

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

**Bibliotecas Bucaramanga
Universidad Santo Tomás**

**COMPARACIÓN DE LA EFICACIA *IN VITRO* DE DOS
SISTEMAS RECIPROCANTES EN LA REMOCIÓN DE
Enterococcus faecalis EN DIENTES UNIRRADICULARES CON
CONDUCTO ÚNICO**

María Carmenza Barrera Barrera
Edna Cecilia Hernández Suárez
Fabriciano José Martínez Heleno
Tatiana Margarita Maury Gómez

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de especialista en
Endodoncia

Director
Jaime Omar Moreno Monsalve
Especialista en Endodoncia
PhD

Laura Viviana Herrera Sandoval
Bact. y Lc; MsC

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga
División Ciencias de la Salud
Posgrado de Endodoncia
2015

AGRADECIMIENTOS

Agredecemos al Doctor Jaime Omar Moreno como nuestro director por su acompañamiento en la realización de este trabajo y en especial a la Doctora Laura Herrera como nuestra co-directora de quien adquirimos el cononicimiento referente a todo lo que implica llevar a cabo una investigación de esta magnitud y con un gran aporte en el área Endodoncia y futuras investigaciones.

Listado de tablas

Tabla 1. Características morfológicas de los dientes incluidos en el estudio según el grupo de estudio.....	33
Tabla 2 Composición de los grupos de estudio según el tipo de diente y la morfología del canal.....	33
Tabla 3. Composición de los grupos de estudio según características morfológicas.....	34
Tabla 4. Recuento de <i>Enterococcus faecalis</i> en el conducto radicular antes y después de la instrumentación intraconducto.....	37
Tabla 5. Frecuencia de los niveles de reducción de <i>Enterococcus faecalis</i> según el grupo de estudio.....	38

Listado de figuras

Figura 1. Lima Wave One. Webber.....	20
Figura 2. Lima Wave One. Kuttler	21
Figura 3. Lima Wave One. Kuttler 2	21
Figura 4. Lima Reciproc.....	22
Figura 5. Lima Reciproc.2.....	24
Figura 6: Gráfico Q-Q.....	35
Figura 7: Gráfico Q-Q 2.....	36

Listado de apéndices

Apéndice A. Cronograma.....	47
Apéndice B. Cuadro de operacionalizacion de variables.....	48
Apéndice C. Materiales.....	49
Apéndice D. Presupuesto.....	51
Apéndice E. Medición del tercio apical (radiovisiografía).....	52
Apéndice F. Imágenes laboratorio.....	52
Apéndice G. MEB conducto contaminado con <i>Enterococcus Faecalis</i> (confirmación de la colonización bacteriana).....	55
Apéndice H. Conducto despues de la instrumentación.....	56
Apéndice I. Preparación con sistema Wave –One.....	56
Apéndice J. Preparación con sistema Reciproc	57

RESUMEN

Introducción: Diferentes sistemas de limas se han utilizado para facilitar la instrumentación de los conductos radiculares basados en principios de conformación y remoción bacteriana. En particular el *Enterococcus faecalis* ha sido motivo de estudio en endodoncia por su alta resistencia en los tratamientos endodónticos convencionales.

Este estudio de tipo experimental in vitro comparó la eficacia de la remoción de *Enterococcus faecalis* en conductos unirradiculares de conducto único utilizando dos sistemas de instrumentación recíprocante (Reciproc y Wave One).

Objetivo: Se evaluó la eficacia en la remoción de la biopelícula microbiana *Enterococcus faecalis* (carga microbiana) en conductos unirradiculares previamente contaminados y se determinó el grado de remoción (o disminución de la carga microbiana) en unidades formadoras de colonia de este microorganismo antes y después de la instrumentación con dos sistemas recíprocantes.

Metodología: Estudio experimental in vitro en el que se contaminaron 91 dientes unirradiculares humanos extraídos con conducto único durante 30 días con *Enterococcus faecalis* para favorecer la formación de biofilm dentro del conducto radicular. Posteriormente los especímenes fueron distribuidos aleatoriamente en tres grupos de tratamiento de acuerdo al sistema de instrumentación utilizado, Grupo A: Reciproc $n=35$, Grupo B: Wave One $n=34$, Grupo C control $n=22$ (solución salina estéril) después de la incubación. La carga microbiana antes (S1) y después (S2) de la instrumentación se determinó a través de conteo de UFC.

Resultados: Fue significativa la reducción en el número de UFC/ml antes y después de la instrumentación con los dos sistemas utilizados. Similares porcentajes de reducción de microorganismos se encontraron en todos los grupos de estudio (50- 99%). No se encontraron diferencias significativas en los recuentos finales entre los grupos.

Conclusión: Los hallazgos de reducción de *Enterococcus faecalis* dentro del conducto radicular fueron similares en los grupos de estudio resaltando la importancia de las limas recíprocantes en la limpieza del conducto. No se encontró diferencia estadística significativa entre los sistemas de lima recíprocante en la disminución de la carga microbiana, utilizando iguales volúmenes de irrigación y similar diámetro de la preparación apical. Se puede comprobar en este estudio que para la reducción de la carga microbiana se puede utilizar cualquier lima única recíprocante sin importar su casa comercial.

Palabras Claves: Sistemas recíprocantes, *Enterococcus faecalis*, instrumentación del conducto radicular, carga microbiana

ABSTRACT

Introduction: Different file systems have been used to facilitate the implementation of root canals based on conformation principles and bacterial removal. In particular, the *Enterococcus faecalis* has been an endodontics study subject for his high strength in conventional endodontic treatment.

This in vitro experimental study compared the removal efficacy of the *Enterococcus faecalis* in single root canals using two reciprocating systems (Reciproc and Wave One).

Objective: *Enterococcus faecalis* microbial biofilm removal efficacy was evaluated in single root canals previously contaminated and it was determined the degree of microbial removal (or bacterial reduction) on colony forming units of this microorganism before and after the reciprocating instrumentation.

Methodology: In vitro experimental study where 91 extracted human single-rooted teeth were contaminated with *Enterococcus faecalis* during 30 days to favor the biofilm formation in the root canal. Subsequently the specimens were randomized into three treatment groups according to instrumentation system used, Group A: Reciproc $n = 35$, Group B: Wave One $n = 34$, Group C control $n = 22$ (sterile saline solution) after incubation. Bacterial colonies were counted before (S1) and after (S2) was determined by CFU counting.

Results: There was a significant reduction in the number of CFU / mL before and after instrumentation with the two systems used. Similar percentages of reduction of microorganisms were found in all study groups (50- 99%). No significant differences were found in the final counts among the groups.

Conclusion: The findings of the reduction of *Enterococcus faecalis* within root canal were similar in the study groups. No statistically significant difference between reciprocating file systems were found, using equal volumes of irrigation and similar diameter of the apical preparation. It can be prove in this study that to reduce the microorganisms it can be used any single file reciprocating regardless of commercial house.

Key words: Reciprocating systems, *Enterococcus faecalis*, Root canal instrument.

Contenido

RESUMEN	7
I. INTRODUCCIÓN.....	11
I.A. Planteamiento del problema	12
II. OBJETIVOS.....	14
II.A. Objetivo general.....	14
II.B. Objetivos específicos.....	14
II.C. Justificación.....	14
III. MARCO REFERENCIAL.....	15
III.A.Marco teórico	15
III.A.1.Generalidades	15
III.A.2.Papel de la preparación quimicomecanica	16
III.A.3. Acción mecánica de los instrumentos	16
III.A.4.Enterococcus faecalis.....	17
III.A.5. Morfología de los conductos en dientes unirradiculares.....	18
III.A.6.Sistema Wave One	20
III.A.7. Sistema Reciproc.....	22
III.B. MARCO ETICO LEGAL	25
IV. DISEÑO METODOLÓGICO.....	29
IV.A. Tipo de estudio	29
IV.B. Universo.....	29
IV.C. Muestra	29
IV.D. Criterios de inclusión	29
IV.E. Criterios de exclusión	30
IV.F. Cálculo del tamaño de la muestra	30
IV.G. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	31
IV.G.1.Variable dependiente.....	31
IV.G.2. Variable independiente.....	31
IV.H. PROCEDIMIENTO.....	31
IV.H.1. Preparación de la muestra	31

IV.H.2. Contaminación de la muestra.....	32
IV.H.3. Instrumentación de las muestras	32
IV.H.4. Muestra microbiológica pre y post instrumentación	33
IV.H.5. Microscopía electrónica.....	34
V. ANALISIS DE RESULTADOS	34
V.A. RESULTADOS	35
VI. DISCUSION	41
VI.A. CONCLUSIONES	44
VI.B. RECOMENDACIONES	44
VII. BIBLIOGRAFIA	45
VIII. APÈNDICES	50

I. INTRODUCCIÓN

La periodontitis apical es la enfermedad endodóntica inflamatoria de los tejidos perirradiculares causada por la presencia primaria de microorganismos (infección endodóntica primaria) o por la persistencia (infección endodóntica persistente) de estos dentro del sistema de conductos radiculares en dientes con o sin tratamiento endodóntico (1), por ello el principal objetivo del tratamiento endodóntico consiste en reducir la carga de microorganismos presentes en los conductos radiculares. La única terapia actual que tenemos para tratar predeciblemente esta enfermedad es la preparación quimicomecánica, la cual juega un papel indispensable para el éxito del tratamiento endodóntico (2)(3). Sin embargo, la eficacia de los diferentes instrumentos disponibles en el mercado para la remoción de los microorganismos, es poco predecible porque no pueden limpiar y remover completamente la carga microbiana del sistema de conductos radiculares, debido a la presencia de variaciones anatómicas especialmente en el tercio apical que es el que tiene el o los forámenes apicales y canales laterales en contacto directo con el periodonto apical (4) (5) (6) (7)(8). Se ha querido mejorar este problema con el uso de instrumentos con gran taper, sin embargo, durante la conformación de los conductos, estos no logran o no consiguen ayudar a remover totalmente la carga microbiana en el tercio apical (3) (9) (10).

Los porcentajes de éxito en los tratamientos endodónticos para casos de pulpas vitales y no vitales sin radiolucidez apical exceden el 96%, mientras que sólo el 86% de los casos con pulpas necróticas y radiolucidez apical muestran cicatrización apical. La posibilidad de instrumentar el conducto radicular en toda su longitud y el nivel de obturación afectan significativamente el éxito del tratamiento. De todas las lesiones periapicales presentes en dientes con tratamiento endodóntico previo, sólo el 62% cicatrizan después del retratamiento (11).

Especial atención tienen en endodoncia un pequeño número de especies encontradas en los conductos radiculares de los dientes que han sido tratados endodónticamente y que persisten en la patología periapical tales como *Actinomyces*, *Enterococcus* y *Propionibacterium*. La presencia de *Enterococcus faecalis* ha sido reportado en numerosos estudios asociado a patologías persistentes como la periodontitis apical con una prevalencia del 22% al 77%(1). Este microorganismo es considerado un importante modelo de estudio puesto que posee características especiales como la supervivencia en pH extremos, capacidad de coagregación bacteriana y bajos requerimientos nutricionales que lo hacen óptimo para su uso en estudios *in vitro*(12).

La remoción de carga microbiana por sistemas de instrumentación manual, rotación continua o reciprocante en conductos radiculares promueven la reducción de la carga microbiana aproximadamente en un 90% en los conductos radiculares (3) (13) (12) (14)(15)(16)(17). Recientemente se conocen en el mercado sistemas de lima única fabricados con NiTi y tecnología M-wire tales como Reciproc con sección transversal en forma de S (18) y Wave One con sección transversal triangular convexa modificada y triangular convexa (19). Estos sistemas proponen comodidad y simplicidad en la instrumentación, facilitando los procedimientos, disminuyendo el tiempo de trabajo, el número de limas utilizadas durante la preparación con una instrumentación más centrada del conducto y menor extrusión apical de detritus dentinales (12) (13) (15) (17).

Estudios recientes compararon la eficacia de las limas manuales, limas de rotación continua y limas reciprocantes en la reducción de la carga microbiana y comprobaron que los diferentes sistemas de limas analizados redujeron significativamente la carga microbiana y no hubo diferencia significativa entre ellos (3) (12) (13) (14) (15) (16). Sin embargo, no se conocen estudios comparando estos dos sistemas de lima única y movimiento reciprocante, por tal razón este trabajo comparó la eficacia *in vitro* de dos sistemas reciprocantes en la remoción de *Enterococcus faecalis* en dientes unirradiculares con conducto único.

I.A. Planteamiento del problema

La terapia endodóntica como especialidad odontológica tiene como finalidad prevenir y eliminar la enfermedad de origen microbiano llamada Periodontitis Apical, con el fin de mantener al individuo sano, libre de una de las enfermedades crónicas que nos afectan principalmente en la vida adulta y que puede disminuir la calidad de vida.

Los procedimientos endodónticos se fundamentan en la remoción de tejido orgánico e inorgánico y contenido microbiano dentro del sistema de conductos radiculares (3). En los tratamientos endodónticos los porcentajes de éxito y fracaso varían desde 86% y superan el 96% para diagnósticos de pulpas inflamadas y pulpas necróticas respectivamente (20) y el 62% para los casos de retratamiento endodóntico con lesión apical (11).

En endodoncia el diseño de instrumentos y sistemas de preparación de conductos radiculares se ha perfeccionado con el paso del tiempo con el fin de conseguir una mayor

debridación (limpieza) del conducto y un menor tiempo de trabajo. El uso de las limas manuales en la preparación mecánica ha sido paulatinamente reemplazado con instrumentos rotatorios de níquel titanio obteniendo ventajas como mayor flexibilidad de los instrumentos y mayor resistencia a la fractura cíclica. Dentro de estos sistemas de instrumentación podemos encontrar el sistema Protaper Universal, Protaper Next, Mtwo, SAF, K3, Race entre otros y los más recientes como son los sistemas reciprocantes Wave-One y Reciproc (6) (7) (15). A pesar, de los múltiples desarrollos y avances tecnológicos, la completa debridación mecánica se dificulta por la variación anatómica de los conductos radiculares principalmente en su tercio apical donde se presenta la mayor cantidad de variaciones anatómicas y que son reservorios de microorganismos. Se ha demostrado que en conductos ovales la instrumentación del canal radicular no coincide con la forma geométrica de los instrumentos y por lo tanto una incompleta conformación suele observarse en esta clase de canales (7) (9)(10)(13)dejando superficies bucales y linguales sin tocar por los instrumentos con tejidos necróticos, biofilm bacteriano y detritus dentinarios (6).

