

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

PROGRAMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA



**EXTRUSIÓN DE DEBRIS APICAL EN PREMOLARES EXTRAÍDOS
UTILIZANDO LOS INSTRUMENTOS WAVE ONE GOLD, PROTAPER
GOLD Y EDGE SEQUEL SAPPHIRE**

**TRABAJO TERMINAL QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

PRESENTA

C.D. MARIELA LANDAVERDE HARDY

PRESIDENTE

DR. JULIO CÉSAR GARCÍA BRIONES

SINODAL

SINODAL

DRA. VERÓNICA GONZÁLEZ TORRES

DRA. DULCE YICEL MAGAÑA MANCILLAS

SINODAL

DRA. MARÍA ELENA DE LOS ÁNGELES HOFMANN SALCEDO

TIJUANA, BAJA CALIFORNIA; MÉXICO

AGOSTO 2021

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

Tijuana, B.C. a 21 de Junio de 2021

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **EXTRUSIÓN DE DEBRIS APICAL EN PREMOLARES EXTRAÍDOS UTILIZANDO LOS INSTRUMENTOS WAVE ONE GOLD, PROTAPER GOLD Y EDGE SEQUEL SAPPHIRE**

Propuesto por el **C.D. MARIELA LANDAVERDE HARDY**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

A T E N T A M E N T E


DR. JULIO CÉSAR GARCÍA BRIONES
PRESIDENTE

Ccp.- Archivo.

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

Tijuana, B.C. a 21 de Junio de 2021

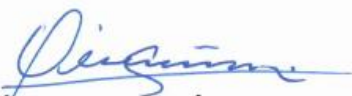
AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **EXTRUSIÓN DE DEBRIS APICAL EN PREMOLARES EXTRAÍDOS UTILIZANDO LOS INSTRUMENTOS WAVE ONE GOLD, PROTAPER GOLD Y EDGE SEQUEL SAPPHIRE**

Propuesto por el **C.D. MARIELA LANDAVERDE HARDY**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

A T E N T A M E N T E



DRA. VERÓNICA GONZÁLEZ TORRES
SINODAL

Ccp.- Archivo.

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

Tijuana, B.C. a 21 de Junio de 2021

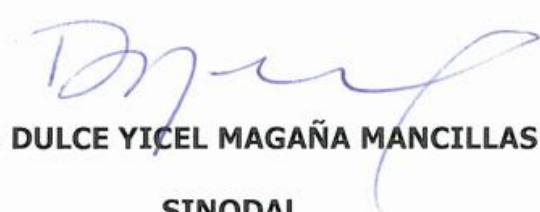
AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **EXTRUSIÓN DE DEBRIS APICAL EN PREMOLARES EXTRAÍDOS UTILIZANDO LOS INSTRUMENTOS WAVE ONE GOLD, PROTAPER GOLD Y EDGE SEQUEL SAPPHIRE**

Propuesto por el **C.D. MARIELA LANDAVERDE HARDY**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

A T E N T A M E N T E



DRA. DULCE YICEL MAGAÑA MANCILLAS

SINODAL

Ccp.- Archivo.

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

Tijuana, B.C. a 21 de Junio de 2021

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **EXTRUSIÓN DE DEBRIS APICAL EN PREMOLARES EXTRAÍDOS UTILIZANDO LOS INSTRUMENTOS WAVE ONE GOLD, PROTAPER GOLD Y EDGE SEQUEL SAPPHIRE**

Propuesto por el **C.D. MARIELA LANDAVERDE HARDY**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

ATENTAMENTE



DRA. MARÍA ELENA DE LOS ÁNGELES HOFMANN SALCEDO

SINODAL

Ccp.- Archivo.

EXTRUSIÓN DE DEBRIS APICAL EN PREMOLARES EXTRAÍDOS UTILIZANDO LOS INSTRUMENTOS WAVE ONE GOLD, PROTAPER GOLD Y EDGE SEQUEL SAPPHIRE

PRESENTA

C.D. MARIELA LANDAVERDE HARDY

PRESIDENTE



DR. JULIO CÉSAR GARCÍA BRIONES

SINODALES



DRA. VERÓNICA GONZÁLEZ TORRES



DRA. DULCE YICEL MAGAÑA MANCILLAS



DRA. MARÍA ELENA DE LOS ÁNGELES HOFMANN SALCEDO

Tijuana, Baja California, 21 de Junio de 2021

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi familia, a Dios y a todas las personas que estuvieron motivándome día a día a no rendirme y a seguir adelante durante esta etapa de mi vida profesional, por darme su apoyo para terminar exitosamente el posgrado.

A mi papá por siempre hacer todo lo posible para que no me falte nada, agradezco todo el esfuerzo que me has brindado desde el día uno de mi vida, a mi mamá por desvelarse junto conmigo, a echarme porras y por impulsarme a dar lo mejor de mí y a mi hermano por hacerme sentir que soy su guía en su vida profesional y personal. Sin ustedes tres no sería la persona que soy hasta hoy, siempre estaré eternamente agradecida por su amor, confianza y apoyo.

También quiero agradecer a la Dra. Ana Gabriela Carrillo Vázquez por darme la oportunidad de ser parte de este posgrado y por estar presente en todo momento. Gracias por brindarme su confianza.

Agradezco a mi director de tesis Dr. Julio César García Briones por su dedicación en este proyecto, a la Dra. María Elena de los Ángeles Hofmann por su apoyo durante este proceso y a la Dra. Dulce Yicel Magaña Mancillas por estar al pendiente del proyecto.

Así mismo dar las gracias a mi codirectora de este proyecto, la Dra. Verónica González Torres, por brindarme su tiempo y dedicación durante la experimentación científica.

Además, quiero reconocer a todos mis docentes por estar dispuestos a aclarar todas mis dudas y considero importante dar las gracias por compartir sus conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

Por último, a mis 12 compañeros por las experiencias vividas y por su amistad. Aprendí muchas cosas de cada uno y siempre estaré feliz de compartir esta etapa de mi vida con ustedes.

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

Por último, un agradecimiento a CONACYT por la beca otorgada..

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
LISTA DE ABREVIATURAS	viii
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCIÓN	3
2.1. ENDODONCIA.....	3
2.2. TRIADA ENDODÓNTICA	3
2.3. PREPARACIÓN BIOMECÁNICA.....	6
2.4. INSTRUMENTOS MANUALES Y ROTATORIOS.....	7
2.4.1 LONGITUD DE TRABAJO	8
2.5. MOVIMIENTO RECIPROCANTE Y CONTINUO	10
2.6. EDGE SEQUEL SAPPHIRE	10
2.7. WAVE ONE GOLD.....	11
2.8. PROTAPER GOLD	11
2.9. ERRORES DURANTE LA PREPARACION BIOMECÁNICA.....	12
2.10. EXTRUSÓN DE DEBRIS APICAL	13
2.11. MICROORGANISMOS	14
2.12 PERIODONTITIS APICAL	16
2.13 DOLOR POSTOPERATORIO.....	18
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
IV. JUSTIFICACIÓN	21
V. HIPÓTESIS.....	22
5.1. HIPÓTESIS DE TRABAJO	22
5.2. HIPÓTESIS NULA (H0)	22

5.3. HIPÓTESIS ALTERNATIVA (H1).....	22
VI. OBJETIVOS.....	23
6.1. OBJETIVO GENERAL	23
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
VII. VARIABLES.....	24
7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	24
7.2. VARIABLE DEPENDIENTE	24
7.3. OPERACIÓN DE VARIABLES.....	24
VIII. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
8.1. TIPO DE ESTUDIO	25
8.2. UNIVERSO DE ESTUDIO	25
8.2.1 Criterios de Inclusión.....	25
8.2.2 Criterios de Exclusión	25
8.2.3 Criterios de Eliminación.....	25
8.3. MATERIALES E INSTRUMENTAL	26
8.4. METODOLOGÍA	27
8.4.1 Selección de las muestras	27
8.4.2 Recipientes de recolección	29
8.2.3 Preparación del conducto radicular.....	31
8.2.4 Recopilación de datos.....	35
8.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	37
IX. RESULTADOS.....	51
X. DISCUSIÓN	56
XI. CONCLUSIONES	59
XII. RECOMENDACIONES	60

XIII. BIBLIOGRAFÍA	61
--------------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Eliminación de sarro de las muestras.	28
Figura 2. Radiografías de las muestras.	28
Figura 3. Desinfección y estandarización de las muestras. (A) Inmersión de muestras en NaOCl, (B) órganos dentarios en cloruro de sodio al 0.9%, (C) Estandarización de muestras a 15 mm.	29
Figura 4. Secado de Tubos (A) Horno de Secado Marca Binder, (B) Desecador con Drierite. .	30
Figura 5. (A) Balanza Analítica, (B) Tubos Eppendorf en recipientes para mantenerse en posición vertical.	31
Figura 6. Instrumentos Rotatorios. (A) Grupo 1 Protaper Gold, (B) Grupo 2 Wave One Gold, (C) Grupo 3 Edge Sequel Sapphire.	33
Figura 7. (A) Debris extruido recolectado dentro del Tubo Eppendorf después de instrumentar con rotatorios, (B) Uso de dique de hule para evitar la filtración del irrigante dentro del tubo. ...	34
Figura 8. (A) Microscopio Avantor VWR Vistavision para analizar tubos eppendorf, (B) Calentador digital Thermo block utilizado para evaporar el agua destilada a 85°C durante 2-3 hrs.	35
Figura 9. Eliminación de Humedad. Tubos en caja petri dentro del horno secado.	36
Tabla 1. Registro de peso de tubos antes y después de la instrumentación con el sistema Protaper Gold.	51
Tabla 2. Registro de peso de tubos antes y después de la instrumentación con el sistema Wave One Gold.	52
Tabla 3. Registro de peso de tubos antes y después de la instrumentación con el sistema Edge Sequel Sapphire.	53
Gráfica 1. Variaciones de peso del Grupo 1 Protaper Gold.	54
Gráfica 2. Variaciones de peso del Grupo 2 Wave One Gold.	54
Gráfica 3. Variaciones de peso del Grupo 3. Edge Sequel Sapphire.	55
Gráfica 4. Comparativo de variaciones de debris generado por todos los grupos.	55

LISTA DE ABREVIATURAS

AAE	Asociación Americana de Endodoncia
ADA	Asociación Dental Americana
ANOVA	Análisis de Varianza
°C	Centígrado o grado Celsius
Cols	Colaboradores
CCW	Counterclockwise
CW	Clockwise
CHX	Clorhexidina
D0	Diámetro cero
EDTA	Ácido Etilendiaminotetraacético
ESS	Edge Sequel Sapphire
Fig	Figura
g-cm	Gramo Centímetro
Hrs	Horas

LISTA DE ABREVIATURAS

ml	Mililitro
mm	Milímetro
MO	Microorganismos
N	Número
NaClO	Hipoclorito de Sodio
Ncm	Newton Centímetro
Ni-Ti	Níquel Titanio
PG	Protaper Gold
Rpm	Revoluciones por minuto
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
WO	Wave One
WOG	Wave One Gold

I. RESUMEN

La endodoncia es la rama de la odontología que se encarga de estudiar la morfología de la cavidad pulpar, la fisiología y la patología de la pulpa dental, tanto la prevención y el tratamiento de las alteraciones pulpares y de sus repercusiones sobre los tejidos periapicales. Cuando existe alguna alteración en la pulpa dental, se establece un plan de tratamiento para preservar sanos los tejidos periapicales. Para obtener un tratamiento exitoso, se debe seguir la Triada Endodóntica, el cual consiste en la desinfección, la instrumentación biomecánica y la obturación tridimensional del conducto radicular. Al llevar a cabo la instrumentación del conducto radicular, se inicia la desinfección del espacio del conducto radicular mediante instrumentación con rotatorios y la irrigación, por lo que se considera importante para eliminar el tejido pulpar y microorganismos. El objetivo principal de la instrumentación mecánica es eliminar la capa interna de dentina, creando la interrupción mecánica del biofilm manteniendo la anatomía radicular. Durante este procedimiento existen diferentes accidentes, como perder la longitud de trabajo inicial causando la extrusión en la zona apical de residuos de dentina, tejido pulpar necrótico, microorganismos y el irrigante utilizado causando dolor postoperatorio, una infección extrarradicular y el fracaso en el tratamiento. El objetivo del presente estudio es comparar y evaluar 3 sistemas de instrumentación rotatoria (Protaper Gold, Wave One Gold y Edge Sequel Sapphire), y la capacidad que estos tienen en cuanto a la extrusión de debris apical en el tratamiento endodóntico. Se utilizaron 45 premolares humanos extraídos, los cuales fueron preparados e instrumentados siguiendo el modelo de recolección de muestras de Myers y Montgomery (1). Para el análisis estadístico se

utilizó análisis de varianza de una sola vía, con el software SPSS 19. **Resultados:** No se encontraron diferencias significativas con respecto a la extrusión de debris entre los 3 grupos. $(P) > 0.05$.

