cual fue repartida a un grupo de jueces especialistas en endodoncia para su respectivo llenado, una vez recolectado los datos, se

Utilizó el programa estadístico Stata v15y se realizó la estrategia estadística Estatinos seguidamente se llevó acabo la prueba de alfa de Cronbach y luego para fines de análisis se realizó la categorización del instrumento. (Anexo 1)

4.4.3 Procedimiento

Aprobación por el comité de ética:

Parte del procedimiento de presente trabajo de investigación fue desarrollado en el laboratorio de microbiología del Hospital Nacional Hipólito Unanue, para ello fue necesario una evaluación rigurosa por el comité de ética del HNHU, una vez aprobado se procedió a su ejecución.

Recolección de la muestra:

Se recolectó premolares monorradiculares permanentes recientemente extraídas y de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión, fueron seleccionadas aleatoriamente 60 dientes, se sumergieron en un recipiente con una solución de hipoclorito de sodio al 4% por 2 horas a una temperatura de 38°C, los restos de tejido fueron removidos con cureta periodontal o con ultrasonido y se almacenó en suero fisiológico a temperatura ambiente, hasta su posterior uso (Anexo 6, Imagen 7 y 8)

Selección de la muestra:

Se seleccionó 40 premolares monorradiculares que presentaron una longitud total promedio de 20 a 22 mm y fueron examinadas con lupas dentales de 3x de aumento para asegurar las buenas condiciones de cada pieza dentaria.

La presencia de un solo conducto se determinó mediante radiografías tomadas a cada pieza en sentido mesio-distal y vestíbulo-lingual. (Anexo 6, Imagen 9)

Acceso Cameral:

Se realizó el acceso cameral de cada pieza dentaria (según protocolo FO -UNFV) empleando fresas de diamante redondas, fresas Endo-Z (Dentsply / Maillefer, Suiza) para regularizar las paredes de la cámara pulpar y finalmente las limas rotatorias Sx de ProTaper Universal (Dentsply/Maillefer Suiza) para realizar el desgaste compensatorio.

Determinación de la longitud de trabajo:

Se estableció disminuyendo 1 mm a la longitud total del instrumento, una vez que la punta de la lima K-file #10 (Dentsply/Maillefer Suiza) se visualice en el foramen apical. Se homogenizo la longitud de trabajo de todas las piezas dentarias a 20 mm por reducción oclusal.

Glide Path:

Para estandarizar el diámetro inicial de la constricción apical, a los conductos radiculares se les realizó un GlidePath a longitud de trabajo hasta una lima K- file # 20, la irrigación se efectuó empleando 2ml de NaOCl al 2.5% en cada cambio de instrumento.

La lima K - file # 10 fue colocada dentro del conducto antes y después de cada instrumentación para asegurar la permeabilidad del conducto.

Seguidamente los conductos se irrigaron y aspiraron con 3 ml de solución salina estéril para la expulsión de los irrigantes residuales.

Distribución de la muestra:

Las piezas dentarias se dividieron al azar en 4 grupos de 10 dientes cada uno, un grupo control y tres grupos experimentales, cada pieza fue colocada verticalmente en tubos criobiales previamente rotulados y fijados por bloques de un material de silicona (Presidente Jet; Coltene AG, Cuyahoga Falls, OH). (Anexo 6, Imagen 10a ,10b)

La distribución de los grupos se realizó de la siguiente manera:

Grupo Control

Grupo I: Piezas dentarias tratadas con Irrigación convencional

Grupos Experimentales

Grupo II: Piezas dentarias tratadas con Activación Manual Dinámica del irrigante.

Grupo III: Piezas dentarias tratadas con Activación Ultrasónica Pasiva del irrigante.

Grupo VI: Piezas dentarias tratadas con Activación Rotatoria del irrigante.

Luego fueron colocados en una caja autoclavable, en un orden específico según rotulación e inmediatamente se procedió a la esterilización de las muestras en autoclave a 121°C durante 20 minutos. (Anexo 6, Imagen11)

Cultivo de *Enterococcus faecalis*:

Se cultivó las cepas de *E. faecalis* (ATCC 29212) en agar tripticasa de soya (TSB) (Difco, Detroit, MI, EE. UU) y se mantuvo en una incubadora a 37°C durante 24 h.

(Anexo 6, Imagen12).

Las bacterias se sembraron en un medio de Agar Sangre Carnero con base Tripticasa de Soya (TSA) (Difco) y se incubo a 37 ° C durante 48 h. (Anexo 6, Imagen13)

La suspensión de bacterias se preparó en solución salina estéril, a una concentración equivalente a 0,5 McFarland y la densidad óptica se midió usando un turbidímetro (MicroScanturbidetMiler,.SIEMENS,. USA) que se ajusta a una

longitud de onda de 620nm que indica un grado de absorbancia entre 0.08 a 0.10 a una concentración equivalente a $1,5 - 2,0 \times 10^8$ UFC/ ml. Luego con caldo Infusión cerebro corazón (BHI) se mezcló con la suspensión bacteriana en una relación 1: 1. (Anexo 6, Imagen14a,14b y 14c)

Contaminación de la muestra:

La contaminación de la muestra se llevó a cabo en una cabina de bioseguridad (VecoFlow Ltda., Campinas, SP, Brasil) donde cada conducto se llenó completamente con la suspensión bacteriana mediante el uso de una jeringa de 10cc y aguja Navitip 30G. (Anexo 6, Imagen15)

Se procedió a inocular la suspensión bacteriana hasta visualizar un sobrepase de este en la porción apical, seguidamente se secó con gasa estéril el ápice para poder sellar los forámenes de cada raíz con resina fotoactivada (Fuji II LC, GC Corporation, Tokio, Japón) para evitar la filtración bacteriana a través del ápice durante la inoculación.

Nuevamente se realizó la inoculación ya con los forámenes sellados para luego colocar cada pieza dentaria en su tubo criobial dentro de la caja autoclavable.

La muestra se incubó en un entorno microaerofílico a 37°C, el BHI estéril se añadió a cada conducto radicular cada 2 días, por un período de incubación de 21 días

Preparación Biomecánica:

La preparación biomecánica de los conductos se realizó con el Sistema Rotatorio Mtwo (DentsplyMaillefer, Ballaigues, Suiza) cada conducto se instrumentó a longitud de trabajo hasta un diámetro en apical ISO 40/.04. (Anexo 6, Imagen16)

Los conductos fueron irrigados con 2 ml de NaOCl al 2.5% entre lima y lima empleando una aguja Navitip calibre 30G (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK, EE.UU) y realizando movimientos de vaivén hasta 2mm antes de la longitud de trabajo.

Grupo Control:**Grupo I (Irrigación Convencional)**

Para el grupo Control se irrigó finalmente con 3 ml de EDTA al 17% y seguidamente con 10 ml de agua destilada; posteriormente los conductos se secaron con puntas de papel absorbentes estériles; este grupo no recibió ninguna activación.

Grupos Experimentales:

Para los grupos Experimentales la Irrigación final se realizó de acuerdo a los protocolos de activación:

Grupo II (Activación Manual Dinámica del irrigante)

Cada solución irrigadora fue renovada y activada por 3 ciclos de 20 segundos y se activó un volumen total de 6ml de NaOCl al 2.5% y 3ml de EDTA al 17%, que fueron distribuidos de la siguiente manera:

La aguja Navitip 30G fue colocada a 1mm antes de la longitud de trabajo y se depositó un volumen de 2ml de NaOCl al 2,5% hasta que se obtenga el llenado completo del conducto y luego se activó empleando un cono de gutapercha bien ajustado a longitud de trabajo aplicando movimientos de vaivén con una frecuencia aproximada de 100 por minuto. (Anexo 6, Imagen17a y 17b)

Se repite por dos veces más el procedimiento anterior.

Con el uso de otra jeringa y aguja Navitip 30G se colocó a longitud de trabajo y se depositó un volumen de 1ml de EDTA al 17% hasta que se obtuvo el llenado completo del conducto y luego se activó empleando un cono de gutapercha bien ajustado a longitud de trabajo aplicando movimientos de vaivén con una frecuencia aproximada de 100 por minuto.

Se repite por dos veces más el procedimiento anterior.

Finalmente, los conductos se irrigaron y aspiraron con un volumen total de 4 ml de agua destilada y después de finalizado el protocolo de activación del irrigante, todas las muestras se secaron con puntas de papel absorbentes estériles.

Grupo III (Activación Ultrasónica Pasiva del irrigante)

Cada solución irrigadora fue renovada y activada por 3 ciclos de 20 segundos y se activó un volumen total de 6ml de NaOCl al 2.5% y 3ml de EDTA al 17%, que fueron distribuidos de la siguiente manera:

La aguja Navitip 30G fue colocada a 1mm antes de la longitud de trabajo y se depositó un volumen de 2ml de NaOCl al 2,5% hasta que se obtuvo el llenado completo del conducto y luego se activó con una lima #25 NITI K-file montada en una pieza de mano ultrasónica (UDS-E LED, UltrasonicScaler, Woodpecker, China) que fue colocada a 1 mm antes de la longitud de trabajo. La lima ultrasónica fue accionada a baja potencia durante 20 segundos y la frecuencia empleada será de $28\text{Khz} \pm 3\text{Khz}$ (UDS-E LED, UltrasonicScaler, Woodpecker, China)

Se repite por dos veces más el procedimiento anterior.(Anexo 6, Imagen 18a y 18b)

Con el uso de otra jeringa y aguja Navitip 30G se colocó a la longitud de trabajo y se depositó un volumen de 1ml de EDTA al 17% hasta que se obtuvo el llenado completo del conducto y luego se activó con una lima #25 NITI K-file montada en una pieza de mano ultrasónica (UDS-E LED, UltrasonicScaler, Woodpecker, China) que fue colocada a 1 mm antes de la longitud de trabajo.La lima ultrasónica fue accionada a baja potencia durante 20 segundos y la frecuencia empleada fue de $28\text{Khz} \pm 3\text{Khz}$ (UDS-E LED, UltrasonicScaler, Woodpecker, China)

Se repite por dos veces más el procedimiento anterior. (Anexo 6, Imagen19a y 19b)

Finalmente, los conductos se irrigaron y aspiraron con un volumen total de 4 ml de agua destilada y después de finalizado el protocolo de activación del irrigante, todas las muestras se secaron con puntas de papel absorbentes estériles.

Grupo IV (Activación Rotatoria del irrigante)

Cada solución irrigadora fue renovada y activada por 3 ciclos de 20 segundos y se activó un volumen total de 6ml de NaOCl al 2.5% y 3ml de EDTA al 17%, que fueron distribuidas de la siguiente manera:

La aguja Navitip 30G fue colocada a 1mm antes de la longitud de trabajo y se depositó un volumen de 2ml de NaOCl al 2,5% hasta que se obtuvo el llenado completo del conducto (Figura 13) y luego se activó empleando un instrumento plástico confeccionado a base de ABS que se introdujo hasta la longitud de trabajo y se acciono con un movimiento alternativo de 180° en el sentido de las agujas del reloj, seguido de un Giro de 90° en sentido antihorario usando un EasyEndo Motor (Easy Equipamientos Odontológicos).

Se repite por dos veces más el procedimiento anterior. (Anexo 6, Imagen 20a y 20b)

Con el uso de otra jeringa y aguja Navitip 30G se colocó a la longitud de trabajo y se depositó un volumen de 1ml de EDTA al 17% hasta que se obtuvo el llenado completo del conducto y luego se activó empleando un instrumento plástico confeccionado a base de ABS que se introdujo hasta la longitud de trabajo y se accionó con un movimiento alternativo de 180° en el sentido de las agujas del reloj, seguido de un Giro de 90° en sentido antihorario usando un EasyEndo Motor (Easy Equipamientos Odontológicos).

Se repite por dos veces más el procedimiento anterior.(Anexo 6, Imagen 21a y 21b)

Finalmente, los conductos se irrigaron y aspiraron con un volumen total de 4 ml de agua destilada y después de finalizado el protocolo de activación del irrigante, todas las muestras se secaron con puntas de papel absorbentes estériles.

Microscopía Electrónica de Barrido:

Fijación en Glutaraldehído:

Para la Evaluación de la Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) las muestras se fijaron en glutaraldehído para MEB al 2% durante 24 horas. (Anexo 6, Imagen 22)

Corte de las piezas dentarias:

Se midió desde el ápice una altura de 9 mm, seguidamente se preparó una muesca transversal en vestibular y lingual de los dientes con la ayuda de un disco de carburo de silicio (DentsplyMaillefer, Tulsa, OK) sin penetrar en el conducto principal, estas muescas sirvieron de guía para determinar nuestras áreas de estudio en tercio medio y tercio apical. (Anexo 6, Imagen 23). Posterior a ello se realizó muescas longitudinales en vestibular y lingual y con un disco de carburo se procedió a seccionar la corona y el tercio medio, seguidamente las piezas dentarias se dividieron en dos mitades utilizando un cincel y la más representativa será seleccionada y se codificará. (Anexo 6, Imagen 24)

Deshidratación en Etanol Absoluto:

Se deshidrataron las muestras en concentraciones ascendentes de alcohol de 20° a 100°, se mantuvieron por 10 minutos en cada concentración y en la última por 40 minutos. (Anexo 6, Imagen25)

Desecación en CO₂:

Las piezas dentarias fueron colocadas en stacks metálicos, cada stack contenía papel filtro. Seguidamente se introdujeron en un desecador con CO₂ por 90 minutos. (Ver Anexo 6, Imagen 26)

Posicionamiento en el Estereomicroscopio:

Se procedió a posicionar cada muestra en un pin metálico que contenía una fibra de carbono. La verificación del correcto posicionamiento se realizó bajo el estéreo microscopio. (Anexo 6, Imagen 27)

Metalización en Oro:

Una vez posicionados correctamente, se procedió a la metalización en bañado de Oro. (Anexo 6, Imagen 28)

Microscopía Electrónica:

Las muestras codificadas serán programadas para la MEB en modo de alto vacío (2 nm a 30 kV 5-500 0009; Inca-x 50; Oxford Instruments, Inglaterra, Reino Unido) y mediante un software se visualizaron las microfotografías a 2000x y 10000x. (Anexo 6, Imagen 29)

Se estudió los últimos 9 mm de la longitud total radicular, el primero de 4 mm que será tercio apical y el segundo de 5 mm que será el tercio medio, con el fin de evaluarlos detalladamente. (Anexo 6, Imagen 30)

Se tomó dos fotografías con ampliaciones de 2000X y 10000X en cada área de estudio (Tercio medio y tercio apical) Cada mitad fue examinada individualmente bajo MEB (JEOL JSM-636OLV, Tokio, Japón) a un voltaje de aceleración de 25 kV. Por cada espécimen se tomaron 4 microfotografías.

El criterio de evaluación para determinar la Efectividad Antibacteriana de los protocolos de activación de los irrigantes a nivel del tercio medio y apical fue realizado con un sistema de puntuación validado por un grupo de jueces especialistas en endodoncia, la cual se denominó “**Presencia Porcentual de Enterococcus faecalis en el conducto radicular**” se determinó las siguientes categorías expresadas en 6 intervalos. (Anexo 1)

Categoría 1: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular 0% - 9%

Categoría 2: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular de 10%-29%

Categoría 3: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular de 30%- 49%

Categoría 4: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular 50% - 69%

Categoría 5: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular 70% - 89 %

Categoría 6: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular 90% - 100 %

4.5 Recolección de datos.

La recolección de datos se realizó en fichas, previamente preparadas y se registró toda la información obtenida de las microfotografías, las cuales fueron observadas en el programa Windows Live Foto Gallery. Se aplicó el método de simple ciego, sin conocer a qué grupo corresponde cada microfotografía con el fin de obtener mayor objetividad en nuestras fichas de recolección. La presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* que se obtuvo en cada microfotografía se clasificó según nuestro Sistema de puntuación explicado anteriormente. (Anexo 4)

4.6 Consideraciones Éticas

Para la investigación se utilizó como unidades de estudio dientes premolares humanos que fueron extraídos por motivos ortodónticos. Los pacientes fueron informados del estudio que se realizó y se les solicitó la posibilidad que donen sus piezas dentarias extraídas. Se les entregó una ficha de consentimiento informado que fue llenada por el paciente, en caso de ser menor de edad el documento fue llenado por el padre o el apoderado. (Anexo 7). El sustento principal de nuestra investigación fue la de trabajar en dientes humanos, no existe vulneración ética en el procedimiento ya que las exodoncias para obtener dichos especímenes fueron por razones terapéuticas ajenas al presente estudio

así mismo el presente trabajo de investigación respeto todas las normas establecidas para su elaboración y los datos obtenidos no fueron desvirtuados.

4.7 Plan de Análisis

Para el análisis estadístico de los datos, se preparó una base de datos en Excel y luego se pasó al programa Stata v15, posteriormente se realizó un análisis descriptivo sobre la presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* por tipo de protocolo de activación del irrigante a través de tablas de frecuencias con sus respectivos porcentajes y se elaboró para cada una de las tablas sus respectivas gráficas de barras, también se elaboraron tablas descriptivas a través de las medidas de resumen (media, desviación estándar, mínimo, máximo) usando el porcentaje de presencia de *Enterococcus faecalis* para cada grupo y también para la comparación entre ellas, se elaboró la gráfica de barras de las medias \pm Desviación estándar.

Para la comparación de los grupos con sus porcentajes exactos se utilizó la prueba de chi² con un nivel de significancia de 0.05.

V. RESULTADOS

Este trabajo de investigación tiene como objetivo general comparar la efectividad antibacteriana de tres protocolos de activación del irrigante: Activación Manual Dinámica, Activación Ultrasónica Pasiva y Activación Rotatoria en la eliminación de *Enterococcus faecalis* nivel del tercio medio y apical del conducto radicular.

La muestra se conformó por 40 premolares superiores o inferiores monorradiculares teniendo en cuenta los criterios de selección, las cuales fueron distribuidas al azar en cuatro grupos de 10 piezas dentarias cada uno.

El Grupo I: Irrigación Convencional; Grupo II: Activación Manual Dinámica; Grupo III: Activación Ultrasónica Pasiva y Grupo IV: Activación Rotatoria.

De acuerdo a nuestros objetivos para poder determinar la eliminación de *Enterococcus faecalis* fue necesario crear una escala validada para establecer la presencia porcentual de esta bacteria en el conducto radicular.

En cuanto a la presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* del grupo Irrigación Convencional a nivel del tercio medio del conducto radicular a 2000x y 10000x; se encuentra que el 70% y 80% de los casos respectivamente, obtuvo Categoría 1, que indica presencia porcentual de *E. faecalis* de 0% - 9%, por consiguiente, una eliminación de *E. faecalis* entre 91% - 100%. (Tabla 1, Figura 1)

Tabla 1

Presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* del grupo Irrigación Convencional a nivel del tercio medio del conducto radicular a 2000x y 10000x.

Presencia porcentual de <i>E. faecalis</i>	A 2000x		A 10000x	
	Nº	%	Nº	%
Categoría 1	7	70.0	8	80.0
Categoría 2	3	30.0	2	20.0
Total	10	100.0	10	100.0

*Categoría 1: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular de 0% - 9%.

*Categoría 2: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular de 10% - 29%.

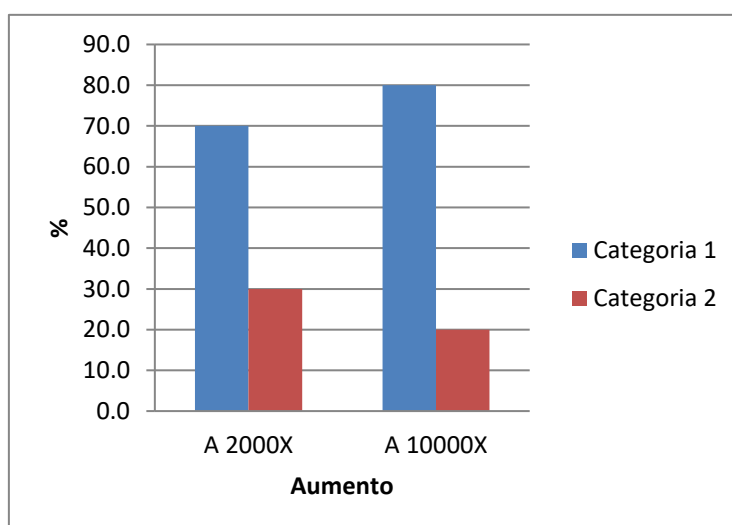


Figura 1. Presencia porcentual de *E. faecalis* del grupo Irrigación Convencional a nivel del Tercio medio a 2000x y 10000x.