Los residuos de biofilm bacteriano y detritus infectados son una fuente potencial para la persistencia de la infección y fracaso de los tratamientos endodónticos, es decir la enfermedad endodóntica no es eliminada; esto se puede observar con mayor frecuencia en los conductos ovales los cuales son un reto para la limpieza y desinfección (15). Los agentes químicos son coadyuvantes en la limpieza del conducto, sin embargo estos no remueven eficazmente las bacterias dispuestas en biofilm; por eso la remoción mecánica en la instrumentación es particularmente efectiva en la remoción del biofilm y por lo tanto en la reducción de la carga bacteriana en el conducto radicular (13).

Se han encontrado numerosos microorganismos en el sistema de conductos radiculares, en los diferentes estudio *in vitro* se ha utilizado el *Enterococcus faecalis*, por ser un microorganismo patógeno relacionado directamente con la etiología y persistencia de las infecciones endodónticas (22) debido a que posee características particulares como invasión dentro de los túbulos dentinales, rápida adaptación a condiciones adversas, resistencia a tratamientos antimicrobianos, gran polimorfismo genético y la más importante, la formación de la biopelícula (23).

En el medio clínico de la Universidad Santo Tomás a nivel de postgrado de endodoncia, se están implementando actualmente nuevas tecnologías en sistemas mecanizados de instrumentación rotatoria reciprocante (Lima única); sin embargo, existe desconocimiento y no se conocen estudios sobre la eficacia real de estos sistemas en la eliminación de microorganismos intraconducto. Por tanto, surge la siguiente pregunta: ¿Qué tan eficaces son los sistemas reciprocantes de lima única en la remoción de *Enterococcus faecalis* en un

modelo validado *in vitro* de contaminación de dientes unirradiculares con conducto único?

II. OBJETIVOS

II.A. Objetivo general

Comparar la eficacia *in vitro* de dos sistemas reciprocantes en la remoción de *Enterococcus faecalis* en dientes unirradiculares con conducto único.

II.B. Objetivos específicos

- ✓ Determinar la carga microbiana inicial y final de los conductos radiculares infectados con *Enterococcus faecalis* en cada uno de los sistemas de instrumentación.
- ✓ Determinar la eficacia en la remoción de *Enterococcus faecalis* de cada uno de los Sistemas de instrumentación Reciproc[®] y Wave One[®] en modelos de dientes.

II.C. Justificación

Un paso importante en cualquier tratamiento endodóntico es la preparación de los conductos radiculares para alcanzar a una correcta conformación del canal, una adecuada desinfección y obturación que garantice el éxito de la terapia endodóntica (24). El desarrollo de los sistemas de limas rotatorias de níquel titanio, son el resultado del progreso en la preparación mecánica de los conductos radiculares (2) (24). La preparación mecánica ha fallado en la conformación de los conductos ovales, dejando zonas sin preparar en las paredes vestibulares y linguales, las cuales pueden ser el reservorio de residuos bacterianos, biofilm y causar infección persistente como la periodontitis apical asintomática y por consiguiente enfermedad post tratamiento (25).

El éxito de los tratamientos endodónticos varía entre 73 – 98% (26) (27) de los casos; se considera como factor determinante la presencia de dientes tratados sin patología periapical y dientes con periodontitis apical previamente establecida (26) (27). Se ha diseñado gran variedad de limas manuales y rotatorias que pretenden lograr la limpieza y conformación del conducto radicular. Actualmente se continúa con el diseño de nuevos instrumentos con el fin de mejorar la preparación y limpieza mecánica del conducto y aumentar el porcentaje de eliminación de biofilm bacteriano. Diferentes estudios han reportado la incapacidad de la instrumentación rotatoria y manual para alcanzar todas las paredes dentinales en los conductos, convirtiéndose esto en un reto para la limpieza y desinfección (15).

Recientemente se han introducido sistemas reciprocantes fabricados con NiTi y tecnología M-wire como son el sistema Reciproc y Waveone que pretenden ser capaces de preparar y limpiar adecuadamente el sistema de conductos con una sola lima (3); es decir se proponen por su comodidad y simplicidad (28). La ventaja de los sistemas reciprocantes en la desinfección de conductos es aún objeto de estudio. Por ello, a través de este trabajo se pretende establecer la eficacia en la remoción de biofilm en dientes unirradiculares de conducto único con dos sistemas reciprocantes y estar a la vanguardia en el uso de técnicas y sistemas eficaces que garanticen una mayor tasa de éxito en los tratamientos realizados en la población que acude a las clínicas de la Universidad Santo Tomás particularmente el postgrado de Endodoncia.

III. MARCO REFERENCIAL

III.A.Marco teórico

III.A.1.Generalidades

La infección del canal radicular posee algunas particularidades que la hacen diferente de las infecciones en otras partes del cuerpo humano. Los microorganismos atrincherados en el sistema de canales radiculares son difícilmente alcanzados por las defensas del huésped o por la administración de antibióticos vía sistémica. La ausencia de un activo flujo sanguíneo en el tejido pulpar necrótico o en dientes sin pulpa dental (dientes tratados endodónticamente) impide el transporte de las células de defensa/moléculas y de los antibióticos vía sistémica al sitio infectado (canal radicular). Por lo tanto, la única opción terapéutica que se tiene actualmente es la intervención por parte del especialista en endodoncia, es decir utilizando procedimientos químicomecánicos que eliminen los microorganismos. La preparación mecánica, química y medicación intracanal son las principales medidas terapéuticas para controlar la infección (29).

III.A.2. Papel de la preparación quimicomecánica

La preparación químico mecánica es primordial para la desinfección del canal radicular ya que la instrumentación e irrigación actúan preponderantemente en este espacio que alberga la mayoría de microorganismos. La acción mecánica e irrigación como también la medicación intracanal proporcionan disminución de la carga microbiana en el canal radicular. Independientemente de cual sea la causa de persistencia de las bacterias, la diversidad y la densidad bacteriana se reduce en gran proporción después de realizar un tratamiento endodóntico. En muestras positivas para el crecimiento bacteriano de conductos instrumentados e irrigados y que recibieron o no medicación intraconducto, se ha demostrado la presencia de 1 a 5 especies bacterianas (29) (30) (31).

III.A.3. Acción mecánica de los instrumentos

La preparación mecánica del sistema de conductos radiculares es un procedimiento que requiere el uso de varios instrumentos manuales y rotatorios o su combinación. Los instrumentos manuales endodónticos están hechos de acero inoxidable de alta calidad o aleaciones de NiTi y usualmente son para múltiples usos a excepción de los de diámetro 0,6; 0,8; 0,10; 0,15; 0,20(32). Las limas tipo K fueron desarrolladas a principio de siglo por Kerr Manufacturing, están fabricados con alambre de acero al carbono o acero inoxidable pasado por una matriz de tres o cuatro lados ahusados y piramidal (33).

El desarrollo del níquel-titanio en los años 60 proporcionó a la profesión dental un nuevo y exclusivo metal con una potencial utilidad para el uso en endodoncia. Las aleaciones de níquel-titanio se desarrollaron en los laboratorios de la marina estadounidense en los años 70. Su primera aplicación en odontología, fue para los alambres de ortodoncia, por su gran resistencia a la fatiga. Solo desde hace unos años se utilizan aleaciones, generalmente con un 56% de níquel y 44% de titanio. El avance tecnológico y la asociación de la metalurgia con la endodoncia permitieron que los instrumentos rotatorios se lograran fabricar con aleaciones de níquel-titanio, que confiere a los mismos, elasticidad, flexibilidad, resistencia a la deformación plástica y a la fractura. De acuerdo a estudios realizados, los instrumentos de níquel-titanio han demostrado una mayor flexibilidad y resistencia a la fractura por torsión comparada con los instrumentos de acero inoxidable. El níquel-titanio supuestamente además absorbe tensiones y resiste el desgaste mejor que el acero inoxidable. Estos instrumentos rotatorios generalmente tienen una punta no cortante, superficie radial que permite que al girar el instrumento, éste se deslice por las paredes del conducto produciendo a la vez un movimiento de ensanchado y no de limado. Presentan un ángulo de corte negativo, el cual evita un desgaste intenso de las paredes del conducto, un

ángulo helicoidal variable, diferentes perfiles de sección, que ofrecen mayor seguridad, un menor tiempo de trabajo y gran conicidad durante la preparación (34) (35).

Estudios en los cuales no se han utilizado irrigantes con acción desinfectante, han mostrado que la acción mecánica de los instrumentos y de la irrigación (irrigante sin poder desinfectante/solución salina) es efectiva en eliminar más del 90% de microorganismos cultivables del canal radicular (36). De ahí, la instrumentación e irrigación juegan un papel principal en alcanzar una importante disminución de la carga microbiana. Orstavik y Haapasalo en 1990, estudiaron el efecto de los irrigantes y apósitos endodónticos en muestras de dentina bovina infectadas con bacterias y a pesar de esto se encontró que las bacterias podían colonizar la luz del conducto y los túbulos dentinarios (37).

Estudios han demostrado que el sistema SAF (Self Adjusting Files) es significativamente más efectivo que el sistema rotatorio de instrumentación NiTi en la eliminación de *Enterococcus faecalis* en conductos ovales *in vitro* bajo irrigación, donde revela que bajo el sistema de instrumentación SAF el 80% de las muestras estaban libres de este microorganismo comparada con un 45% en la instrumentación rotatoria (38).

Burklein y col. en 2012, Machado y col en 2013, realizaron estudios comparativos de sistemas de instrumentación rotatoria de níquel titanio, donde se evaluaron el sistema Reciproc y Wave One con el sistema Protaper y M-Two en cuanto a su capacidad y efectiva limpieza en conductos radiculares curvos, concluyeron que hacen una mejor limpieza de la porción apical los sistemas M-Two y Reciproc. Sin embargo pocos estudios han evaluado la acción mecánica de estos sistemas en conductos infectados (3) (13).

Las diferentes formas de los conductos en corte transversal incluyen las formas ovaladas en las cuales se ha observado que hay dificultad en la limpieza de este tipo de conductos debido a que la forma del instrumento es redonda. Paque y col, en el 2010, publicaron que la preparación de las superficies de los conductos ovales con limas manuales Hedstrom y las limas Protaper Níquel Titanio rotatorio en movimiento de rotación continua, son eficientes en la conformación del conducto en los 4 mm apicales independientemente de la técnica utilizada dejando superficies de estos conductos sin tratar (6).

III.A.4. *Enterococcus faecalis*

Enterococcus faecalis es la especie más frecuentemente aislada y encontrada en las periodontitis apicales, conductos infectados y abscesos periapicales (39). Se encuentra en alto porcentaje en los fracasos endodónticos y es capaz de sobrevivir en el conducto como organismo aislado o como un componente importante de la flora (40).

Estudios moleculares han confirmado que *Enterococcus faecalis* es una especie frecuentemente encontrada en dientes con conductos tratados que evidencian lesiones periapicales con valores de prevalencia del 90% (41) y del 24 al 77% (40). Los conductos no tratados tienen nueve veces más la probabilidad de presentar este microorganismo y su aparición se asocia con la enfermedad postratamiento. *Enterococcus faecalis* tiene una resistencia intrínseca a las soluciones irrigantes, medicamentos intraconducto, antibióticos y cambios en el pH (1).

Es un patógeno oportunista causante de enfermedades nosocomiales (42). Es microorganismo anaerobio facultativo, gram positivo de forma ovoide con diámetro de 0,5 μ a 1 μ . Puede coexistir de forma aislada, en pares o en cadenas cortas donde se observa de forma alargada (39). Su crecimiento óptimo ocurre a 35°C con rango entre 10 y 45°C, su pared celular contiene antígenos del grupo D (ácido lipoteicoico- glicerol) peptidoglicanos y ácido teicoico (43). Además tiene la capacidad de crecer en medios hipertónicos, hipotónicos, ácidos y/o alcalinos, expresa factores de virulencia (44) (45). Este microorganismo se adhiere a las paredes dentinales, se acumula y forma comunidades organizadas en biofilms los que los hace resistentes a la fagocitosis y antimicrobianos (40).

Las bacterias en los biofilms poseen un mecanismo de defensa y facilitan los procesos fisiológicos, después de que la película de proteína es depositada en la superficie radicular las bacterias planctónicas inician su adhesión y multiplicación. La organización en capas de los biofilms protegen a las bacterias de los cambios del pH y de otras agresiones microbianas, además la formación de biofilm permite que por coagregación se adhieran dos o más especies de bacterias (46).

La capacidad del *Enterococcus faecalis* de adherirse, crecer, invadir y sobrevivir al sistema inmunológico y competir con otras bacterias contribuyen a la virulencia de este microorganismo (47).

III.A.5. Morfología de los conductos en dientes unirradiculares

El conocimiento de la anatomía de los conductos radiculares y sus variaciones es un requerimiento básico para alcanzar el éxito en los tratamientos endodónticos. Los conductos radiculares presentan variaciones en su geometría durante la instrumentación. La constricción apical, la unión cemento dentinal y el foramen apical, son tres lineamientos anatómicos e histológicos que enmarcan la anatomía apical radicular (48).

El sistema de canales radiculares es anatómicamente complejo y la instrumentación mecánica de los conductos puede generar errores durante la preparación o preparaciones

deficientes a pesar de utilizar limas manuales e instrumentos rotatorios de Níquel Titanio (6).

La anatomía del ápice radicular incluye el conducto radicular que se afina desde el orificio del conducto hasta la constricción apical, situada a menos de 0,5 a 1,5 mm del foramen apical.