II. INTRODUCCIÓN

2.1. ENDODONCIA

Es la rama de la odontología que estudia la morfología de la cavidad pulpar, la fisiología y la patología de la pulpa dental, así como la prevención y el tratamiento de las alteraciones pulpares y de sus repercusiones sobre los tejidos periapicales (2).

La cual fue reconocida como una especialidad por la Asociación Dental Americana (ADA) en 1963. Tiene como objetivo principal prevenir lesiones pulpares y periodontales y tratar las lesiones ya formadas, para poder devolver forma y función perdidas de la pieza dentaria, a través de la rehabilitación oral (3). La endodoncia consiste en realizar un pequeño acceso en la cara oclusal o lingual, dependiendo del diente a tratar, para posteriormente, proceder con una limpieza mecánica y química de la cámara pulpar y del sistema completo de los conductos radiculares, los cuales, ya preparados y desinfectados, deben ser obturados tridimensionalmente con un material de relleno inerte y biocompatible con los tejidos perirradiculares, para después, poder ser restaurados adecuadamente, para asegurar un sellado hermético coronal e impedir la filtración de bacterias (4).

2.2. TRIADA ENDODÓNTICA

En 1958, Ingle señala que para obtener el éxito en el tratamiento de conductos es necesario el cumplimiento de la llamada Tríada Endodóntica; esta tríada establece que durante el tratamiento endodóntico deben cumplirse tres principios cardinales:

desbridamiento biomecánico, que sería la instrumentación de nuestros conductos, la asepsia o limpieza que se explicaría como la reducción de la flora bacteriana y obturación tridimensional del sistema del conducto radicular, el cual es el objetivo principal de la obturación. Aunque es difícil clasificar la importancia de cada elemento de la tríada, muchos endodoncistas coinciden en que la preparación biomecánica es el aspecto clave durante el tratamiento (5).

Para poder obtener el primer principio de la triada endodóntica, asepsia o desinfección, se necesitan irrigantes para eliminar los microorganismos. El irrigante ideal va a eliminar las bacterias, disuelve tejido necrótico, lubrica el conducto, elimina la capa de barrillo dentinario y no debe irritar los tejidos perirradiculares (6).

La irrigación en endodoncia se define como la introducción de una o más soluciones en la cámara pulpar y conductos radiculares antes, durante y después de la preparación biomecánica para desinfectar y limpiar el sistema de conductos y así ayuda a obtener un mejor éxito en el tratamiento (4).

Existen tres soluciones de irrigación comúnmente utilizadas en endodoncia: Hipoclorito de sodio (NaClO), Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y Clorhexidina (CHX). Cada uno presenta ventajas y desventajas: Las principales ventajas de NaClO son su capacidad de disolver tejido orgánico y sus propiedades antibacterianas contra la mayoría de los microorganismos por tener un pH alcalino. La desventaja es su gran citotoxicidad en altas concentraciones. El EDTA, en cambio, elimina parte de la capa de barrillo dentinario, pero tiene que ser utilizado con un agente antibacteriano. La Clorhexidina (CHX), por su parte, tiene buenas propiedades antibacterianas y posee

sustantividad, pero tiene la desventaja de no disolver tejido orgánico, tampoco elimina la capa de barrillo dentinario y producir reacciones alérgicas en algunos pacientes (4).

Se recomienda la irrigación de la cámara pulpar y de los conductos radiculares en las siguientes etapas: Antes de la instrumentación es necesaria la irrigación para remover las partículas de alimento y saliva; Después de la pulpectomía para eliminar la sangre que puede manchar el diente; antes de usar instrumentos en los conductos; intervalo durante la preparación de conductos y al finalizar la preparación de los conductos (7).

El principio del sellado apical y la obturación va a tener como objetivo principal lograr un sellado hermético y tridimensional en las secciones apical, media y coronal del sistema del conducto radicular (6).

Los conductos radiculares deben obturarse lo más completamente posible para prevenir el ingreso de microorganismos orales. Existen diferentes técnicas de obturación para realizar este principio, las cuales todas presentan ventajas y desventajas. En general, los conductos solo deben obturarse cuando no haya presencia de síntomas de periodontitis apical aguda o un absceso apical tales como dolor a la percusión o cuando exista alguna secreción en el conducto (8).

Los conos de gutapercha primero deben desinfectarse sumergiéndolos en una solución de NaClO durante unos 60 segundos y después secarlos con una gasa estéril. Después de realizar dicha desinfección de la gutapercha, los pasos principales en la obturación del conducto radicular son: elegir una técnica de obturación, seleccionar los conos maestros, secar los conductos y aplicar el cemento sellador, obturar el conducto radicular y para finalizar se debe evaluar la calidad de la obturación (9).

2.3. PREPARACIÓN BIOMECÁNICA

La preparación biomecánica es una práctica clínica que busca acceder de forma directa y evitando modificar el conducto radicular y así llegar a la unión cementodentinaria, de esta manera por medio de la eliminación de la pulpa radicular se eliminarán los restos de necrosis posibilitando una correcta preparación en forma cónica, respetando la forma, la correcta asepsia y así obturar de la mejor manera (4).

La instrumentación por sí misma no permite librarse de todo el tejido contenido en el conducto ni de los microorganismos. Esto se debe a lo irregular que es ese espacio, por las múltiples ramificaciones, conductos laterales, etc.; sin embargo, dicha anatomía permite que los irrigantes puedan trasladarse con mayor facilidad hasta la zona apical lo cual facilita la obturación en todas sus dimensiones (10).

De acuerdo a los principios básicos de Weine, la preparación biomecánica es ensanchar y mantener la forma original del conducto para su obturación de forma cónica, es decir, lo más estrecho en ápice y lo más ancho en tercio coronal, sin producir falsas vías, perforaciones, escalones, etc (11).

Durante la instrumentación del conducto radicular, los desechos necróticos, el tejido pulpar residual, los restos de dentina o los irrigantes pueden desplazarse hacia el área periapical. Esto puede conducir a una reacción inflamatoria y dolor postoperatorio, reagudizaciones y dificultad en la reparación de patologías apicales (12). Por lo que la Asociación Americana de Endodoncia (AAE) definió al debris dentinario como una película de detritus retenido sobre la dentina u otra superficie producida durante la preparación biomecánica (13).

Las bacterias extruidas apicalmente también pueden ser una fuente de infección extrarradicular y comprometer el resultado a largo plazo causando lesión periapical. Por lo tanto, la desinfección efectiva y el control de la extrusión apical de bacterias / desechos pueden influir tanto en la comodidad postoperatoria como en la cicatrización del tejido perirradicular (14).

2.4. INSTRUMENTOS MANUALES Y ROTATORIOS

Para la limpieza y conformación de los conductos radiculares tenemos una amplia gama de instrumentos, tanto manuales como rotatorios. Las limas manuales son instrumentos que ensanchan los conductos mediante movimientos recíprocos de entrada y salida y cortan ensanchando los conductos con movimientos de rotación (4).

Las limas manuales están identificadas por secciones como, El mango o también llamado cabo, que gracias a su color podemos identificar el número del instrumento a utilizar. Por otra parte, el intermediario corresponde al segmento de vástago entre el mango y la parte activa. La parte activa realiza el trabajo inherente al instrumento y la guía de penetración es el extremo de la parte activa y tiene una forma diferente para cada tipo de instrumento (2).

Estos instrumentos presentan ventajas ya que son útiles para penetrar y ensanchar el conducto radicular, también son útiles para patentizar y pueden curvarse manualmente, pero también tienen desventajas, ya que estos instrumentos pueden causar la transportación o desgarre dentinario causando una perforación, también ocurre el enroscamiento de estrías del instrumento, es señal que el instrumento está a punto de

fracturarse, y al momento de instrumentar es más cansado y tardado para el operador (2).

A partir de los trabajos realizados por Ingle & Levine en 1958 y 1961 (2), los instrumentos endodónticos pasaron a fabricarse obedeciendo algunos criterios; entre estos están, la coloración del mango, la parte activa con longitud determinada de 16mm, el diámetro de la punta activa medido en centésimos de milímetros (diámetro – D0), las longitudes de las limas son de 21, 25 y 31mm y la conicidad de .02 por cada mm de longitud (15).

Los instrumentos rotatorios de aleación de níquel titanio están compuestos sobre todo por Ni-Ti, níquel (56%) y titanio (44%). Como todos los instrumentos estos presentarán ciertas ventajas y desventajas. Como ventajas van a facilitar y acelerar la preparación biomecánica haciendo esto menos cansado tanto para el operador y el paciente. También habrá mejor limpieza del conducto y son mucho más flexibles que las limas manuales. Las desventajas que estos instrumentos presentan es que existe la posibilidad de que estos se fracturen dentro del conducto y por lo tanto no deben utilizarse en conductos curvos para así evitar cualquier tipo de accidente (16).

2.4.1 LONGITUD DE TRABAJO

Una de las etapas más importantes y críticas de la terapia endodóntica es la conductometría. Este procedimiento tiene por objetivo obtener una medida de longitud, que corresponde a la distancia desde un punto de referencia coronal hasta el punto donde termina la preparación y obturación del canal radicular. La determinación de una longitud de trabajo precisa es uno de los procedimientos más importantes de la terapia endodóntica, y es un factor clave para el éxito del tratamiento (3). La limpieza,

conformación y obturación del sistema de conductos radiculares no pueden lograrse con precisión a menos que se determine con exactitud esta medida. Establecer una longitud de trabajo adecuada es imprescindible para poder llevar a cabo un tratamiento exitoso; de no obtenerse inicialmente de manera correcta, todo el esfuerzo posterior en la consecución del éxito terapéutico puede ser infructuoso.

La determinación errada de la longitud de trabajo podría dar lugar a una medición demasiado larga y conducir la preparación más allá de la constricción apical, provocando sobre instrumentación y sobre obturación extruyendo la gutapercha. La determinación imprecisa de la longitud de trabajo puede favorecer la ocurrencia de accidentes endodónticos, como perforación apical y sobre obturación, extrusión de debris y microorganismos, las cuales son generalmente acompañadas de dolor postoperatorio. Por otra parte, el inicio de la reparación periapical puede prolongarse en el tiempo, aumentando así el número de fracasos por regeneración incompleta de los tejidos periapicales (4). Otro riesgo presente frente a una longitud de trabajo incorrecta es la instrumentación incompleta y la obturación deficiente del conducto radicular, con todos los problemas que ello trae (reagudización de la infección y de los síntomas, reinfección del conducto radicular, aparición de lesiones apicales, dolor persistente debido a la inflamación de tejido pulpar no eliminado) (3). Además, puede formarse un escalón antes del ápice, lo que podría imposibilitar un retratamiento exitoso, de ser necesario en el futuro.

2.5. MOVIMIENTO RECIPROCANTE Y CONTINUO

Mientras se realiza la instrumentación de manera mecanizada, se reducirá el tiempo de trabajo para la preparación del sistema de conductos radiculares, por lo que será más cómodo tanto para el operador y del paciente (17).

Previo a la utilización de un instrumento rotatorio, es necesario realizar la instrumentación manual con limas para crear un espacio en el conducto radicular y facilite la introducción del instrumento rotatorio (10).

Los instrumentos rotatorios van a presentar dos tipos de movimientos: movimientos reciprocanes que para realizar un giro de 360 grados debe dar movimientos de manera horario, clockwise (CW) y antihorario, counterclockwise (CCW) y los movimientos continuos que dan su giro de 360 grados de manera seguida (16).

En un estudio publicado por Keskin en el 2017, demostró que el movimiento reciprocante aumenta la vida útil de los instrumentos al exponerlos a valores de tensión más bajos que el movimiento de rotación continua (18).

2.6. EDGE SEQUEL SAPPHIRE

Los instrumentos rotatorios de la casa comercial Edge, Edge Sequel Sapphire (ESS), se encuentran a la venta en conicidades .04 y .06. La conicidad .04 van de la 15-90 y la conicidad .06 de 15-50. Estas están indicadas para su uso en conductos curvos, ya que presenta una flexibilidad incomparable con otros rotatorios, y estas pueden tomar curvas de 90 grados, y son 8 veces más resistentes que los rotatorios EndoSequence (Brasseler USA), están disponibles en diferentes longitudes de 21mm, 25mm y 31mm con 4

rotatorios por paquete. Estos instrumentos realizan su corte de forma transversal con un diseño de forma triangular, con una parte activa de 15 mm (19).

2.7. WAVE ONE GOLD

La casa comercial Dentsply, mejoró la versión de rotatorios Wave One (WO) a Wave One Gold (WOG). Estos instrumentos trabajan de manera reciprocante, presentando 4 instrumentos; Small (20/.07), Primary 25/.07, Medium 35/.06 y Large 45/.05. En la mayoría de los casos, solamente se usa el rotatorio Primary, y para evitar el desgaste rápido de este, se recomienda utilizar el Small. Esta línea de rotatorios presenta un rotatorio para patentizar entre cada uno de los instrumentos anteriormente mencionados, Pro-glider. El instrumento presenta una hélice inversa; punta guía semiactiva y modificada, estos van a realizar un corte transversal en forma de paralelogramo desplazada, que limita la zona de interacción. También presenta una nueva tecnología con una aleación Gold-wire. La lima Primary Wave One Gold es al menos un 80% más flexible, un 50% más resistente a la fatiga cíclica y un 23% más eficiente, en comparación con la lima Primary Wave One original (20).