En cuanto a la presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* del grupo Irrigación Convencional a nivel del tercio apical del conducto radicular a 2000x y 10000x. Se encuentra que el 50% de los casos visualizados a 2000x obtuvo Categoría 1, que indica presencia porcentual de *E. faecalis* de 0%-9%, por consiguiente, una eliminación de *E. faecalis* entre 91% - 100%. (Tabla 2, Imagen 2). En los casos visualizados a 10000x, el 60% obtuvo una Categoría 2, que indica presencia porcentual de *E. faecalis* de 10%-29%, por consiguiente, una eliminación de *E. faecalis* entre 71%- 90%. (Tabla 2, Figura II)

Tabla 2

Presencia porcentual de Enterococcus faecalis del grupo Irrigación Convencional a nivel del tercio apical del conducto radicular a 2000x y 10000x.

Presencia porcentual de <i>E. faecalis</i>	A 2000x		A 10000x	
	N°	%	N°	%
Categoría 1	5	50.0	2	20.0
Categoría 2	3	30.0	6	60.0
Categoría 3	2	20.0	2	20.0
Total	10	100.0	10	100.0

*Categoría 1: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular de 0% - 9%.

*Categoría 2: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular de 10% -29%.

*Categoría 3: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular de 30%-49%.

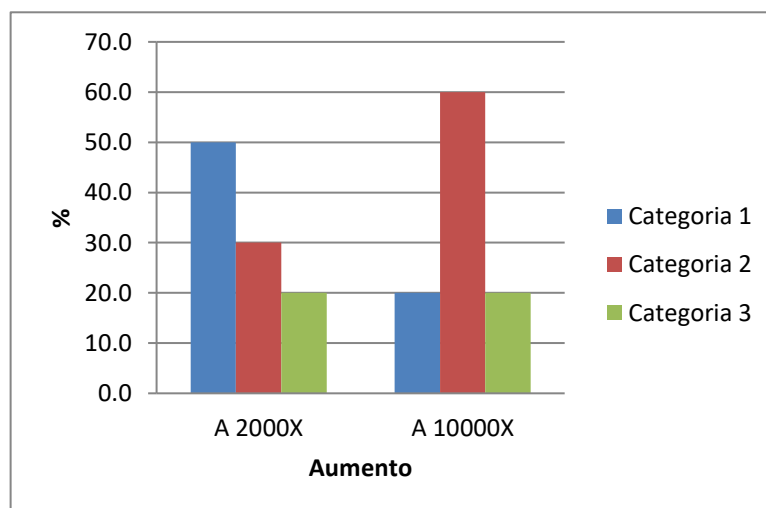


Figura II. Presencia porcentual de *E. faecalis* del grupo Irrigación Convencional en el Tercio apical a 2000x y 10000x.

En cuanto a la presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* del grupo Activación Manual Dinámica a nivel del tercio medio del conducto radicular a 2000x y 10000x; se encuentra que el 80% en ambos casos, obtuvo Categoría 1, que indica presencia porcentual de *E. faecalis* de 0% - 9%, por consiguiente, una eliminación de *E. faecalis* entre 91% - 100%. (Tabla 3, Figura III)

Tabla 3

Presencia porcentual de Enterococcus faecalis del grupo AMD a nivel del tercio medio del conducto radicular a 2000x y 10000x

Presencia porcentual de <i>E. faecalis</i>	A 2000x		A 10000x	
	Nº	%	Nº	%
Categoría 1	8	80.0	8	80.0
Categoría 2	2	20.0	2	20.0
Total	10	100.0	10	100.0

*Categoría 1: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular de 0% - 9%.

*Categoría 2: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular de 10% -29%.

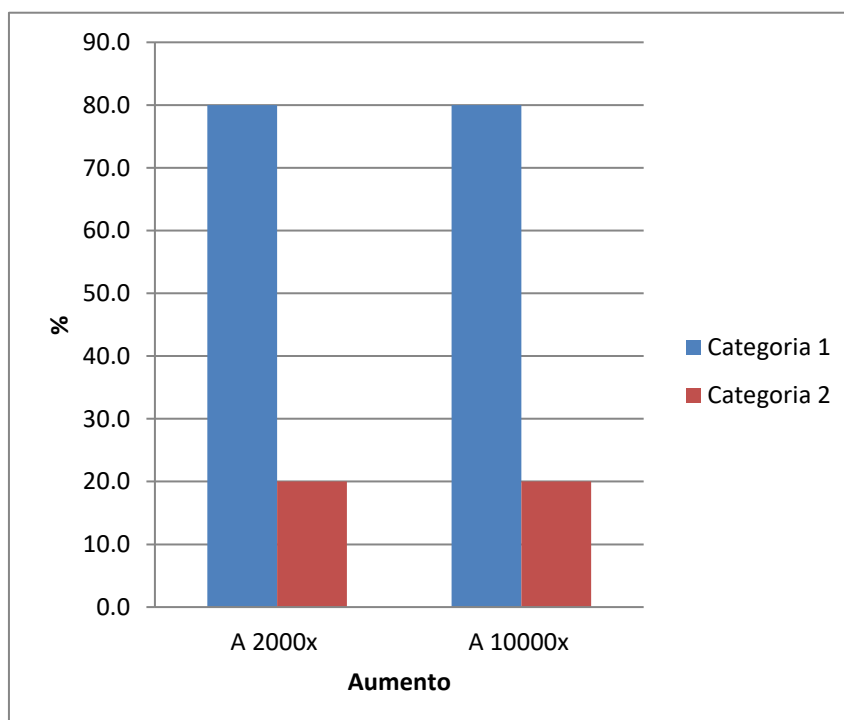


Figura III. Presencia porcentual de *E. faecalis* del grupo AMD en el Tercio medio a 2000x y 10000x.

En cuanto a la presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* del grupo Activación Manual Dinámica a nivel del tercio apical del conducto radicular a 2000x y 10000x. Se encuentra que el 60% en ambos casos, obtuvo Categoría 1, que indica presencia porcentual de *E. faecalis* de 0%-9%, por consiguiente, una eliminación de *E. faecalis* entre 91% - 100%. (Tabla 4, Figura IV)

Tabla 4
Presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* del grupo AMD a Nivel del tercio apical del conducto radicular a 2000x y 10000x

Presencia porcentual de <i>E. faecalis</i>	A 2000x		A 10000X	
	Nº	%	Nº	%
Categoría 1	6	60.0	6	60.0
Categoría 2	4	40.0	2	20.0
Categoría 3	0	0.0	2	20.0
Total	10	100.0	10	100.0

*Categoría 1: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular 0% - 9%.

*Categoría 2: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular de 10%-29%.

*Categoría 3: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular de 30%-49%.

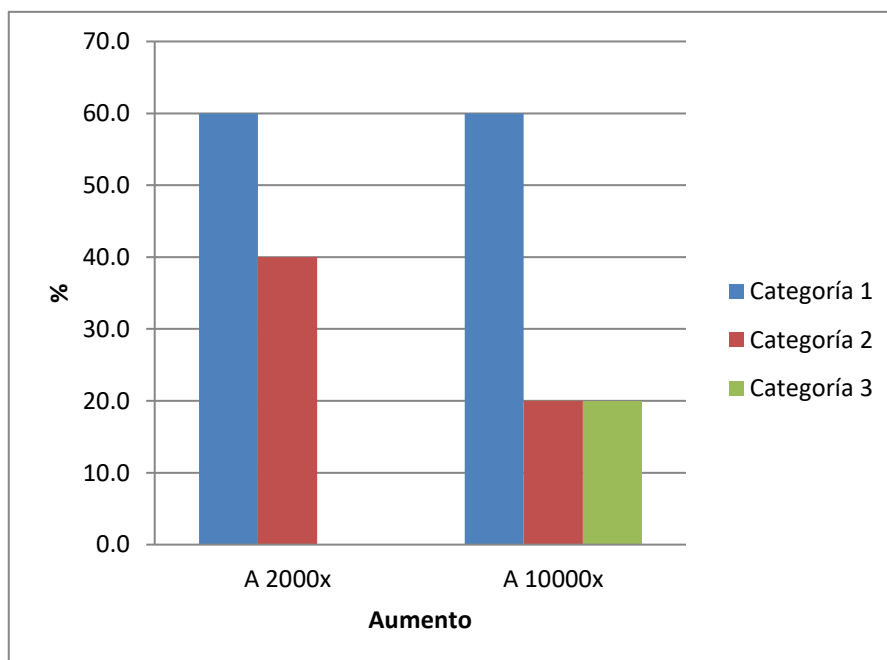


Figura IV. Presencia porcentual de *E. faecalis* del grupo AMD a nivel del Tercio apical a 2000x y 10000x.

En cuanto a la presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* del grupo Activación Ultrasónica Pasiva a nivel del tercio medio del conducto radicular a 2000x y 10000x. Se encuentra que el 100% en ambos casos, obtuvo Categoría 1, que indica presencia porcentual de *E. faecalis* de 0%-9%, por consiguiente, una eliminación de *E. faecalis* entre 91% - 100%. (Tabla 5, Figura V)

Tabla 5
Presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* del grupo Activación Ultrasónica Pasiva a nivel del tercio medio del conducto radicular a 2000x y 10000x

Presencia porcentual de <i>E. faecalis</i>	A 2000x		A 10000x	
	N°	%	N°	%
Categoría 1	10	100.0	10	100.0
Total	10	100.0	10	100.0

*Categoría 1: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular 0% - 9%.

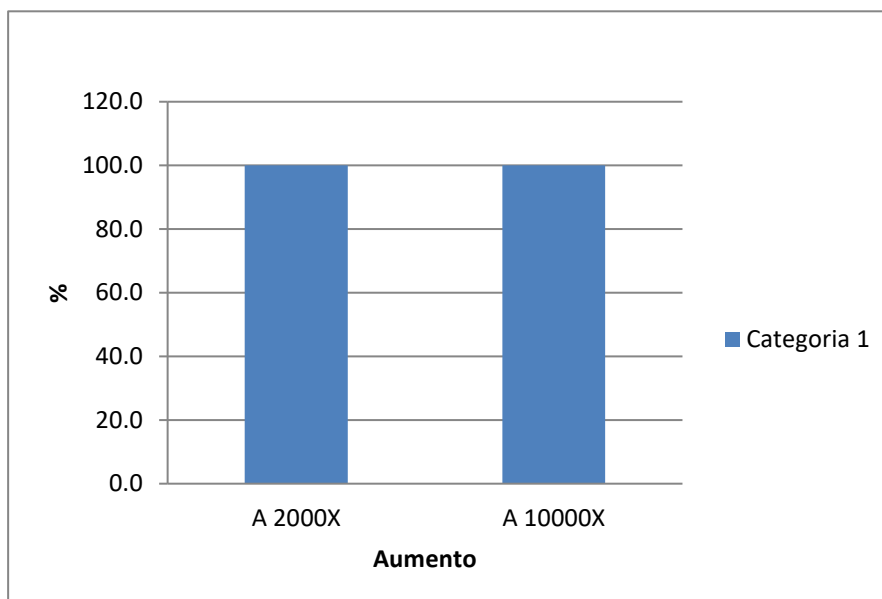


Figura V. Presencia porcentual de *E. faecalis* del grupo AUP a nivel del Tercio medio a 2000x y 10000x.

En cuanto a la presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* del grupo Activación Ultrasónica Pasiva a nivel del tercio apical del conducto radicular a 2000x y 10000x. Se encuentra que el 100% en ambos casos, obtuvo Categoría 1, que indica presencia porcentual de *E. faecalis* de 0%-9%, por consiguiente, una eliminación de *E. faecalis* entre 91% - 100%. (Tabla 6, Figura VI)

Tabla 6

Presencia porcentual de Enterococcus faecalis del grupo Activación Ultrasónica Pasiva a nivel del tercio apical del conducto radicular a 2000x y 10000x

Presencia porcentual de <i>E. faecalis</i>	A 2000x		A 10000x	
	N°	%	N°	%
Categoría 1	10	100.0	10	100.0
Total	10	100.0	10	100.0

*Categoría 1: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular 0% - 9%.

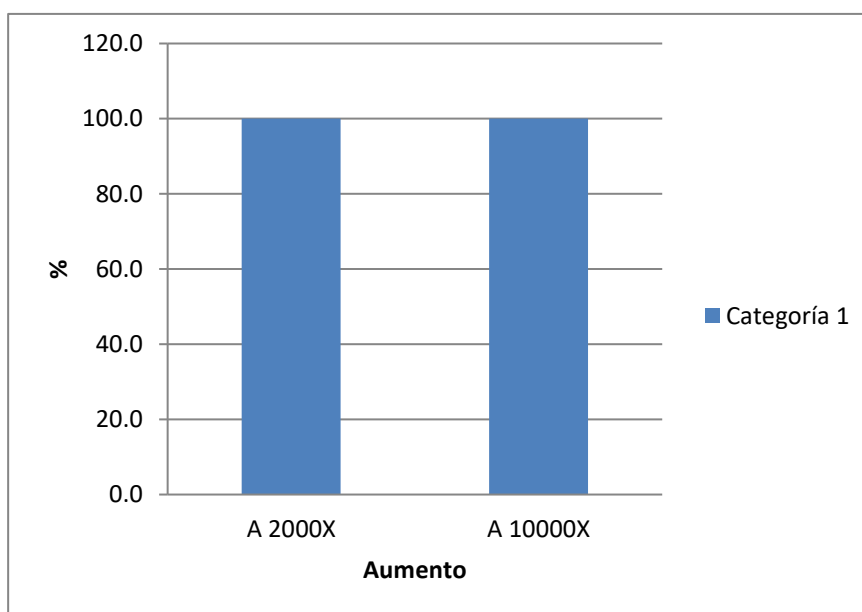


Figura VI. Presencia porcentual de *E. faecalis* del grupo AUP a nivel del Tercio apical a 2000x y 10000x.

En cuanto a la presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* del grupo Activación Rotatoria a nivel del tercio medio del conducto radicular a 2000x y 10000x. Se encuentra que el 80% en ambos casos, obtuvo Categoría 1, que indica presencia porcentual de E. faecalis de 0%-9%, por consiguiente, una eliminación de E. faecalis entre 91% - 100%. (Tabla 7, Figura VII)

Tabla 7

Presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* del grupo Activación Rotatoria a nivel del tercio medio del conducto radicular a 2000x y 10000x

Presencia porcentual de <i>E. faecalis</i>	A 2000X		A 10000x	
	Nº	%	Nº	%
Categoría 1	8	80.0	8	80.0
Categoría 2	2	20.0	0	0.0
Categoría 3	0	0.0	2	20.0
Total	10	100.0	10	100.0

*Categoría 1: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular de 0% - 9%.

*Categoría 2: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular de 10% - 29%.

*Categoría 3: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular de 30% - 49%.

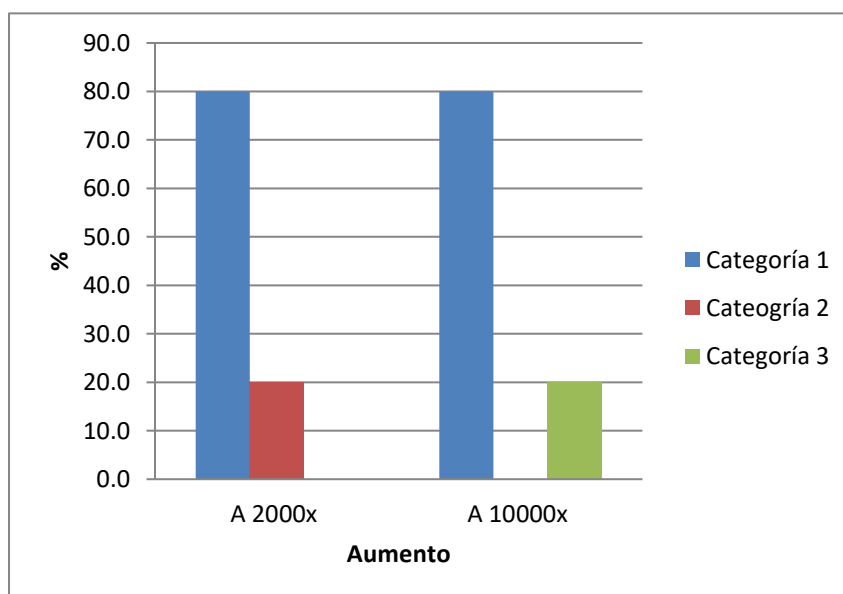


Figura VII. Presencia porcentual de E. faecalis del grupo AR a nivel del Tercio medio a 2000x y 10000x.

En cuanto a la presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* del grupo Activación Rotatoria a nivel del tercio apical del conducto radicular a 2000x y 10000x. Se encuentra que el 80% y 40% de los casos respectivamente, obtuvo Categoría 1, que indica presencia porcentual de *E. faecalis* de 0%-9%, por consiguiente, una eliminación de *E. faecalis* entre 91% - 100%. (Tabla 8, Figura VIII)

Tabla 8
Presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* del grupo Activación Rotatoria a nivel del tercio apical del conducto radicular a 2000x y 10000x

Presencia porcentual de <i>E. faecalis</i>	A 2000x		A 10000x	
	N°	%	N°	%
Categoría 1	8	80.0	4	40.0
Categoría 2	0	0.0	2	20.0
Categoría 3	2	20.0	2	20.0
Categoría 5	0	0.0	2	20.0
Total	10	100.0	10	100.0

*Categoría 1: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular de 0% - 9%.

*Categoría 2: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular de 10% - 29%.

*Categoría 3: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular de 30%-49%.

*Categoría 5: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular de 70% -89 %.

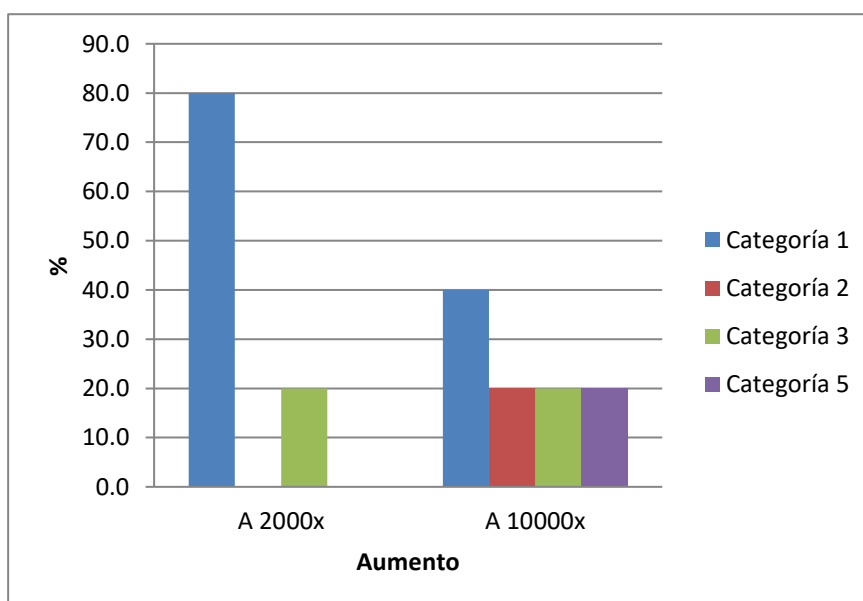


Figura VIII. Presencia porcentual de *E. faecalis* del grupo AR a nivel del Tercio apical a 2000x y 10000x.

En cuanto a la Comparación de la eliminación de *Enterococcus faecalis* con Irrigación Convencional (IC), Activación Manual Dinámica (AMD), Activación Ultrasónica Pasiva (AUP) y Activación Rotatoria (AR) a nivel del tercio medio del conducto radicular a 2000x. Se demuestra que el grupo AUP mostró mejor efectividad antibacteriana obteniendo en todos sus casos Categoría 1, por consiguiente, una eliminación de *E. faecalis* entre 91%-100%. Las diferencias entre grupos no fueron estadísticamente significativas $P=0.063$ ($P > 0.05$) (Tabla 9, Figura IX)

Tabla 9.

Presencia porcentual de Enterococcus faecalis con IC, AMD, AUP y AR a nivel del tercio medio del conducto radicular a 2000x

	IC		AMD		AUP		AR		
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	
Categoría 1	7	70.0	8	80.0	10	100.0	8	80.0	33
Categoría 2	3	30.0	2	20.0	0	0.0	0	0.0	5
Categoría 3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	20.0	2
Total	10	100.0	10	100.0	10	100.0	10	100.0	40

Pearson $\chi^2(6) = 11.9758$ $P = 0.063$

No hay diferencias significativas, $P > 0.05$

*Categoría 1: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular 0% - 9%.

*Categoría 2: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular de 10% - 29%.

*Categoría 3: Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular de 30% -49%.