El conducto radicular según la configuración de su sección transversal se ha clasificado en redondo, oval, largo ovalado, achatado e irregular (49) (50) (51). Según el diámetro y conicidad de los conductos radiculares apicales, estos con frecuencia son largos, ovalados o acintados en los 5 mm apicales (8). Se define un conducto como “oval” aquel que tiene un diámetro máximo dos veces más grande que un diámetro mínimo y el conducto “largo ovalado” como el que tiene un diámetro mayor dos a cuatro veces mayor al diámetro mínimo (6) (50) (8); este diámetro es encontrado en sentido vestibular / lingual en un 25% aproximadamente (8). Los conductos ovals, largo ovalado y achatados presentan una relación de los diámetros máximo y mínimo en los cortes transversales de <2:1, 2–4:1 y >4:1 a 5 mm del ápice y son redondeados a 1 mm de este, respectivamente. La prevalencia total de los conductos ovals en la porción apical es del 25%(49) (50) (8). El tercio apical de los conductos generalmente es redondeado o ligeramente ovalado comparado con el tercio medio y cervical (48). En un estudio encontraron que en cortes transversales a 5 mm del ápice muestran un porcentaje de canales ovals de un 50 a un 92% (50). Según estudios el promedio del diámetro bucolingual de los conductos es de 0.75 a 3 mm del ápice y la mayoría de los conductos de los incisivos anteroinferiores no tienen forma redondeada (50). En dientes incisivos inferiores y segundos premolares superiores la prevalencia es mayor al 50% y en las raíces distales de los molares inferiores, la prevalencia es del 25 al 30%. En dientes como incisivos centrales superiores y caninos mandibulares y maxilares, la prevalencia de conductos ovals es menor del 5% (49).

Estos conductos se convierten en un desafío en el proceso de conformación, limpieza desinfección y su instrumentación resulta difícil ya que algunas superficies no son alcanzadas por los instrumentos rotatorios en una preparación redondeada persistiendo de esta forma bacterias remanentes que ponen en riesgo el éxito de la endodoncia (6) (49) (50). Los instrumentos crean un ensanchamiento redondo en el conducto y dejan extensiones sin preparar llenas de una capa de barrillo dentinario y detritus (52) (53).

El taper promedio apical de los conductos ovals en sentido bucal – lingual es de 0.10 mm/mm, mientras que el taper en sentido mesial – distal es mucho menor. Instrumentaciones con un taper de 0.05 a 0.10 van a dejar zonas del conducto sin instrumentar en sentido bucal –lingual, por esta razón el taper se debe incrementar para mejorar la limpieza en sentido bucal –lingual con la desventaja de debilitamiento de la

pared dentinal (50). Los conductos deben ser instrumentados a un tamaño adecuado de tal manera que se logre una suficiente debridación y control de los materiales de obturación e instrumentos, pero no tanto que produzcan errores en el procedimiento y debilitamiento de la raíz (51).

En un intento de encontrar mejores métodos para limpiar y desinfectar los conductos radiculares, investigadores hallaron que el ensanchamiento de los conductos por encima de los tamaños apicales recomendados tradicionales era la única forma de eliminar con efectividad las bacterias cultivables dentro del conducto (54). Según estudio de Wu y col, quienes instrumentaron conductos ovals utilizando técnica de fuerzas balanceadas y técnica circunferencial, los instrumentos son incapaces de remover de una manera completa la pared dentinal ya que no logran contactarse con la pared en un 40% o más de esta (55).

Los conductos radiculares pueden ser instrumentados manualmente o con instrumentos accionados por un motor, logrando un corte de las paredes dentinales por rotación o movimientos de impulsión tracción circunferencialmente. Esta instrumentación se facilita por la irrigación de soluciones como el hipoclorito de sodio. El conducto puede ser instrumentado en forma segura dependiendo de factores como la morfología del canal, el espesor de la pared dentinal y el tamaño del instrumento utilizado (50).

III.A.6.Sistema Wave One

La preparación biomecánica de los conductos ha sido y seguirá siendo motivo de estudio debido a la variabilidad anatómica y a la dificultad para lograr un contacto completo del instrumento con las paredes. Este paso es de suma importancia pues busca ensanchar y alisar las paredes dentinales, remover material orgánico e inorgánico y darle una conformación cónica al conducto para facilitar la irrigación y obturación tridimensional de los mismos. Es evidente la complejidad de los espacios que deben ser conformados para la limpieza y obturación en el tratamiento endodóntico. A pesar de esta dificultad, las actuales técnicas para tratamiento de los conductos radiculares proporcionan una tasa de éxito excepcionalmente alta (56). Las diferentes técnicas de preparación han ido evolucionando desde la preparación manual con limas de acero inoxidable, limas de NiTi, preparación mecánica con sistemas rotatorios, oscilatorios, o los reciprocantes.

Dentro de estos últimos encontramos dos sistemas: Wave One y Reciproc (56) (57) (19). El movimiento reciprocante fue propuesto con el fin de incrementar la capacidad del instrumento para permanecer centrado en el conducto como también para reducir el riesgo de deformarlo (19). Wave One es un sistema de preparación de conductos que consiste en el uso de una sola lima, la cual está fabricada con una aleación de NiTi y tecnología M-

Wire lo que la hace más flexible, resistente a la fatiga cíclica disminuyendo así la tensión por torsión (59) (57) (28) (59) (60) (61). El movimiento reciprocante consta de un giro de 170° en sentido horario y 50° en sentido antihorario, basado en la teoría de fuerzas balanceadas de Roane (60) (62). El movimiento horario permite que la lima avance en sentido apical y efectúe el corte y el movimiento en sentido antihorario, remueve material orgánico e inorgánico y detritus dentinales. Tres ciclos continuos completan una rotación (57) (60) (61).

El sistema Wave One tiene tres limas denominadas: Small (S) (color amarillo 21/06), Primary (P) (color rojo 25/08) y Large (L) (Color negro 40/08) (19) (57) (60). La lima (S) tiene una conicidad constante de 6% en su porción activa. La lima (P y L) presentan una conicidad constante en $D_1 - D_3$ pero en $D_4 - D_{16}$ el porcentaje de la conicidad disminuye progresivamente permitiendo mayor flexibilidad al instrumento y menor remoción de dentina en el tercio coronal y medio radicular al finalizar la preparación del conducto. (fig. 1)

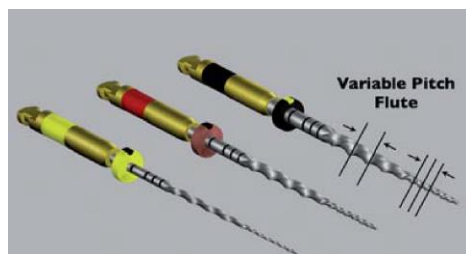


Figura 1. Lima Wave One. Webber J. et al. The Wave One single-file reciprocating system USA. Roots 1_2011 (57)

El diseño de la lima presenta dos secciones transversales diferentes a lo largo de la longitud de su parte activa. Una sección transversal triangular convexa modificada que va de $D_1 - D_8$ y una sección transversal triangular convexa $D_9 - D_{16}$ (Fig.2). Esta característica en el diseño hace que tenga una mejor inclinación y un ángulo helicoidal variable a lo largo de sus porciones activas. La punta no es cortante y permite que el instrumento avance con seguridad a través del conducto radicular (Fig. 3) (19) (57) (60).

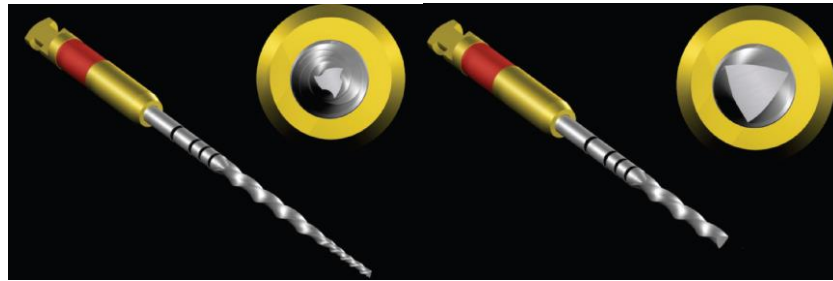


Figura 2. Lima Wave One. Kuttler S, West J. A Single File System: “The Science of Simplicity”. Dento Today, 2012; 31(3):92, 94 - 5. (19)

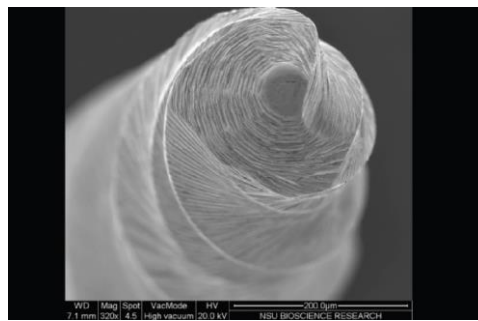


Figura 3. Lima Wave One. Kuttler S, West J. A Single File System: “The Science of Simplicity”. Dento Today, 2012; 31(3):92, 94 - 5.(19)

III.A.7. Sistema Reciproc

Los sistemas reciprocantes también denominados oscilatorios o sistemas de rotación alterna, que tienen por objeto propiciar una preparación más efectiva del instrumento a lo largo de todas las paredes del conducto para dejarlo más centrado, surgen como necesidad de simplificar los sistemas rotatorios continuos, utilizando menor cantidad de instrumentos y disminuyendo el riesgo de fractura, siguiendo la dinámica de la técnica de fuerzas balanceadas de Roane.

Este movimiento reciprocante con solo un instrumento propuesto por Yared en año 2008 utiliza una lima única Protaper F2 que invierte periódicamente la rotación. Las limas NiTi presentan mayor durabilidad, mayor resistencia a la fatiga y reduce el estrés a la torsión (63)

La fractura del instrumento por fatiga cíclica es el resultado de tensiones repetitivas (tensión y compresión) que varían con el tiempo (cíclicas). Las fracturas de los

instrumentos también se pueden producir por cambios acumulativos de stress del metal (64) (65).

La fractura del instrumento por torsión se presenta cuando la punta o cualquier otra parte del instrumento se bloquean en el conducto mientras que el resto del instrumento sigue rotando, el instrumento excede el límite elástico del metal y muestra deformación plástica seguida de una fractura (64) (65).

Con el objetivo de encontrar una conformación más simple, conveniente y segura para preparar exitosamente un conducto radicular, la casa VDW crea un sistema de limas rotatorias fabricadas en níquel-titanio con tecnología M-Wire la cual genera mayor resistencia a la fatiga cíclica que el Ni-Ti tradicional y su composición está alrededor de un 60% Ni y 40% Ti.

El sistema Reciproc® consta de tres instrumentos R25, R40, R50 (fig. 1).

Reciproc 25 (roja) con conicidad 8%, tiene un diámetro de 0,25 mm en apical y en D16 1,05 mm.

Reciproc 40 (negra) conicidad 6%, tiene diámetro de 0,40 mm en apical y en D16 1,10mm.

Reciproc 50 (amarilla) conicidad 5%, tiene diámetro de 0,50 mm en apical y en D16 1,17 mm.



Figura 4. Lima Reciproc. Yared, G. Canal Preparation with only one reciprocating instrument without prior hand filling: A New concept. 2011 (18)

Cada lima se caracteriza por tener punta no cortante y sección transversal en forma de S de menor masa y mayor profundidad de estría que el Wave-One lo cual provoca que tenga

suficiente espacio para acumular detritus. Su sistema de corte se da en sentido antihorario de 150 grados y luego en sentido inverso de 30 grados para liberar el instrumento y liberar detritus. Funciona a 300 rpm es decir 10 ciclos de reciprocación por segundo y presenta ángulos helicoidales y estrías variables a lo largo de toda la lima, permitiendo la remoción de detritus hacia coronal. El ángulo en la dirección de corte es mayor que el ángulo en sentido inverso, de forma que el instrumento avanza continuamente hacia el ápice. El área aproximada de masa del instrumento está alrededor de $275,000 \mu\text{m}^2$ (18).

En cuanto a la cantidad de detritus extruidos por el sistema en un estudio realizado por Burklein y col, evaluaron la cantidad de desechos extruidos apicalmente utilizando sistema rotatorio y alterno con limas de NiTi en ochenta dientes uniradulares distribuidos en cuatro grupos. Los conductos fueron instrumentados con sistemas Reciproc (VDW), Waveone (Dentsply) y Mtwo (VDW) y ProTaper (Dentsply), irrigados con agua destilada. Los resultados mostraron que el sistema Reciproc produjo significativamente más residuos en comparación con todos los demás sistemas de instrumentación. Sin embargo la instrumentación fue significativamente más rápida utilizando Reciproc (66).

Reciproc mostró mayor resistencia a la fatiga cíclica pero menor resistencia torsional que WaveOne. Lo que significa que Reciproc posee una menor rigidez a la flexión. En otras palabras, WaveOne tuvo mayor rigidez torsional que Reciproc (64) (65).

En un estudio realizado, se evaluó la resistencia a la fractura flexural del Reciproc 25 usando rotación continua y rotación reciprocante, y se concluye que los instrumentos con movimiento alterno alcanzaron significativamente mayor número de ciclos antes de la fractura (media, 1787,78 ciclos) cuando se compara con los instrumentos movidos por rotación continua (media, 816,39 ciclos) (65).

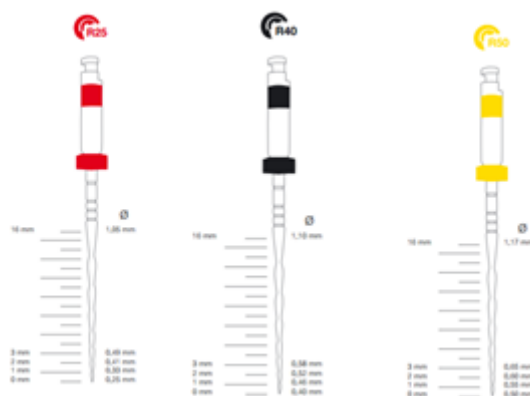


Figura 5. Lima Reciproc. Yared, G. Canal Preparation with only one reciproc instrument without prior hand filling: A New concept. 2011(18).

III.B. MARCO ETICO LEGAL

La realización de esta investigación siguió las recomendaciones de acuerdo con la Resolución 8430 de 1993 emitida por el Ministerio de Salud Nacional en la cual se establecen las Normas Científicas, Técnicas y Administrativas para la Investigación en Salud.

Según el artículo 11 esta investigación se clasificó como de riesgo mínimo porque corresponde a un estudio que emplea técnicas y métodos *in vitro* donde no se compromete la integridad del paciente. De acuerdo al análisis de riesgo de la investigación, según el artículo 67; esta investigación se clasificó como grupo de riesgo II porque el microorganismo utilizado se considera de riesgo moderado para el individuo y limitado para la comunidad. Las muestras que se usaron en este estudio fueron donadas por el Banco de dientes de la Universidad Santo Tomás. Los investigadores son los responsables directos de la manipulación de las muestras y la recolección de los desechos, con el fin de contrarrestar el peligro de la salud de la comunidad en general.

