

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Odontología

Posgrado de Endodoncia II Cohorte

MICROFILTRACIÓN APICAL EN CONDUCTOS RADICULARES CON PRESENCIA Y AUSENCIA DE INSTRUMENTOS FRACTURADOS Y OBTURADOS CON DIFERENTES CEMENTOS BIOCERÁMICOS


Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Especialista
en Endodoncia

Autor:

Fabián Giovanny Soria Sánchez

Director:

Ximena Elizabeth Espinosa Vásquez

ORCID:  0000-0002-7335-6054

Cuenca, Ecuador

2024-04-04

Resumen

Introducción: Los instrumentos fracturados dentro de los conductos radiculares complican la ejecución del tratamiento endodóntico, causando de este modo una afectación en el pronóstico del órgano dental. **Objetivo:** Comparar el grado de microfiltración apical en conductos radiculares con presencia y ausencia de instrumentos fracturados y obturados con diferentes cementos biocerámicos. **Materiales y métodos:** Se realizó un estudio experimental in vitro, se utilizó 72 dientes bovinos seccionados a 18 mm de longitud. Las muestras fueron instrumentadas con el sistema Reciproc® blue, luego se las dividió aleatoriamente en 4 grupos (n= 18), grupo 1= dientes con lima y obturados con AH Plus® Bioceramic Sealer (AHPB), grupo 2= dientes con lima y obturados con BioRoot™ Flow (BRF), grupo 3= dientes obturados con AHPB y grupo 4= dientes obturados con BRF. Luego fueron sellados coronalmente y sometidas a 100 % de humedad y 37 °C en una incubadora por 48 horas. La microfiltración apical se midió por penetración de tinte y estereomicroscopio. **Resultado:** Se demostró que los grupos 1 y 3 obturados con AHPB tuvieron una capacidad de sellado significativamente mejor ($p>0,05$) que los grupos 2 y 4 obturados con BRF, también se demostró que entre los grupos 1 y 3 no tuvieron diferencias significativas ($p>0,05$) al igual entre los grupos 2 y 4. **Conclusiones:** El cemento sellador AHPB tiene menor grado de microfiltración apical en comparación a BRF, además se demostró que la presencia o ausencia de una lima fracturada en el interior del conducto radicular no influye en el grado de microfiltración.

Palabras claves del autor: reciprocante, biocerámicos, compactación de onda continua, microfiltración apical, limas fracturadas



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

Institutional Repository: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Abstract

Introduction: Fractured instruments within the root canals complicate the execution of endodontic treatment, thus affecting the prognosis of the dental organ. **Objective:** Compare the degree of apical microleakage in root canals with the presence and absence of fractured instruments filled with different bioceramic cements. **Materials and methods:** An in vitro experimental study was carried out, using 72 bovine teeth sectioned at 18 mm in length. The samples were instrumented with the Reciproc® blue system, then they were randomly divided into 4 groups (n= 18), group 1= teeth with file and filled with AH Plus® Bioceramic Sealer (AHPB), group 2= teeth with file and filled with BioRoot™ Flow (BRF), group 3= teeth filled with AHPB and group 4= teeth filled with BRF. They were then sealed coronally and sometimes at 100% humidity and 37°C in an incubator for 48 hours. Apical microleakage was measured by dye penetration and stereomicroscope. **Result:** It was shown that groups 1 and 3 filled with AHPB had a significantly better sealing capacity ($p>0.05$) than groups 2 and 4 filled with BRF, it was also shown that there were no differences between groups 1 and 3 significant ($p>0.05$) the same between groups 2 and 4. **Conclusions:** The AHPB sealing cement has a lower degree of apical microleakage compared to BRF, in addition it was demonstrated that the presence or absence of a fractured file inside the The root canal does not influence the degree of microleakage.

Author Keywords: reciprocating, bioceramic, continuous wave condensation, apical microleakage, fractured files.



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

Institutional Repository: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Índice de contenido

Capítulo I.....	10
1. Introducción.....	10
2. Planteamiento del problema	12
3. Justificación.....	13
4. Hipótesis.....	14
5. Objetivos.....	15
Capítulo II.....	16
2. Marco teórico	16
2.1 Tratamiento endodóntico.....	16
2.2 Obturación en endodoncia	16
2.2.1 Materiales de obturación.....	17
2.2.1.1 Gutapercha.....	18
2.2.1.2 Cementos selladores en endodoncia	18
2.2.1.2.1 Selladores de óxido de zinc y eugenol	19
2.2.1.2.2 Selladores de hidróxido de calcio	19
2.2.1.2.3 Selladores de ionómero de vidrio.....	20
2.2.1.2.4 Selladores de resina.....	20
2.2.1.2.5 Selladores Biocerámicos	21
2.2.1.2.5.1 AH Plus® Bioceramic Sealer	22
2.2.1.2.5.2 BioRoot™ Flow	23
2.3 Fractura de instrumentos	23
2.3.1 Incidencia de fractura en limas endodónticas.....	24
2.3.2 Tipo de fracturas.....	24
2.3.3 Influencia de un instrumento fracturado en el pronóstico del tratamiento endodóntico.....	25
2.4 Microfiltración apical.....	25