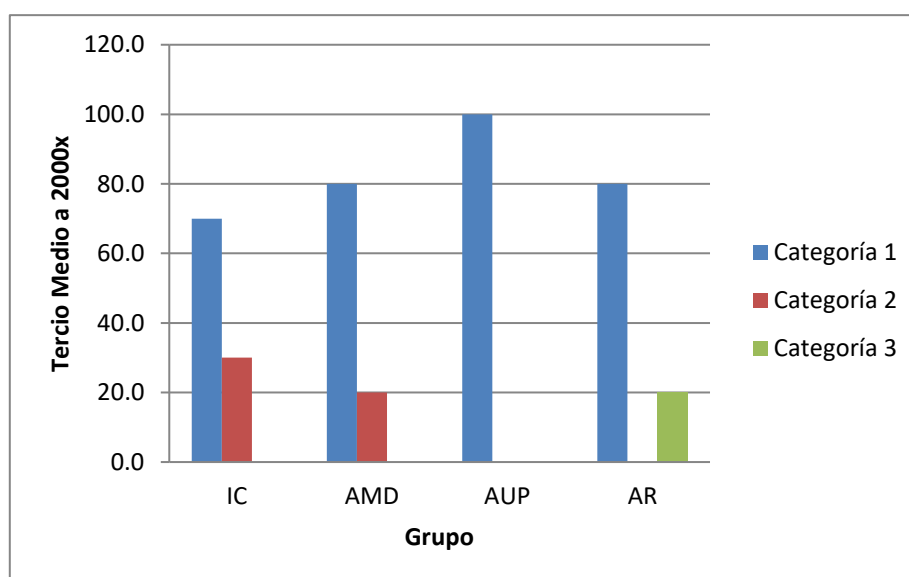


Figura IX. Comparación de la Efectividad antibacteriana en todos los grupos a nivel del tercio medio a 2000x

En cuanto a la Comparación de la eliminación de *Enterococcus faecalis* con Irrigación Convencional (IC), Activación Manual Dinámica (AMD), Activación Ultrasónica Pasiva (AUP) y Activación Rotatoria (AR) a nivel del tercio medio del conducto radicular a 10000x. Se demuestra que el grupo AUP mostró mejor efectividad antibacteriana obteniendo en todos sus casos Categoría 1, por consiguiente, una eliminación de *E. faecalis* entre 91%-100%. Las diferencias entre grupos no fueron estadísticamente significativas $P=0.111$ ($P > 0.05$) (Tabla 10, FiguraX)

Tabla 10

Presencia porcentual de *Enterococcus faecalis* con IC, AMD, AUP y AR a nivel del tercio medio del conducto radicular a 10000x

A 10000x	Grupo								Total
	IC		AMD		AUP		AR		
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	
Categoría 1	8	80.0	8	80.0	10	100.0	8	80.0	34
Categoría 2	2	20.0	2	20.0	0	0.0	0	0.0	4
Categoría 5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	20.0	2
Total	10	100.0	10	100.0	10	100.0	10	100.0	40

Pearson $\chi^2(6) = 10.3529$ $P = 0.111$

No hay diferencias significativas, $P > 0.05$

*Categoría (1): Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular 0% - 9%.

*Categoría (2): Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular de 10% - 29%.

* Categoría (5): Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular 70% - 89 %.

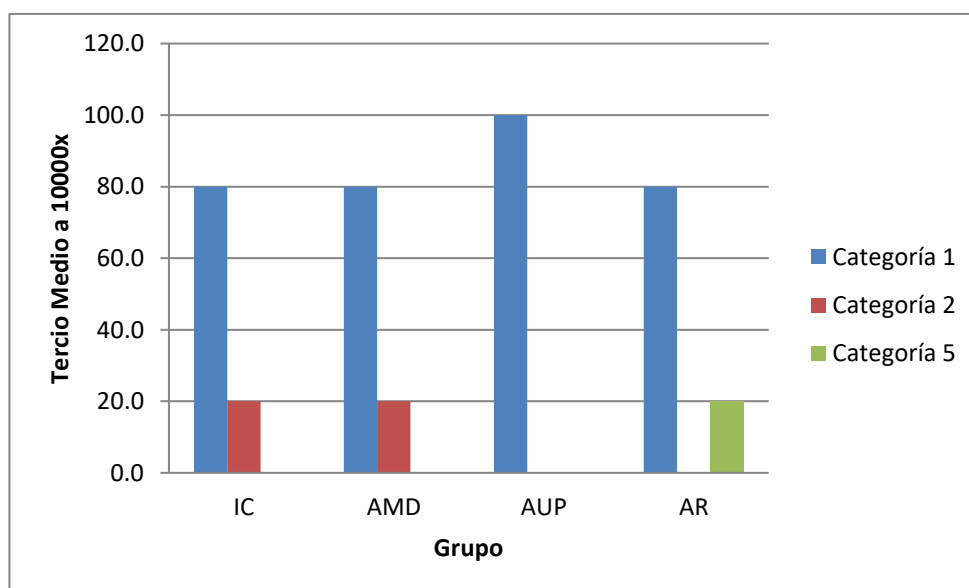


Figura X. Comparación de la Efectividad antibacteriana en todos los grupos a nivel del tercio medio a 10000x.

En cuanto a la Comparación de la eliminación de *Enterococcus faecalis* con Irrigación Convencional (IC), Activación Manual Dinámica (AMD), Activación Ultrasónica Pasiva (AUP) y Activación Rotatoria (AR) a nivel del tercio apical del conducto radicular a 2000x. Se demuestra que el grupo AUP mostró mejor efectividad antibacteriana obteniendo en todos sus casos Categoría 1, por consiguiente, una eliminación de *E. faecalis* entre 91%-100%. Las diferencias entre grupos fueron estadísticamente significativas $P=0.038$ ($P < 0.05$). (Tabla 11, Figura XI)

Tabla 11

Presencia porcentual de Enterococcus faecalis con IC, AMD, AUP y AR a nivel del tercio apical del conducto radicular a 2000x

A 2000x	Grupo								Total
	IC		AMD		AUP		AR		
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	
Categoría 1	5	50.0	6	60.0	10	100.0	8	80.0	29
Categoría 2	3	30.0	4	40.0	0	0.0	0	0.0	7
Categoría 3	2	20.0	0	0.0	0	0.0	2	20.0	4
Total	10	100.0	10	100.0	10	100.0	10	100.0	40

Pearson $\chi^2(6) = 13.3202$ $P = 0.038$

Se encuentra diferencias significativas, $P < 0.05$

*Categoría (1): Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular 0% - 9%.

*Categoría (2): Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular de 10% - 29%.

*Categoría (3): Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular de 30% - 49%.

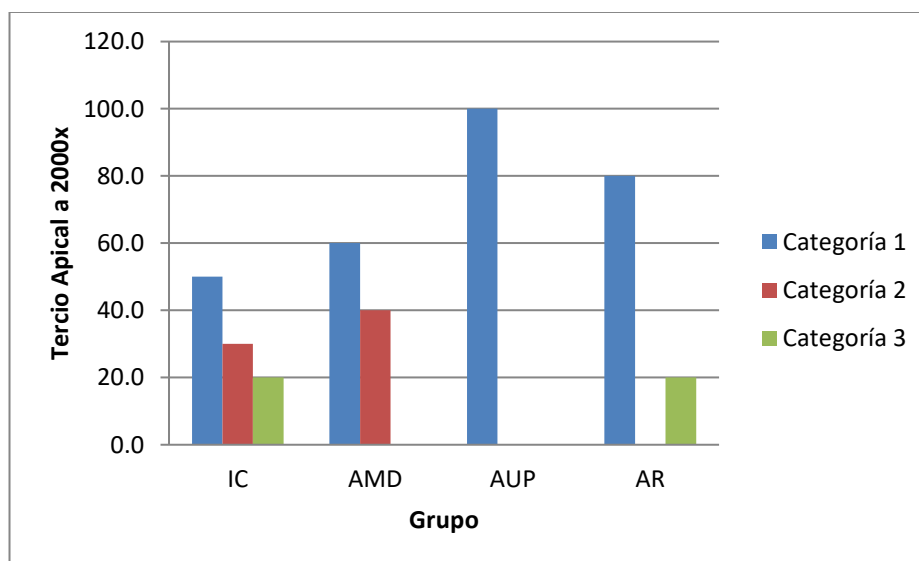


Figura XI. Comparación de la Efectividad Antibacteriana en todos los grupos a nivel del tercio apical a 2000x

En cuanto a la Comparación de la eliminación de *Enterococcus faecalis* con Irrigación Convencional (IC), Activación Manual Dinámica(AMD), Activación Ultrasonica Pasiva (AUP) y Activación Rotatoria (AR) a nivel del tercio apical del conducto radicular a 10000x. Se demuestra que el grupo AUP mostró mejor efectividad antibacteriana obteniendo en todos sus casos Categoría 1, por consiguiente, una eliminación de *E. faecalis* entre 91%-100%. Las diferencias entre grupos fueron estadísticamente significativas $P=0.009$ ($P < 0.05$). (Tabla 12, Figura XII)

Tabla 12

Presencia porcentual de Enterococcus faecalis con IC, AMD, AUP y AR a nivel del tercio apical del conducto radicular a 10000x

A 10000X	Grupo								Total
	IC		AMD		AUP		AR		
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	
Categoría 1	2	20.0	6	60.0	10	100.0	4	40.0	22
Categoría 2	6	60.0	2	20.0	0	0.0	2	20.0	10
Categoría 3	2	20.0	2	20.0	0	0.0	2	20.0	6
Categoría 5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	20.0	2
Total	10	100.0	10	100.0	10	100.0	10	100.0	40

Pearson $\chi^2(9) = 21.9636$ $P = 0.009$

Se encuentra diferencias significativas, $P < 0.05$

*Categoría (1): Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular 0% - 9%.

*Categoría (2): Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular de 10% - 29%.

*Categoría (3): Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular de 30% - 49%.

*Categoría (5): Presencia de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular 70% - 89%

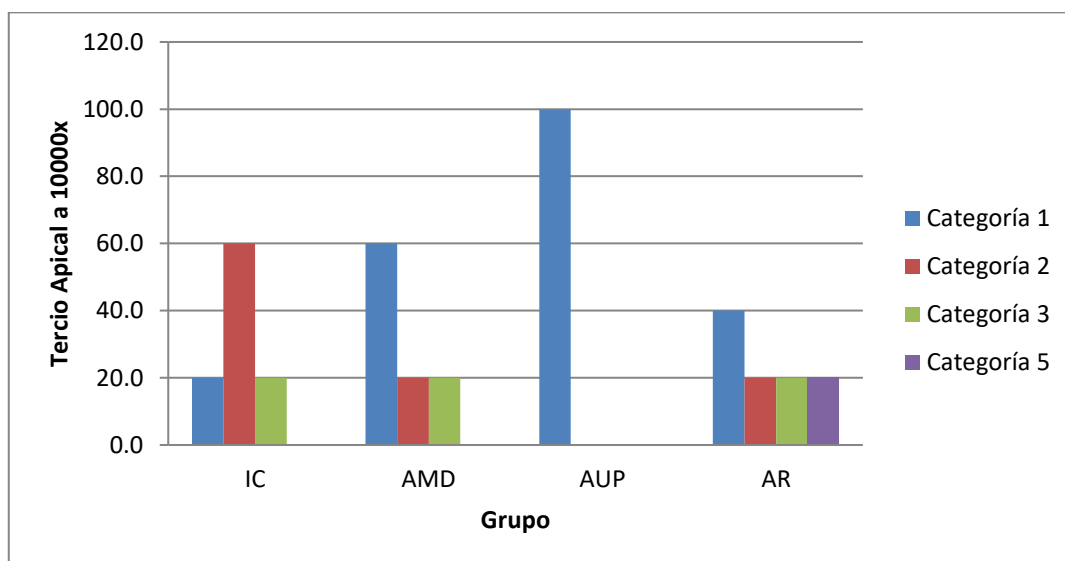


Figura XII. Comparación de la Efectividad Antibacteriana en todos los grupos a nivel del tercio apical a 10000x.

VI. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación presentan una gran relevancia clínica ya que se da a conocer y expone la efectividad antibacteriana de cada uno de los protocolos de activación del irrigante. Aportando con ello alternativas en lograr un mejor grado de limpieza y desinfección de los conductos radiculares en la práctica clínica.

En el presente estudio se demostró que el Grupo Activación Ultrasónica Pasiva presentó una mejor efectividad antibacteriana en la eliminación de *E. faecalis* a nivel del tercio medio y apical del conducto radicular para ambos aumentos 2000x y 10000x, registrando en todos los casos evaluados Categoría (1) que indica una presencia porcentual de *E. faecalis* de 0% a 9%, es decir una eliminación de esta bacteria entre 91% - 100%.

Los sistemas de activación perciben dos objetivos principales, limpieza y desinfección de los conductos radiculares.

Actualmente existe gran reporte de trabajos de investigación que tienen como objetivo estudiar la efectividad de los Sistemas de Activación en remover el smear layer o barrillo dentinario a nivel del conducto, es decir, que tan capaces pueden ser estos sistemas para generar túbulos dentinarios abiertos, limpios y sin contenido inorgánico, para ello, tenemos diferentes sistemas de medición que se emplean, uno de ellos es la “Escala de Hullsman”, lamentablemente esta escala no se puede aplicar cuando queremos evaluar el grado de desinfección una vez que se emplean dichos sistemas de activación.

La desinfección de los conductos es un punto importante a tomar en cuenta en nuestros tratamientos y se hace de más relevante cuando estamos frente a casos con Diagnóstico de necrosis pulpar o periodontitis apical crónica, donde sabemos que existe gran carga bacteriana, siendo la bacteria predominante para ambos casos el *Enterococcus faecalis*.

Los antecedentes que se mencionaran a continuación evaluaron la efectividad antibacteriana de los Sistemas de Activación del irrigante, empleando en la gran mayoría de ellos el método de cuantificación de bacterias UFC, el cual ha demostrado que no es un método tan preciso para contabilizar presencia o ausencia bacteriana.

Por tal razón para el presente trabajo de investigación fue requisito indispensable crear una escala que permita evaluar la **“Presencia Porcentual de Enterococcus faecalis en el conducto radicular”**, para ello fue necesario ejecutar la validación de nuestra escala de medición por un grupo de jueces especialistas en el área, debido a que nuestro trabajo de investigación tiene como principal objetivo “Evaluar la efectividad antibacteriana de protocolos de activación del irrigante en la eliminación de Enterococcus faecalis”

Abeer *et al.*(2016) realizó un trabajo de investigación donde comparo la eficacia de la AUP (usando NaOCl 2.5% y Solución salina) con la IC para erradicar el biofilm de Enterococcus faecalis intrarradicular, este estudio empleo como método de cuantificación de bacterias UFC , obteniendo como resultado que la AUP obtuvo mejor resultado cuando se usó con solución salina, pero no hubo diferencia significativa cuando se comparó con la IC, lo cual difiere con los resultados de la presenta investigación cuando se compara AUP y la IC obteniendo resultados estadísticamente significativos, otro factor a tomar en cuenta es la metodología que se usó en este trabajo citado, dado que emplean UFC que se sabe no es un método tan exacto cuando se emplea bajo determinadas condiciones para realizar contabilidad bacteriana en piezas dentarias.

Tanomaru *et al.* (2015) evaluó in vitro la eficacia de la AUP en la eliminación de Enterococcus faecalis en los conductos, se empleó el método de UFC.

Se llegó a dos conclusiones la primera que tanto AUP como IC contribuyen a la desinfección, pero ambos son incapaces de eliminar E. faecalis del sistema de conductos

radiculares y que el uso de una solución irrigadora con actividad antimicrobiana juega un papel esencial en la desinfección del conducto radicular.

Los resultados del presente estudio difieren con la primera conclusión mencionada en la primera parte, donde se afirma que tanto AUP y la IC son incapaces de eliminar *E. faecalis*, en el presente trabajo se demuestra la efectividad antibacteriana de cada protocolo de irrigación, obteniendo diferentes valores, lo cual está demostrando que si existe la capacidad de eliminar o remover un porcentaje considerable de carga bacteriana inmersa dentro del conducto, siendo la AUP la que mejores resultados obtuvo.

Considero haber realizado un gran aporte a este campo de la Odontología por crear algo inédito como el Sistema de medición validado que lleva por título “Presencia Porcentual de *Enterococcus faecalis*” y que espero permita incentivar la realización de diferentes trabajos de investigación donde se pueda emplear dicha medición

VII. CONCLUSIONES

- ✓ La activación del irrigante es un paso muy importante que permitirá mejorar el éxito de nuestros tratamientos endodónticos, garantizando una mayor desinfección del sistema de conductos radiculares.
- ✓ La Activación Manual Dinámica y la Irrigación Convencional lograron reducir la carga bacteriana de colonias de *Enterococcus faecalis*, pero no a niveles de efectividad como la Activación Ultrasónica Pasiva.
- ✓ La Activación Ultrasónica Pasiva y la Activación Rotatoria han demostrado ser más eficaces en la reducción de colonias de *Enterococcus faecalis* comparándolas con la Irrigación Convencional y la Activación Manual Dinámica.
- ✓ La Activación Ultrasónica Pasiva es el sistema de activación de mayor efectividad antibacteriana que permite eliminar entre 91% - 100% de *Enterococcus faecalis* presentes a nivel del tercio medio y apical del conducto radicular.
- ✓ La conformación y desinfección del sistema de conductos debe concluir con la activación de por lo menos dos soluciones irrigadoras de forma alternada, entre ellas, el Hipoclorito de Sodio al 2.5% y el Ácido Etilendiaminotetraacético al 17% bajo el protocolo detallado en el presente trabajo.

VIII. RECOMENDACIONES

1. La activación del irrigante es un punto muy importante y no debe ser obviado. En el presente trabajo se ha explicado las diferentes técnicas de activación siendo la Activación Ultrasónica Pasiva la que mejor resultado obtuvo en cuanto a efectividad antibacteriana, por ello se recomienda su aplicación en nuestra clínica diaria.
2. El procesamiento de las muestras en el presente trabajo se realizó bajo un protocolo determinado por *Microscopía Electrónica de Barrido de alto vacío* a 2000x y 10000x de aumento, el cual permitió obtener determinadas microfotografías de las zonas a investigar, dicha técnica es considerada como una de las mejores alternativas para desarrollar trabajos de investigación en el campo de la salud, sin embargo, hoy en día con el avance de la ciencia se vienen desarrollando nuevas tecnologías y que en función de nuestros objetivos de investigación podrían habernos brindado un mayor grado de exactitud y por tanto resultados más precisos, como por ejemplo *“La técnica de fluorescencia y microscopia con focal Live/Dead.”*, un método que permite un análisis de la viabilidad celular bacteriana, permitiendo determinar en qué estado fisiológico puede encontrarse una bacteria y obtener datos más exactos de la calidad bacteriana presente en el conducto radicular, en el presente trabajo no se pudo emplear dicha técnica por las limitaciones de la tecnología en nuestro país. Por lo que se recomienda más adelante desarrollar trabajos similares donde pueda emplearse dicha tecnología.
3. Se recomienda desarrollar más trabajos de investigación donde se sugiera emplear la escala de validación denominada *“Presencia Porcentual de Enterococcus faecalis en el conducto radicular”* por ser más precisa que la técnica UFC.
4. En Endodoncia la desinfección del sistema de conductos radiculares antes de la obturación ha sido reconocida como un aspecto esencial del tratamiento. Con el

avance de la tecnología se han desarrollado nuevos dispositivos de desinfección, un ejemplo de ello es el uso del Laser Diodo en Endodoncia y se recomienda desarrollar trabajos de investigación que permitan establecerse el Láser Diodo es efectivo y confiable en la eliminación de bacterias empleando la escala de validación creada en el presente trabajo.

- 5.** Que este trabajo de investigación sirva como un sustento científico valedero para que se aplique en nuestros estudiantes la enseñanza de los protocolos de desinfección del sistema de conductos como parte del temario de la asignatura de Endodoncia en nuestra casa de estudios.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbott, P., Heijkoop, P., Cardaci, S. y Hume, W. (1991). An SEM study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonics. *IntEndod*, 10(24), 308–16.
- Abeer, A. (2016). *The synergistic effect of ultrasonic activation and irrigation on enterococcus faecalis biofilm*. Arabia: Editorial Arábica.
- Ahmad, M., Pitt Ford, T., Crum, L. y Walton, A. (1987). Ultrasonic debridement of root canals: an insight into the mechanisms involved. *Journal Endodontic*, 10(13), 93–101.
- Ahmad, M., Pitt Ford, T., Crum, L. y Walton, A. (1988). Ultrasonic debridement of root canals acoustic cavitation and its relevance. *Journal Endodontic*, 10(14), 486–493.
- Ahmad, M., Pitt Ford, T., Crum, L. y Walton, A. (2013). Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *Journal of Endodontics*, 15(18), 490–499.
- Bankoff, S.B. (1958). *Entrapment of gas in the spreading of a liquid over a rough surface*. New York, Estados Unidos: AICHE.
- Boutsioukis, C., Lambrianidis, T., Verhaagen, B., Versluis, M., Verhaagen, B., Versluis, M., ... Kastrinakis, E. (2009). Irrigant flow within a prepared root canal using various flow rates: A computational fluid dynamics study. *IntEndod*, 10(42), 144–55.
- Boutsioukis, C., Verhaagen, B., Versluis, M. y Van der Sluis, L. (2010). Evaluation of irrigant flow in the root canal using different needle types by an unsteady computational fluid dynamics model. *Journal of Endodontics*, 10(36), 875–9.
- Canalda, C. (2006). *Endodonciatécnicas clínicas y bases científicas*. Barcelona, España: Editorial Panamericana.