2.8. PROTAPER GOLD

La presentación de los rotatorios Protaper Gold (PG) (Dentsply Sirona), es muy comparado con los rotatorios Protaper Universal (Dentsply). Protaper Gold presenta mayor flexibilidad si los comparamos con los mencionados anteriormente. Presenta mayor resistencia a la fatiga cíclica, y tendrá un mango más corto de 11 mm por lo que es más fácil introducirlo al conducto radicular. Se presentan esterilizadas con dos

opciones de formato: en blíster de 6 unidades con la posibilidad de elegir entre longitud de 19 mm, 21 mm, 25 mm o 31mm; o en un set de limas surtidas (SX, S1, S2, F1, F2 y F3) con una longitud a seleccionar de 21 mm, 25 mm o 31 mm y existen las limas de finalización (el grupo de limas bajo la denominación “F”: F1, F2, F3, F4, F5) cuando se instrumentan conductos curvados en la zona apical, ya que proporcionan un mayor nivel de confianza y control del trabajo. Las limas de conformación PROTAPER GOLD™ (limas SX, S1 y S2) pre ensanchan los conductos y están diseñadas para usarse con la misma técnica de cepillado. Las limas de finalización PROTAPER GOLD™ (limas F1, F2, F3, F4 y F5) son más flexibles por lo que cada conducto se puede conformar y acabar con un enfoque de sistema completo (21).

2.9. ERRORES DURANTE LA PREPARACION BIOMECÁNICA

Existen diversos errores al momento de realizar la instrumentación. La instrumentación a longitudes más cortas, llamada subextensión, se refiere a que no alcanza el límite apical elegido durante la longitud de trabajo, el cual pueden llevar a la acumulación y retención de detritos o limalla dentinaria, también puede conducir a formar un tapón apical el cual estará formado por restos de dentina infecta de diferentes microorganismos a nivel del tercio apical (3).

Otro error que se puede realizar es trabajar con una longitud de trabajo más larga de la establecida durante la determinación de la conductometría. Debido a la sobreextensión, existe el riesgo de extruir el agente irrigante utilizado durante el tratamiento, material de obturación, y extruir restos necróticos, tejido pulpar residual, microorganismos y restos

de dentina provocando una respuesta inflamatoria, dolor post-operatorio y reagudizaciones, y también se disminuye el mecanismo de reparación de los tejidos periapicales (14,22). Debido a estos errores durante la instrumentación del sistema de conductos, el pronóstico y probabilidad de obtener un tratamiento exitoso, disminuye, por lo que compromete el resultado a largo plazo de nuestro tratamiento.

2.10. EXTRUSIÓN DE DEBRIS APICAL

La Asociación Americana de Endodoncia, definió al debris dentinario, como una película de detritus retenido sobre la dentina u otra superficie producido durante la preparación biomecánica (13).

La extrusión apical de bacterias y detritos durante la preparación es posiblemente la principal causa de dolor postoperatorio y reagudizaciones. Las bacterias extruidas apicalmente también pueden ser una fuente de infección extrarradicular y comprometer el resultado a largo plazo. Por lo tanto, desinfección y la determinación de la conductometría y el buen control de la extrusión apical de bacterias / desechos. puede influir tanto en la comodidad postoperatoria como en la cicatrización del tejido perirradicular. Clínicamente, no es posible determinar la frecuencia y la cantidad de extrusión apical de desechos o bacterias durante la preparación (14).

Aunque todas las técnicas e instrumentos de instrumentación están relacionados con algún tipo de extrusión de debris a través del foramen apical, se ha asociado una menor extrusión de residuos de dentina con el uso de instrumentos rotatorios utilizados con motor en comparación con las técnicas de instrumentación manual (23).

Reddy y Hicks reportaron que la diferencia entre la preparación del conducto radicular y el diseño de los instrumentos son la principal causa de las variaciones en la extrusión apical del debris dado por las diferentes técnicas de instrumentación (24).

De acuerdo con Tinoco, se cree que la extrusión de dentina o irrigantes se debe a las preparaciones mecánicas que son más rápidas cuando se utiliza un solo instrumento que puede cortar cantidades de dentina en períodos cortos. En comparación, los sistemas rotatorios de secuencia completa, con más de dos instrumentos, proporcionan una ampliación mecánica más lenta y con mayor cantidad de debris extruido (25).

En un análisis de los estudios anteriores, los resultados con respecto a la cantidad de debris extruido muestran gran variabilidad, independientemente de la técnica o instrumento comparado, por lo que aún es un tema considerado para la investigación.

2.11. MICROORGANISMOS

La extrusión apical de restos infectados a los tejidos perirradiculares es posiblemente una de las principales causas de dolor posoperatorio. En las lesiones perirradiculares crónicas asintomáticas asociadas con dientes infectados, existe un equilibrio entre la agresión microbiana y la defensa del huésped en los tejidos perirradiculares. Durante la preparación biomecánica, si los microorganismos (MO) se extruyen apicalmente, el huésped enfrentará una situación en la que será desafiado por un mayor número de irritantes que antes. En consecuencia, habrá una interrupción transitoria en el equilibrio entre agresión y defensa, de tal manera que un huésped movilizará una inflamación aguda para restablecer el equilibrio (26).

La sobreinstrumentación iatrogénica promueve el agrandamiento del foramen apical, lo que puede permitir una mayor cantidad de exudado y sangre al conducto radicular. Esto mejorará el suministro de nutrientes a las bacterias restantes dentro del conducto radicular que luego pueden proliferar y causar la agudización de una lesión periapical crónica. Aunque existe esta posibilidad, es más probable que se desarrollen agudizaciones como resultado de una sobreinstrumentación mecánica dañando los tejidos perirradiculares, este agudizará más si la lima presenta un calibre amplio, ya que existirá mayor daño al tejido periapical, siendo más fácil la extrusión de debris y MO (26).

Se ha demostrado que todas las técnicas de instrumentación promueven la extrusión de debris apical, pero se ha comprobado que la técnica de instrumentación Crown-down, usualmente extruye menor cantidad (4).

Existen diferentes tipos de infección en la endodoncia, la infección primaria, que será causada por microorganismos que invaden y colonizan el tejido necrótico de la pulpa en primer momento, también llamada infección inicial o virgen; la infección secundaria, causada por microorganismos que no están presentes en la infección primaria, pero son introducidos al conducto radicular en algún momento después de la intervención profesional. La infección persistente que es causada por microorganismos, como *Enterococcus*, *Actinomyces*, *Streptococcus*, *Cándida*, *Propionibacterium*, *Staphylococcus* y *Pseudomonas*, que fueron componentes de la infección primaria y secundaria que resistieron a componentes antimicrobianos y las infecciones extrarradiculares que podrían ser dependientes e independientes (4,26).

La infección extrarradicular se caracteriza por la invasión y proliferación microbiana en los tejidos perirradiculares inflamados y es casi siempre una secuela de la infección intrarradicular. La infección extrarradicular podría ser dependiente o independiente de la infección intrarradicular. Donde la infección extrarradicular dependiente es el absceso apical agudo y las infecciones extrarradiculares independientes serían aquellas que ya no son protegidas por la infección intrarradicular y pueden persistir incluso después de la erradicación con éxito de esta última. las principales especies bacterianas implicadas en las infecciones extrarradiculares independientes son *Actinomyces* y *P. propionicum*, en una entidad patológica denominada *Actinomycosis apical* (o periapical o perirradicular). Esas bacterias forman colonias cohesivas que colectivamente pueden ser resistentes a la fagocitosis. Se pueden mencionar dos tipos de infecciones: 1. Bacterias en abscesos crónicos, con tracto sinusal persistente y 2. Formación de racimos bacterianos en el tejido lesionado. Algunas cepas de *Actinomyces israelí* y *Propionibacterium propionicum* tienen una capacidad inherente para crecer en aglomerados y por lo tanto prevalecer en el tejido blando lesionado de la periodontitis apical (27).

2.12 PERIODONTITIS APICAL

Los factores causales de las agudizaciones entre citas comprenden lesiones mecánicas, químicas y microbianas de la pulpa o de los tejidos perirradiculares. De hecho, la mayoría de los casos de agudización se producen como resultado de una inflamación aguda del periápice o también llamada periodontitis apical aguda o absceso perirradicular agudo, secundaria a procedimientos intracanal (28).

La inflamación periapical aguda puede desarrollarse como resultado de cualquier tipo de agresión del sistema de conductos radiculares. Independientemente del tipo de lesión, la intensidad de la respuesta inflamatoria es directamente proporcional a la intensidad de la lesión tisular (27).

Después de la lesión de los tejidos perirradiculares, una gran cantidad de ellos mediarán eventos característicos de la inflamación, como vasodilatación, aumento de la permeabilidad vascular y quimiotaxis de las células inflamatorias. Los mediadores químicos de la inflamación incluyen vasoactivos, aminas, prostaglandinas, leucotrienos, citocinas, neuropéptidos, enzimas lisosomales, óxido nítrico y factores derivados del plasma (26–28).

La periodontitis apical asintomática se presenta normalmente sin síntomas clínicos. Este diente no responde a las pruebas de vitalidad pulpar, y la radiografía mostrara generalmente una radiolucidez periapical. Este diente suele ser insensible a la presión al morder, pero el paciente puede “sentir diferente” a la percusión. La periodontitis apical sintomática exhibirá una respuesta dolorosa al morder o la percusión. La respuesta a las pruebas de vitalidad pulpar es variable, y la radiografía o la imagen del diente mostrará generalmente un espacio del ligamento periodontal ensanchado y puede existir o no una radiolucidez apical asociada a una o todas las raíces (4).

En el caso de un diente no vital puede ser secuela de enfermedades pulpares, tratamiento radicular, sobreextensión de materiales de obturación, perforación de la raíz o sobreinstrumentación de los conducto (22,29).

El tratamiento de la periodontitis apical, como una enfermedad causada por la infección del sistema de conductos radiculares, consiste en la eliminación de los microorganismos o bien reducir al máximo la carga microbiana y al mismo tiempo prevenir la reinfección a través de una obturación correcta del conducto radicular (30). El tratamiento endodóntico tiene un alto grado de éxito, sin embargo pueden ocurrir fracasos de carácter técnico, durante el procedimiento en los cuales no es posible alcanzar un nivel satisfactorio para el control y eliminación de la carga bacteriana, persistiendo así la infección dentro del sistema de conductos radiculares (31). También hay diversos factores, algunos ubicados dentro del tejido periapical inflamado que puede interferir con la reparación de la lesión después del tratamiento y provocar una persistencia de la periodontitis apical crónica y dolor post operatorio (30,31).

2.13 DOLOR POSTOPERATORIO

La aparición de dolor postoperatorio leve es relativamente común incluso cuando el tratamiento ha seguido estándares aceptables, y esto debe ser esperado y anticipado por los pacientes.

El dolor postoperatorio es descrito como un dolor punzante, palpitante, constante que puede presentarse de forma muy leve, moderada o severa. Puede ser localizado o difuso, pudiendo comprometer un área de mayor amplitud que el de las estructuras afectadas y tener zonas de irradiación. Puede aparecer dentro de las primeras 24 horas posteriores al tratamiento y su duración varía de horas a 3 días (22).

Los pacientes lo manifiestan y refieren como movilidad y extrusión de la pieza dental, así como dolor al masticar o sentir una ligera presión. Puede acompañarse de una palpación dolorosa en la zona apical y la presencia de eritema en el fondo de saco (4).

Es por eso, que se considera necesario, iniciar con una buena conductometría, para realizar una buena limpieza y conformación del conducto, preservando la anatomía radicular y así, evitar la extrusión de irritantes, restos de dentina, tejido necrótico, bacterias y debris a la zona apical, ya que este tipo de irritación a la zona periapical puede conducir a una reacción antígeno-anticuerpo generando una respuesta inflamatoria, ocasionando una infección extrarradicular y dolor post operatorio (12,26).

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante la preparación biomecánica del conducto radicular pueden ocurrir varios problemas durante el procedimiento, como realizar alguna perforación, fractura de instrumentos o extruir apicalmente residuos de debris, que pueden afectar nuestro tratamiento a corto o largo plazo o causar dolor postoperatorio o una infección extrarradicular.

El dolor postoperatorio, inflamación o infección extrarradicular suelen ser causadas por sobre instrumentar el conducto radicular, por extruir restos necróticos, tejido pulpar residual, microorganismos, restos de dentina, o hasta el irrigante que se utilizó para desinfectar.

En este proyecto se evaluará la cantidad de extrusión de debris apical en premolares unirradiculares utilizando instrumentos rotatorios Wave One Gold (Dentsply Sirona), Protaper Gold (Dentsply Sirona) y Edge Sequel Sapphire (EdgeEndo).