ARTÍCULO 11: Clasifica las investigaciones según el riesgo.

Investigación con riesgo mínimo: Son estudios prospectivos que emplean el registro de datos a través de procedimientos comunes consistentes en: exámenes físicos o psicológicos de diagnóstico o tratamientos rutinarios, entre los que se consideran: pesar al sujeto, electrocardiogramas, pruebas de agudeza auditiva, termografías, colección de excretas y secreciones externas, obtención de placenta durante el parto, recolección de líquido amniótico al romperse las membranas, obtención de saliva, dientes deciduales y dientes permanentes extraídos por indicación terapéutica, placa dental y cálculos removidos por procedimientos profilácticos no invasores, corte de pelo y uñas sin causar desfiguración, extracción de sangre por punción venosa en adultos en buen estado de salud, con frecuencia máxima de dos veces a la semana y volumen máximo de 450 ml en dos meses excepto durante el embarazo, ejercicio moderado en voluntarios sanos, pruebas psicológicas a grupos o individuos en los que no se manipulara la conducta del sujeto, investigación con medicamentos de uso común, amplio margen terapéutico y registrados en este Ministerio o su autoridad delegada, empleando las indicaciones, dosis y vías de administración

establecidas y que no sean los medicamentos que se definen en el artículo 55 de esta resolución.

TÍTULO II: CAPÍTULO VI : DE LA INVESTIGACIÓN EN ÓRGANOS, TEJIDOS Y SUS DERIVADOS, PRODUCTOS Y CADÁVERES DE SERES HUMANOS.

ARTICULO 47. La investigación a que se refiere este capítulo comprende la que incluye la utilización de órganos, tejidos y sus derivados, productos y cadáveres de seres humanos, así como el conjunto de actividades relativas a su obtención, conservación, utilización, preparación y destino final.

ARTICULO 48. Esta investigación deberá observar además del debido respeto al cadáver humano, las disposiciones aplicables del presente reglamento y demás normas relacionadas con disposición de órganos, tejidos y cadáveres de seres humanos.

TÍTULO III: DE LAS INVESTIGACIONES DE NUEVOS RECURSOS PROFILÁCTICOS, DE DIAGNOSTICO, TERAPÉUTICOS Y DE REHABILITACIÓN.

CAPÍTULO III: DE LA INVESTIGACIÓN DE OTROS NUEVOS RECURSOS

ARTÍCULO 60: Se entiende por investigación de otros nuevos recursos o modalidades diferentes de las establecidas, las actividades científicas tendientes al estudio de materiales, injertos, trasplantes, prótesis, procedimientos físicos, químicos y quirúrgicos, instrumentos, aparatos, órganos artificiales y otros métodos de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación que se realicen en seres humanos o en sus productos biológicos, excepto los farmacológicos.

ARTÍCULO 62: Todas las investigaciones sobre injertos y trasplantes deberán observar, además de las disposiciones aplicables de éste reglamento, lo estipulado en materia de control sanitario de la disposición de órganos, tejidos y cadáveres de seres humanos.

ARTICULO 63. Las instituciones investigadoras en las que se realice investigación con microorganismos patógenos o material biológico que pueda contenerlos deberá:

- a. Contar con las instalaciones y equipo de laboratorio de acuerdo con las normas técnicas, que al efecto emita este Ministerio, que garanticen el manejo seguro de tales gérmenes.
- b. Elaborar un manual de procedimientos para los laboratorios de microbiología y ponerlo a disposición del personal profesional, técnico, de servicios y de mantenimiento.

- c. Adiestrar al personal sobre la manipulación, transporte, utilización, descontaminación y eliminación de desechos.
- d. Cumplir con las demás disposiciones que determine este Ministerio.

ARTICULO 65. El manual de procedimientos al que se refiere el literal b del artículo 63 de ésta reglamentación, describe los siguientes aspectos:

- a. Prácticas de laboratorio.
- b. Seguridad personal de los empleados.
- c. Manejo y mantenimiento de las instalaciones y equipos.
- d. Situaciones de urgencia.
- e. Restricciones de entrada y tránsito.
- f. Recepción y transporte de materiales biológicos.
- g. Disposición de desechos.
- h. Descontaminación.
- i. Las demás que se consideren necesarias para lograr la seguridad microbiológica.

TÍTULO IV DE LA BIOSEGURIDAD DE LAS INVESTIGACIONES

CAPITULO I DE LA INVESTIGACIÓN CON MICROORGANISMOS PATÓGENOS O MATERIAL BIOLÓGICO QUE PUEDA CONTENERLOS

ARTICULO 67. Para evaluar el grado de riesgo el Ministerio emitirá la norma técnica correspondiente y clasificará los microorganismos dentro de cuatro grupos, según las siguientes criterios:

- a. GRUPO DE RIESGO I: Microorganismos que representan escaso riesgo para el individuo y para la comunidad.
- b. GRUPO DE RIESGO II: Microorganismos que representan riesgo moderado para el individuo y limitado para la comunidad.
- c. GRUPO DE RIESGO III: Microorganismos que representan riesgo elevado para el individuo y escaso para la comunidad.

d. GRUPO DE RIESGO IV: Microorganismos que representan riesgo elevado para el individuo y para la comunidad.

ARTICULO 71. Durante el desarrollo de las investigaciones a las que se refiere éste capítulo, el investigador principal tendrá a su cargo:

a. Determinar los riesgos reales y potenciales de las investigaciones propuestas y, en caso de que se aprueben por parte de los Comités de la institución investigadora, darlos a conocer a los demás investigadores que conformen el grupo y al personal técnico y auxiliar que participe en la investigación.

b. Determinar el nivel apropiado de contención física, seleccionar las prácticas microbiológicas idóneas y diseñar procedimientos para atender posibles accidentes durante la investigación e instruir al personal participante sobre estos aspectos.

c. Vigilar que el personal participante cumpla con los requerimientos de profilaxis médica, vacunas o pruebas serológicas.

d. Supervisar que el transporte de materiales infecciosos se haga en forma rápida, de acuerdo con las normas técnicas emitidas por este Ministerio.

e. Informar a la Comisión de Bioseguridad sobre la ocurrencia de enfermedad entre el personal participante en la investigación que pudiera atribuirse a la inoculación transcutánea, ingestión o inhalación de materiales infecciosos, así como accidentes que causen contaminación que pueda afectar al personal o al ambiente.

f. Reportar a la Comisión de Bioseguridad las dificultades o fallas en la implantación de los procedimientos de seguridad, corregir errores de trabajo que pudieran ocasionar la liberación de material infeccioso y asegurar la integridad de las medidas de contención física (67).

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

IV.A. Tipo de estudio

Experimental *in vitro* en el cual se comparó la eficacia de la remoción de *Enterococcus faecalis* en dientes unirradiculares de conducto único con dos sistemas de instrumentación recíprocante (Wave One y Reciproc). En este estudio se manejó un grupo control al cual no se le realizó ningún tipo de instrumentación recíprocante.

IV.B. Universo

Dientes humanos unirradiculares tales como incisivos, caninos y premolares maxilares y mandibulares fueron donados por el Banco de dientes de la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga, para cumplir con la normatividad ética y de bioseguridad.

IV.C. Muestra

Se incluyeron en el estudio 91 dientes que cumplieron con los siguientes criterios de inclusión y exclusión (15) (12) (13) (17).

IV.D. Criterios de inclusión

- ✓ Dientes unirradiculares humanos de conducto único (incisivos, caninos y premolares maxilares y/o mandibulares).
- ✓ Dientes con formación radicular completa.
- ✓ Dientes con conductos permeables.

IV.E. Criterios de exclusión

- ✓ Dientes con fisuras o fracturas radiculares.
- ✓ Dientes con ápices abiertos.
- ✓ Dientes con reabsorciones radiculares externa o interna.
- ✓ Dientes con caries radicular.
- ✓ Dientes con calcificaciones.
- ✓ Dientes que no tengan accesibilidad al conducto y que no sean permeables.
- ✓ Dientes que mediante verificación radiográfica presentaron más de un conducto (14).

Las muestras fueron sometidas a un proceso de hidratación en solución salina normal al 0.85% con recambios cada 8 horas, conservados a temperatura de refrigeración de 6°C. Los dientes fueron evaluados con estereomicroscopio (Zeiss Steami 2000C) bajo aumento de 40x. Se realizó verificación radiográfica del número de conductos con tomas radiográfica en sentido mesiodistal y vestibulolingual a través de las cuales se realizaron mediciones de la relación del radio 2:1 en sentido vestibulolingual y mesiodistal a 5 mm del ápice radicular para confirmar la forma ovalada o redonda del conducto radicular (14). Se removieron obturaciones, caries y cálculos existentes en algunas de las muestras. Cada muestra fue numerada en su porción coronal con fresa redonda No. 2 para facilitar su identificación.

IV.F. Cálculo del tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se determinó a partir de la revisión bibliográfica de estudios similares que demuestran significancia estadística con la muestra utilizada (3)(13)(14) (15) (17) (50) (53). Por lo tanto se determinó una muestra total de 91 dientes, distribuidos en los diferentes grupos de estudio de manera aleatoria, utilizando una tabla de números aleatorios. Los dientes fueron distribuidos en tres grupos de la siguiente forma:

- ✓ Grupo A: 35 dientes instrumentados con sistema Reciproc, lima R40.
- ✓ Grupo B : Wave One: 34 dientes instrumentados con sistema Wave One, lima Large (L).
- ✓ Grupo C : 22 dientes correspondientes al grupo control (irrigación solución salina estéril).

Se diseñó una tabla en donde se relacionó cada grupo con el número del diente y la medida del diámetro del conducto basados en toma de radiografías en sentido Mesio-Distal y Vestíbulo-Lingual.

IV.G. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

IV.G.1. Variable dependiente

1. Carga microbiana de *Enterococcus faecalis* en UFC antes y después de la instrumentación.
2. Eficacia de cada sistema evaluado.

IV.G.2. Variable independiente

IV.G.2.a. Grupo de tratamiento

1. Sistema de limas reciprocante Reciproc
2. Sistema reciprocante Wave – One
3. Grupo control.

IV.H. PROCEDIMIENTO

IV.H.1. Preparación de la muestra

Las cavidades de acceso convencionales se prepararon usando una fresa redonda de diamante # 1015 y delimitación de la apertura con fresa endozekrya (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). Todos los canales radiculares fueron permeabilizados con una lima 0.10K para verificar la patencia del conducto radicular. Las muestras fueron lavadas con jabón neutro y sometidas a un proceso de desinfección sumergidas en frascos estériles que contenían hipoclorito de sodio 5.25% durante 8 días. El hipoclorito de sodio 5.25% se inactivó con tiosulfato de sodio por sumersión durante dos minutos, seguidas de un lavado con solución salina estéril 0.85% (Merck, Germany) y sumergidas en esta solución para su posterior conservación a 6°C. Los conductos radiculares se instrumentaron hasta una lima manual #25 K con movimiento de rotación a 1mm del ápice radicular bajo continua irrigación con 15 ml agua destilada estéril (14) (16). El barrillo dentinario se removió irrigando con 3 ml de EDTA 17% (Eufar) por 3 minutos a 1 mm del ápice con posterior irrigación de 3 ml de NaOCl 5.25% (Zonifar) durante 3 minutos. La irrigación se realizó con aguja calibre 27G de ventana lateral (Vista, Appli – Vac, USA) a 1 mm del ápice. La inactivación del hipoclorito residual se realizó con Tiosulfato de Sodio al 10% estéril durante dos minutos. Cada muestra se sumergió en un tubo de ensayo que contenía 5 ml de

caldo de tripticasa de soya (TSB - Scharlau) estéril, este proceso se realizó en ambiente controlado de cabina de seguridad biológica y posteriormente fueron ultrasonificados por un minuto para liberar el aire atrapado y permitir la penetración del medio de cultivo en las irregularidades del canal radicular. Luego se esterilizaron en autoclave por 15 minutos a 121°C y 15 libras de presión. Las muestras fueron incubadas por 24 horas a 37°C para verificar que no hubiese contaminación por crecimiento bacteriano (14).

IV.H.2. Contaminación de la muestra

Para la formación de biofilm bacteriano se utilizó la cepa de *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212). La preparación del inóculo se realizó por adición de 1ml de cultivo puro de *Enterococcus faecalis* previamente incubado por 24 horas en 5 ml de caldo de tripticasa de soya (TSB;Scharlau) y estandarizada a la escala 1 de McFarland. Las muestras fueron contaminadas con una suspensión de *E. faecalis* e incubados a 37°C por 30 días en agitación constante (68) (69). Se realizaron recambios del medio de cultivo cada 8 días en ambiente controlado de cabina de seguridad biológica.

Luego de la incubación, los dientes se retiraron de los frascos y se limpiaron con gasas estériles toda la superficie externa. Tres dientes fueron procesados para análisis bajo microscopio electrónico de barrido (MEB. Quanta FEG 650.) para confirmar la colonización bacteriana y la formación del biofilm. El ápice radicular de las muestras fue sellado con cianoacrilato de metilo para prevenir la filtración bacteriana apical y crear un efecto de canal cerrado que produjera un efecto de vapor-lock. Para facilitar la manipulación e identificación de las muestras, estas fueron montadas verticalmente hasta la región cervical en bloques de material de impresión de silicona (Speedex, Coltene Whaledent). La superficie coronal de las muestras y la superficie de la silicona fueron desinfectadas con NaOCl 2,5% e inactivadas con tiosulfato de sodio 10%. Se verificó la longitud de trabajo con una lima # 10K (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) (14).

IV.H.3.Instrumentación de las muestras

Los canales radiculares fueron instrumentados en ambiente controlado de cabina de seguridad biológica de acuerdo a la distribución de los grupos a longitud de trabajo como se describe a continuación:

1. Grupo A fue instrumentado con Sistema Reciproc (punta tamaño 40, taper 0,06) (VDW, Munich, Germany) usando un motor en movimiento recíprocante (VDW Silver Motor) según las indicaciones de la casa fabricante. La instrumentación se

realizó introduciendo la lima desde el tercio cervical de manera progresiva hasta el tercio apical de acuerdo a la longitud de trabajo de cada muestra.

2. Grupo B fue instrumentado con Sistema Wave One lima Large (punta tamaño 40, taper 0.08) (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) usando un motor en movimiento reciprocante (X - Smart Plus) según las indicaciones de la casa fabricante. Este grupo fue instrumentado de manera similar al grupo A.
3. Grupo C (Control), se instrumentó de manera manual hasta lima 25K, irrigación solución salina estéril 0.85%.