- Caron, G. (2007). *Cleaning efficiency of the apical millimeters of curved canals using three different modalities of irrigant activation: an SEM study*. (Tesis de maestría). Paris VII University, Paris, France.
- Chávez De Paz, L., Molander, A., Möller, A. y Bergenholtz, G. (2003). Bacteria recovered from teeth with apical periodontitis after antimicrobial endodontic treatment. *IntEndod*,10(36),500-8.
- Canalda, C. y Brau, E.(2001). Preparación de los conductos radiculares y Técnicas clínicas y bases científicas. *JournalEndodontics*,9(40),151-83.
- Costerton,J., Stewart, P. y Greenberg, E. (1999). Bacterial biofilms: A common cause of persistent infections. *Science* , (284),1318–22.
- Clarkson, R., Moule, A., Podlich, H., Kellaway, R., Verhaagen, B., Versluis, M., ...Macfarlane, R.(2006). Dissolution of porcine incisor pulps in sodium hypochlorite solutions of varying compositions and concentrations. *Australian Dental Journal*, 51(3), 245-251.
- Costerton,J., Cohenca, N. y Greenberg, E.(1999). Bacterial biofilms: A common cause of persistent infections .*Science*, 9(284),1318-22.
- De Gregorio, C., Estévez, R., Cisneros, R., Costerton,J., Cohenca, N., Greenberg, E., ...Heilborn, C.(2009). Effect of EDTA, sonic, and ultrasonic activation on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals: an in vitro study. *Journal of Endodontics*, 10(35), 891–5.
- De Gregorio, C., Estevez, R., Cisneros, R., Paranjpe, A., Cisneros, R., Costerton,J., ...Cohenca, N. (2010). Efficacy of different irrigation and activation systems on

- the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals and up to working length: An in vitro study. *Journal of Endodontics*,9(36), 1216–21.
- Distel, J., Gillepsie, M. y Paranjpe, A. (2001). Enterococcus faecalis colonization and biofilm formation in medicated root canals. *J Endod*,10 (28),689-93.
- Dovgyallo, G., Migun, N. y Prokhorenko, P. (1989). The complete filling of dead-end conical capillaries with liquid. *J EngPhy*, 9(56),395–7.
- El Karim, I., Kennedy, J.yHussey, D.(2007). The antimicrobial effects of root canal irrigation and medication. *Oral Surg Oral Med Oral PatholOralRadiolEndod*, 10(103),560–9.
- Engstrom, B.(1964).*The significant Enterococci in root canal treatment Odonatologist*.Madrid:Editorial Americana.
- Espejo,A. (2016). *Eficacia de la aguja irrigadora y la ampliación del conducto radicular en la biomecánica de la irrigación a nivel del tercio apical* (Tesis Pregrado). Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.
- Estrela,C., De Alencar, A., Lles, C. y Decurcio ,D.(2008). Efficacy of sodium hypochlorite and chlohexidine against Enterococcus Faecalis- A systematic review. *JAppl Oral Sci*,10(16)364-8.
- Ferreira, R.,Porto de Arruda, M., Silva Sousa, Y., Estrela,C., De Alencar, A., Lles, C., ... Sousa, M. (2004). *Histological analysis of the cleaning capacity of nickeltitanium rotary instrumentation with ultrasonic irrigation in root canals. Aust Endod J.*,9 (30),56-8
- Guh, S. (1994).*Taxonomy, Ecology, and pathogenicity of the root canal flora*.Oral Surg Oral Med Oral Pathol. Barcelona, España: Editorial Panamericana.

- Gu, L., Kim, J., Ling, J., Choi, K., Pashley, D., Patel, B., ... Tay, F. (2009). Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod*, 9(35), 791–804.
- Gulabivala, K., Patel, B. y Evans, G. (2005). Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endod Top*, 10(10), 103–22.
- Haapasalo, M., Shen, Y., Qian, W. y Gao, Y. (2010). Irrigation in Endodontics. *Dent Clin N Am*, 9(54), 291–312.
- Haapasalo, M., Ranta, H. y Shen, Y. (1983). Facultative Gram-negative enteric rods in persistent peripical infections. *Acta Odontol Scand*, 11(91), 458-63.
- Haapasalo, M., Zandi, H. y Coil, J. (2005). Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodontic Topics*, 9(10), 77-102.
- Haapasalo, M., Shen, Y., Qian, W. y Gao, Y. (2010). Irrigation in Endodontics. *Dent Clin N Am*, 10(54), 291–312.
- Hanh, C. y Tew, J. (2000). Cytokine induction by *Streptococcus mutans* and pulpal pathogenesis. *Infect Immun*, 9(68), 6785-9.
- Huang, T., Gulabivala, K. y Nag, Y. (2008). A bio-molecular film ex-vivo model to evaluate the influence of canal dimensions and irrigation variables on the efficacy of irrigation. *Int Endod J*, 10(41), 60–71.
- Jensen, S., Walker, T., Hutter, J. y Nicoll, B. (1999). Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod*, 10(25), 735–8.

- Jiang, L., Verhaagen, B., Lucas, M. y Van der Sluis, J. (2010). Influence of the Oscillation Direction of an Ultrasonic File on the Cleaning Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation. *J Endod*, 9(36), 1372–1376.
- Koh, L. y Lucas, M. (1987). Tissue response to dental caries. *Endod Dent Traumatol*, 11(3), 149-71.
- Lin, L., Skribner, J. y Gaengler, P. (1992). Factors associated with endodontic treatment failures. *J Endod*, 10(18), 625–7.
- Lussi, A. y Grosrey, J. (1993). A novel noninstrumented technique for cleansing the root canal system. *J Endod*, 10(19), 549-53.
- Lumley, P., Walmsley, A. y Laird, W. (1991). Streaming patterns produced around endosonic files. *Int Endod*, 9(24), 290-297.
- Lumley, P., Walmsley, A. y Walton, R. (1992). Rippin JW. Effect of precurving endosonic files on the amount of debris and smear layer remaining in curved root canals. *J Endod*, 9(18), 616–9.
- Machado, M.E. (2016). *Endodoncia. Ciencia y tecnología*. Sao Pablo, Brasil: Amolca.
- Martin, H., Cunningham, W., Norris, J., Lumley, P., Walmsley, A., Walton, R., ... Cotton, W. (1980). Ultrasonic versus hand filing of dentin: a quantitative study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 10 (49), 79–81.
- Mukhtar, A. (2014). *Effect of passive ultrasonic irrigation and manual dynamic irrigation on smear layer removal from root canals in a closed apex in vitro model*. Journal of investigative and clinical. España: Editorial Panamericana.

- Malmsley, A. y Williams, A. (1989). Effects of constraint on the oscillatory pattern of endosonic files. *J Endod*,10 (15),189–94.
- Machtou, P.(1980). *Irrigation investigation in endodontics*.(Tesis de maestría), Paris VII University, Paris,France.
- McGill, S., Gulabivala, K., Mordan, N., Lumley, P., Walmsley, A., Walton, R., ... Ng, Y. (2008). The efficacy of dynamic irrigation using a commercially available system (RinsEndo) determined by removal of a collagen ‘bio-molecular film’ from an ex vivo model. *IntEndod J* ,9(41), 602–8.
- McGill, S., Gulabivala, K. y Mordan, N.(2009). The efficacy of dynamic irrigation using a commercially available system (RinsEndo) determined by removal of a collagen biomolecular film’ from an ex vivo model. *IntEndod J* ,10(41),602-8.
- M, Shen., Qian ,W. y Gao, Y.(2010). Irrigation in Endodontics. *Dent Clin N Am* ,9(54),291–312.
- McHugh, C., Michalek, S. y Eleazer, P.(2004). PH required to kill *Enterococcus faecalis* in vitro. *J Endod* ,10(30),218-9.
- Migun, N. y Azuni, M.(1996). Filling of one-side-closed capillaries immersed in liquids. *J Colloid Interface Sci* ,9(181),337–40.
- Migun, N.yShnip, A. (2002). Model of film flow in a dead-end conic capillary. *JEndPhysThermophys*,10 (75),1422–8.
- Molander, A., Dahlen, G. y Kvist, T. (1998). Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. *IntEndod J* , 8(3),1:1-7.
- Mukhtar, S.,Kumar,Zia., Sharique, A. ,Lumley, P., Walmsley, A., Walton, R., ... Shiraz, S.(2014).Effect on smear removal from root canals in a closed

ápex in vitro model. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 9(5), 188 – 193.

- Nakajo, K., Ishikawa, S., Ueno, T., Lumley, P., Walmsley, A., Walton, R.,... Suzuki, Y. (2006). Resistance to acidic and alkaline environments in the endodontic pathogen *Enterococcus faecalis*. *Oral Microbiol Immunol*, 9(21), 283-8.
- Nair, P., Cano, V. y Vera, J. (2005). Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after "one visit" endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 10(99), 231-52.
- Petersson, K., Kiani, M., Lumley, P., Walmsley, A., Walton, R., Nair, P., ... Levy, G. (1999). Evaluation of the ability of thermal and electrical tests to register pulp vitality. *Endod Dent Traumatol*, 9(15), 127-31.
- Peters, O. y Laib, A. (2001). Effect of four Ni-Ti preparation techniques on the root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J*, 10 (34), 221-30.
- Pesse, A., Warriar, G. y Dhir, V. (2005). An experimental study of the gas entrapment process in closed-end microchannels. *Int J Heat Mass Transfer* (48), 5150–65.
- Pohn, N. y Warriar, G. (2004). Pathogenesis of apical periodontitis and the causes of endodontic failures. *Crit Rev Oral Biol Med*, 10(15), 348-81.
- Portenier, I., Waltimo, M. y Haapasalo, M. (2003). *Enterococcus faecalis*- the root canal survivor and "star" in post-treatment disease. *Endod Top*, 10(6), 135-59.
- Pesse, A., Warriar, G. y Dhir, V. (2005). An experimental study of the gas entrapment process in closed-end microchannels. *Int J Heat Mass Transfer*, 10 (48) 5150–65.

- Rohm, L. y Dhir, V. (2001). EnterococcusFaecalis. *IntEndod J*,9(34),399-405.
- Ricucci, D. y Pesse, A. (2010). Fate of the tissue in Lateral Canals and Apical Ramifications in Response to Pathologic Conditions and Treatment Procedures. *J Endod*, 9(36),1-15.
- Richman, M. y Ricucci, D.(1957). The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection.*J Med* ,10(12)12–8.
- Rocas, I., Siqueira, J.y Santos, K.(2004). Association of Enterococcus faecalis with different forms of periradicular diseases.*J Endod*,9 (30),315–20.
- Rodríguez, E., Valencia, P. y Cisneros, C. (2015). Importancia de la activación de la irrigación durante el tratamiento de conductos: Una revisión de la literatura. *Cient. Dent*,12 (1), 61-69.
- Roy, R., Ahmad, M. y Crum, L. (1994). Physical mechanisms governing the hydrodynamic response of an oscillating ultrasonic file. *Int EndodJ* ,8 (27), 197-207.
- Ruddle, C.,Ahmad, M. y Crum, L. (2008). Endodontic disinfection: tsunami irrigation. *Endod Practice*,(15),7–15.
- Schoeffel, G. y Crum, L.(2008).The EndoVac method of endodontic irrigation: part 2— efficacy. *DentToday*,27(82),84-87.
- Senia, E., Marshall, F. y Rosen, S. (1971). The solvent action of sodium hypochlorite on pulp tissue of extracted teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, (31),96–103.

Shoji Kato, A., Sanches, R., da Silveira, C., Nair, P., Schoeffel, G., Crum, L.,...Pelegri, R. (2016). Investigation of the Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation Versus Irrigation with Reciprocating Activation: An Environmental Scanning Electron Microscopic Study. *Journal Endodontics*, (42) 4.

Shoji Kato, A., Sánchez, R. y Pelegri, R. (2017). Comparative analysis of dentinal erosion after passive ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation: an environmental scanning electron study. *Journal of Endodontic*, 8 (43)1.

Sjögren, U., Persson, S. y Sundqvist, G. (1997). Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontics. *International Endodontics Journal*, 10(30), 297-306.

Sjögren, U. y Sadeghi, E. (1987). Bacteriologic evaluation of ultrasonic root canal instrumentation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 10(63), 366-70.

Stamos, D., Sadeghi, E., Haasch, G. y Gerstein, H. (1987). An in vitro comparison study to quantitate the debridement ability of hand, sonic, and ultrasonic instrumentation. *J Endod*, 10(13), 434-40.

Stewart, P. y Costerton, J. (2001). Antibiotic resistance of bacteria in biofilms. *Lancet*, 11(358), 135-8.

Stock, C. y Costerton, J. (1991). Current status of the use of ultrasound in endodontics. *Int Dent*, 9(41), 175-182.

- Tanomaru, M. y Costerton, J.(2015). Effect of passive ultrasonic irrigation on enterococcus faecalis from root canals: an in vitro study.*Brazilian Dental Journal*26(4),342-346.
- Tay, F., Gu, L. y Schoeffel, G.(2010).Effect of vapor lock on root canal debridement by using a side-vented needle for positive-pressure irrigant delivery. *J Endod*,10(36), 745–50.
- Torabinejad, M., Handysides, R. y Khademi, A. (2002). Clinical implicationsof the smear layer in endodontics: a review. *Oral surg Oral med Oral pathol*,11(94), 658–666.
- Van derSluis, L., Versluis, M. y Wu, M. (2007). Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *IntEndod J* ,10(40),415–26.
- Vera, R., Benavides, G., Moreno, S. y Romero, V. (2012). Conceptos y técnicas actuales de irrigación en endodoncia. *Endodoncia J Vera Rojas*, 30(1),31-44.
- Waltimo, T., Torkko, M., Olsen, I. y Haapasalo, M. (1997). Fungi in therapy-resistant apical periodontitis. *IntEndod J*, 9(30),96-101.
- Walmsley, A. y Williams, A. (1989). Effects of constraint on the oscillatory pattern of endosonic files. *J Endod*,10 (15),189–94.
- Walmsley, A., Murgel, C. y Krell, K.(1991). Canal markings produced by endosonic instruments. *Endod Dent Traumatol*,10 (7),84–9.

X. ANEXOS

ANEXO 1. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

➤ Resultados tabulados de la muestra piloto

FOTO	Examinador 1	Examinador 2	Examinador 3	Examinador 4	Examinador 5	Examinador 6	Examinador 7	Examinador 8	Examinador 9	Examinador 10
1	0,06	0,08	0,02	0,05	0,04	0,08	0,06	0,02	0,05	0,02
2	0,05	0,15	0,05	0,10	0,10	0,15	0,05	0,15	0,10	0,10
3	0,50	0,40	0,50	0,50	0,50	0,60	0,45	0,40	0,55	0,65
4	0,40	0,45	0,40	0,50	0,45	0,40	0,55	0,50	0,40	0,50
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80	0,65	0,60	0,80
6	0,90	0,90	0,70	0,65	0,90	0,80	0,85	0,75	0,70	0,80
7	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
8	0,20	0,20	0,10	0,10	0,10	0,15	0,20	0,15	0,20	0,10
9	0,50	0,40	0,30	0,40	0,35	0,40	0,50	0,45	0,30	0,35
10	0,60	0,45	0,70	0,55	0,40	0,60	0,50	0,65	0,70	0,65
11	0,90	0,90	1,00	0,80	0,80	0,90	0,85	0,90	1,00	0,80
12	0,95	0,80	1,00	0,80	1,00	0,85	0,90	1,00	0,95	1,00

➤ Coeficiente de correlación entre todos los examinadores

	exam1	exam2	exam3	exam4	exam5	exam6	exam7	exam8	exam9	exam10_i	
	exam1	1									
r	exam2	0,9762	1								
P		0,000									
	exam3	0,953	0,9152	1							
		0,000	0,000								
	exam4	0,9677	0,943	0,9739	1						
		0,000	0,000	0,000							
	exam5	0,9713	0,9675	0,9332	0,9558	1					
		0,000	0,000	0,000	0,000						
	exam6	0,9828	0,9647	0,9672	0,9797	0,9632	1				
		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
	exam7	0,9856	0,9804	0,928	0,9696	0,9728	0,9633	1			
		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000				
	exam8	0,9696	0,9441	0,9779	0,9814	0,9541	0,9618	0,9642	1		
		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			
	exam9	0,9486	0,9135	0,9962	0,9679	0,9246	0,9688	0,9202	0,9682	1	
		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0		
r	exam10_i	0,966	0,9334	0,9591	0,9785	0,9661	0,9807	0,9571	0,9593	0,954	1
P		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

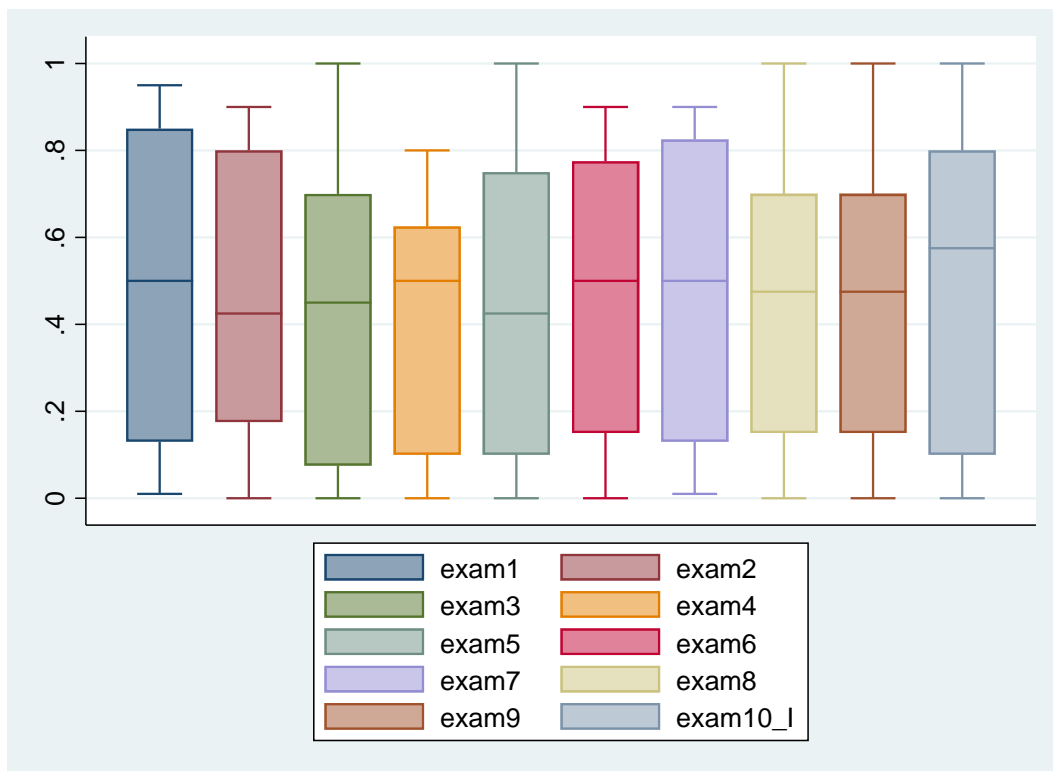
r cerca a 1.0 es muy bueno, alta correlacion entre ambos

P < 0.001, indica que la correlacion es altamente significativa diferente de cero.