Por lo que planteamos la siguiente pregunta: ¿Cuál de los tres sistemas de instrumentación provoca menor extrusión de debris al exterior del conducto radicular?

IV. JUSTIFICACIÓN

La preparación biomecánica del conducto radicular es uno de los principios de la triada endodóntica por lo que se considera una de las etapas más importantes del tratamiento de conductos.

Aunque tengamos la longitud de trabajo bien establecida, existe la posibilidad de extruir restos necróticos, tejido pulpar residual, microorganismos, restos de dentina, o hasta el irrigante intraconducto a través del ápice hacia los tejidos periapicales causando dolor postoperatorio o una infección extrarradicular. Es por eso por lo que, en el estudio presente, se evaluará la cantidad de debris extruido apicalmente con Wave One Gold (Dentsply Sirona), Protaper Gold (Dentsply Sirona) y Edge Sequel Sapphire (Edge Endo) ya que su lanzamiento al mercado ha sido reciente y no han sido evaluados como otros sistemas rotatorios.

V. HIPÓTESIS

5.1. HIPÓTESIS DE TRABAJO

La recolección de debris nos permitirá identificar diferencias significativas si las hay en cuanto a la cantidad de residuos extruidos por los diversos sistemas de instrumentación rotatoria.

5.2. HIPÓTESIS NULA (H0)

No existirá diferencia significativa en la cantidad de debris generado en la instrumentación mediante la utilización de los diferentes sistemas rotatorios.

5.3. HIPÓTESIS ALTERNATIVA (H1)

La instrumentación con el sistema Edge Sequel Sapphire producirá menor extrusión de debris que la instrumentación con el sistema Wave One Gold y Protaper Gold.

VI. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar cuantitativamente, la cantidad de debris extruido apicalmente en órganos dentarios humanos extraídos, con diferentes sistemas de instrumentación rotatoria.

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

6.2.1. Evaluar cuantitativamente, la cantidad (en gramos) de debris extruido a través del foramen apical utilizando el sistema Wave One Gold.

6.2.2. Evaluar cuantitativamente, la cantidad (en gramos) de debris extruido a través del foramen apical utilizando el sistema Protaper Gold.

6.2.3. Evaluar cuantitativamente, la cantidad (en gramos) de debris extruido a través del foramen apical utilizando el sistema Edge Sequel Sapphire.

VII. VARIABLES

7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Sistema de instrumentación Wave One Gold

Sistema de instrumentación Protaper Gold

Sistema de instrumentación Edge Sequel Sapphire

7.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Cantidad de debris extruido apicalmente

7.3. OPERACIÓN DE VARIABLES

Los tres sistemas de instrumentación bajo estudio serán evaluados cuantificando la cantidad de debris extruido apicalmente por medio de una balanza analítica tomando el peso inicial de los tubos y el peso final de los tubos con el debris extruido después de la instrumentación.

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1. TIPO DE ESTUDIO

Experimental

8.2. UNIVERSO DE ESTUDIO

±45 premolares unirradiculares

8.2.1 Criterios de Inclusión

Órganos dentarios unirradiculares, con un solo foramen apical, ápice maduro, curvatura moderada, un conducto permeable y sin ningún tipo de reabsorción radicular.

8.2.2 Criterios de Exclusión

Órganos dentarios multirradiculares, con múltiples forámenes apicales, con ápice abierto, con alguna curvatura severa, presencia de conductos calcificados o reabsorción radicular.

8.2.3 Criterios de Eliminación

Si durante el proceso de instrumentación existía alguna fractura del instrumento o alguna fractura o grieta en el órgano dentario, las piezas dañadas se excluyeron de la experimentación.

8.3. MATERIALES E INSTRUMENTAL

Todos los sistemas de instrumentación fueron adquiridos en su casa comercial. El sistema de Edge Sequel Sapphire fue de la casa comercial EdgeEndo (Albuquerque, Nuevo México, USA). El sistema Wave One Gold y Protaper Gold fueron de la marca Dentsply Sirona (Ballaigues, Suiza). Todos los sistemas serán utilizados con el motor X-Smart Plus de la casa comercial Dentsply Sirona (Ballaigues, Suiza). Todas las muestras serán analizadas mediante una balanza analítica Mettler Toledo (Columbus, Ohio, USA). Todos los sistemas fueron utilizados con las indicaciones del fabricante.

Otros materiales y equipo:

- 45 Premolares unirradiculares
- Limas manuales tipo K 10-25
- Motor XS Smart (Dentsply Sirona)
- Tubos de Eppendorf
- Balanza Analítica Mettler Toledo
- Horno de secado (Marca Binder)
- Desecador con drierita
- Dique de hule
- Vial de vidrio claro
- Agujas calibre 27 G
- Agujas para irrigar 30 G
- Guantes de nitrilo
- Silicón
- Agua destilada
- Microscopio Avantor VWR Vista Vision
- Calentador digital Thermo Block
- Alcohol
- Gasas
- Cajas petri

8.4. METODOLOGÍA

8.4.1 Selección de las muestras

Se incluyeron en el estudio un total de 45 premolares mandibulares que habían sido extraídos por motivos periodontales y ortodónticos. Los restos de tejido blando y duro de las superficies externas de todos los dientes se eliminaron mecánicamente (Figura 1). Se tomaron radiografías digitales con el programa Schick (Dentsply Sirona) en el plano mesiodistal para la estandarización anatómica (Figura 2). Todas las muestras fueron colocadas en Hipoclorito de Sodio durante 2 horas (hrs), para posteriormente colocarlas en Cloruro de Sodio al 0.9%, con el fin de realizar una adecuada desinfección (Figura 3 A - B).



Figura 1. Eliminación de sarro de las muestras.

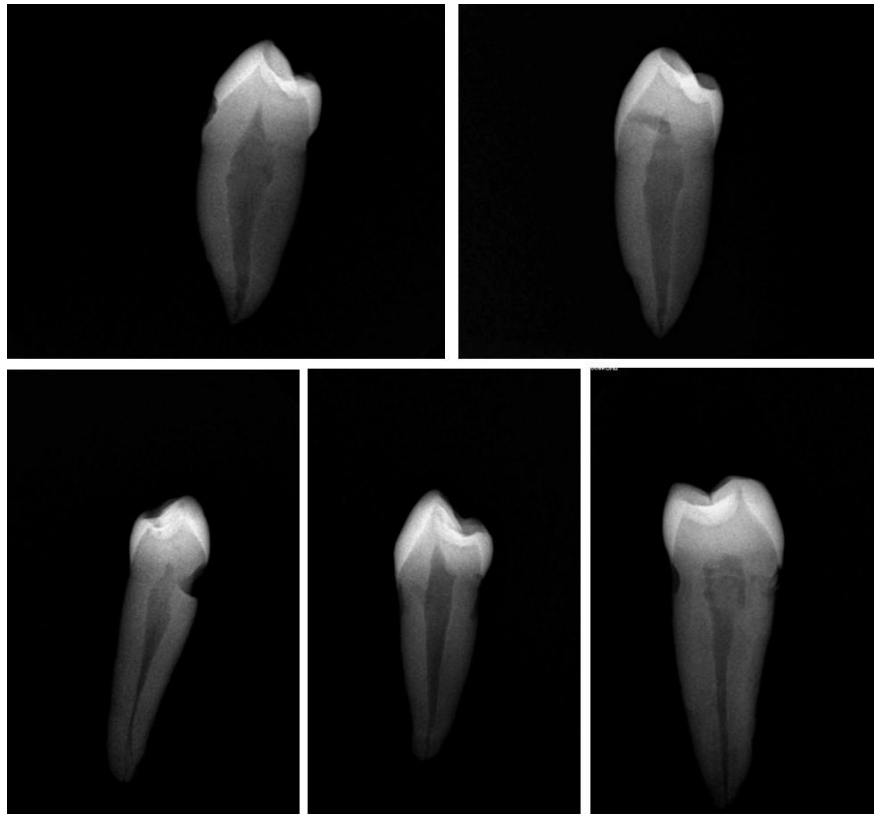


Figura 2. Radiografías de las muestras.

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

Los dientes fueron seleccionados con parámetros morfológicos similares, en cuanto a su longitud, diámetro apical y grado de curvatura menor a 10 grados. Al finalizar el análisis de muestras los 45 premolares se dividieron en 3 grupos aleatoriamente para el presente estudio (n=15).

La longitud de todos los órganos dentarios fue estandarizada a 15 mm, seccionando la corona de todos los dientes que sobrepasaran la longitud establecida, esto con el fin de mantener la misma longitud de trabajo de 0.5mm del foramen apical (Figura 3 C).



Figura 3. Desinfección y estandarización de las muestras. (A) Inmersión de muestras en NaOCl, (B) órganos dentarios en cloruro de sodio al 0.9%, (C) Estandarización de muestras a 15 mm.

8.4.2 Recipientes de recolección

Para determinar la cantidad de debris apical extruido fue empleado el modelo experimental descrito por Myers & Montgomery publicado en el año 1991 (1) en el cual se utilizaron 45 tubos Eppendorf de 1.5ml. Todos los tubos fueron limpiados por el exterior. Posteriormente fueron colocados en un horno de secado Marca Binder a una temperatura estándar de 25 grados centígrados por 8 horas para eliminar la humedad y

mantenerlos a una temperatura estándar. Después fueron colocados en un desecador durante 4 horas el cual contenía drierita, esto para terminar de absorber la humedad que pudiera seguir presente en el tubo y poder llevar los tubos a temperatura ambiente todo para lograr en los tubos un peso constante y evitar alteraciones en los resultados (Figura 4 A-B).

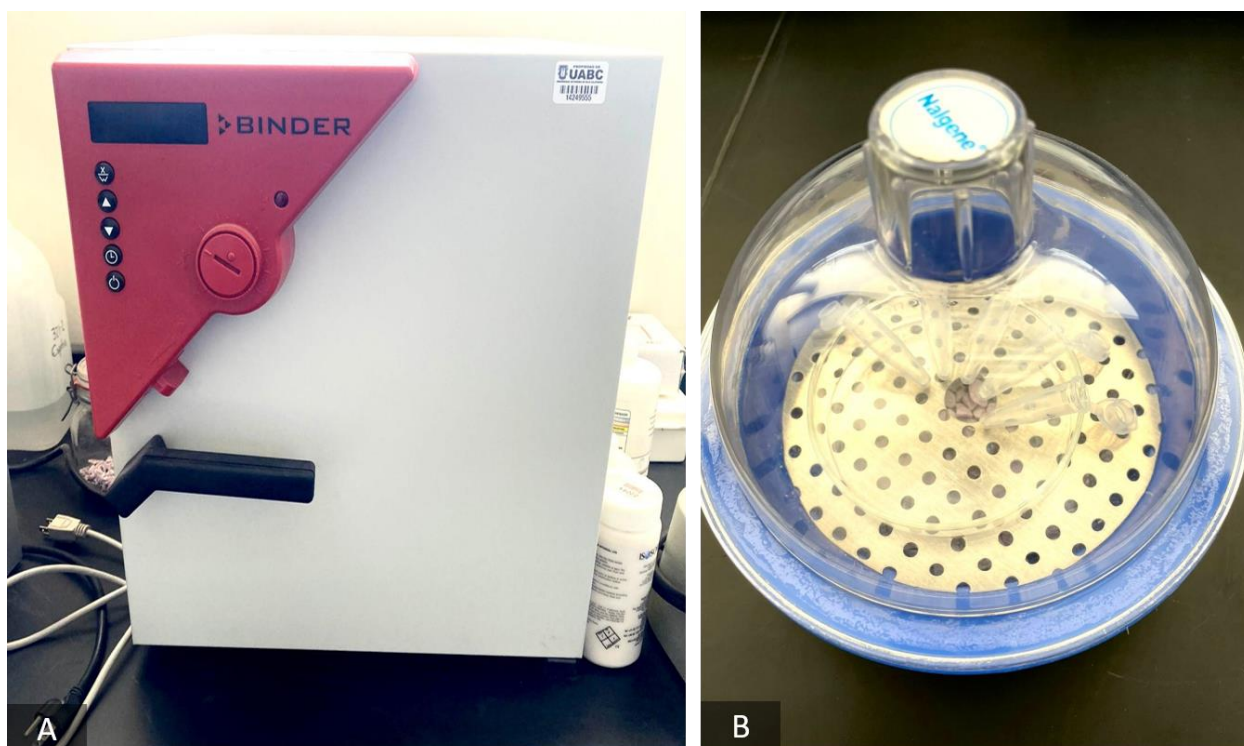


Figura 4. Secado de Tubos (A) Horno de Secado Marca Binder, (B) Desecador con Drierite.

Los tubos fueron pesados en una balanza analítica Mettler Toledo hasta obtener el peso constante de los mismos (Figura 5A). Una vez pesados fueron colocados en un recipiente que permitiera transportarlos manteniéndolos en una posición vertical fija y aislada de polvo o cualquier partícula que pudiera adherirse a ellos (Figura 5B).