Capítulo III.....	27
3.1 Materiales y Métodos	27
3.2 Tamaño muestral	28
3.3 Criterios de inclusión y exclusión.....	29
3.4 Operacionalización de variables.....	29
3.5 Procedimientos y técnicas	30
3.6 Análisis estadístico.....	38
3.7 Resultados	38
Capítulo IV	42
4.1 Discusión	42
4.2 Conclusiones.....	47
4.3 Recomendaciones.....	47
4.4 Limitaciones	48
Referencias.....	49
Anexos.....	58

Índice de figuras

Figura 1 Selección de muestras	30
Figura 2 Estandarización de muestras	31
Figura 3 Protocolo de instrumentación.....	32
Figura 4 Protocolo de instrumentación.....	32
Figura 5 Fractura de lima recíprocante.....	33
Figura 6 Protocolo de obturación.....	34
Figura 7 Protocolo de obturación.....	34
Figura 8 Sellado e incubación	35
Figura 9 Tinción de las muestras.....	36
Figura 10 Corte y visualización de las muestras.....	36
Figura 11 Visualización en el estereomicroscopio	37
Figura 12 Visualización de las muestras	37
Figura 13 Valores de la profundidad de penetración del tinte en cuatro grupos.....	41

Índice de tablas

Tabla 1 Operacionalización de variables	29
Tabla 2 Datos Descriptivos de la microfiltración.....	39
Tabla 3 Prueba ANOVA	39
Tabla 4 Prueba de homogeneidad de varianzas.....	40
Tabla 5 Prueba Post hoc (Bonferroni)	41

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mis queridos padres Marcelo Soria y Narcisa Sánchez que siempre me apoyaron incondicionalmente durante toda mi vida con su amor, trabajo y sacrificio, y sobre todo de darme las fuerzas necesarias para culminar con éxito esta etapa de mi vida para alcanzar este sueño anhelado de poderme superar y convertirme en un especialista.

A mi hermano Michael por ser mi compañero incondicional en todo momento, ayudándome a superar los obstáculos que se me presentaban.

A mis abuelitos Luis, Hilda y Carmen los cuales me apoyaron siempre al brindarme todo su apoyo, su amor y cariño durante esta etapa.

A toda mi familia que siempre me brindó su apoyo incondicional y buenos deseos.

Agradecimiento

A Dios por permitirme estar este día para cumplir esta nueva etapa donde cumpliré una nueva meta la cual es ser especialista y así poder ayudar a la sociedad.

A mis padres por confiar y creer en mí, enseñándome que cualquier cosa se consigue con esfuerzo, paciencia y trabajo. Les estaré eternamente agradecido por toda su ayuda.

A mi tutora la Dra. Ximena Espinosa por ser una buena amiga y profesional durante la realización de este proyecto, la cual me brindó su guía y conocimientos.

A toda mi familia por siempre alentarme y ser partícipes de la culminación de una etapa más de mi vida.

Capítulo I

1. Introducción

El tratamiento endodóntico se realiza en dientes con patologías pulpares y periapicales, y su objetivo es hacer una correcta instrumentación, irrigación y obturación del sistema de conductos radiculares para resolver o prevenir un proceso inflamatorio o infeccioso y así conservar la pieza dental (1). Un estudio publicado en 2021 encontró que el 52 % de la población mundial adulta tiene al menos un diente con una patología de origen endodóntico, por lo tanto hay una alta demanda de pacientes que requieren una endodoncia (2), considerando este dato, es aún de mayor relevancia el buen manejo del tratamiento endodóntico para garantizar el éxito del mismo (3).

La fractura de una lima en el interior del conducto radicular es un hecho desafortunado que puede comprometer el pronóstico del tratamiento, al respecto la literatura menciona que una lima fracturada no suele comprometer la obturación del conducto ya que este posee una anatomía variable, por lo que el éxito del tratamiento endodóntico dependería del sellado coronal y la ausencia de cualquier irritante residual (4). Al contrario otro estudio menciona que un instrumento fracturado afecta el pronóstico de la pieza ya que la obturación podría presentar espacios que permitirían la filtración de fluidos tisulares periapicales representando una fuente de nutrición para las bacterias sobrevivientes y provocar una reinfección (5).

Se han desarrollado a lo largo de los años varias técnicas para lograr una obturación ideal, incluida la compactación vertical, lateral fría, basada en portadores y termoplástica, esta última técnica ha cobrado relevancia y ha demostrado lograr un sellado de alta calidad en comparación con otros métodos, como por ejemplo el sistema Calamus que se considera una buena alternativa para una obturación 3D de alta calidad (5–8). Cabe mencionar que en la actualidad ninguna técnica de obturación nos garantiza una obturación libre de espacios (7).