➤ Estadísticas de resumen – Medidas de dispersión

Estadísticas de resumen						
examinadores	N° fotos	Media	D.S.	Mediana	Mínimo	Máximo
exam1	12	0,489	0,351	0,5	0,0	1,0
exam2	12	0,461	0,323	0,425	0,0	0,9
exam3	12	0,448	0,363	0,45	0,0	1,0
exam4	12	0,421	0,290	0,5	0,0	0,8
exam5	12	0,445	0,346	0,425	0,0	1,0
exam6	12	0,473	0,322	0,5	0,0	0,9
exam7	12	0,477	0,333	0,5	0,0	0,9
exam8	12	0,468	0,336	0,475	0,0	1,0
exam9	12	0,463	0,341	0,475	0,0	1,0
exam10_i	12	0,481	0,355	0,575	0,0	1,0

➤ Gráfico de cajas y bigotes



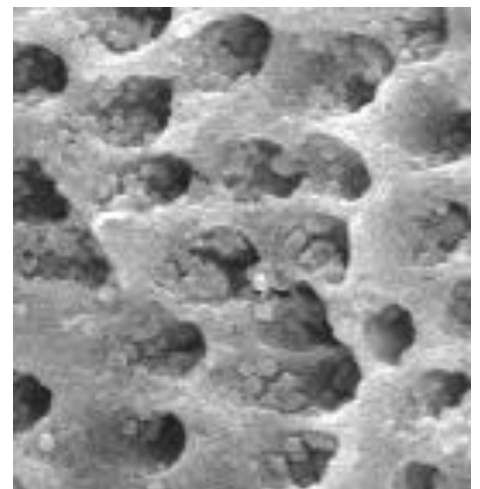
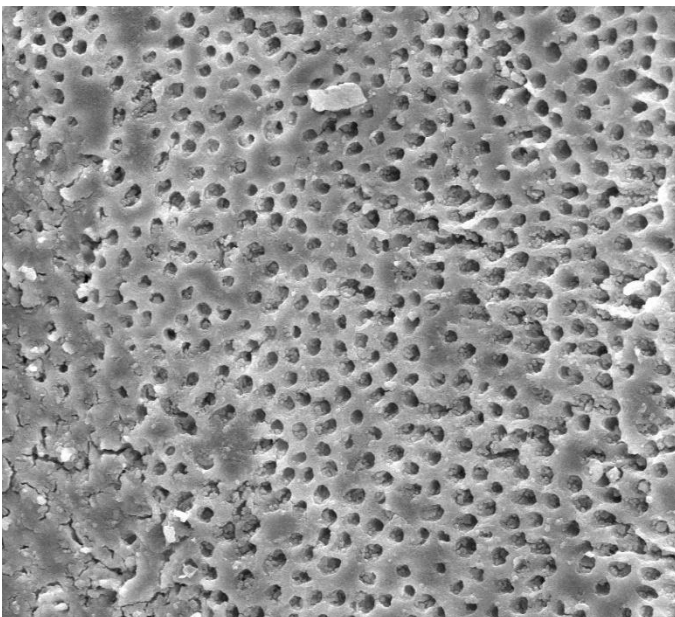
ANEXO 2. MODELO DE FICHA DE VALIDACIÓN POR JUECES

- NOMBRE DEL ESPECIALISTA:
- AÑOS DE ESPECIALIDAD:
- NÚMERO DE COLEGIATURA:

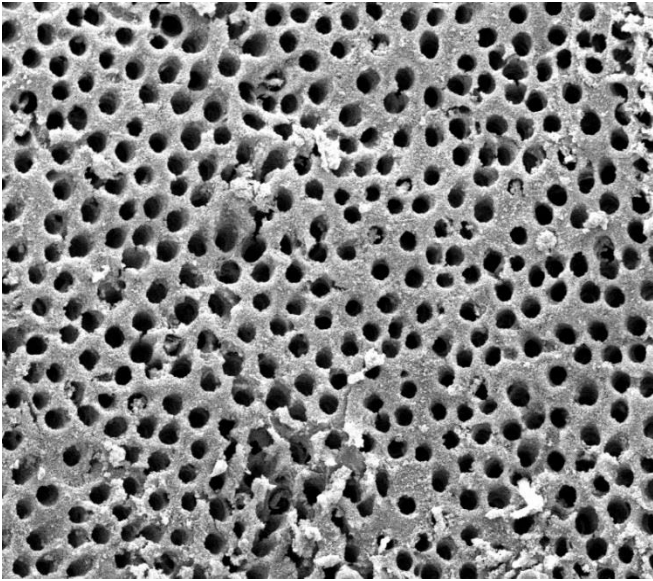
Estimado Doctor (a) usted ha sido elegido como Miembro Examinador para la validación del instrumento de medición del trabajo titulado **“EFECTIVIDAD ANTIBACTERIANA DE PROTOCOLOS DE ACTIVACION DEL IRRIGANTE EN LA ELIMINACION DE ENTEROCOCCUS FAECALIS; ESTUDIO CON MICROSCOPIA ELECTRONICA DE BARRIDO”**

A continuación, se les presentará un grupo de 06 microfotografías a 2000x y 10000x de aumento respectivamente y usted debe indicar en cada imagen el porcentaje de presencia de *Enterococcus faecalis* correspondiente (0% – 100%) de acuerdo a su criterio.

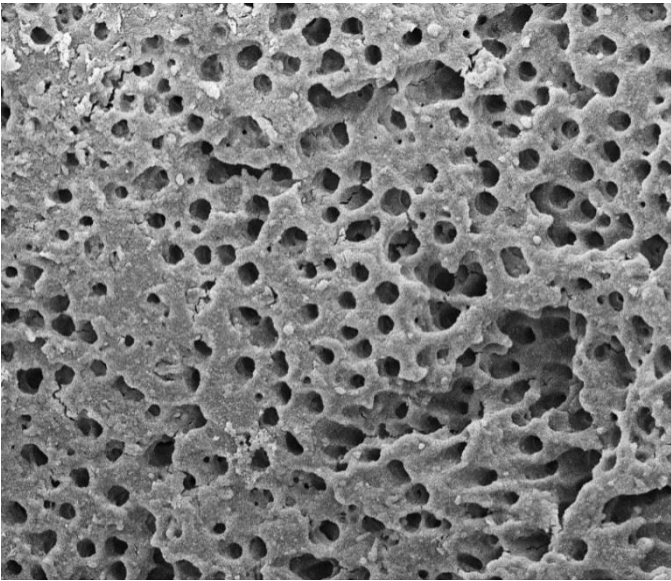
Presencia de *Enterococcus faecalis* a 2000x



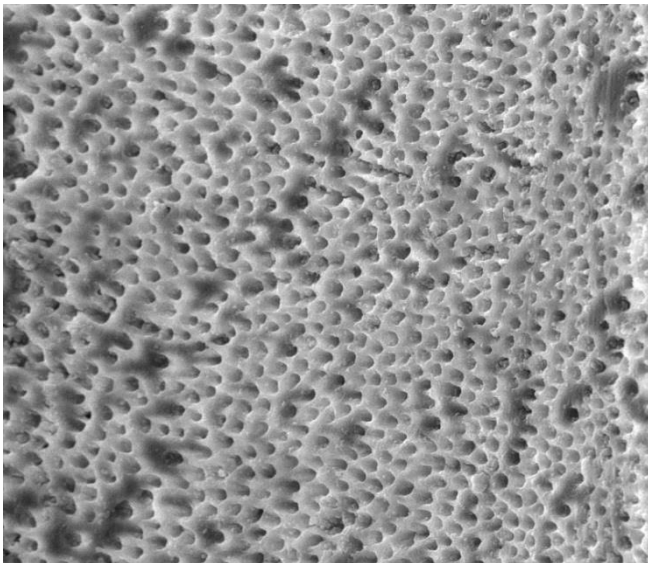
Microfotografías a 2000x



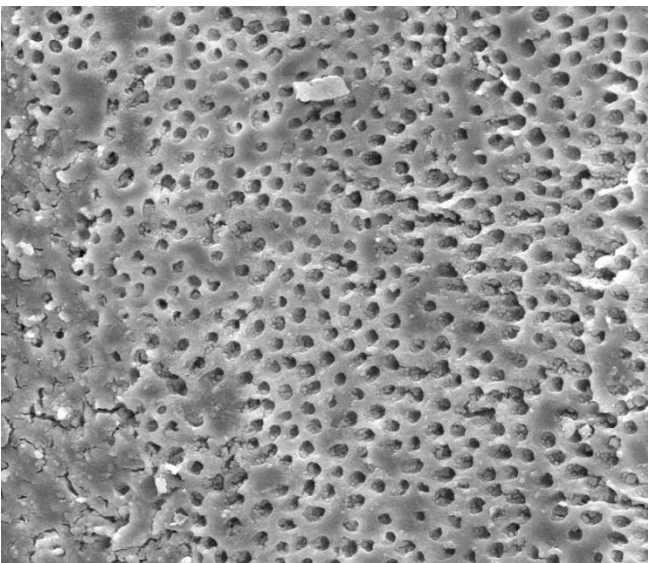
Porcentaje:.....%



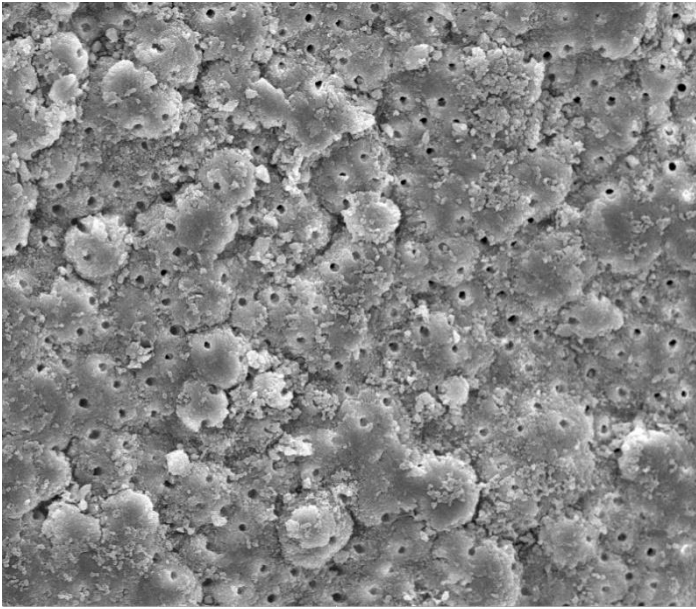
Porcentaje:.....%



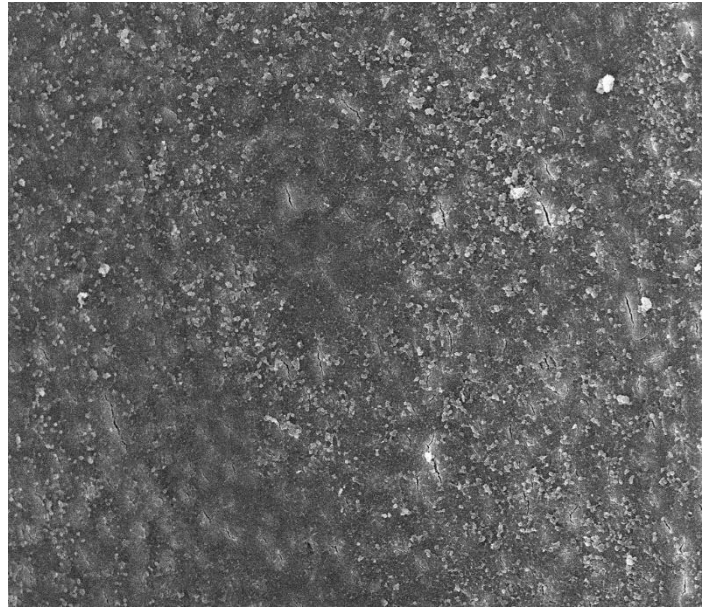
Porcentaje:.....%



Porcentaje:.....%

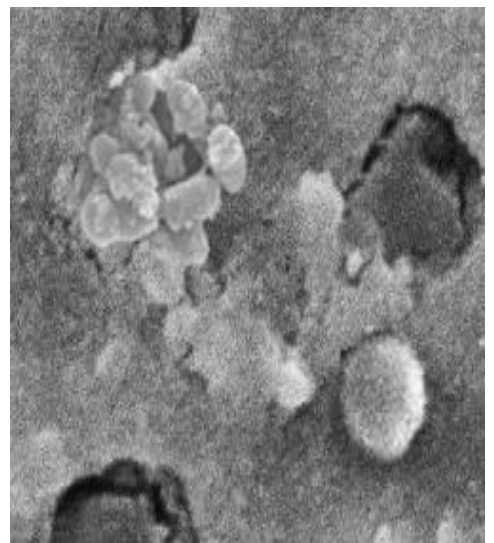
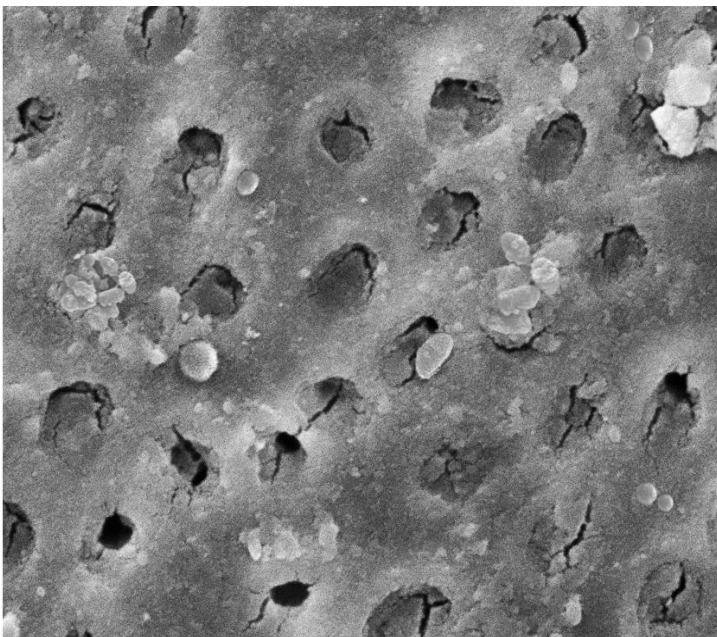


Porcentaje:.....%

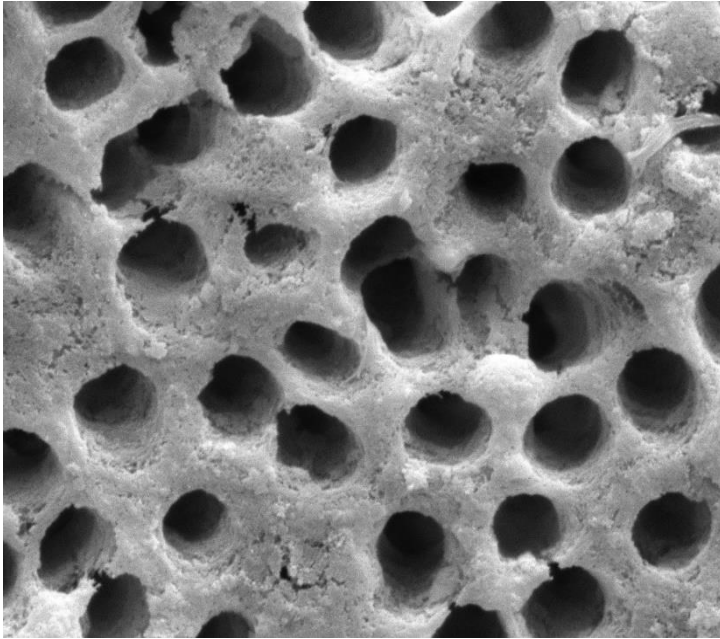


Porcentaje:.....%

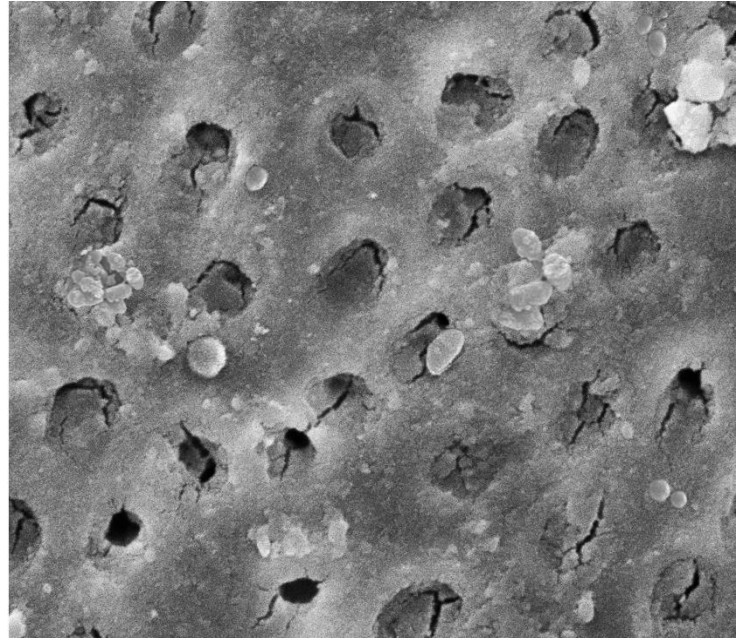
Presencia de *Enterococcus faecalis* a 10000x