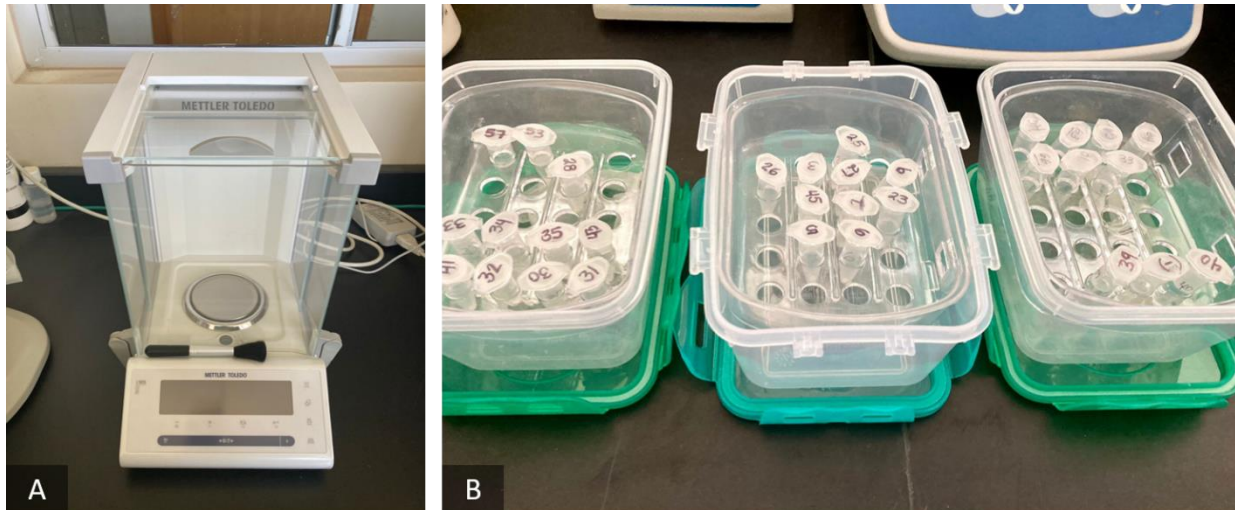


Figura 5. (A) Balanza Analítica, (B) Tubos Eppendorf en recipientes para mantenerse en posición vertical.

Para armar el dispositivo los tubos se manipularon siempre utilizando guantes de nitrilo. Para cada órgano dentario se creó un modelo de silicón que permitiera fijarlo al tubo. El tubo con el órgano dentario se colocó dentro de un vial de vidrio para poder sostener el dispositivo durante la instrumentación. Se insertó una aguja calibre 27 G a través del silicón hacia la zona interna del tubo para equilibrar la presión externa e interna negativa durante la irrigación (Figura 7A). Se utilizó un dique de hule en cada uno de los recipientes, colocado alrededor del diente para evitar la filtración del irrigante dentro del tubo y para cubrir la superficie del frasco de vidrio y así evitar que el operador pudiera observar el proceso experimental (Figura 7B).

8.2.3 Preparación del conducto radicular

Se realizó la cavidad de acceso endodóntico convencional utilizando fresas de carburo de bola #4 de alta velocidad, y los conductos se localizaron y permeabilizaron con una lima tipo K #15 hasta el foramen apical. La longitud de trabajo se estableció a 0.5mm del foramen apical. Se instrumentó manualmente hasta la lima tipo K #25.

Se utilizó una lima nueva en la preparación del conducto radicular de cada diente. En todos los grupos, después de 3 movimientos de picoteo, se retiró la lima del conducto y los restos acumulados en la lima se retiraron mediante una gasa sumergida en alcohol. Los conductos radiculares se irrigaron con 5 ml de agua destilada en total cada vez que se retiraron las limas y rotatorios del conducto. Para la irrigación de cada muestra se utilizó una aguja de irrigación de 30 G con salida lateral y punta ciega para evitar algún accidente hasta el punto alcanzado por el instrumento durante la preparación (Fanta, Shanghái, China). El procedimiento de irrigación final se realizó con la aguja colocada 2 mm por debajo de la longitud de trabajo. Todas las preparaciones del conducto radicular fueron realizadas por un solo operador en las técnicas e instrumentos utilizados.

Los dientes del grupo 1, Protaper Gold (PG) se prepararon utilizando el motor endodóntico X-Smart Plus (Dentsply Sirona) con movimientos apicales suaves y movimientos de picoteo de acuerdo con las recomendaciones del fabricante (rotación continua a una velocidad de 300 rpm y un valor de par de 1.5-4 Ncm). Se utilizó el rotatorio S2, F1, F2 y F3 (Figura 6A).

En el grupo 2, WOG, el grupo se utilizó con el programa "Wave One Gold" utilizando el motor de endodoncia X-Smart Plus (Dentsply Sirona). De acuerdo con las recomendaciones del fabricante, la lima se utilizó con movimientos de picoteo suaves. Se utilizó el rotatorio Small 20/0.07 y Primary 25/0.08, Medium 35/0.06 y Large 45/0.05 (Figura 6B).

En el grupo 3, Edge Sequel Sapphire (ESS), los dientes fueron preparados con el motor endodóntico X-Smart Plus (Dentsply Sirona) en rotación continua a los valores de velocidad y torque recomendados por el fabricante (500 rpm y 400 g-cm). Se utilizó ESS con movimientos suaves hasta alcanzar la longitud de trabajo. Se utilizó el rotatorio 25/0.04, 30/0.04, 35/0.04 y 40/0.04 (Figura 6C).

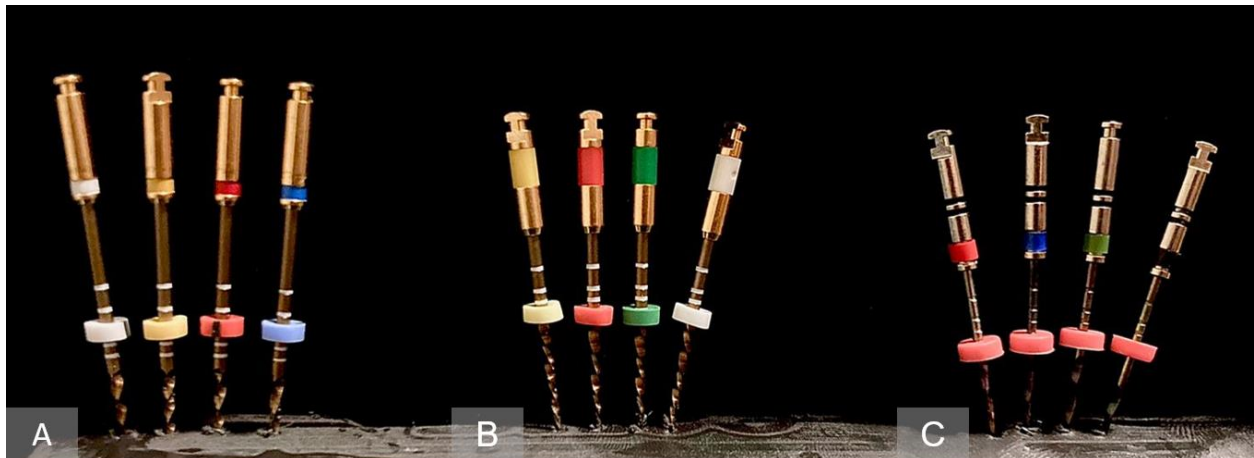


Figura 6. Instrumentos Rotatorios. (A) Grupo 1 Protaper Gold, (B) Grupo 2 Wave One Gold, (C) Grupo 3 Edge Sequel Sapphire.

Con cada instrumento rotatorio utilizado se ejecutaron 10 movimientos verticales a lo largo de toda la longitud del conducto cepillando contra todas las paredes del conducto en todas las muestras. En los tres grupos se irrigó entre cada instrumento con agua destilada.

Todas aquellas muestras en las que el instrumento manual no bajaba a la longitud, se fracturó la muestra o algún instrumento, o se presentó algún error en el procedimiento se eliminaron del estudio.



Figura 7. (A) Debris extruido recolectado dentro del Tubo Eppendorf después de instrumentar con rotatorios, (B) Uso de dique de hule para evitar la filtración del irrigante dentro del tubo.

8.2.4 Recopilación de datos

Los restos extruidos y el irrigante (agua destilada) se recolectaron en un tubo receptor previamente pesado conectado al borde inferior de un tapón de silicón individual hecho para cada diente como se describió previamente (Figura 7A). Una vez completada la instrumentación, cada diente se separó del tubo receptor. Los tubos receptores se observaron bajo microscopio de la marca Avantor VWR Vistavision (Figura 8A) para evaluar que el tubo estuviera igual que su estado inicial para posteriormente colocarse en un calentador digital Thermo block de la marca Avantor VWR a 85 grados Centígrados por 2-3 horas destapados para evaporar el agua de los tubos y obtener solamente el debris sólido dentro de los tubos receptores (Figura 8B).



Figura 8. (A) Microscopio Avantor VWR Vistavision para analizar tubos eppendorf, (B) Calentador digital Thermo block utilizado para evaporar el agua destilada a 85°C durante 2-3 hrs.

Posteriormente fueron colocados nuevamente en el horno de secado Marca Binder dentro de cajas petri a una temperatura de 20 grados centígrados durante 8hrs con el fin de eliminar la humedad restante en los tubos. Una vez concluido dicho proceso, fueron

colocados en el desecador hasta llevarlos nuevamente a temperatura ambiente por 2 hrs (Figura 9).



Figura 9. Eliminación de Humedad. Tubos en caja petri dentro del horno secado.

Una vez fríos se pesaron usando la báscula analítica Mettler Toledo, el peso seco de los desechos extruidos se calculó restando el peso del tubo vacío del peso del tubo que contenía el debrís extruido.

8.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de la cantidad de debris extruido se realizará empleando el método de Análisis de Varianza (ANOVA) una vía, Considerando los siguientes parámetros: Nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$), utilizando el Software SPSS (versión 19 SPSS Inc., Chicago, IL, EE. UU.).

ANOVA de un Factor

Notas		
Resultados creados		24-jun-2021 21:24:58
Comentarios		
Entrada	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos0
	Filtro	<ninguno>
	Peso	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	Núm. de filas del archivo de trabajo	45
Tratamiento de los valores perdidos	Definición de los valores perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos.
	Casos utilizados	Los estadísticos de cada análisis se basan en los casos sin datos perdidos para cualquier variable en el análisis.
Sintaxis		ONEWAY debris BY sistema /STATISTICS DESCRIPTIVES /MISSING ANALYSIS.
Recursos	Tiempo de procesador	00 00:00:00.016
	Tiempo transcurrido	00 00:00:00.004

[Conjunto_de_datos0]

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

Descriptivos

Cantidad de debris generado en gramos

	N	Media	Desviación típica	Error típico
PROTAPER GOLD	15	.0022207	.00096332	.00024873
WAVE ONE GOLD	15	.0030600	.00224392	.00057938
EDGE SEQUEL SAPPHIRE	15	.0016480	.00145891	.00037669
Total	45	.0023096	.00170836	.00025467

Descriptivos

Cantidad de debris generado en gramos

	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
	Límite inferior	Límite superior		
PROTAPER GOLD	.0016872	.0027541	.00064	.00362
WAVE ONE GOLD	.0018174	.0043026	.00089	.01024
EDGE SEQUEL SAPPHIRE	.0008401	.0024559	.00009	.00532
Total	.0017963	.0028228	.00009	.01024

ANOVA

Cantidad de debris generado en gramos

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	.000	2	.000	2.805	.072
Intra-grupos	.000	42	.000		
Total	.000	44			

T-TEST GROUPS=sistema('1' '2')
 /MISSING=ANALYSIS
 /VARIABLES=debris
 /CRITERIA=CI(.95).

Se realizó un análisis de varianza de una vía (one way ANOVA) mediante el paquete estadístico IBM SPSS Statistics Version 19, para determinar si existe diferencia en la cantidad de debris producido al utilizar tres sistemas rotatorios distintos: Protaper Gold, Wave One Gold y, Edge Sequel Sapphire, considerando los siguientes parámetros:

Nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$).

Hipótesis nula (H_0): No existe diferencia en la cantidad de debris generado en el tratamiento mediante la utilización de sistemas rotatorios diferentes.

$$H_0: \mu_{\text{Protaper Gold}} = \mu_{\text{Wave One Gold}} = \mu_{\text{Edge Sequel Sapphire}}$$

Hipótesis alternativa (H_1): Existe diferencia en la cantidad de debris generado en el tratamiento mediante la utilización de sistemas rotatorios diferentes.

$$H_1: \mu_{\text{Protaper Gold}} \neq \mu_{\text{Wave One Gold}} \neq \mu_{\text{Edge Sequel Sapphire}}$$

Reglas de aceptación o rechazo

Se acepta H_0 sig (P) > 0.05 resultado no significativo

Se rechaza H_0 sig (P) $\leq$ 0.05 resultado significativo (32,33).