Durante la instrumentación la irrigación fue realizada con 10 ml de agua solución salina estéril 0.85% (68) (70) usando una jeringa desechable y una aguja de 27-G de ventana lateral (Vista, Appli – Vac, USA) con movimientos de entrada y salida para un mejor flujo del irrigante dentro del conducto. En los tres grupos se verificó la patencia con una lima 10K durante la instrumentación.

IV.H.4. Muestra microbiológica pre y post instrumentación

Para tomar la muestra inicial (S1) se usaron 3 puntas de papel estandarizadas #20 previamente esterilizadas (New Stetic), ubicadas a longitud de trabajo durante un minuto cada una en los conductos previamente irrigados con solución salina estéril 0.85%. Las puntas de papel fueron transferidas a viales estériles que contenían 1 ml de solución salina estéril 0,85% e inmediatamente vorteadas por 30 segundos seguidas de 6 diluciones seriadas de solución salina 0.85% para las muestras del grupo A y B (71).

Para la toma de muestra S2, se irrigaron previamente los conductos con 5 ml de solución salina estéril 0.85%, se precurvó una lima manual # 20K en sus 3 últimos milímetros y se realizó un movimiento de raspado en las paredes lingual y vestibular del tercio apical conducto para desprender los remanentes de biofilm y barrillo dentinario. Se usaron 3 puntas de papel estandarizadas # 25 previamente esterilizadas (New Stetic), ubicadas a longitud de trabajo durante 1 minuto. Las puntas de papel fueron transferidas a viales estériles que contenían 1 ml de solución salina estéril 0,85% y posteriormente vorteadas por 30 segundos.

Para la determinación de la carga microbiana pre y post tratamiento se utilizó la técnica de recuento por de UFC por siembra en superficie. A partir de las muestras se tomaron 500 microlitros que se llevaron a 4,5 ml de solución salina estéril, posteriormente diluciones seriadas 1:10 hasta 10:6 se realizaron (71). Para la siembra en la superficie del agar recuento se usaron 100 µl que se distribuyeron con ayuda de asa de diglaskri o rastrillo

microbiológico estéril. La toma de la muestra S1 y S2 del grupo control fueron procesadas de manera similar al grupo A y B.

Las siembras se realizaron por duplicado para cada dilución en agar Plate Count (Scharlau) y fueron incubadas a 37°C por 24 horas tanto para la muestra S1 y S2. Luego se realizó el recuento de UFC, basados en los factores de dilución conocidos para el respectivo análisis estadístico (12) (14) (15) (68) (69).

IV.H.5. Microscopía electrónica

Se procesaron tres muestras correspondientes cada una a los grupos de estudio las cuales fueron fijadas en formaldehído 10% por 10 minutos, posteriormente lavadas con solución salina 0.85% y deshidratadas en alcohol grado reactivo 100%, recubiertas con carbono Quoram Q150R.ES para ser analizadas bajo microscopia electrónica de barrido (MEB. Quanta FEG 650).

V. ANALISIS DE RESULTADOS

Análisis Estadístico

a. Análisis Univariado

Las variables cualitativas se presentaron en frecuencias absolutas (n) y relativas (%); algunas variables cuantitativas de tipo proporción, tales como porcentaje de reducción se categorizaron para facilitar su interpretación y análisis. Para verificar la normalidad de los datos cuantitativo se aplicó la prueba de ShapiroWilk O Kolmogorov-smirnov, según el tamaño poblacional. Los recuentos de UFC/mL no presentaron distribución normal por lo que se efectuó transformación logarítmica, sin que se obtuviera un patrón de normalidad en las mediciones. Por tanto, se aplicaron pruebas no paramétricas para el análisis de los datos y se presentan los datos mediana y rango de las variables cuantitativas.

b. Análisis Bivariado

Para comparar las frecuencias entre las variables cualitativas se utilizó la prueba de chi-cuadrado. Se empleó la prueba de Kruskal Wallis para determinar si existían diferencias entre los grupos de estudio, incluyendo el control. En caso de encontrarse valores de $p < 0,05$ se realizaron pruebas post-hoc de comparaciones múltiples de Dunnet para determinar entre cuales combinaciones se encontraban las diferencias.

Para establecer las posibles diferencias en los recuentos de UFC/ml antes y después de la intervención, se usó la prueba de Wilcoxon para datos pareados.

V.A. RESULTADOS

En el presente trabajo se incluyeron 91 piezas dentales que fueron inicialmente preparadas quimio-mecánicamente, luego contaminadas con *Enterococcus faecalis* y finalmente se instrumentaron distribuidas aleatoriamente así: 35 con Reciproc, 34 con Wave One y como grupo control 22 dientes. De los especímenes incluidos 62 (68,1%) correspondían a premolares, 28 (30,8%) a incisivos y 1 (1,1%) canino. También, se estableció que de las piezas dentales 52 (57,1%) tenían canales ovales y 39 (42,9%) canales redondos. En la tabla 1 se describen las características cuantitativas de los dientes estudiados, se presentan las medianas y rangos, puesto que a través de la prueba de Kolmogorov-smirnov se determinó que estas variables poseen distribución no normal.

Tabla 1. Características morfológicas de los dientes incluidos en el estudio según el grupo de estudio.

Característica	Medidas de distribución (mm)	
	mediana	Rango
Longitud del canal	21	17-28
Medidas Radiográficas		
VL	0,70	0,1-2,3
MD	0,10	0,1-1,4
VL: cara Vestíbulo-lingual; MD: Cara Meso-Distal		

Fuente: Elaborado por Autor.

Por otra parte, se estableció la composición de los grupos de estudio en términos de características anatómicas y morfológicas de las piezas dentales (ver tabla 2). El grupo Reciproc quedó con la distribución más homogénea de tipos de dientes; también se evidenció que el grupo control contaba el mayor número de canales redondos (20). A través, de una prueba de Chi-cuadrado se determinó la diferencia de los tipos de dientes no es estadísticamente significativa entre los grupos de estudio ($p=0,742$). Por el contrario, existen diferencias estadísticamente significativas en las morfologías de los canales según el grupo de estudio ($p= 0,000$).

Tabla 2. Composición de los grupos de estudio según el tipo de diente y la morfología del canal.

Característica	Grupos de estudio		
	Reciproc n (%)	Wave One n (%)	Control n (%)
Tipo de diente			
Canino	1 (2,85)	0 (0)	0 (0)
Incisivo	11 (31,42)	10 (29,41)	7 (31,81)
Premolar	23 (65,71)	24 (70,58)	15 (68,18)
Morfología del canal			
Oval	25 (71,42)	25 (73,52)	2 (9,09)
Redondos	10 (28,57)	9 (26,47)	20 (90,90)

Fuente: Elaborado por Autor.

Las características morfológicas se determinaron para cada uno de los grupos de estudio (ver tabla 3). Se estableció que el grupo instrumentado con Reciproc contaba con los conductos más largos (22 mm), el grupo Wave One con la medida VL de mayor magnitud y el grupo control con el mayor valor de MD.

Se aplicó la prueba de Kruskal Wallis para determinar la diferencia estadísticamente significativa en las medidas de cada característica entre los grupos. Se encontró que la longitud del conducto ($p= 0,00$) y la medida ML, eran diferentes entre los grupos de estudio ($p= 0,01$). A través de prueba de comparaciones múltiples de Dunnet, se estableció que las diferencias entre la longitud de los conductos se encontraban entre el grupo de Wave One y Reciproc ($p= 0,00$) y el grupo Wave One y el control ($p= 0,01$). Para el caso de la medida ML, las diferencias se encontraron exclusivamente entre el grupo Wave One y el control ($p=0,01$).

Tabla 3. Composición de los grupos de estudio según características morfológicas.

Grupo de estudio	Medidas de distribución (mm)					
	Reciproc n=35		Wave One n=34		Control n=22	
Característica	mediana	Rango	mediana	Rango	mediana	Rango
Longitud del canal	22	19-26	20	17-23	21	19-28
Medidas Radiográficas						
VL	0,70	0,2-2,3	0,75	0,1-1,6	0,55	0,1-1,2
MD	0,30	0,1-1,0	0,40	0,1-0,9	0,60	0,3-1,4
VL: cara Vestíbulo-lingual; MD: Cara Meso-Distal						

Fuente: Elaborado por Autor.

Para el análisis estadístico de los recuentos de UFC/ml de *E. faecalis*, se procedió a establecer el comportamiento de esta variable como normal o no normal. Para determinar la distribución de los recuentos pre y post-instrumentación se aplicó el test de Shapiro-Wilk, considerando que valores de $p < 0.05$, estadísticamente significativos indicaban distribución no normal. Los valores de p para los recuentos fueron de 0.0000 en los dos grupos de datos, por consiguiente se determinó la distribución no normal y el uso de pruebas no paramétricas (Figura 6 y 7).

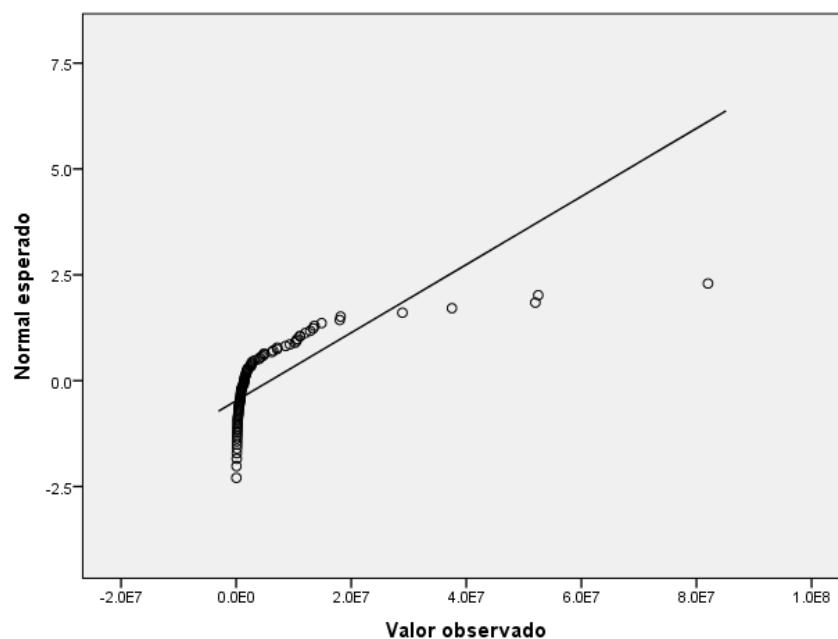


Figura 6: Gráfico Q-Q de la distribución no normal de los valores de recuento de UFC/ml de *E. faecalis* antes de la instrumentación.
 $p=0,000$

Fuente: Elaborado por Autor.

En la tabla 4, se presentan los recuentos de *Enterococcus faecalis* en los grupos de estudio antes y después de la instrumentación con cada uno de los sistemas. Se observa que la mediana de las UFC pre tratamiento fue similar para los tres grupos de estudios; mientras que el recuento post evidenció menores valores, siendo el grupo Reciproc el de menor recuento. Para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas, se aplicó el test de Kruskal-Wallis; a través de esta prueba se evidenció que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos antes de recibir la instrumentación ($p=0,607$) y después ($p=0,364$).

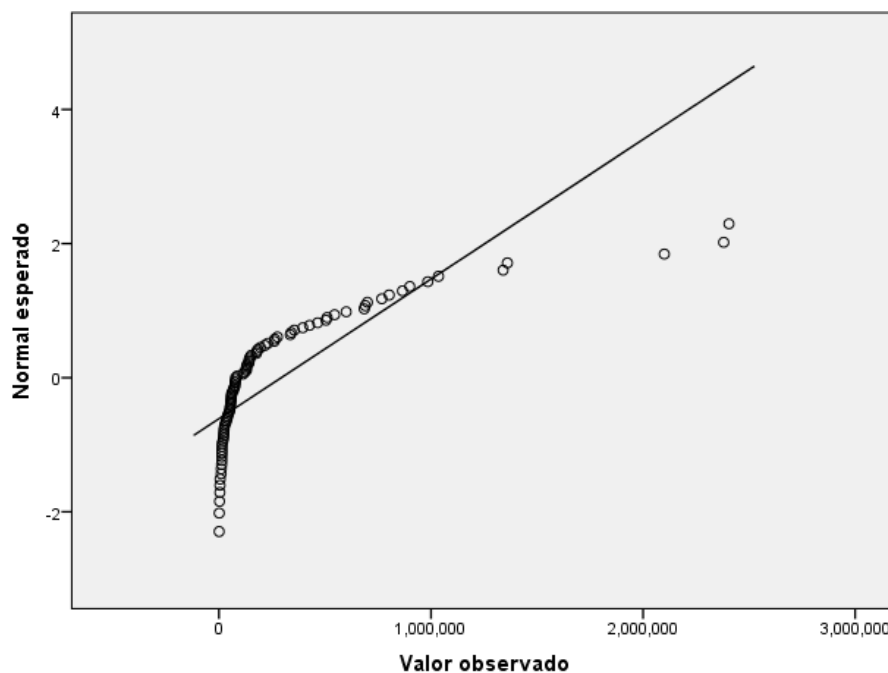


Figura 7: Gráfico Q-Q de la distribución no normal de los valores de recuento de UFC/ml de *E. faecalis* antes de la instrumentación.

$p=0,000$ según Shapiro Wilk

Fuente: Elaborado por Autor.

Con el fin de establecer las diferencias entre los recuentos pre y post para cada uno de los grupos, se realizó una prueba de Willcoxon para datos pareados. Se demostró que los recuentos pre y post en cada grupo son diferentes estadísticamente ($p=0,00$), sugiriendo la disminución significativa de la carga microbiana de los conductos con cualquiera de los tres tratamientos.

Tabla 4. Recuento de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular antes y después de la instrumentación intraconducto.

Grupo	UFC/ml*				
	Pre- instrumentación **			Post-instrumentación ***	
	n	Mediana	Rango	Mediana	Rango
Reciproc	35	1,56 *10 ⁶	2,89*10 ⁷ -1,91*10 ⁵	5,5*10 ⁴	2,40*10 ⁶ -1150
Wave One	34	1,11*10 ⁶	8,20*10 ⁷ - 4,29*10 ⁴	8,3*10 ⁴	2,10*10 ⁶ -3950
Control	22	1,42*10 ⁶	1,48*10 ⁷ - 1,21*10 ⁵	1,68*10 ⁵	1,36*10 ⁶ - 650

Nota: *UFC/ml: Unidades Formadoras de Colonia/ ml de solución del conducto radicular;

** p = 0,607 *** p= 0,364

Fuente: Elaborado por Autor.