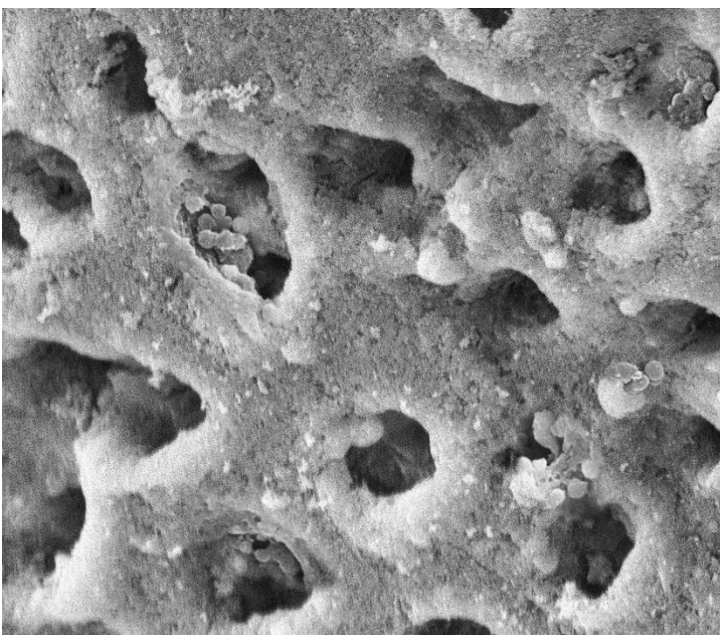
Microfotografías a 10000X



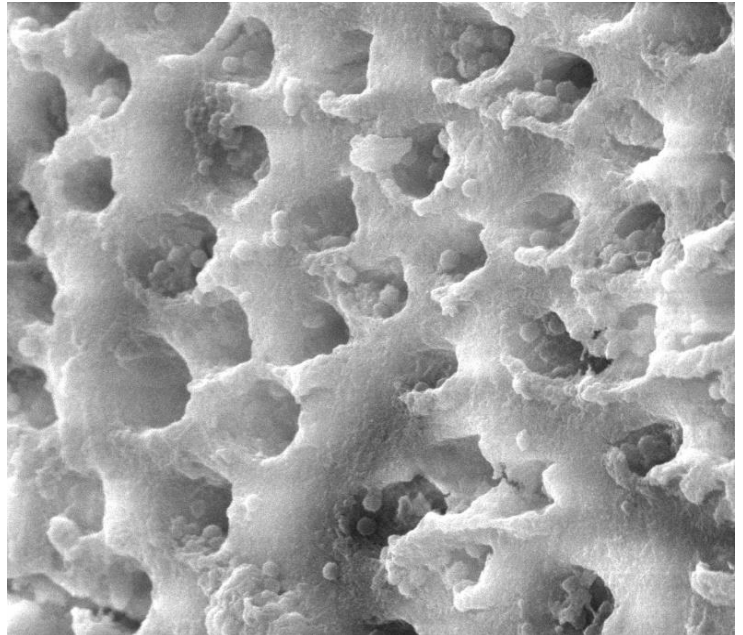
Porcentaje:.....%



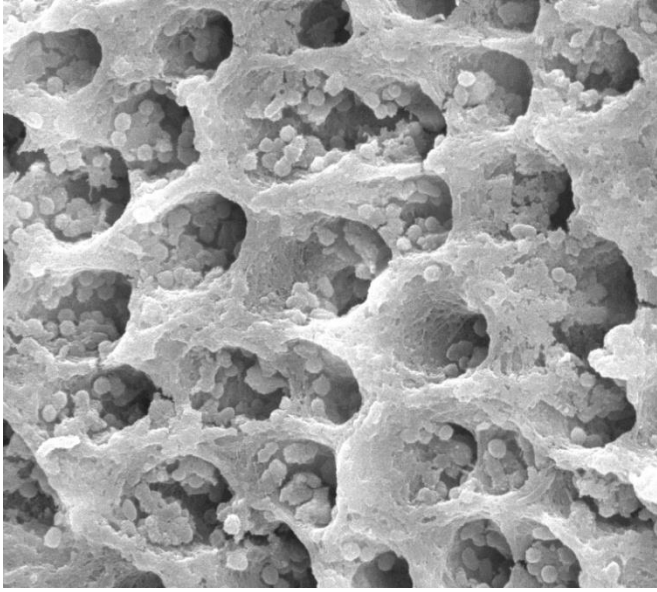
Porcentaje:.....%



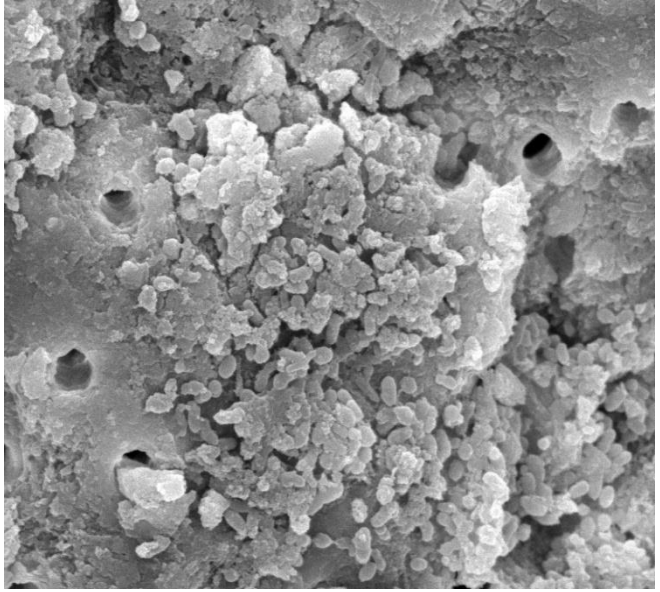
Porcentaje:.....%



Porcentaje:.....%



Porcentaje:.....%



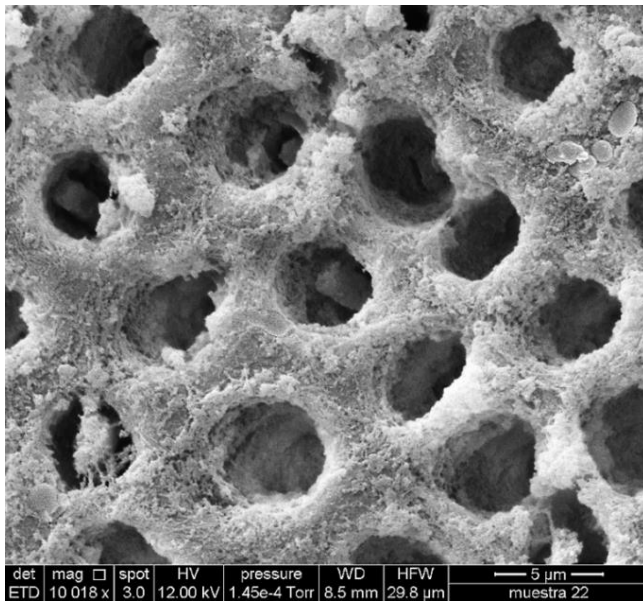
Porcentaje:.....%

FIRMA DEL EXAMINADOR

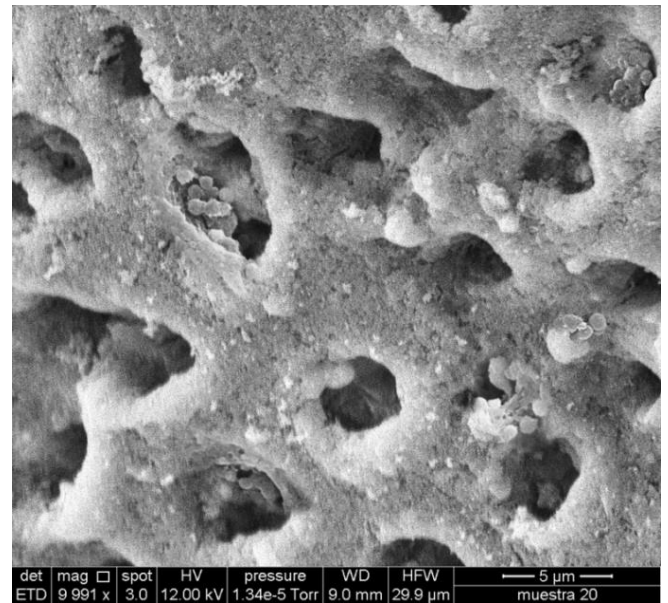
ANEXO 3. INSTRUMENTO VALIDADO

Presencia Porcentual de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular a 10000x

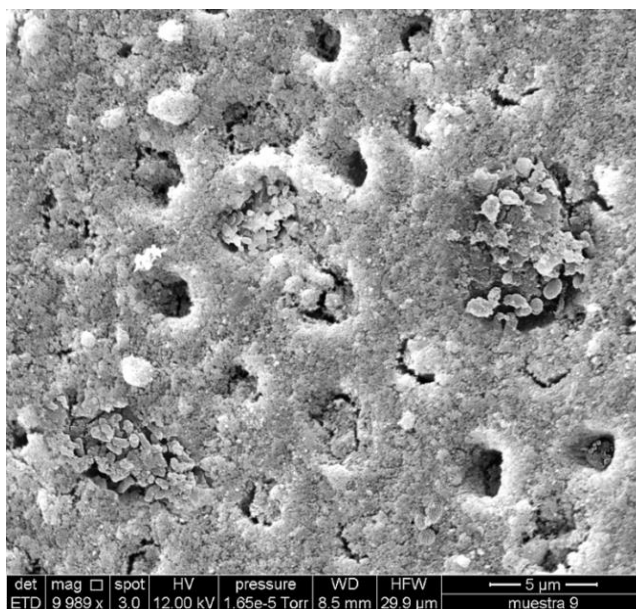
Categoría 1



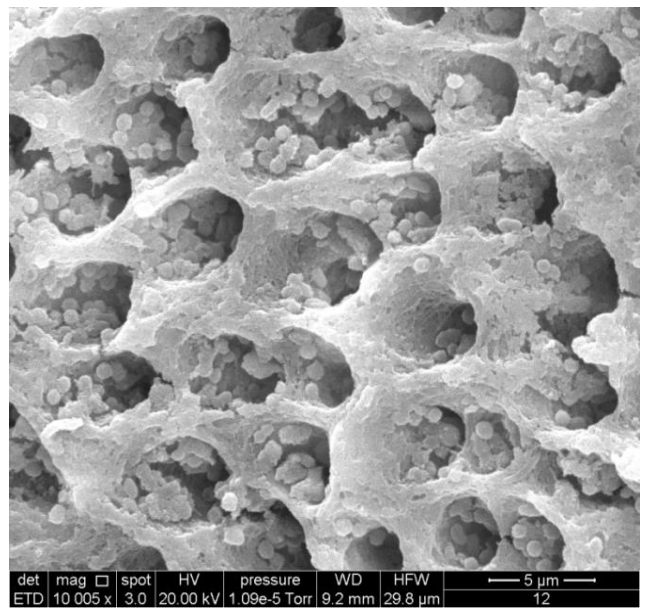
Categoría 2



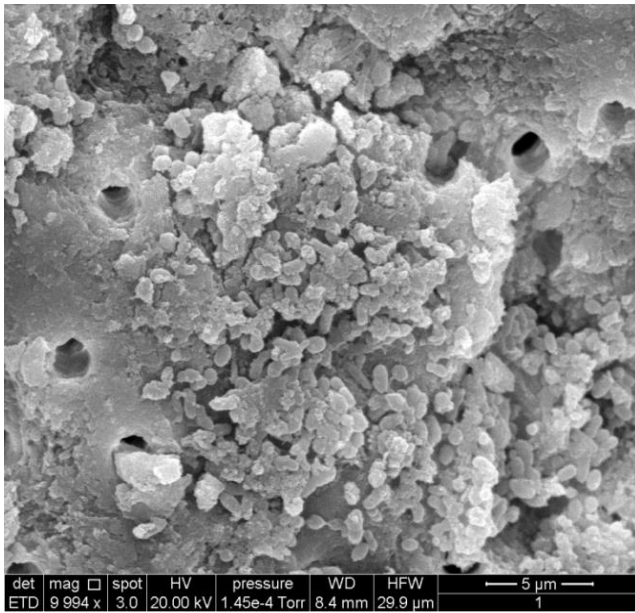
Categoría 3



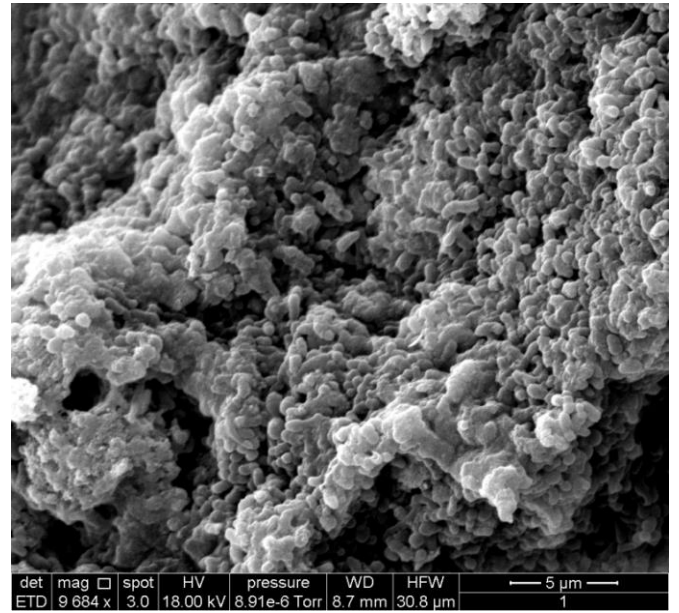
Categoría 4



Categoría 5

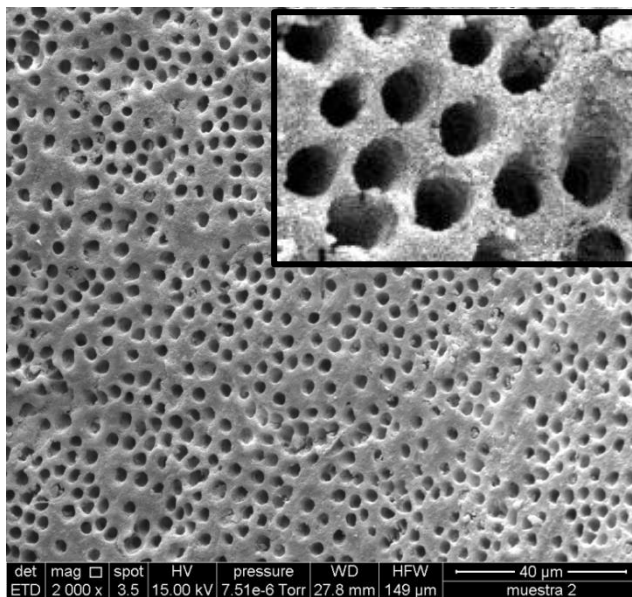


Categoría 6

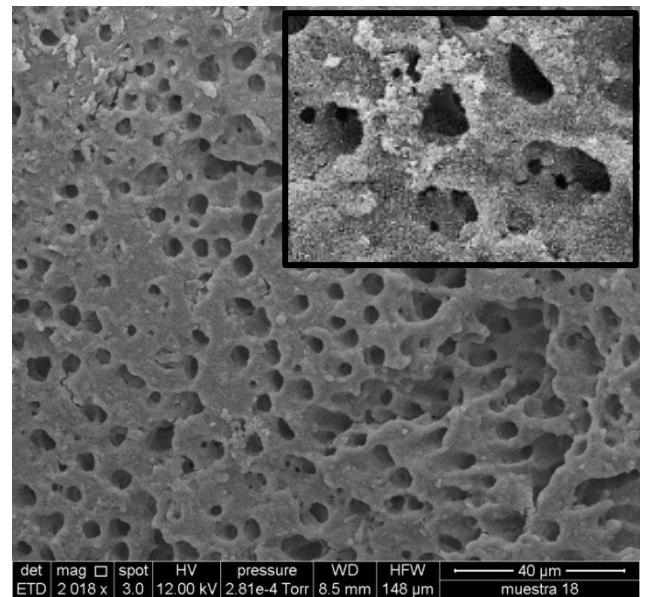


Presencia Porcentual de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular a 2000x

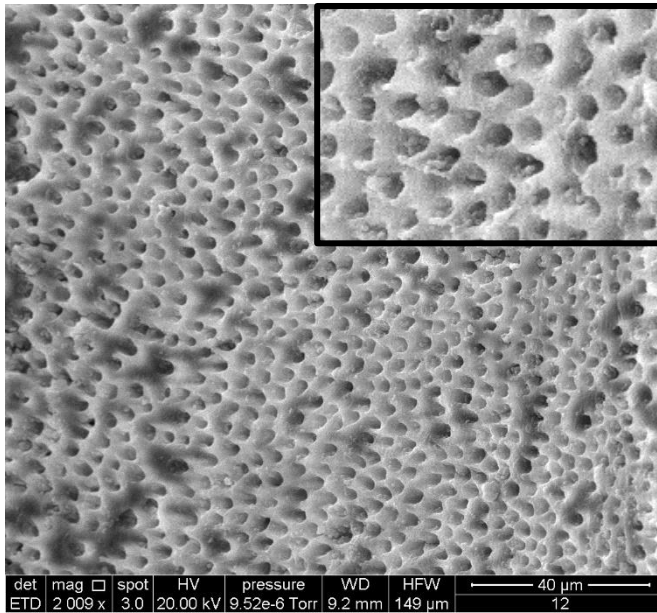
Categoría 1



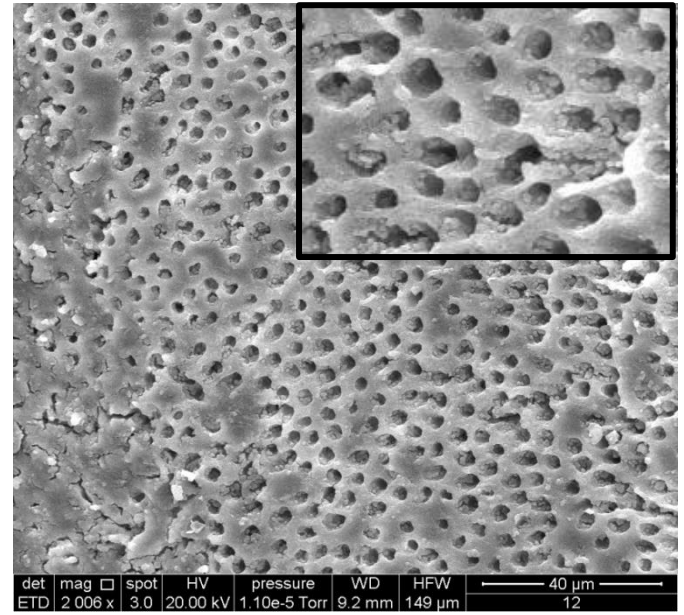
Categoría 2



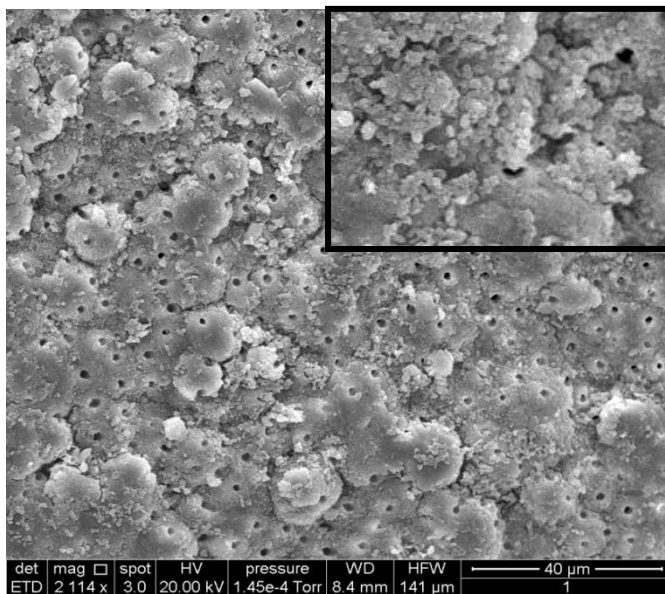
Categoría 3



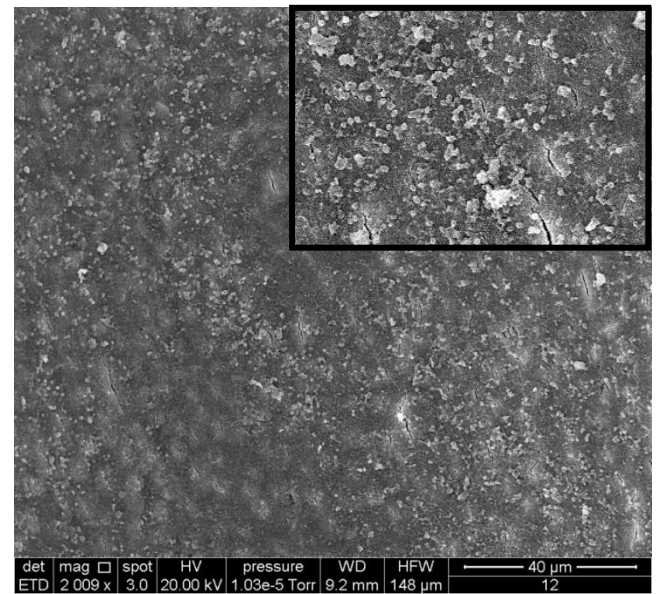
Categoría 4



Categoría 5

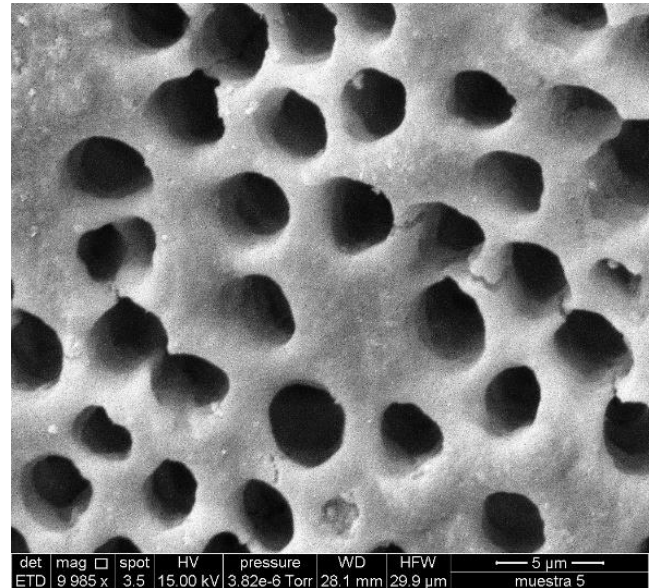
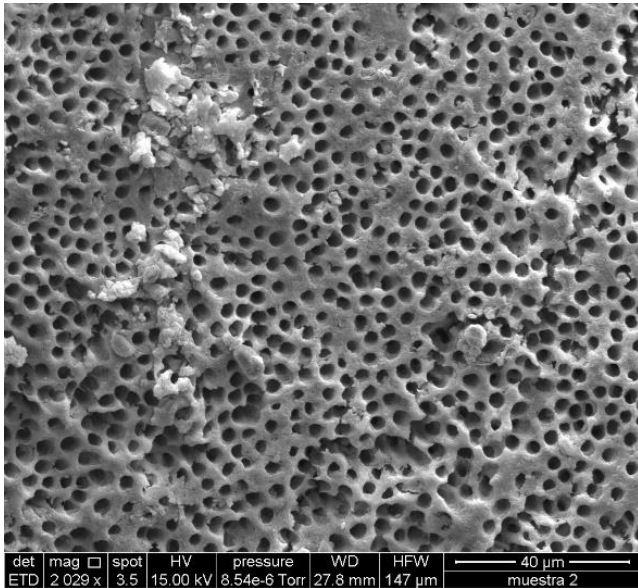