Debido a que el nivel de significancia crítico de 0.05 es menor que el valor de P de 0.072, se acepta la hipótesis nula, por lo tanto, se infiere que no existen diferencias en la cantidad de debris generado por los tres sistemas rotatorios (Análisis de varianza de una vía: $F_{2,42} = 0.2.805$, $P = 0.072$).

Además, se realizó una comparación de medias del debris generado con los siguientes sistemas a través de una Prueba T para muestras independientes con las siguientes configuraciones:

Protaper Gold y Wave One Gold

Protaper Gold y Edge Sequel Sapphire

Edge Sequel Sapphire y Wave One Gold

En todos los casos se observó que no existe diferencia significativa entre la cantidad de debris generado por los diferentes sistemas, coincidiendo con el resultado del análisis de varianza.

Prueba T

Notas	
Resultados creados	24-jun-2021 21:25:52
Comentarios	
Entrada	Conjunto de datos activo
	Filtro
	Peso
	Segmentar archivo
	Núm. de filas del archivo de trabajo
	45
Tratamiento de los valores perdidos	Definición de los perdidos
	Casos utilizados
Sintaxis	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos. Los estadísticos de cada análisis se basan en los casos que no tienen datos perdidos ni quedan fuera de rango en cualquiera de las variables del análisis. T-TEST GROUPS=sistema('1' '2') /MISSING=ANALYSIS /VARIABLES=debris /CRITERIA=CI(.95).
Recursos	Tiempo de procesador
	00 00:00:00.000
	Tiempo transcurrido
	00 00:00:00.000

[Conjunto_de_datos0]

T-TEST GROUPS=sistema(1 2)
/MISSING=ANALYSIS
/VARIABLES=debris
/CRITERIA=CI(.95).

Prueba T

Notas

Resultados creados		24-jun-2021 21:26:25
Comentarios		
Entrada	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos0
	Filtro	<ninguno>
	Peso	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	Núm. de filas del archivo de trabajo	45
Tratamiento de los valores perdidos	Definición de los perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos.
	Casos utilizados	Los estadísticos de cada análisis se basan en los casos que no tienen datos perdidos ni quedan fuera de rango en cualquiera de las variables del análisis.
Sintaxis		T-TEST GROUPS=sistema(1 2) /MISSING=ANALYSIS /VARIABLES=debris /CRITERIA=CI(.95).
Recursos	Tiempo de procesador	00 00:00:00.000
	Tiempo transcurrido	00 00:00:00.000

[Conjunto_de_datos0]

Estadísticos de grupo

Tipo de sistema		N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Cantidad de debris generado	PROTAPER GOLD	15	.0022207	.00096332	.00024873
en gramos	WAVE ONE GOLD	15	.0030600	.00224392	.00057938

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas	
		F	Sig.
Cantidad de debrís generado en gramos	Se han asumido varianzas iguales	1.529	.227
	No se han asumido varianzas iguales		

Prueba de muestras independientes

		Prueba T para la igualdad de medias		
		t	gl	Sig. (bilateral)
Cantidad de debrís generado en gramos	Se han asumido varianzas iguales	-1.331	28	.194
	No se han asumido varianzas iguales	-1.331	18.991	.199

Prueba de muestras independientes

		Prueba T para la igualdad de medias	
		Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia
Cantidad de debrís generado en gramos	Se han asumido varianzas iguales	-.00083933	.00063051
	No se han asumido varianzas iguales	-.00083933	.00063051

Prueba de muestras independientes

		Prueba T para la igualdad de medias	
		95% Intervalo de confianza para la diferencia	
		Inferior	Superior
Cantidad de debrís generado en gramos	Se han asumido varianzas iguales	-.00213088	.00045221
	No se han asumido varianzas iguales	-.00215905	.00048039

T-TEST GROUPS=sistema(1 3)
 /MISSING=ANALYSIS
 /VARIABLES=debris
 /CRITERIA=CI(.95).

Prueba T

Notas			
Resultados creados		24-jun-2021 21:27:07	
Comentarios			
Entrada	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos0	
	Filtro	<ninguno>	
	Peso	<ninguno>	
	Segmentar archivo	<ninguno>	
	Núm. de filas del archivo de trabajo	45	
Tratamiento de los valores perdidos	Definición de los perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos.	
	Casos utilizados	Los estadísticos de cada análisis se basan en los casos que no tienen datos perdidos ni quedan fuera de rango en cualquiera de las variables del análisis.	
Sintaxis	T-TEST GROUPS=sistema(1 3) /MISSING=ANALYSIS /VARIABLES=debris /CRITERIA=CI(.95).		
Recursos	Tiempo de procesador	00 00:00:00.000	
	Tiempo transcurrido	00 00:00:00.000	

[Conjunto_de_datos0]

Estadísticos de grupo				
Tipo de sistema		N	Media	Desviación típ.
Cantidad de debris generado en gramos	PROTAPER GOLD	15	.0022207	.00096332
	EDGE SEQUEL SAPPHIRE	15	.0016480	.00145891

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

Estadísticos de grupo

Tipo de sistema	Error típ. de la media
Cantidad de debris generado PROTAPER GOLD	.00024873
en gramos EDGE SEQUEL SAPPHIRE	.00037669

Prueba de muestras independientes

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas	
	F	Sig.
Cantidad de debris generado Se han asumido varianzas iguales	.639	.431
No se han asumido varianzas iguales		

Prueba de muestras independientes

	Prueba T para la igualdad de medias		
	t	gl	Sig. (bilateral)
Cantidad de debris generado Se han asumido varianzas iguales	1.269	28	.215
No se han asumido varianzas iguales	1.269	24.258	.217

Prueba de muestras independientes

	Prueba T para la igualdad de medias	
	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia
Cantidad de debris generado Se han asumido varianzas iguales	.00057267	.00045140
No se han asumido varianzas iguales	.00057267	.00045140

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

Prueba de muestras independientes

	Prueba T para la igualdad de medias	
	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
	Inferior	Superior
Cantidad de debris generado en gramos		
Se han asumido varianzas iguales	-.00035198	.00149731
No se han asumido varianzas iguales	-.00035845	.00150378

T-TEST GROUPS=sistema(3 2)

/MISSING=ANALYSIS

/VARIABLES=debris

/CRITERIA=CI(.95).

Prueba T

Notas

Resultados creados		24-jun-2021 21:27:40
Comentarios		
Entrada	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos0
	Filtro	<ninguno>
	Peso	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	Núm. de filas del archivo de trabajo	45
Tratamiento de los valores perdidos	Definición de los perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos.
	Casos utilizados	Los estadísticos de cada análisis se basan en los casos que no tienen datos perdidos ni quedan fuera de rango en cualquiera de las variables del análisis.
Sintaxis		T-TEST GROUPS=sistema(3 2) /MISSING=ANALYSIS /VARIABLES=debris /CRITERIA=CI(.95).
Recursos	Tiempo de procesador	00 00:00:00.000
	Tiempo transcurrido	00 00:00:00.000

[Conjunto_de_datos0]

Estadísticos de grupo

Tipo de sistema	N	Media	Desviación típ.
Cantidad de debris generado	15	.0016480	.00145891
en gramos	15	.0030600	.00224392

Estadísticos de grupo

Tipo de sistema	Error típ. de la media
Cantidad de debris generado	.00037669
en gramos	.00057938

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas	
		F	Sig.
Cantidad de debrís generado en gramos	Se han asumido varianzas iguales	.459	.503
	No se han asumido varianzas iguales		

Prueba de muestras independientes

		Prueba T para la igualdad de medias		
		t	gl	Sig. (bilateral)
Cantidad de debrís generado en gramos	Se han asumido varianzas iguales	-2.043	28	.051
	No se han asumido varianzas iguales	-2.043	24.042	.052

Prueba de muestras independientes

		Prueba T para la igualdad de medias	
		Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia
Cantidad de debrís generado en gramos	Se han asumido varianzas iguales	-.00141200	.00069107
	No se han asumido varianzas iguales	-.00141200	.00069107

Prueba de muestras independientes

		Prueba T para la igualdad de medias	
		95% Intervalo de confianza para la diferencia	
		Inferior	Superior
Cantidad de debrís generado en gramos	Se han asumido varianzas iguales	-.00282759	.00000359
	No se han asumido varianzas iguales	-.00283816	.00001416

Estadística Descriptiva

Notas	
Resultados creados	25-jun-2021 13:08:54
Comentarios	
Entrada	Datos
	C:\Users\vero_\Documents\tesis mariela landaverde\cantidad debrisi.sav
	Conjunto de datos activo
	Conjunto_de_datos1
	Filtro
	<ninguno>
	Peso
	<ninguno>
	Segmentar archivo
	Tipo de sistema
	Núm. de filas del archivo de trabajo 45
Manipulación de los valores perdidos	Definición de los perdidos
	Los valores perdidos definidos por el usuario son considerados como perdidos.
	Casos utilizados
	Se han utilizado todos los datos no perdidos.
Sintaxis	DESCRIPTIVES VARIABLES=debris /STATISTICS=MEAN STDDEV RANGE MIN MAX.
Recursos	Tiempo de procesador 00 00:00:00.000
	Tiempo transcurrido 00 00:00:00.000

Tipo de sistema = PROTAPER GOLD

Estadísticos descriptivos ^a						
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Cantidad de debris generado en gramos	15	.00298	.00064	.00362	.0022207	.00096332
N válido (según lista)	15					

a. Tipo de sistema = PROTAPER GOLD

Tipo de sistema = WAVE ONE GOLD**Estadísticos descriptivos^a**

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Cantidad de debris generado en gramos	15	.00935	.00089	.01024	.0030600	.00224392
N válido (según lista)	15					

a. Tipo de sistema = WAVE ONE GOLD

Tipo de sistema = EDGE SEQUEL SAPPHIRE**Estadísticos descriptivos^a**

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Cantidad de debris generado en gramos	15	.00523	.00009	.00532	.0016480	.00145891
N válido (según lista)	15					

a. Tipo de sistema = EDGE SEQUEL SAPPHIRE

IX. RESULTADOS

La tabla 1 muestra el peso del tubo previo a la instrumentación con el sistema Protaper Gold, el peso del tubo con el debrís obtenido, así como el peso neto del debrís generado con la instrumentación.

GRUPO 1 PROTAPER GOLD			
TUBO	PESO TUBO	PESO TUBO+DEBRIS	PESO DEBRIS
1	0.98139	0.98279	0.0014
6	0.97401	0.97587	0.00186
9	0.98757	0.98899	0.00142
11	0.99042	0.99106	0.00064
16	0.98881	0.98982	0.00101
17	0.97583	0.97812	0.00229
18	0.99187	0.99516	0.00329
19	0.98568	0.98905	0.00337
20	0.99189	0.99451	0.00262
39	0.98937	0.99068	0.00131
40	0.98080	0.98249	0.00169
58	0.97803	0.98069	0.00266
59	0.96991	0.97261	0.0027
60	0.99440	0.99802	0.00362
(-) NEGATIVO	0.98134	0.98477	0.00343

Tabla 1. Registro de peso de tubos antes y después de la instrumentación con el sistema Protaper Gold.

La tabla 2 muestra el peso del tubo previo a la instrumentación con el sistema Wave One Gold, el peso del tubo con el debris obtenido, así como el peso neto del debris generado con la instrumentación.

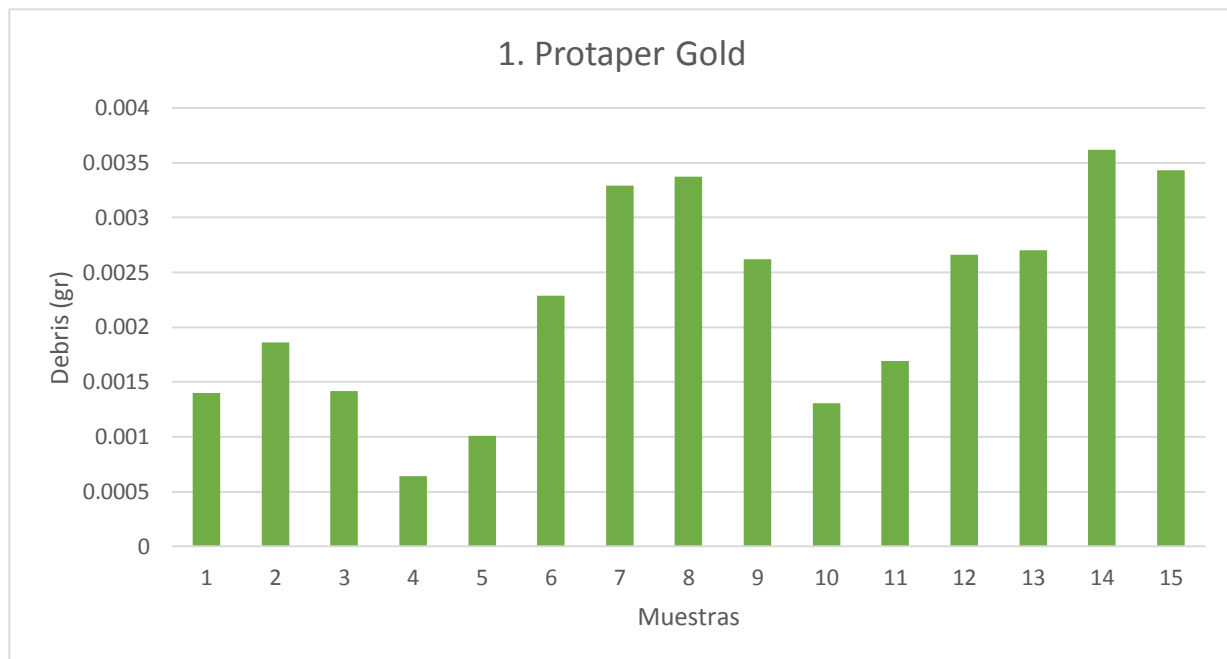
GRUPO 2 WAVE ONE GOLD			
TUBO	PESO TUBO	PESO TUBO+DEBRIS	PESO DEBRIS
26	0.98671	0.98861	0.0019
28	0.98192	0.98432	0.0024
29	0.98480	0.98803	0.00323
30	0.98777	0.98866	0.00089
31	0.98515	0.98735	0.0022
32	0.98987	0.99142	0.00155
33	0.98560	0.98735	0.00175
34	0.99021	0.99307	0.00286
35	0.97387	0.97901	0.00514
36	0.99083	0.99303	0.0022
67	0.98738	0.98914	0.00176
37	0.99062	0.99449	0.00387
38	0.98215	0.99239	0.01024
63	0.98875	0.99113	0.00238
64	0.98737	0.99000	0.00263

Tabla 2. Registro de peso de tubos antes y después de la instrumentación con el sistema Wave One Gold.