Respecto al porcentaje de reducción por grupo de estudio, este se calculó a partir de las medianas pre y post. En el grupo Reciproc fue de 96,47%; para el caso de Wave One fue 92,52% y para el grupo control con solución salina fue de 88,16%. Dado que no se obtuvo la reducción total (100%) de *E. faecalis* en ningún espécimen, se decidió que a partir, del porcentaje de reducción se estudiara la eficacia antimicrobiana. Para ello se categorizó esta variable en cinco niveles de acción de acuerdo a la distribución en percentiles (Ver tabla 5). Los rangos de porcentajes de reducción entre los grupos de estudio fueron similares; para el grupo instrumentado con Reciproc fueron de 0-99,88; para Wave One de 0-99,92 y para el control de 0-99,97. Se encontró que para el caso de los dos grupos instrumentados, en la mayor parte de los especímenes se logró reducción entre 91 y 99,9%; mientras que en el grupo control la mayor proporción se encontró en la reducción entre 76-90%.

Por lo anterior, fue posible realizar la prueba estadística de Chi-cuadrado para establecer posibles diferencias estadísticas entre los grupos con base en el nivel de reducción, se estableció que todos los grupos presentaron valores de $p < 0,05$, indicando que las frecuencias en los niveles de desinfección fueron diferentes para cada instrumentación y el control con solución salina.

Tabla 5: Frecuencia de los niveles de reducción de *E. faecalis* según el grupo de estudio.

Nivel de reducción (%)	Grupo de estudio		
	Reciproc n=35	Wave One n=34	Control n=22
	n (%)	n (%)	n (%)
0	1(2,85)	3 (8,82)	1 (4,54)
0,1-50	2(5,72)	1(2,94)	1 (4,54)
51-75	2(5,72)	4(11,76)	3(13,63)
76-90	8(22,85)	4(11,76)	10 (45,45)
91-99,9	22 (62,85)	22(64,70)	7(31,81)
Valor de P*	0,000	0,000	0,006

*según la prueba estadística Chi-cuadrado

Fuente: Elaborado por Autor.

VI. DISCUSION

En este estudio se comparó la capacidad de remoción de *Enterococcus faecalis*, con dos sistemas reciprocantes de lima única Reciproc (VDW) y WaveOne (Dentsply Maillefer) en dientes unirradiculares con conducto único y de configuraciones anatómicas redondas y ovales; sin presentar diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas y la clase de conductos

La instrumentación de los conductos radiculares tiene como objetivo la remoción de tejido pulpar vital y /o necrótico, dentina infectada y detritus dentinarios; resultando en una conformación de conductos y directamente en la reducción de la carga microbiana (12) (16).

Enterococcus faecalis fue la bacteria escogida en este estudio porque es de fácil crecimiento y posee una importancia clínica significativa pues está comúnmente asociada a infecciones endodónticas y a infecciones persistentes asintomáticas (39) (40) (72). También posee la capacidad de formar el biofilm lo cual contribuye a la resistencia bacteriana durante los tratamientos endodónticos (69) (73).

Los conductos ovales representan un gran desafío para la apropiada limpieza, configuración y desinfección, porque en las técnicas de instrumentación manual o las mecanizadas a base de un movimiento de fresado, muestran zonas de no contacto en las paredes del conducto.

Estos lugares no tratados son un reservorio ideal para que las bacterias persistan e incidan en los resultados de los tratamientos. Sin embargo en muchos estudios previos se ha detectado bacterias después de la preparación en estos reservorios o irregularidades anatómicas radiculares. Estos hallazgos confirman que la preparación quimicomecánica sola no es suficiente para la desinfección predecible de los conductos ovoides y plantea un problema para la apropiada limpieza, conformación y desinfección de los conductos radiculares (38) (55) (75). En el presente estudio se pudo comprobar una reducción significativa entre los sistemas de instrumentación aplicados reflejada en los altos porcentajes de reducción obtenidos por la acción mecánica de las limas reciprocantes. Los resultados de este estudio se confirman con los obtenidos en estudio similar de Nabeshima y col. en 2014 donde se observó una eficacia significativa de reducción de *Enterococcus faecalis* del 95,6% para Wave One y 96,5% para OneShape, utilizando irrigación similar con agua destilada en los grupos de instrumentación (12).

Según estudio de Bystrom el 1981 demostraron que la solución salina al 0.85% no tiene efecto antibacteriano sobre el *E. Faecalis*, porque esta especie bacteriana puede crecer en presencia de NaOCl 6.5% demostrando, además que la eliminación bacteriana está dada por la acción mecánica de los instrumentos junto con la irrigación (74).

Diversos estudios reportan el uso de solución salina al 0.85% como solución irrigante, porque que no ejerce efecto antibacteriano sobre el *Enterococcus faecalis*, por lo que la eliminación solo puede ser atribuida a la acción mecánica de la instrumentación (70) (68) (74) (75), contrario a los resultados obtenidos en nuestro estudio donde el grupo control tuvo una reducción similar a los grupos instrumentados con la solución salina como irrigante. Porcentajes mayores de reducción a los obtenidos en nuestro estudio pueden reflejarse en el estudio de Nakamura y col. 2013 quienes demostraron que la irrigación de NaOCl 5.25% logra una reducción bacteriana del 100%, inmediatamente después de la instrumentación de conductos radiculares infectados con *E. Faecalis* (68) (69). En nuestro estudio la bacteria que tuvo un periodo de incubación de 30 días no fue eliminada completamente de los túbulos dentinales pero se logró un porcentaje de reducción del 88,16% para el grupo control el cual no recibió ningún tipo de instrumentación después de la contaminación y un porcentaje de reducción del 96,47% para los dientes instrumentados con el sistema Reciproc y de 92,52% para el sistema Wave One.

Ferrer en 2014, comparó sistemas rotatorios MTWO, Twisted File y Wave One, logró porcentajes de reducción del 95,9% para sistema MTWO, 96,2% Twisted File y 98,3% para Wave One (69), porcentaje similar al obtenido en nuestro estudio con el sistema Wave One 92,52%. Machado y col 2010 mostró una reducción de *E. Faecalis* del 84,3% con limas

MTWO (30, taper 0.5) y 81,94% con Protaper (F2, tamaño 30, taper 06). Nuestro estudio evaluó sistema Wave One (large 40, taper 0.8) Reciproc (R 40. Taper 06), y ambos presentaron un alto porcentaje en la reducción bacteriana a pesar de tener diferencias de taper entre ellos. A diferencia del estudio de Ferrer que el taper si influyó en el porcentaje de reducción bacteriana (69).

De manera similar Siqueira J Jr. Y col, compararon tapers convencionales de 0.02mm/mm, con tapers grandes de 0.06mm/mm, y encontró que no hay diferencia significativa en la reducción bacteriana. Aunque las limas manuales que alcanzaron toda la longitud del conducto fueron más eficientes en la remoción bacteriana que las limas de taper grande que taponaron con barrillo la porción apical (75).

El medio de cultivo en agar es una metodología frecuentemente utilizada en los estudios de reducción bacteriana porque permite que una cantidad suficiente de bacteria en este caso *E. faecalis*, pueda ser detectada fácilmente en el recuento. Estudios similares han utilizado este método de cultivo (12) (15) (68) (69).

En nuestro estudio no se presentaron diferencias significativas en el conteo de UFC entre los dos sistemas reciprocantes analizados. Estos datos son consistentes con otros estudios reportados en la literatura (70) (76).

Estudio realizado por Alves 2012 en 34 conductos ovals comparó el sistema Reciproc y BioRace utilizando como métodos de medida el conteo de colonias y reacción de cadena de la polimerasa demostrando diferencias significativas en la reducción bacteriana del 99% entre las muestra S1 y S2. En nuestro estudio no se presentó diferencia estadística significativa entre los sistemas, pero si hubo diferencia entre la muestra inicial (S1) y final (S2) (15).

En el presente estudio la reducción medida en UFC para Wave One fue de 92,52% y de 96,47% en Reciproc, lo cual se logró con los sistemas reciprocantes sin el uso de agentes químicos, tal como lo describe Machado y col en 2013 quienes lograron resultados similares de reducción bacteriana utilizando sistemas rotatorios, reciprocantes y manuales (13).

A pesar de los criterios de inclusión estrictos durante la selección de dientes en este estudio, no se puede asegurar clínicamente que el conducto sea oval o redondo.

Los resultados de nuestro estudio no mostraron una diferencia significativa en la reducción de la carga bacteriana entre los dos sistemas de instrumentación reciprocante, pero

fueron igualmente efectivos en la remoción bacteriana acorde con la literatura que reporta la remoción bacteriana de los sistemas de instrumentación (68) (69).

Es importante resaltar que este estudio fue *in vitro*, lo cual es una limitación, puesto que no es posible calcular la eficacia. Con base en un grupo control positivo podemos estimar que la irrigación tiene un efecto mecánico sobre los microorganismos. Los hallazgos deben ser cuidadosamente interpretados y no extrapolados a la realidad clínica.

VI.A. CONCLUSIONES

Los hallazgos de reducción de *Enterococcus faecalis* dentro del conducto radicular fueron similares en los grupos de estudio resaltando la importancia de las limas reciprocantes en la limpieza y reducción sustancial de la carga microbiana del conducto. No se encontró diferencia estadística significativa entre los sistemas de lima recíproca en la disminución de la carga microbiana, utilizando iguales volúmenes de irrigación y similar diámetro de la preparación apical. Se pudo comprobar en este estudio que para la reducción de la carga microbiana se puede utilizar cualquier lima única recíproca sin importar su casa comercial.

VI.B. RECOMENDACIONES

En el presente estudio las muestras fueron tomadas del conducto principal, por esta razón obtuvimos porcentajes altos en la reducción de la carga microbiana. Se sugiere para posteriores estudios la implementación de técnicas más sofisticadas como la trituración de los dientes en nitrógeno donde se podría incluir la carga microbiana sostenida en el interior de los tubos dentinales y sistema de conducto radicular, hipotetizando de esta forma resultados menos significativos (14).

De igual manera se recomienda la utilización de un protocolo de irrigación con hipoclorito de sodio 5,25% como sustancia irrigadora antimicrobiana, (68) y el uso de EDTA 17% debido a que en nuestro estudio en la MEB se pudo observar gran cantidad de barrillo dentinal alojado en el conducto radicular, lo que podría favorecer que los microorganismos permanezcan y puedan clínicamente desarrollar enfermedad postratamiento (1).

VII. BIBLIOGRAFIA

1. Nair P. On the causes of persistent apical periodontitis: a review .IEJ 2006; 39, 249–81.
2. Hulsmann M, Peters O, Dummer P. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. Endodontic Topics. 2005; 10, 30–76.
3. Burklein S, Hinschitza K, Dammaschke T, Schafer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severity curved root Canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne vs M-Two and ProTaper. IEJ: 2012; 45(5); 449-61.
4. Usman N, Baumgartner J, Marshall J. Influence of instrument size on root canal debridement. JOE.2004; 30(2): 110–12.
5. Haapasalo M, Endal U, Zandi H, Coil J. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. ET.2005; 10: 77-102.
6. Paque F, Balmer M, Attin T, Peters O. Preparation of Oval-shaped Root Canals in Mandibular Molars Using Nickel-Titanium Rotary Instruments: A Micro-computed Tomography Study. JOE.2010;36(4)
7. Fornari V J, Y. T. C. Silva-Sousa, Vanni R, Pécora J, Versiani M, Sousa-Neto M. Histological evaluation of effectiveness of increased apical, enlargement for cleaning the apical, third of curved Canals. IEJ: 2010: 43; 988-94.
8. Hargreaves K, Cohen S. Vías de la pulpa. Décima edición. Editorial Elsevier. 2011. Capítulo 7. Pag: 148-9.
9. Ahlquist M, Henningsson O, K. Hultenby K, Ohlinet J. The effectiveness of manual and rotatory techniques in the cleaning of root Canals: a scanning electron microscopy study. IEJ. 2001: 34(7); 533-7.
10. Gambarini G, Laszkiewicz J. A scanning electron microscopic study of debrys and Smear layer remaining following use of GT rotatory instrument. JOE: 2002:35(5); 422-7.
11. Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. JOE, 1990;16(10):498-504.
12. Nabeshima C y col. Bacterial Removal Promoted by 2 Single-file Systems: Wave One and One Shape. JOE.2014; 40(12):1995-97.
13. Machado M, Nabeshima1 C, Leonardo M, Reis F, Britto L. Influence of reciprocating single-file and rotary instrumentation on bacterial reduction on infected root canal. IEJ.2013; 46(11):1083-7.
14. Alves F, PhD, Almeida B, DDS, Neves M, Moreno J, Rocas I, Siqueira, Jr. JF. Disinfecting Oval-shaped Root Canals: Effectiveness of Different Supplementary Approaches. JOE. 2011; 37 (4): 496-01.