Categoría 6

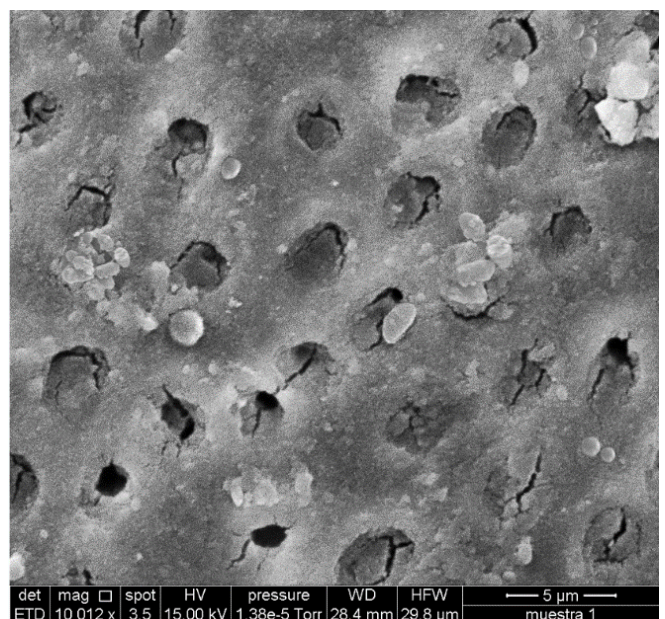
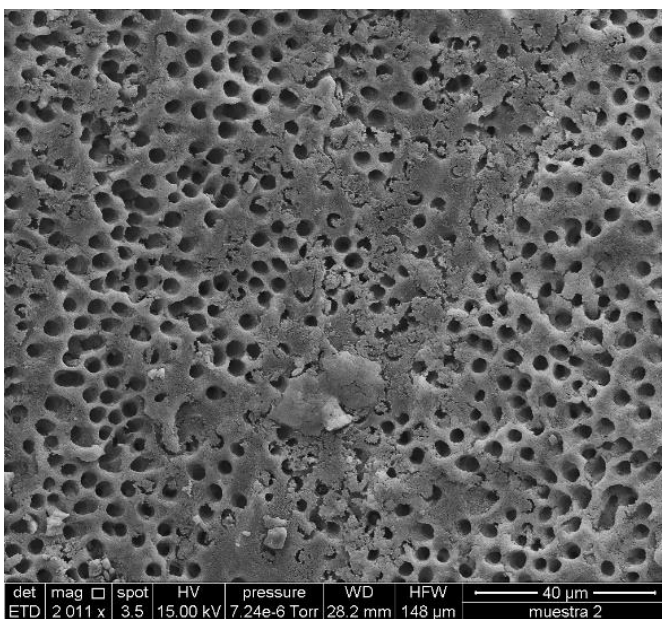


ANEXO 4. IMÁGENES EN MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO

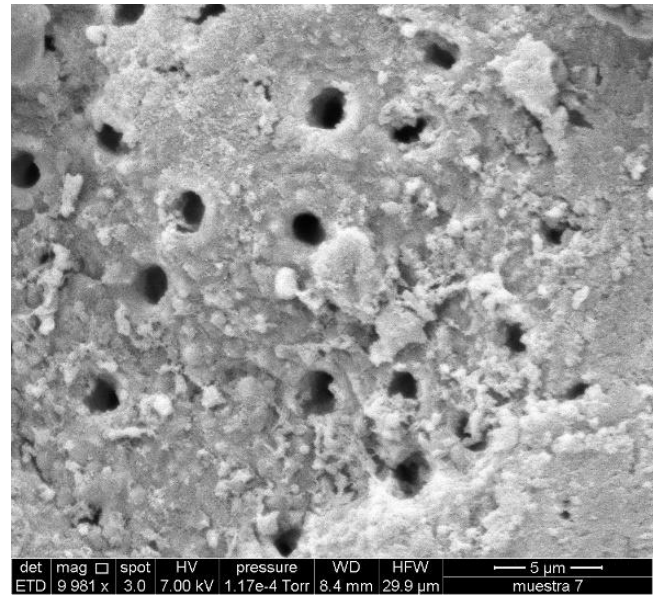
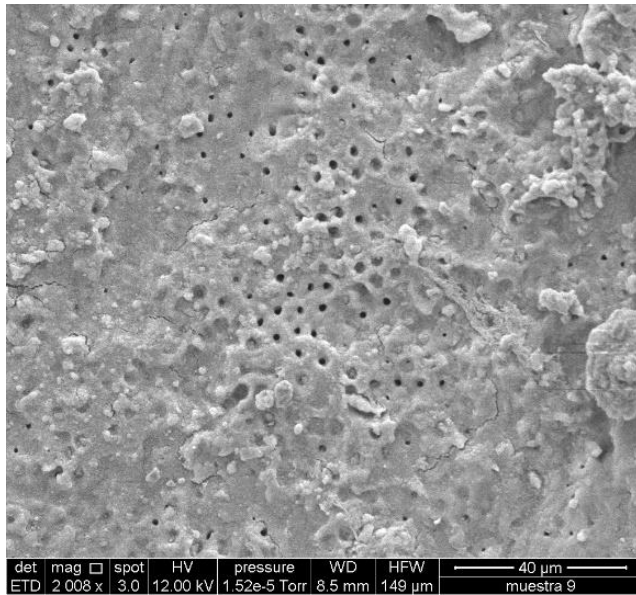
Grupo Irrigación Convencional – Tercio Medio a 2000x 10000x



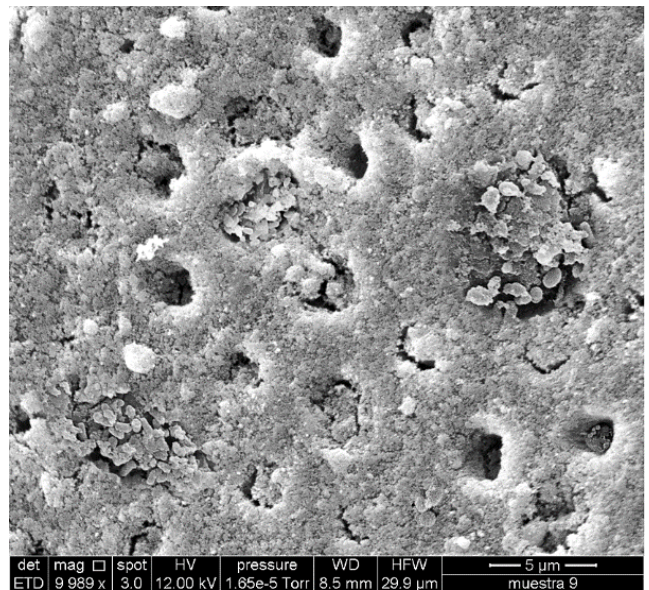
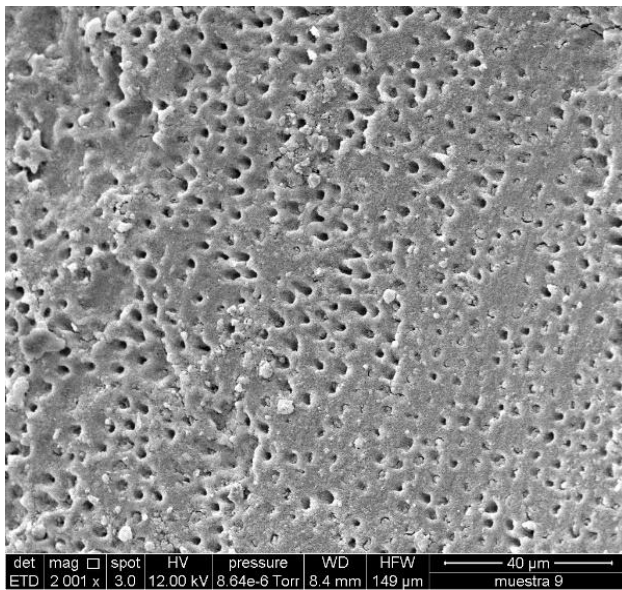
Grupo Irrigación Convencional – Tercio Apical a 2000x 10000x



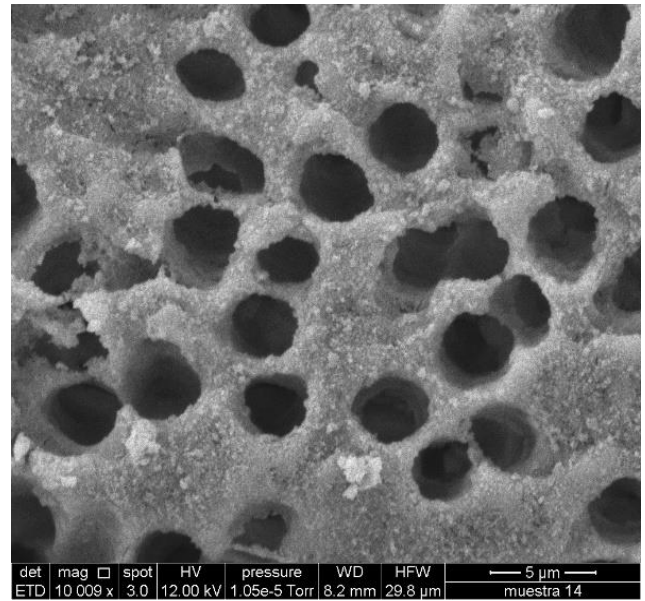
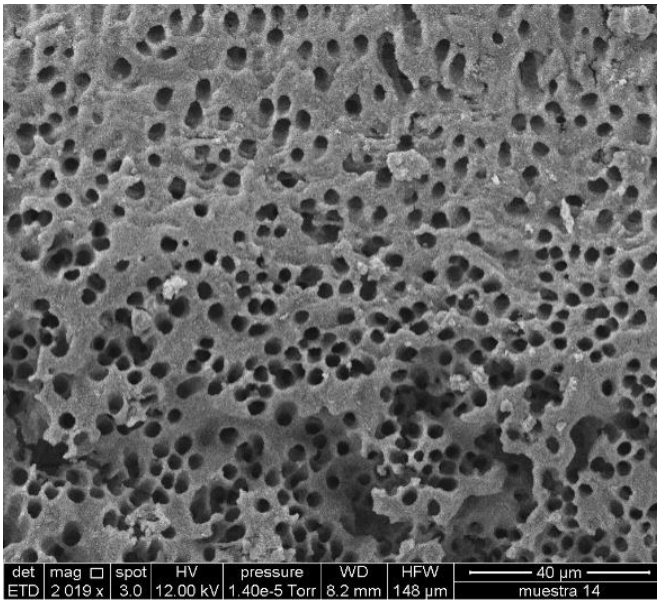
Grupo Activación Manual Dinámica – TercioMedio a 2000x 10000x



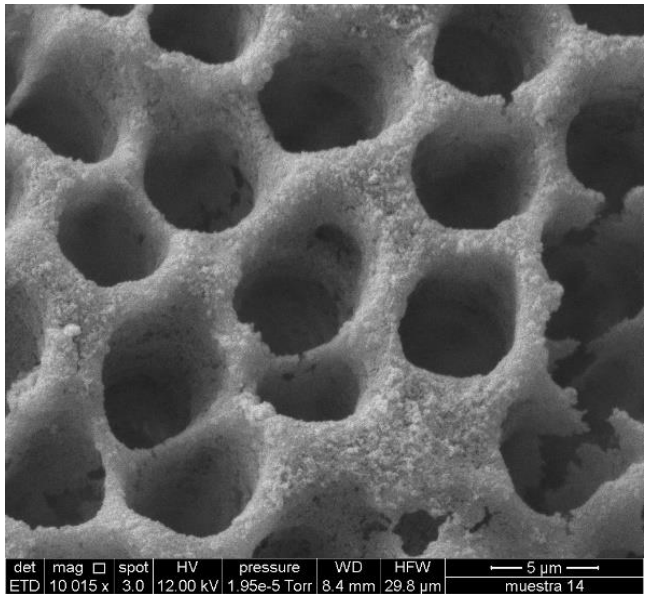
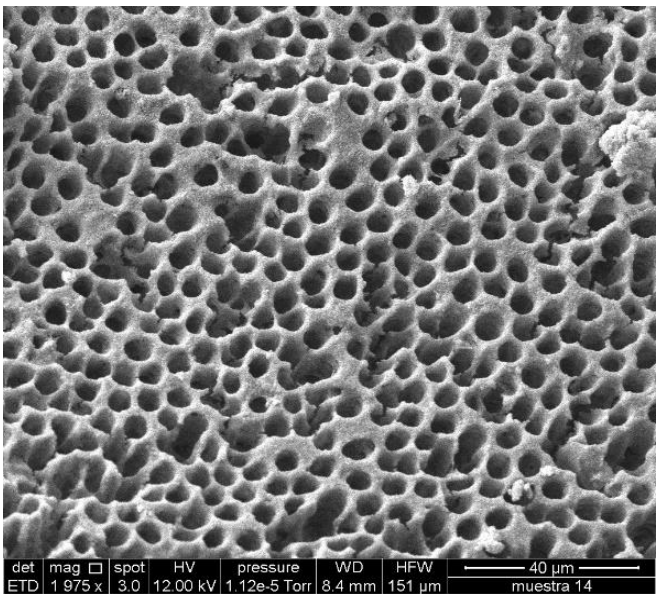
Grupo Activación Manual Dinámica – Tercio Apical a 2000x 10000x



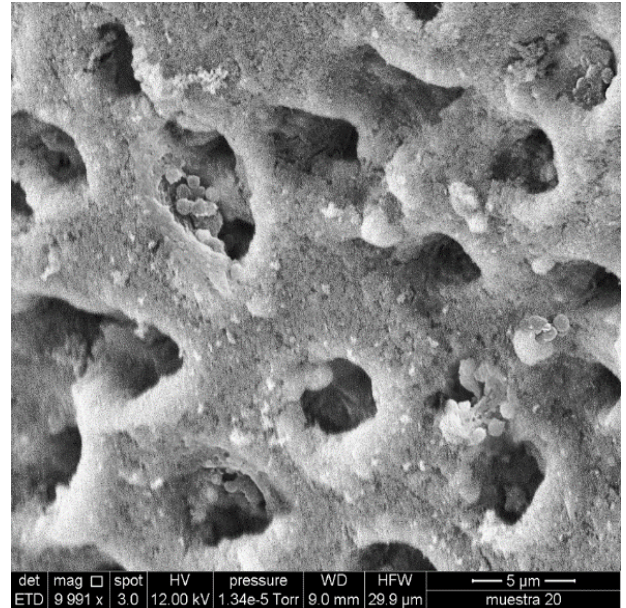
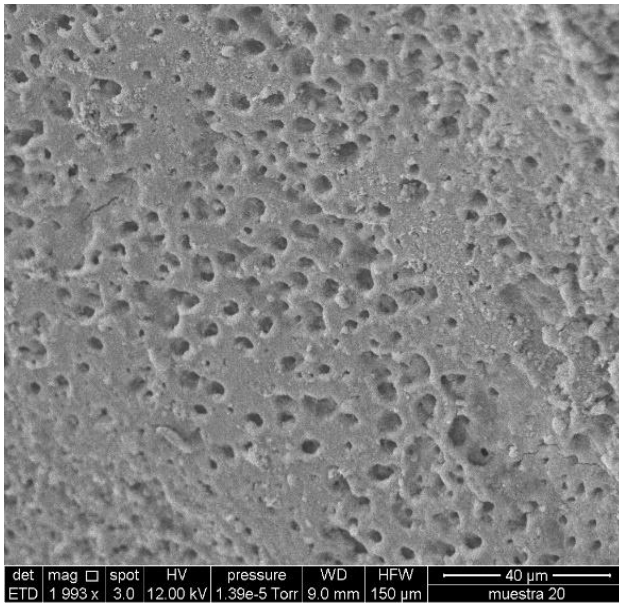
Grupo Activación Ultrasónica Pasiva – Tercio Medio a 2000x 10000x



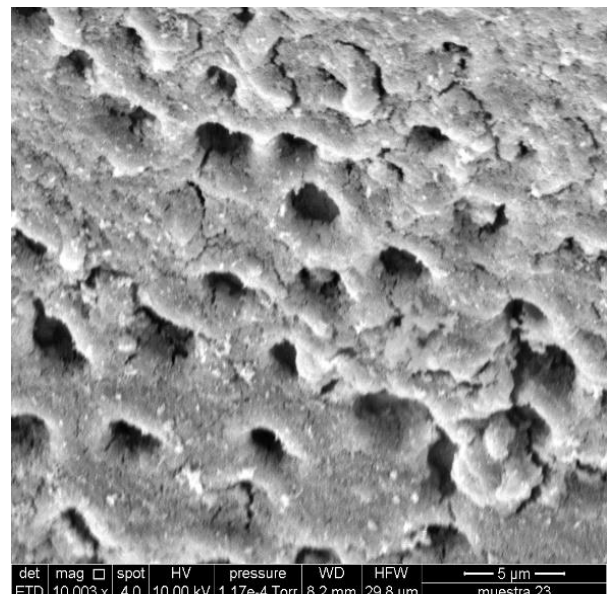
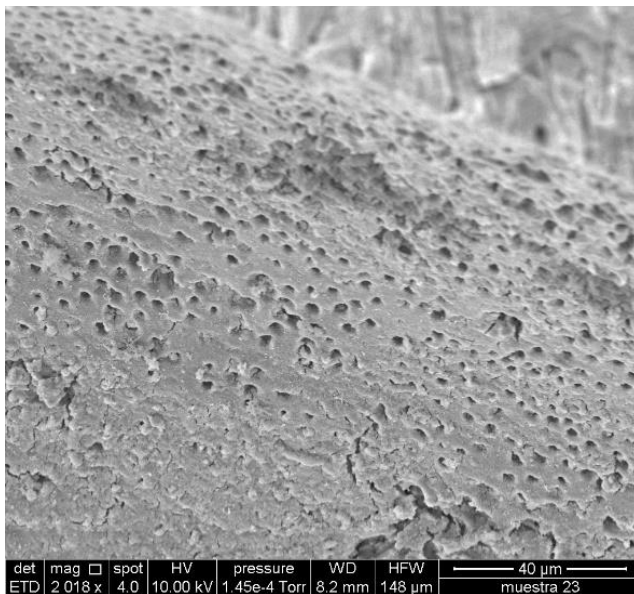
Grupo Activación Ultrasónica Pasiva – Tercio Apical a 2000x 10000x



Grupo Activación Rotatoria – Tercio Medio a 2000x 10000x



Grupo Activación Rotatoria – Tercio Apical a 2000x 10000x



Anexo 5. MODELO DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FECHA: .../.../.../

N° Muestra	FICHA N°1	GRUPO IRRIGACIÓN CONVENCIONAL			
		TERCIO MEDIO		TERCIO APICAL	
1	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
2	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
3	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
4	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000x	10000x	2000x	10000x
	PUNTUACION				
5	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000x	10000x	2000x	10000x
	PUNTUACION				
6	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
7	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
8	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
9	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
10	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000C
	PUNTUACION				

N°Muestra	FICHA N°2	GRUPO ACTIVACIÓN MANUAL DINÁMICA			
		TERCIO MEDIO		TERCIO APICAL	
1	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
2	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
3	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
4	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000x	10000x	2000x	10000x
	PUNTUACION				
5	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000x	10000x	2000x	10000x
	PUNTUACION				
6	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
7	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
8	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
9	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
10	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000C
	PUNTUACION				

N°Muestra	FICHA N°3	GRUPO ACTIVACIÓN ULTRASONICA PASIVA			
		TERCIO MEDIO		TERCIO APICAL	
1	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
2	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
3	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
4	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000x	10000x	2000x	10000x
	PUNTUACION				
5	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000x	10000x	2000x	10000x
	PUNTUACION				
6	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
7	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
8	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
9	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
10	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000C
	PUNTUACION				

N°Muestra	FICHA N°4	GRUPO ACTIVACIÓN ROTATORIA			
		TERCIO MEDIO		TERCIO APICAL	
1	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
2	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
3	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
4	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000x	10000x	2000x	10000x
	PUNTUACION				
5	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000x	10000x	2000x	10000x
	PUNTUACION				
6	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
7	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
8	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
9	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000X
	PUNTUACION				
10	AREA DE ESTUDIO				
	TIPO DE AUMENTO	2000X	10000X	2000X	10000C
	PUNTUACION				

Anexo 6. LISTA DE IMÁGENES

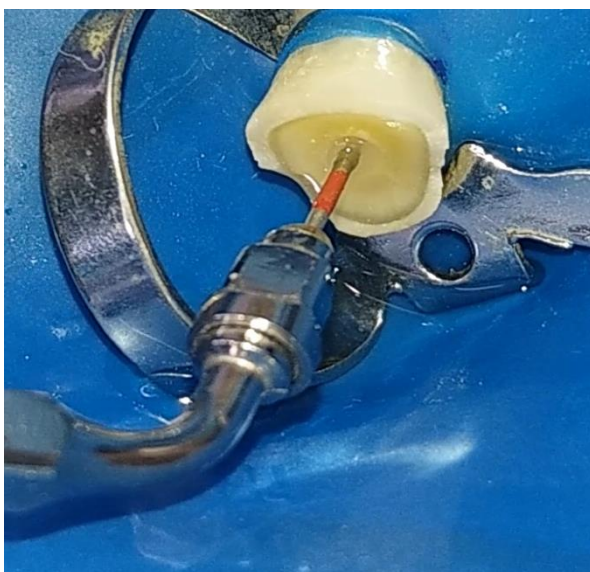


Imagen 5. Situación Clínica donde podemos visualizar el aditamento ultrasónico centrado en el conducto radicular.



Imagen 6: Puntas del Easy Clean longitud 25mm y conicidad de 0.04mm/mm; Puntas de Polímero ABS – acrilonitrilo butadieno estireno; Forma Anatómica del Easy Clean (Shoji Kato, 2016, p.43).