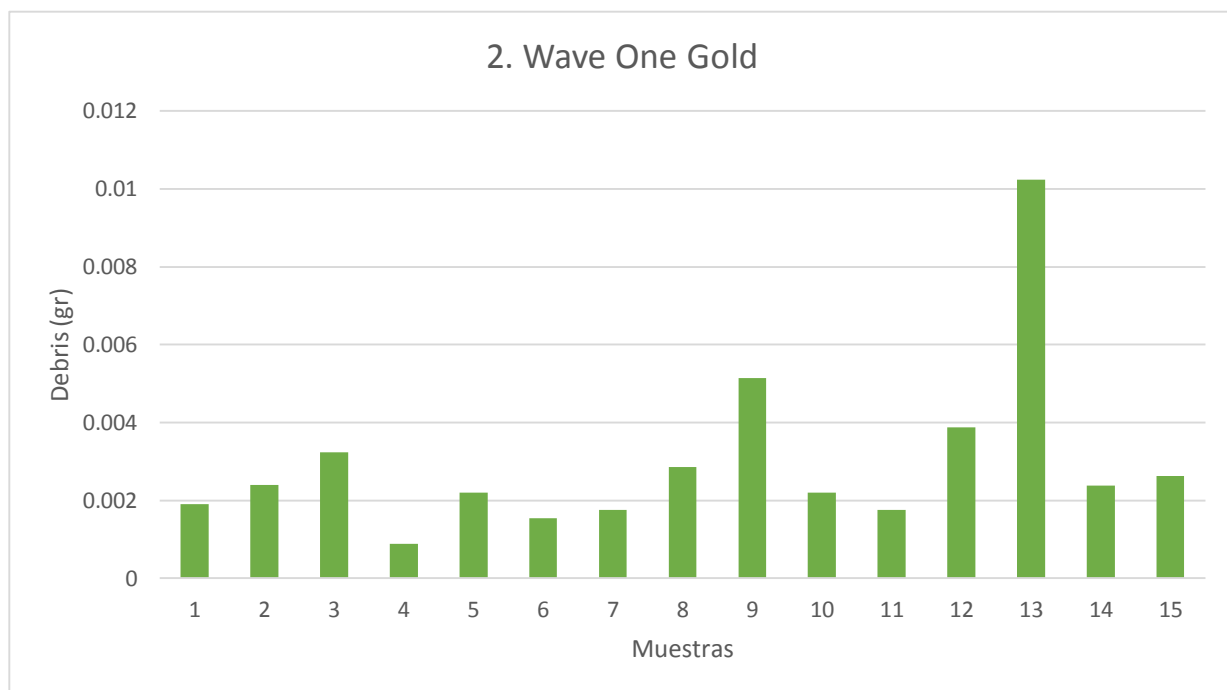
La tabla 3 muestra el peso del tubo previo a la instrumentación con el sistema Edge Sequel Sapphire, el peso del tubo con el debris obtenido, así como el peso neto del debris generado con la instrumentación.

GRUPO 3 EDGE SEQUEL SAPPHIRE			
TUBO	PESO TUBO	PESO TUBO+DEBRIS	PESO DEBRIS
41	0.98489	0.98533	0.00044
43	0.98209	0.98461	0.00252
46	0.98524	0.98608	0.00084
48	0.99415	0.99424	0.00009
49	0.97828	0.98042	0.00214
50	0.98142	0.98299	0.00157
51	0.98290	0.98398	0.00108
52	0.99016	0.99464	0.00448
53	0.97532	0.98064	0.00532
54	0.98705	0.98821	0.00116
55	0.98532	0.98650	0.00118
56	0.99044	0.99128	0.00084
57	0.98568	0.98683	0.00115
65	0.99037	0.99117	0.0008
66	0.98923	0.99038	0.00115

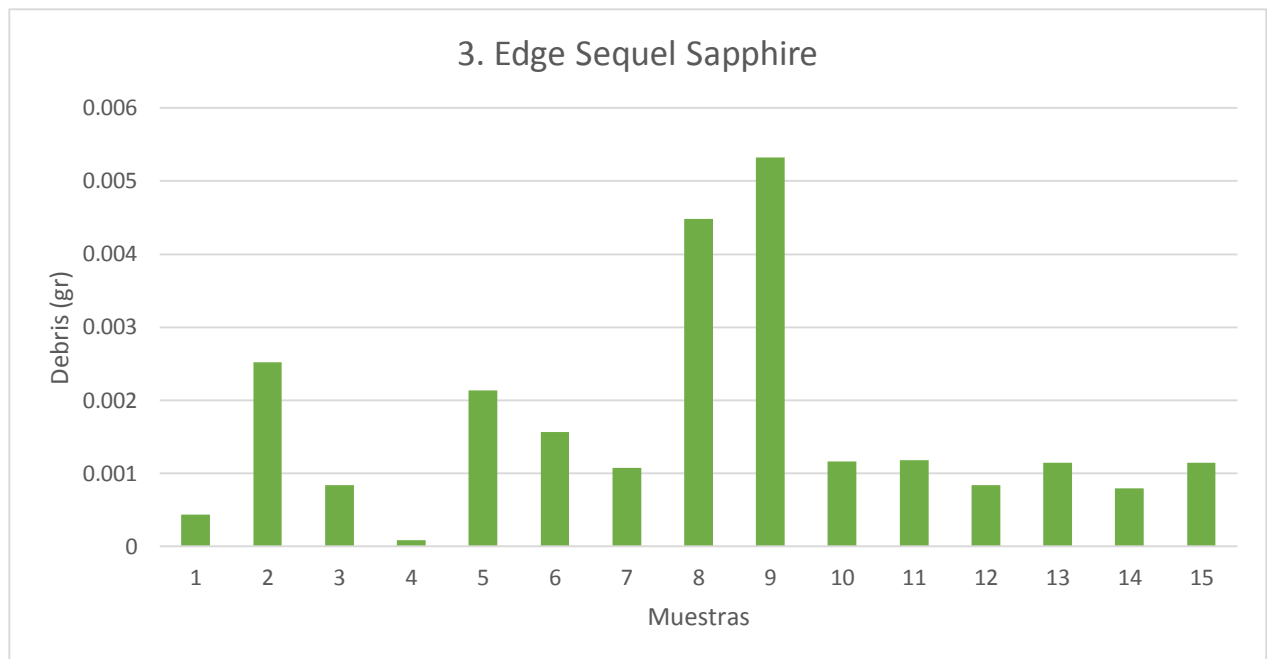
Tabla 3. Registro de peso de tubos antes y después de la instrumentación con el sistema Edge Sequel Sapphire.



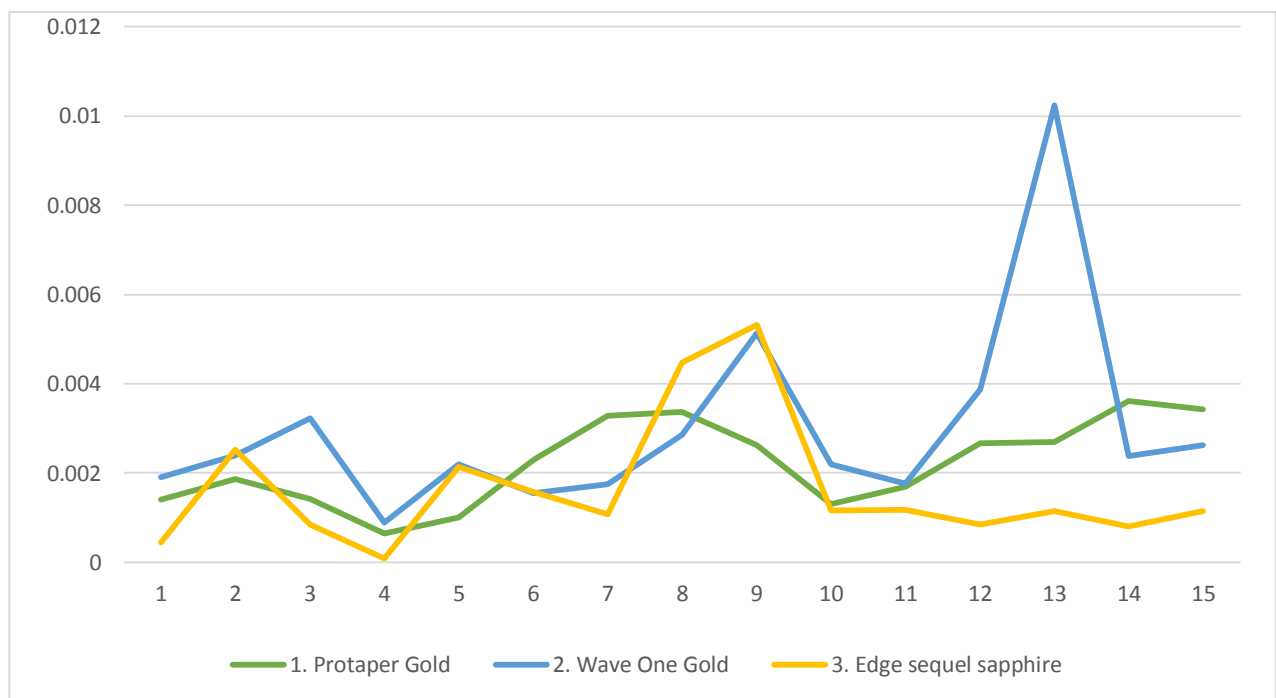
Gráfica 1. Variaciones de peso del Grupo 1 Protaper Gold.



Gráfica 2. Variaciones de peso del Grupo 2 Wave One Gold.



Gráfica 3. Variaciones de peso del Grupo 3. Edge Sequel Sapphire.



Gráfica 4. Comparativo de variaciones de debris generado por todos los grupos.

X. DISCUSIÓN

Durante la preparación biomecánica pueden surgir complicaciones postoperatorias como alguna infección extrarradicular, dolor o inflamación en la zona periapical debido a la extrusión de cuerpos extraños, tejido remanente, microorganismos, el agente irrigante utilizado durante este procedimiento, lo que causa una recuperación tardía de los tejidos perirradiculares y el fracaso a largo plazo del tratamiento endodóntico (34,35).

En varios estudios realizados mencionan que casi todas las técnicas de instrumentación promueven la extrusión de detritus a la zona apical a cierto punto durante este proceso. Sin embargo, la cantidad de debris apical extruido puede variar de acuerdo con la técnica de instrumentación utilizada (36). En este estudio, se confirma lo que se ha visto en otros estudios, que no existe ningún instrumento rotatorio que no arroje debris apical. En el presente proyecto se utilizaron rotatorios de movimientos continuos y reciproantes, en donde no hubo diferencias significativas. Un hallazgo común es que las técnicas que involucran un movimiento de presentación push-pull (entrada-salida) generalmente crean una mayor masa de debris que las que involucran algún tipo de acción de rotación (36). Por lo que se recomienda elegir una técnica adecuada para realizar una instrumentación correcta tratando de extruir la menor cantidad de debris posible.