15. Alves F, Rôças I, Almeida B, Neves M, Zoffoli J., Siqueira Jr. J.F Quantitative molecular and culture analyses of bacterial elimination in oval-shaped root canals by a single file instrumentation technique. IEJ; 2012; 45; 871-77.
16. Gorduysus M, Nagas E, Torun O, Gorduysus O. A comparison of three rotary systems and hand instrumentation technique for the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal. AEJ. 2011; 37: 128-33.
17. Molander A, Reit C, Dahlen G, Kvistk T. Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. IEJ. 1998; 31: 1-7.
18. Yared, G. Canal Preparation with only one reciprocating instrument without prior hand filling: A New concept. 2011.
19. Kuttler S, West J. A Single File System: "The Science of Simplicity". Dento Today, 2012; 31(3): 92, 94 – 5.
20. Ingle JI, Bakland Y. Quinta edición, Mc Graw Hill, Interamericana. Pag 33-35.
21. Ricucci D, Siqueira J, Bate A, Pitt Ford T. Histologic investigation of root canal-treated teeth with apical periodontitis: a retrospective study from twenty-four patients. JOE. 2009; 35(4): 493-502.
22. Hargreaves K, Cohen S. Vías de la pulpa. Décima edición. Editorial Elsevier. 2011. Capítulo 15, pag: 581.
23. Deng D, Hoogenkamp M, Exterkate R, Jiang L, van der Sluis L, PhD, ten Cate J, Crielaard W. Influence of *Streptococcus mutans* on *Enterococcus faecalis* Biofilm Formation. JOE. 2009; 35(9); 1249-52.
24. Peters O. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: A Review. JOE: 2004; 30(8); 559-67.
25. Alves F, Siqueira JF Jr, Carmo F, Santos A, Peixoto R, Rocas I, Rosado A. Bacterial community profiling of cryogenically ground samples from the apical and coronal root segments of teeth with apical periodontitis. JOE. 2009; 35 (4): 486–92.
26. Hargreaves K, Cohen S. Vías de la pulpa. Décima edición. Editorial Elsevier 2011. Capítulo 25. Pag: 944.
27. Friedman S. Prognosis of initial Endodontic therapy. ET: 2002; (2): 59-88.
28. Al Hadlaq S, Aljarbou F, Al Jarbou, AlThumairy R. Evaluation of Cyclic Flexural Fatigue of M-Wire Nickel-Titanium Rotary Instruments. JOE. 2010; 36 (2): 305–307.
29. Siqueira JF. jr. Treatment of endodontics infections. Quintessence Publishing. 2011. Pag: 3, 67, 267.
30. Gomes B, Pinheiro E, Jacinto R, Zaia A, Ferraz C, Souza-Filho F. Microbial Analysis of Canals of Root-filled Teeth with Periapical Lesions Using Polymerase Chain Reaction. JOE. 2008; 34 (5): 537-40.
31. Hargreaves K, Cohen S. Vías de la pulpa. Décima edición. Editorial Elsevier 2011. Capítulo 15. Pag: 581.

32. Neskovic J, Damjanof M, Zibkoveice S, Grga D, Koruga D, Kojic D. Deformations of the manual endodontics instruments during root canal instrumentation. SDJ. 2010; 57(1): 21-26.
33. <http://www.iztacala.unam.mx/rivas/NOTAS/Notas4Instrumentos/amplialimas.html> [Citado el 2014 Agosto 25]
34. Souza R. The importance of apical patency and cleaning of the apical foramen root canal preparation. BDJ. 2006; 17 (1): 6-9.
35. Ghivary, et al: Apical Extrusion of debris of irrigant by hand and rotary systems. JCD. 2011; 14 (2).
36. Siqueira J, Jr., Lima K, Magalhaes F, Lopes H, de Uzeda M. Mechanical Reduction of the Bacterial Population in the Root Canal by Three Instrumentation Techniques. JOE. 1999; 25(5): 332-35.
37. Hargreaves K, Cohen S. Vías de la pulpa. Décima edición. Editorial Elsevier 2011. Capítulo 9, pag:335.
38. Siqueira J Jr. Alves F, Almeida B, Machado de Oliveira J, Rocas I. Ability of chemomechanical preparation with either rotary instruments or self-adjusting file to disinfect oval-shaped root Canals. JOE: 2010; 36(11): 1860-5.
39. Roças I, Siqueira JF Jr y Santos K. Association *Enterococcus faecalis* with different forms of periradicular diseases. JOE. 2004; 30(5): 315-20.
40. Stuart C, Schwartz S, Beeson T, Owatz C. *Enterococcus faecalis*: Its Role in Root Canal Treatment Failure and Current Concepts in Retreatment. JOE. 2006; 32(2): 93-8.
41. Fouad A. Endodontic Microbiology. Wiley – Blackwell. 2009. Cap. 5. Pag: 68- 107.
42. Duggan J, Sedgley C. Biofilm formation of oral and endodontic *Enterococcus faecalis*, JOE 2007; 33: 815- 18.
43. Portenier I, Waltimo T, Haapasalo M. *Enterococcus faecalis* & Endash; The roots canals survivor and start impost- treatment disease. ET. 2003; (6) 135-159.
44. Saber S, Hadi S, Development of an intracanal mature *enterococcus faecalis* biofilm and its susceptibility to some antimicrobial intracanal medications; and in vitro study. EJD. 2012;(6):43-50.
45. Shenoy A, Nayak S, Nayac A, *Enterococcus faecalis* a formidable foe. Guidant Endodontics. 2013; 6 (2):36- 41.
46. Williamsom A, Cardon J, Drake D. Antimicrobial susceptibility of monoculture biofilms of a clinical isolated of *Enterococcus faecalis*. JOE. 2009;(35): 95- 97.
47. Orstavik D, Qvist V, Stoltze K. A multivariate analysis of the outcome of Endodontic treatment. JOE: 2004; 112: 224-30.
48. Versiani M, Pecora D, Sousa-Neto M. Microcomputed tomography analysis of the root canal morphology of single-rooted mandibular canines. IEJ. 2013; 46(9):800–7.

49. Vieira M et al. Quality of root canal fillings performed by inexperienced operators in oval-shaped canals. ENDO (Lond Engl) 2013; 7(1):41–46.
50. Wu M-K, R'oris A, Barkis D, Wesselink P. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. OOOOE.2000; 89:739-43.
51. Walton R, Torabinejad M. Principios y práctica de endodoncia. Segunda edición. Philadelphia: WB Saunders Company; 1996. p. 204.
52. Rodig T, Hulsmann M, Muhge M, Schafer F. Quality of preparation of oval distal root canals in mandibular molars using nickel–titanium instruments. IEJ.2002. 35:919-28.
53. Wu M-K, Wesselink P. A primary observation on the preparation and obturation of oval canals.2001.IEJ. 34:137-41.
54. Card SJ, Sigurdsson A, Orstavik D, Trope M: The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria.JOE.2002; 28(11):779-83.
55. Wu M – K. The capability of two hand instrumentation techniques to remove the inner layer of dentine in oval canals.IEJ;2003; 36:218-24.
56. Hargreaves K. Stephen Cohen. Editor web: Louis H. Berman Vías de la pulpa. 10ª edición. Capítulo 7, pag. 137. Capítulo 8, pag. 230-37.
57. Webber J. et al. The Wave One single-file reciprocating system USA. Roots 1_2011.
58. Plotino G, Grande M, Testarelli L, Gambarini G. Cyclic fatigue of Reciproc and Wave One reciprocating instruments. IEJ.2012 ;(45): 614–18.
59. Arias A., Pérez-Higueras J, De la Macorra J. Differences in Cyclic Fatigue Resistance at Apical and Coronal Levels of Reciproc and Wave One New Files. JOE.2012; 38:1244–48.
60. Kenneth S. Serota. Seismic Wave (One™) A progressive shift in technical awareness. Endodontics FALL 2012.
61. Berutti E. et al. Root Canal Anatomy Preservation of Wave One Reciprocating Files with or without Glide Path. JOE. 2012;38:101–4
62. Roane J, Clyde L. Sabala, Manville G. Duncanson, Jr."Balanced Force" Concept for Instrumentation of Curved Canals.JOE.1985; 11 (5):203-11.
63. Yared G, Canal Preparation using only one Ni-Ti rotatory instrument: preliminary observation. IEJ. 2008; 41 (4):339-44.
64. Kim H,Kwak S, Cheung Gary, Chung S, y Lee W. Cyclic Fatigue and Torsional Resistance of Two New Nickel-Titanium Instruments Used in Reciprocation Motion: Reciproc Versus WaveOne . JOE. 2012;38 (4): 541-44.
65. Gavini G,Caldeira C, Eduardo Akisue,Candeiro G,Kawakami D,Resistance to Flexural Fatigue of Reciproc R25 Files under Continuous Rotation and Reciprocating Movement.JOE. 2012.38; (5): 684-87.

66. Burklein S, Scheafer E. Apically Extruded Debris with Reciprocating Single-File and Full-sequence Rotary Instrumentation Systems. JOE. 2012; 38 (6); 850- 852.
67. http://www.unisabana.edu.co/fileadmin/Documentos/Investigacion/comite_de_etica/Res_8430_1993_-_Salud.pdf [Citado el 2015 mayo 24]
68. Nakamura V, Cai S, Candeiro G, Ferrari P, Caldeira C, Gavini G. Ex vivo evaluation of the effects of several root canal preparation techniques and irrigation regimens on a mixed microbial infection. IEJ. 2013;46: 217-23.
69. Ferrer-Luque C, Bejarano I, Ruiz-Linares M, Baca P. Reduction in *Enterococcus faecalis* counts – a comparison between rotary and reciprocating Systems. IEJ. 2014;47:380-86.
70. Berber V, Gomes B, Sena N, Vianna M, Ferraz C, Zaia A, Souza-Filho F. Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing *Enterococcus faecalis* within root canals and dentinal tubules. IEJ. Procedimientos en Microbiología Clínica. 2006;(39):10-7.
71. http://coesantseimc.org/documents/M%C3%A9todosB%C3%A1sicos_SensibilidadAntibioticos.pdf [Citado el 2015 mayo25]
72. Midere A, Reit C, Dahlen G, Kvist T. Microflora and root filled teeth with apical periodontitis in latvian patients. Stomatologija. 2010; 12(4): 116-21.
73. Vivacqua- Gomes, Gurgel-Filho N, Gomes B, Ferraz C, Zaia, A, Souza-Filho F. Recovery of *Enterococcus faecalis* after single or multiple-visit root canal treatments carried out in infected teeth ex vivo. IEJ, 2005; 38, 697-704.
74. Bystrom A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic. Scand. J. Dent. Res. 1981; 89: 321-28.
75. Siqueira J jr, Machado A, Silveira M, Lopes H, De Uzeda M. Evaluation of the effectiveness of sodium hypochlorite used with three irrigation methods in the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal, in vitro. IEJ. 1997;(30). 279-82.
76. Chuste-Guillot M, Badet C, Peli J, Pérez F. Effect of three nickel-titanium rotary file techniques on infected root dentin reduction. OOOOE. 2006; 102:254-8.

APÈNDICE A. CRONOGRAMA

ACTIVIDAD	Julio 2014	Agos 2014	Sept. 2014	Oct. 2014	Nov. 2014	Dic. 2014	Febrero 2015	Marzo 2015	Abril 2015	Mayo 2015	Junio 2015
ELABORACIÓN DE PROTOCOLO											
ENTREGA DE PROTOCOLO											
SUSTENTACION DE PROTOCOLO											
FASE EXPERIMENTAL											
ANÁLISIS DE RESULTADOS Y ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO											
SUSTENTACIÓN DE LA TESIS											

APÈNDICE B. CUADRO DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

FUNCIÓN DE LA VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONAL	FUENTE	ESCALA DE MEDICIÓN	OBJETIVO QUE CUBRE
Dependiente	Carga microbiana	Número de microorganismos en Unidades Formadoras de Colonias (UFC) presentes antes y después del procedimiento	Resultado informe del laboratorio	Cuantitativa: UFC de <i>E.faecalis</i> por ml	Determinar la carga microbiana inicial de los conductos radiculares infectados con <i>E. faecalis</i> en cada uno de los sistemas de instrumentación.
Independiente	Tratamiento	Sistema aplicado a 91 dientes con conductos ovals Grupo A Reciproc Grupo B Wave One Grupo C (Control)	Resultado informe del laboratorio	Cualitativa nominal: Conteo UFC de <i>E. faecalis</i> por ml	Establecer la eficacia: proporción de la remoción de <i>E. faecalis</i> en los conductos antes y después de la instrumentación biomecánica.

APÉNDICE C. MATERIALES

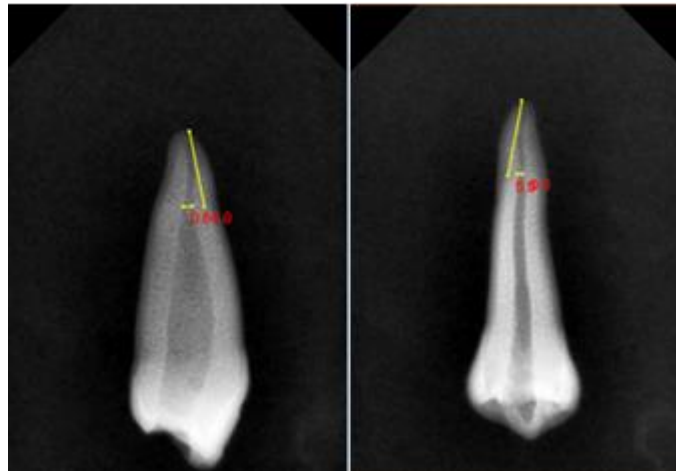
CANTIDAD	MATERIALES
2400	CAJAS DE PETRI PLÁSTICAS
1	BOLSA DE VIALES PLÁSTICOS CON TAPA DE 2ml
1	BOLSA DE 500 PUNTAS AZULES
1	FRASCO DE 500 ML DE CLORURO DE SODIO GRADO REACTIVO
4	ERLENMEYER
2	AGAR PLATE COUNT
1	CUBETA DE HIELO PLÁSTICA
5	SILICONA (MATERIAL DE IMPRESIÓN)
3	GARRAFA DE ALCOHOL ANTISÉPTICO
1	GARRAFA DE ALCOHOL INDUSTRIAL
2	GARRAFA DE HIPOCLORITO DE SODIO AL 13%
1	GARRAFA DE JABÓN NEUTRO
1	ATOMIZADOR
6	CAJAS DE TOALLAS DE PAPEL
6	PAQUETES DE GASAS
3	CAJAS DE BOLSAS GRADO MÉDICO (MEDIANA Y PEQUEÑA)
1	COLADOR METÁLICO PEQUEÑO APROXIMADAMENTE DE 5 CM DE DIÁMETRO
2	PAPEL ALUMINIO
1	PAPEL CRAFT
5	CAJAS DE GUANTES DE NITRILO (TALLA S Y M)
1	CINTA TESTIGO
6	CINTA DE ENMASCARAR
1	CAJA DE AGUJAS DE IRRIGACIÓN DE VENTANA LATERAL DE 27 G
2	EDTA 17%