Imagen 7: Recolección de premolares monorradiculares permanentes recientemente extraídas.

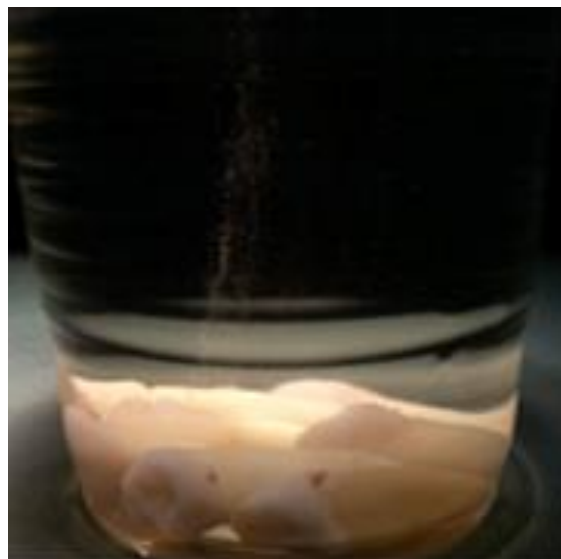


Imagen 8: Muestra almacenada en suero fisiológico a temperatura ambiente, hasta su posterior uso.



Imagen 9: Método radiográfico en vista frontal y proximal.

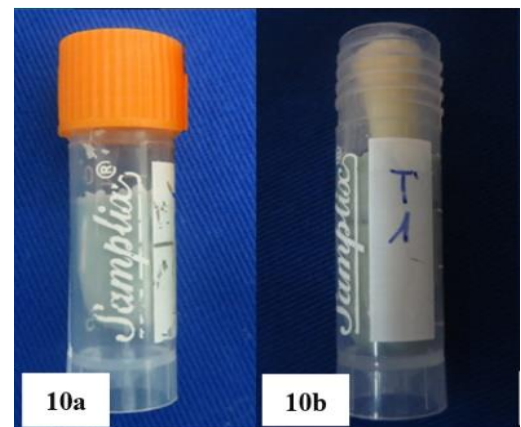


Imagen 10: (10a) Tubo criobial con bloques de silicona – (10b) Distribución de cada pieza en el tubo criobial.



Imagen 11: Colocación de la muestra es una caja autoclavable para su posterior esterilización.



Imagen 12: Cepas de *Enterococcus faecalis* ATCC 29212.



Imagen 13: Cultivo de *Enterococcus faecalis* en Agar Sangre con TSA.

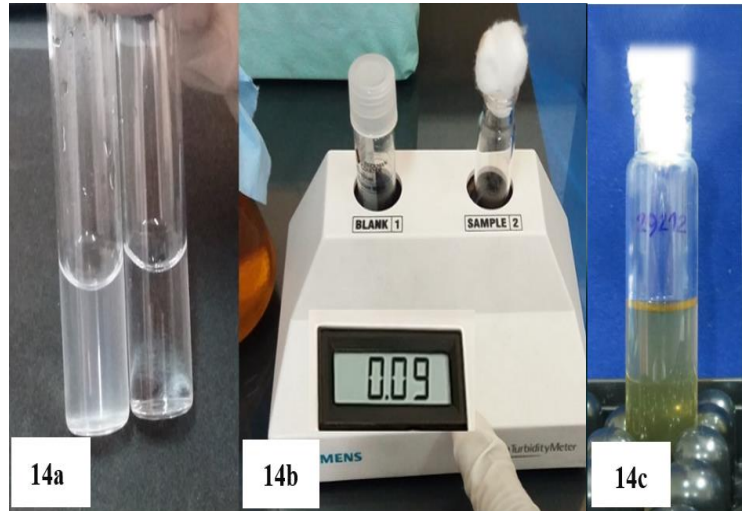


Imagen 14: (14a) Suspensión de *E. faecalis* en solución salina – (14b) Turbilímetro – (14c) Suspensión de *E. faecalis* en BHI.

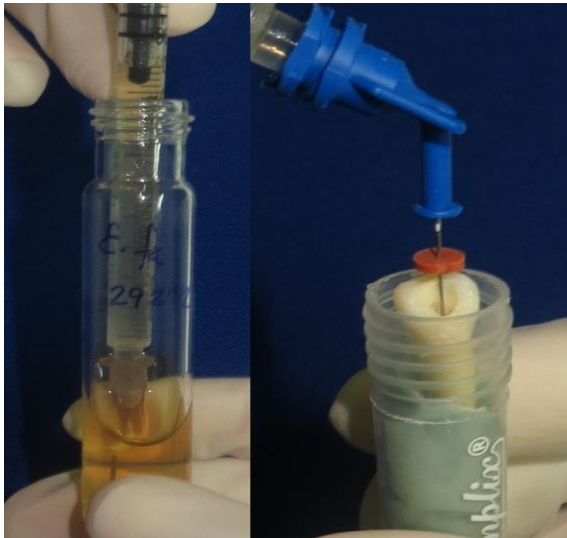


Imagen 15: Contaminación de la muestra

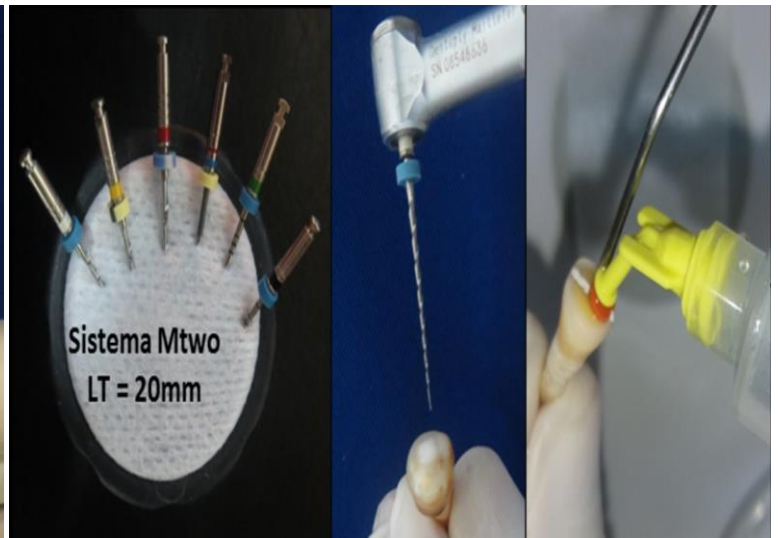


Imagen 16: Preparación Biomecánica de la pieza dentaria con el Sistema Mtwo.

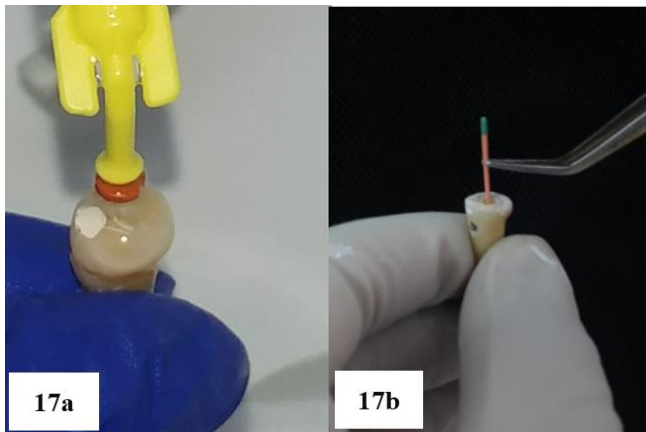


Imagen 17: (17a) Llenado del Conducto con NaOCl al 2.5% - (17b) Activación Manual Dinámica con el cono maestro.

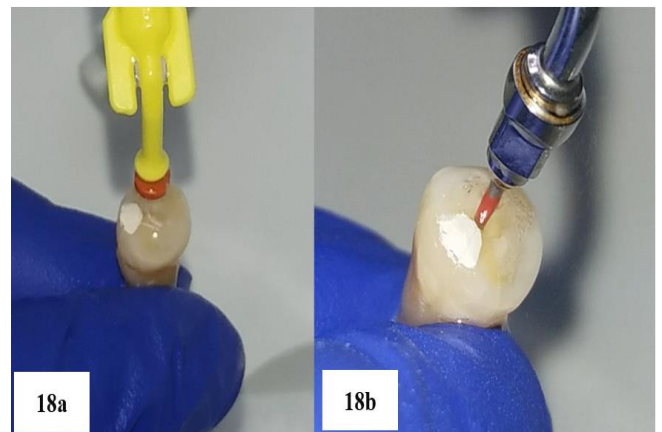


Imagen 18: (18a) Llenado del conducto con NaOCl 2.5% - (18b) Activación Ultrasonica con la lima #25 NITI.

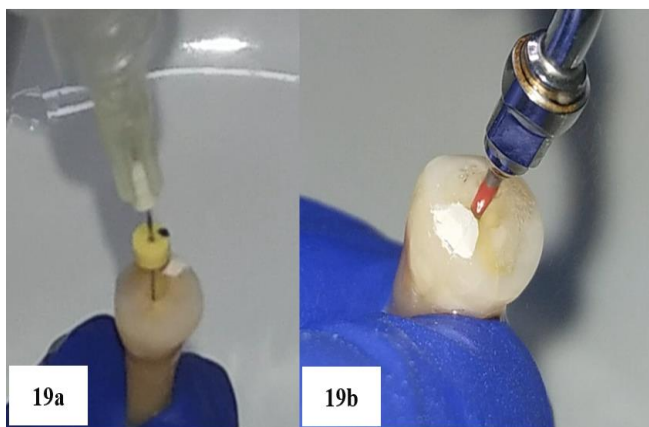


Imagen 19: (19a) Llenado del conducto con EDTA 17% - (19b) Activación Ultrasonica con la lima #25 NITI.

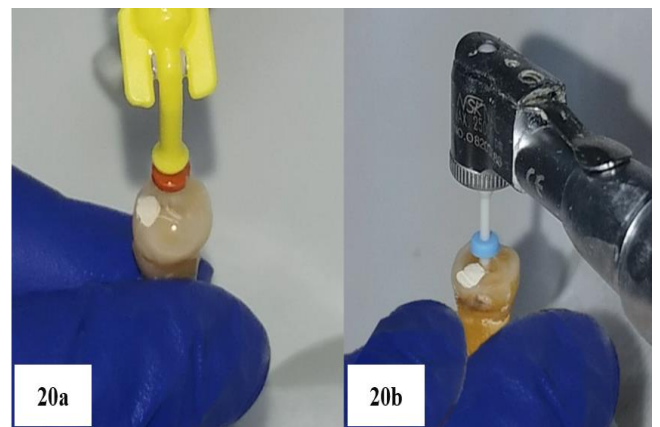


Imagen 20: (20a) Llenado del conducto con NaOCl al 2.5% - (20b) Activación Rotatoria Punta ABS 0.25mm, conicidad 0.04mm/mm.

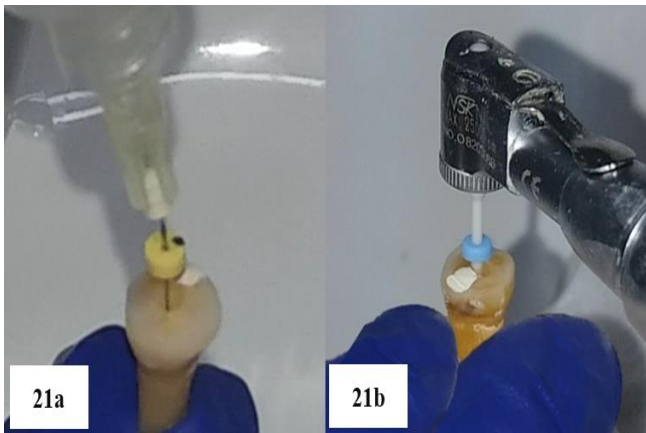


Imagen 21: (21a) Llenado del conducto con EDTA 17% - (21b) Activación Rotatoria Punta ABS 0.25mm, conicidad 0.04mm/mm.



Imagen 22: Fijación de la muestra en el Glutaraldehído para MEB.



Imagen 23: Muesca de referencia del tercio medio y apical.

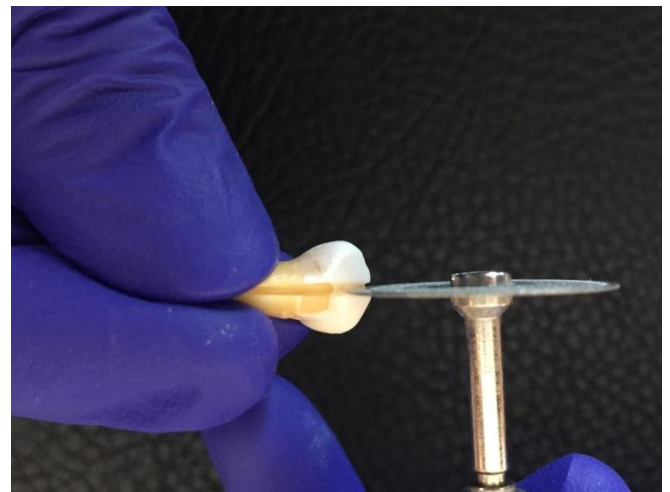


Imagen 24: Seccionamiento de las piezas dentarias con disco de carburun.



Imagen 25: Deshidratación de las muestras en Etanol Absoluto.



Imagen 26: Deseccación en Dióxido de Carbono de las muestras

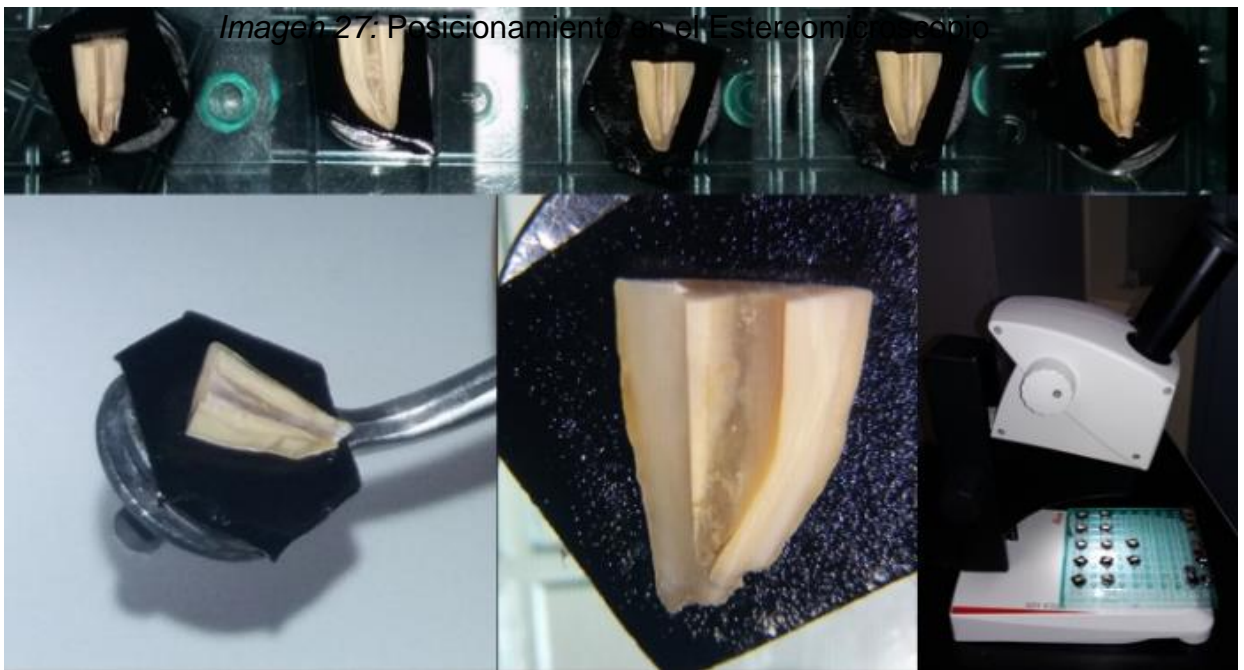


Imagen 27: Posicionamiento en el Estereomicroscopio

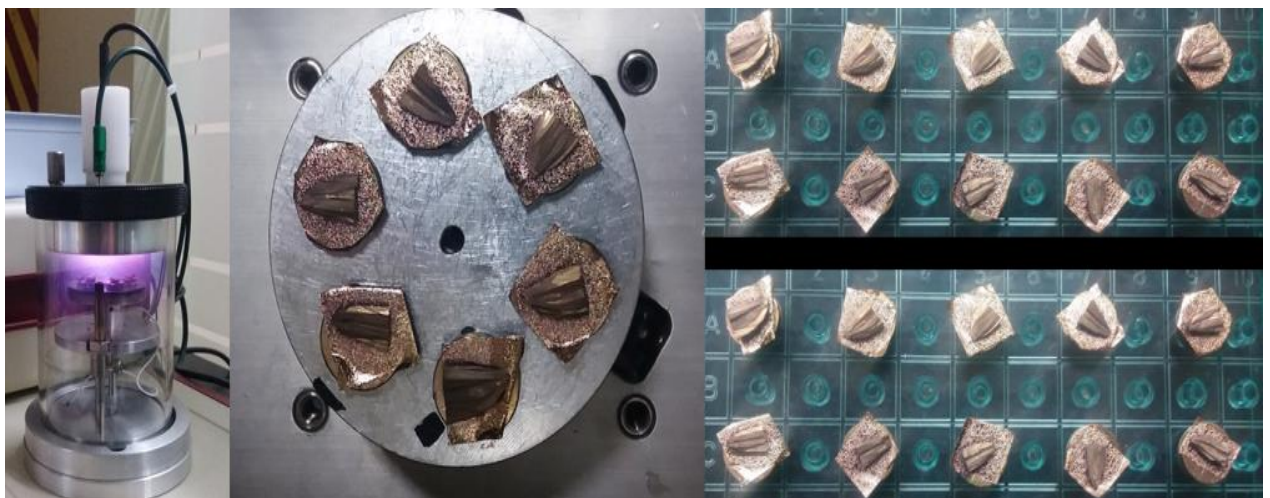
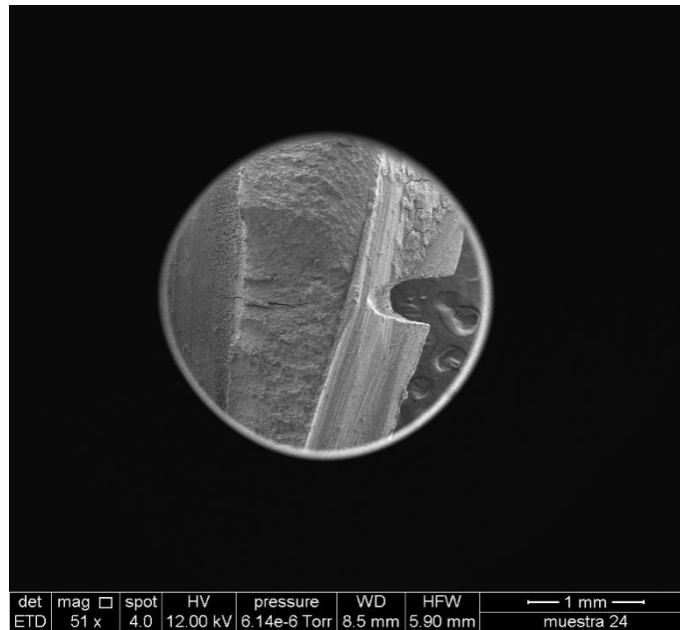


Imagen 28: Metalización en Oro de las muestras



Imagen 29: Microscopia Electrónica de Barrido



^A Imagen30: Visualización de la guía de corte que delimita el tercio medio y apical del conducto radicular.

Anexo 7. CONSENTIMIENTO INFORMADO**HOSPITAL NACIONAL HIPOLITO HUNANUE****SERVICIO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR**

NOMBRE DEL PACIENTE:

NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL DEL PACIENTE:

CALIDAD DEL REPRESENTANTE LEGAL:

FECHA:

CIUDAD:

Yo, _____ identificado (a) como aparece al pie de mi firma, por medio del presente documento, en nombre propio o en mi calidad del representante legal del paciente en pleno y normal uso de mis facultades mentales se me ha explicado los motivos por los cuales deben extraerme un determinado número de piezas dentarias como parte de mi tratamiento de Ortodoncia por ello otorgo en forma libre mi consentimiento al odontólogo de la especialidad de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar y a la Bachiller Verónica del Pilar Chahuara Vargas, donar pieza dentaria con motivos de estudio e investigación y para los fines que se considere pertinente.

FIRMA DEL PACIENTE
(Representante Legal, mayor de edad)

FIRMA DE BACHILLER

FIRMA DEL ODONTOLOGO

REGISTRO MEDICO