Como se menciona en estudios realizados anteriormente se debe de tomar en cuenta varios factores como la anatomía del diente a tratar, tamaño y curvatura de la raíz, el instrumento utilizado, la técnica de instrumentación que se eligió, si se estableció la longitud de trabajo correctamente, el diámetro del ápice y la cantidad de irrigante que se utilizó durante el tratamiento de conductos (37). Muchos autores mencionan que es

sumamente importante el diámetro del foramen apical, aunque Al-Omari y Dummer mencionan que no tiene significancia el diámetro apical con la cantidad de debris que se extruye a la zona apical (38). También Mangalam S y col, y Reddy y Hicks reportaron que la diferencia entre la preparación del conducto radicular y el diseño de los instrumentos son la principal causa de las variaciones en la extrusión apical del debris dado por las diferentes técnicas de instrumentación (39). En el presente estudio, para minimizar los factores anteriormente mencionados, se estandarizaron las muestras en todos los grupos. En un análisis de estudios anteriores, los resultados con respecto a la cantidad de debris extruido muestra gran variabilidad, independientemente de la técnica o instrumento comparado, por lo cual aún es considerado un tema de investigación.

Se debe tomar en cuenta al momento de realizar un tratamiento endodóntico, el ápice está rodeado de tejido perirradicular, el cual ayuda a evitar la extrusión apical (1). Algunos investigadores han sugerido simular la resistencia de los tejidos periapicales utilizando espuma floral (40). Mientras tanto, otros aceptaron que la espuma puede absorber algo de solución irrigante y residuos cuando se usa como barrera contra la extrusión apical (41). En el presente estudio no se intentó simular la resistencia de los tejidos periapicales.

Hablando del uso del agua destilada como la solución irrigadora en este estudio, fue publicado en un estudio en 1987, donde Fairbourn y cols mencionan que está indicada irrigar con esta solución 2 ml para evitar alguna cristalización del NaOCl (42). Aun no hay suficientes estudios donde verifique si el uso de NaOCl o agua destilada extruyan mayor cantidad de debris.

Estudios previos informaron que, el sistema de Protaper Gold presenta una mayor resistencia a la fatiga cíclica y una mayor flexibilidad. Como lo menciona Fatih y cols, estas propiedades del sistema rotatorio PTG podrían explicar la cantidad reducida de extrusión de debris utilizando este sistema (41).

El sistema reciprocante Wave One Gold, lanzado al mercado recientemente es un sistema rotatorio que aplica un tratamiento térmico especial a sus instrumentos para mejorar las propiedades físicas (tecnología de aleación de oro). Según Taha, el diseño en forma de paralelogramo de la sección transversal del instrumento WOG con dos bordes cortantes y su aleación mejorada (M-Wire Gold) también podría estar relacionado con un bajo nivel de extrusión de debris (43).

Se ha evaluado la extrusión apical de detritos resultante del uso del sistema reciprocante y el sistema PTG. En algunos estudios, algunos investigadores asumieron que el sistema reciprocante estaba asociado con menos debris extruido en la zona apical que el sistema PTG (23), pero los resultados del presente estudio apoyan que los sistemas PTG produce menor cantidad de debris apical que los sistemas WOG (sistema reciprocante). Está comprobado que no existe instrumento que no extruya debris a la zona apical, pero el realizar mejorías en las propiedades de aleación o tipo de corte de los instrumentos, ayudan obtener una reducción del dolor e infecciones postoperatorias (44).

Desafortunadamente, los resultados con el sistema Edge Sequel Sapphire no se pueden comparar con otros porque actualmente no se dispone de estudios similares.

XI. CONCLUSIONES

Los resultados actuales indican que todos los sistemas rotatorios utilizados durante el procedimiento de instrumentación causaron la extrusión apical de debris, siendo un factor importante en el éxito del tratamiento endodóntico.

Debido a que el nivel de significancia crítico de 0.05 es menor que el valor de P de 0.072, la hipótesis nula es aceptada, por lo tanto, se infiere que no existe diferencias significativas en la cantidad de debris generado por los tres sistemas rotatorios.

Al realizar una comparación de medias a través de la Prueba T para muestras independientes de la siguiente manera, Protaper Gold y Wave One Gold, Protaper Gold y Edge Sequel Sapphire, Edge Sequel Sapphire y Wave One Gold, se observó que no existe diferencia significativa entre la cantidad de debris generado por los diferentes sistemas, coincidiendo con el resultado del análisis de varianza.

Entre los instrumentos evaluados, la instrumentación con el sistema Edge Sequel Sapphire produjo la menor cantidad de extrusión de debris que la instrumentación con el sistema Protaper Gold y Wave One Gold.

XII. RECOMENDACIONES

Para estudios similares que se realicen a futuro se recomienda utilizar silicón frío y no caliente, ya que el silicón caliente se adhiere y derrite parte del tubo Eppendorf.

También se sugiere no utilizar más de 3 veces el sistema rotatorio Wave One Gold debido a que su parte activa pierde su forma original más rápido que los otros sistemas rotatorios evaluados.

Será de gran utilidad para futuros estudios hacer anotaciones en que tubos se utiliza el instrumento por primera vez, en que tubos se utiliza el instrumento por segunda vez y así sucesivamente, ya que es un factor en el cual la cantidad extruida de debris apical puede variar.

Además, se propone implementar la nueva metodología para evaluar la extrusión de debris establecida por Gianluca Plotino en el 2018, utilizando agar gel 1.5% (35).

XIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Myers GL, Montgomery S. A comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and canal master techniques. J Endod. 1991;17(6):275–9.
2. Goldberg ISF. Endodoncia, Técnica y Fundamentos-Soares&Golberg.pdf. 2002. p. 03–316.
3. Rodríguez-Niklitschek C, Oporto V GH. Determinación de la Longitud de Trabajo en Endodoncia: Implicancias Clínicas de la Anatomía Radicular y del Sistema de Canales Radiculares. Int J Odontostomatol. 2014;8(2):177–83.
4. Cohen S, Hargreaves KM. Vías de la pulpa. 10ª. Edición. Editorial Elsevier España. 2011.
5. Moodnik RM, Dorn SO, Feldman MJ, Levey M, Borden BG. Efficacy of biomechanical instrumentation: a scanning electron microscopic study. J Endod. 1976;2(9):261–6.
6. Ingle. Endodoncia. In: Panamericana, editor. Second Edi. Mexico; 1979.
7. Inoue. Dental clinic study determination root Canals irrigation. 1985;
8. Bansode P V, Pathak SD, Wavdhane MB, Kale D. Obturating materials present and past: a review. IOSR J Dent Med Sci. 2018;17(3):27–33.
9. Peters OA. Colleagues for Excellence Canal Preparation and Obturation: An Updated View of the Two Pillars of Nonsurgical Endodontics. Am Assoc

- Endodontists [Internet]. 2016; Available from: www.aae.org/colleagues
10. Aznar, Miguel Angel; Camejo MV. Guia para demostración de: preparacion biomecanica de los conductos radiculares. 1974;2. Available from: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_odontologia/Imagenes/Portal/Endodoncia/PREPARACIÓN_BIOMECÁNICA_DEL_SISTEMA_DE_CONDUCTOS_RADICULARES.pdf
 11. Weine FS, Kelly RF, Bray KE. Effect of preparation with endodontic handpieces on original canal shape. J Endod. 1976;2(10):298–303.
 12. Seltzer S, Naidorf IJ. Flare-ups in Endodontics: I . Etiological Factors Manifestaciones Agudas en Endodoncia: I . Factores Etiologicos. J Endod [Internet]. 1985;11(11):472–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3868692>
 13. American Association of Endodontics [Internet]. 2020. Available from: <https://www.aae.org/>
 14. Alves FRF, Paiva PL, Marceliano-Alves MF, Cabreira LJ, Lima KC, Siqueira JF, et al. Bacteria and Hard Tissue Debris Extrusion and Intracanal Bacterial Reduction Promoted by XP-endo Shaper and Reciproc Instruments. J Endod. 2018;44(7):1173–8.
 15. Estrela. Ciencia Endodontica. 1st Editio. 2005.
 16. Yeter KY, Evcil MS, Ayranci LB, Ersoy I. Weight of apically extruded debris

- following use of two canal instrumentation techniques and two designs of irrigation needles. *Int Endod J*. 2013;46(9):795–9.
17. Estrela C. *Ciencia Endodóntica*. primera ed. Médicas A, editor. Brasil; 2005.
 18. Keskin C, Inan U, Demiral M, Keleş A. Cyclic Fatigue Resistance of Reciproc Blue, Reciproc, and WaveOne Gold Reciprocating Instruments. *J Endod*. 2017;43(8):1360–3.
 19. Edge Endo. Edge Sequence Sapphire. 2020; Available from: edgeendo.com/edgesequel/
 20. Dentsply Sirona. Wave One Gold [Internet]. 2020. Available from: dentsplysirona.com/en-us/categories/endodontics/waveone-gold-reciprocating-files.html%0A
 21. Dentsply Sirona. Protaper Gold [Internet]. 2020. Available from: https://www.dentsply.com/content/dam/dentsply/pim/manufacture/Endodontics/Glide_Path__Shaping/Rotary__Reciprocating_Files/Shaping/ProTaper_Gold_Rotary_Files/ProTaper-Gold-Brochure-p7btcwy-en-1502.pdf
 22. Canalda C. *Endodoncia, Técnicas Clínicas y Bases Científicas*. 2da. Ed. 2006.
 23. Silva EJNL, Carapiá MF, Lopes RM, Belladonna FG, Senna PM, Souza EM, et al. Comparison of apically extruded debris after large apical preparations by full-sequence rotary and single-file reciprocating systems. *Int Endod J*. 2016;49(7):700–5.

24. Reddy SA, Hicks ML. Apical Extrusion of Debris Using Two Hand and Two Rotary Instrumentation Techniques. 1998;24(3):180–3.
25. Tinoco JM, Tinoco EMB, Saavedra F, Fidel RAS, Sassone LM. Apical extrusion of bacteria when using reciprocating single-file and rotary multifile instrumentation systems. 2014;560–6.
26. Siqueira JF. Microbial causes of endodontic flare-ups. *Int Endod J*. 2003;36(7):453–63.
27. Siqueira JF. Endodontic infections: Concepts, paradigms, and perspectives. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2002;94(3):281–93.
28. Graunaite I, Lodiene G, Maciulskiene V. Pathogenesis of Apical Periodontitis: a Literature Review. *J Oral Maxillofac Res*. 2011;2(4):1–15.
29. Orstavik D PFT. *Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis* - Google Libros. Oxford, UK. 1998.
30. Kim S, Kratchman S. Modern Endodontic Surgery Concepts and Practice: A Review. *J Endod*. 2006;32(7):601–23.
31. Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjögren U. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1998;85(1):86–93.
32. Quezada N. *Estadística con SPSS 22*. Primera Ed. Macro E, editor. 2014.
33. Hawkins D. *Biomeasurement: A Student's Guide to Biological Statistics*. 2nd Editio.

Oxford, editor. 2009.

34. Doğanay Yıldız E, Arslan H. The effect of blue thermal treatment on endodontic instruments and apical debris extrusion during retreatment procedures. *Int Endod J*. 2019;52(11):1629–34.
35. Uslu G, Özyürek T, Yılmaz K, Gündoğar M, Plotino G. Apically Extruded Debris during Root Canal Instrumentation with Reciproc Blue, HyFlex EDM, and XP-endo Shaper Nickel-titanium Files. *J Endod*. 2018;44(5):856–9.
36. Huang X, Ling J, Wei X, Gu L. Quantitative Evaluation of Debris Extruded Apically by Using ProTaper Universal Tulsa Rotary System in Endodontic Retreatment. *J Endod*. 2007;33(9):1102–5.
37. Luisi SB, Zottis AC, Piffer CS, Vanzin AC de M, Ligabue RA. Apical extrusion of debris after hand, engine-driven reciprocating and continuous preparation. *Rev Odonto Ciência*. 2010;25(3):288–91.
38. Al-Omari MAO, Dummer PMH. Canal blockage and debris extrusion with eight preparation techniques. *J Endod*. 1995;21(3):154–8.
39. Ghivari Sheetal, Kubasad Girish CM. Apical extrusion of debris and irrigant using hand and rotary systems: A comparative study. *J Conserv Dent*. 2011;14(2):187–90.
40. Hachmeister DR, Schindler WG, Walker WA, Thomas DD. The sealing ability and retention characteristics of mineral trioxide aggregate in a model of apexification. *J*

Endod. 2002;28(5):386–90.

41. Cakici F, Cakici EB, Küçükekenci FF, Uygun AD, Arslan H. Apically extruded debris during root canal preparation using proTaper gold, proTaper universal, proTaper next, and RECIPROC instruments. *Int J Artif Organs*. 2016;39(3):128–31.
42. Fairbourn DR, McWalter GM, Montgomery S. The effect of four preparation techniques on the amount of apically extruded debris. *J Endod*. 1987;13(3):102–8.
43. Özyürek T. Cyclic Fatigue Resistance of Reciproc, WaveOne, and WaveOne Gold Nickel-Titanium Instruments. *J Endod*. 2016;42(10):1536–9.
44. keskin cangul, Sarıyılmaz E. Apically extruded debris and irrigants during root canal filling material removal using Reciproc Blue, WaveOne Gold, R-Endo and ProTaper Next systems. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2018;12(4):272–6.