1	CAJA DE CERA ROSADA
1	CALDO TRIPTICASA DE SOYA
300	TUBOS DE ENSAYO TAPA ROSCA DE VIDRIO DE 16mm *100mm
4	MARCADORES PERMANENTES SHARPIE
35	LIMAS ROTATORIA WAVEONE
35	LIMAS ROTATORIAS RECIPROC
10	CAJAS LIMAS MANUALES DE ACERO INOXIDABLE
1	METIL METACRILATO
1	HIPOCLORITO DE SODIO AL 2.5%
1	TIOSULFATO DE SODIO AL 10%
10	CAJAS DE PUNTAS DE PAPEL CALIBRE 0.20 Y 0.25 MM
1	CAJA PUNTA DE PAPEL TAPERIZADAS WAVEONE
1	PUNTAS DE PAPEL TAPERIZADAS RECIPROC
2	DENTIMETROS
15	JERINGAS DESECHABLES 5ml
48	FRASCOS DE VIDRIO CON TAPA
50	ASAS DE DIGLASKRI
4	MECHEROS
1	BOLSA DE GORROS DESECHABLES
1	CAJA DE TAPABOCAS DE TRIPLE FILTRO
	AGUA DESTILADA ESTERIL
2	FRESAS REDONDAS
2	FRESAS ENDOZEKRYA
	CEPA DE <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212
	ESPÁTULAS
	PROBETAS

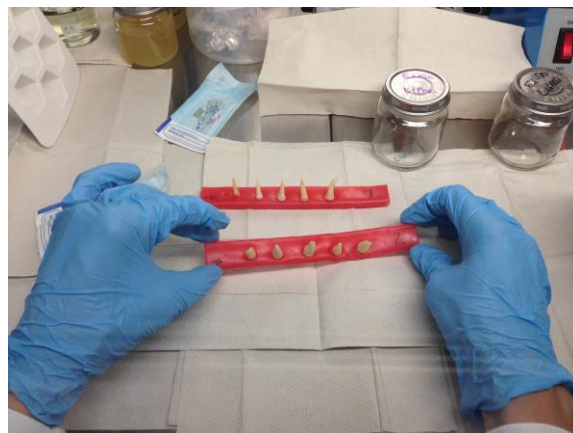
APÉNDICE D. PRESUPUESTO

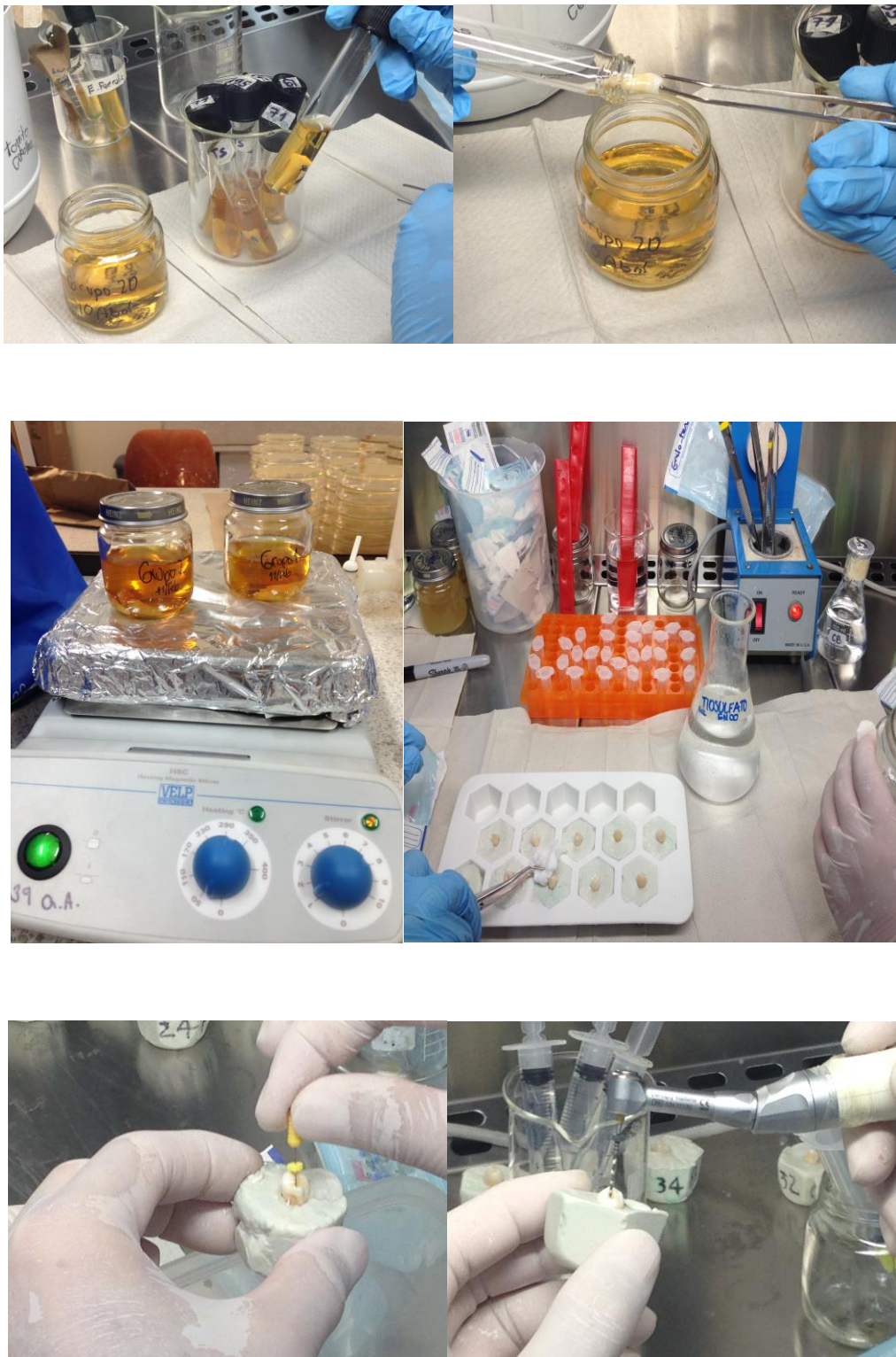
RUBRO	UNIVERSIDAD	CONTRA PARTIDA	TOTAL
Recurso Humano		18.000.000	18.000.000
Equipos	50.000.000		50.000.000
Software-office		500.000	500.000
Materiales laboratorio		3.000.000	3.000.000
Insumos		3.500.000	3.500.000
Salida de campo (viáticos)		1.000.000	1.000.000
Material bibliográfico fotocopias, impresiones, internet, celular.		500.000	500.000
TOTAL	50.000.000	26.500.000	76.500.000

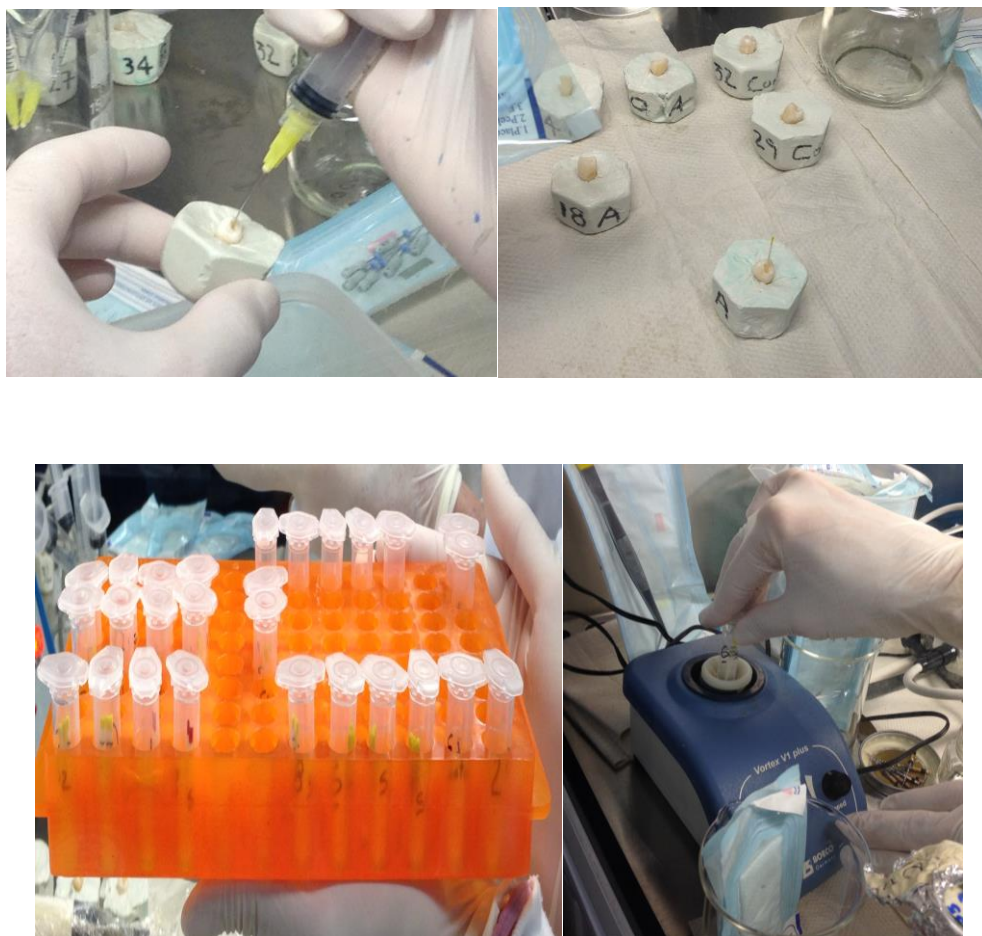
APÉNDICE E. MEDICIÓN DEL TERCIO APICAL (RADIOVISIOGRAFÍA)

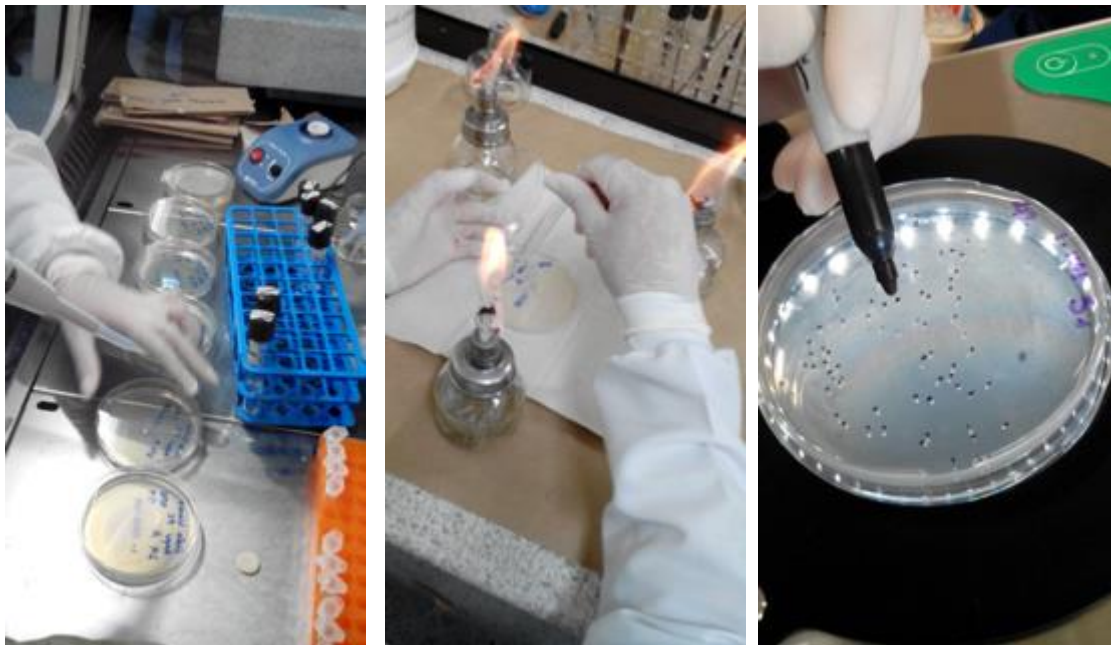


APÉNDICE F. IMÁGENES LABORATORIO

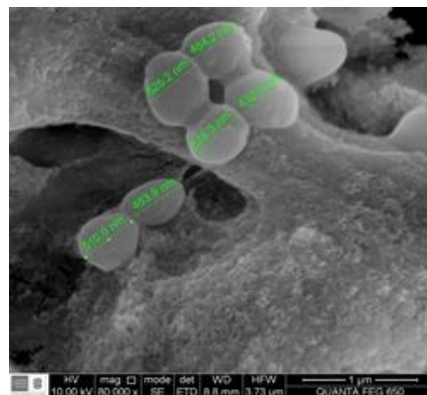




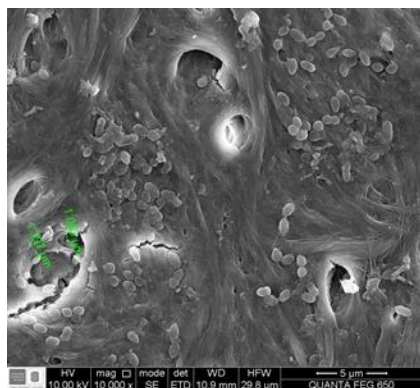




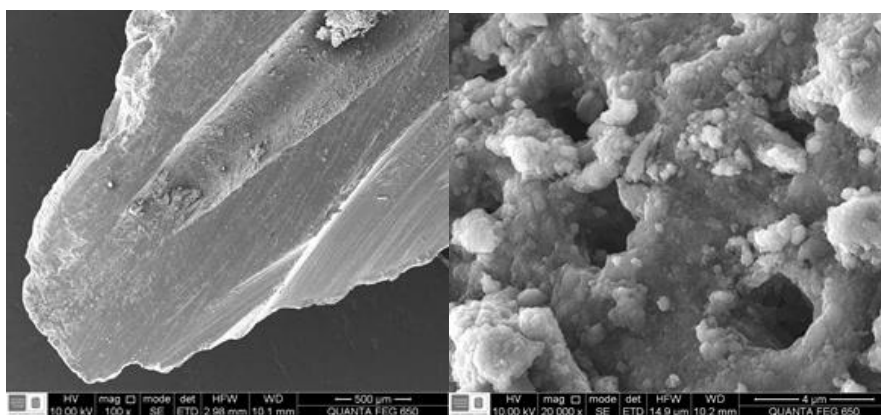
**APÉNDICE G. MEB CONDUCTO CONTAMINADO CON *E. Faecalis*
(CONFIRMACIÓN DE LA COLONIZACIÓN BACTERIANA)**



APÉNDICE H. CONDUCTO DESPUES DE LA INSTRUMENTACION



APÉNDICE I. PREPARACIÓN CON SISTEMA WAVE -ONE



APÉNDICE J. PREPARACIÓN CON SISTEMA RECIPROC