Por otro lado, los cementos biocerámicos son materiales de obturación prometedores, ya que proporcionan un sellado óptimo debido a su buena adaptación y c

apacidad de penetrar en los túbulos dentinarios, además han demostrado una menor filtración en comparación con selladores convencionales (5,8). Sin embargo, estudios que compararon la microfiltración de estos cementos biocerámicos no encontraron diferencias estadísticamente significativas (9,10), por lo que es importante considerar a los biocerámicos como un nuevo enfoque, ya que se busca en la actualidad un material que mantenga un

efecto antimicrobiano duradero y asegure un sellado periapical hermético en comparación a los selladores convencionales (4,5).

Según la literatura la importancia de los nuevos cementos biocerámicos radica en su versatilidad así como su capacidad de reducir la filtración bacteriana, reparar perforaciones radiculares y que sea adaptable a las distintas técnicas de obturación (10–13).

Por otro lado, la literatura muestra resultados contradictorios con respecto al papel de los cementos biocerámicos en la obturación de conductos radiculares con un instrumento fracturado apicalmente, impidiendo así concluir si la lima fracturada interfiere en la microfiltración apical (5,10). En consecuencia, el objetivo de este estudio será determinar cuál de los cementos biocerámicos utilizados tiene el menor grado de microfiltración apical al ser utilizados en la obturación de conductos radiculares rectos y si la presencia de una lima reciprocante fracturada apicalmente interfiere en el grado de microfiltración apical.

2. Planteamiento del problema

La fractura de un instrumento es un accidente operatorio que puede ocurrir durante un tratamiento endodóntico el cual crea un obstáculo que podría complicar la limpieza, conformación y sellado de los conductos radiculares, lo que afectaría el pronóstico de la pieza dental (4,10,14,15). Debido a la irregularidad anatómica del conducto y los riesgos que conlleva la extracción del instrumento fracturado muchos autores sugieren incorporar el fragmento en la obturación (10,15–17), pero es necesario que el material empleado selle los espacios entre las estrías de la lima y garantice el sellado completo del conducto (18).

Según un estudio de la Universidad de Washington una obturación deficiente es considerada como la causa principal de fracaso en un tratamiento endodóntico (19), pese al continuo desarrollo de distintos métodos de obturación, no hay en la actualidad un sistema que logre un sellado completamente hermético y libre de espacios (7).

Debido a que ningún material empleado en obturación cumple con todos los requisitos descritos por Grossman, se debe combinar más de un material para aproximarse a los requisitos del material ideal (19), por lo que a lo largo de los años se ha probado varios materiales con resultados variables, es por esto que se continua en desarrollo de materiales predecibles a largo plazo en un tratamiento endodóntico (20).

Por otro lado los selladores biocerámicos al poseer propiedades antibacterianas, bioactivas y biocompatibilidad han aumentado en popularidad por lo que son una buena opción en comparación a otros selladores (5,10,21). No obstante los selladores biocerámicos tienen una alta solubilidad en comparación a otros selladores, lo cual puede impactar negativamente la calidad de la obturación (11,22).

Al respecto existe discrepancia en la literatura y aún no se ha llegado a un consenso en cuanto a la efectividad de los biocerámicos ante la microfiltración apical y su capacidad para obtener obturaciones herméticas frente a un fragmento de lima a nivel apical (23).

El presente estudio tiene como pregunta de investigación: ¿Qué cemento biocerámico tendrá menor grado de microfiltración apical en la obturación de conductos radiculares rectos con la presencia y ausencia de una lima recíprocante fracturada?

3. Justificación

Esta investigación está enfocada en comparar el grado de microfiltración de dos cementos biocerámicos AH Plus® Bioceramic Sealer (Dentsply) y BioRoot™ Flow (Septodont) en conductos radiculares rectos obturados con técnica termoplástica con y sin la presencia de una lima fracturada Reciproc® blue 40/06 (VDW) a través de la técnica de penetración de tinte, ya que en la literatura disponible no existen estudios semejantes. Es por esto que la relevancia científica del mismo puede ser de interés en la práctica clínica endodóntica y en la atención pública o privada al poseer un alto grado de originalidad ya que no existe el conocimiento claro de cual cemento biocerámico debemos emplear para garantizar obturaciones herméticas y de mayor calidad en la terapia endodóntica.

El presente tema forma parte de la línea de investigación microfiltración apical en endodoncia, se espera que los resultados obtenidos sean útiles para los clínicos tales como odontólogos, endodoncistas y estudiantes de posgrado y pregrado quienes conocerán la efectividad de dos cementos biocerámicos frente a la microfiltración apical.

4. Hipótesis

Hipótesis alternativas

Ha 1

La obturación con cemento biocerámico AH Plus® Bioceramic Sealer tendrá una diferencia significativa en el grado de microfiltración apical en comparación a la obturación con cemento biocerámico BioRoot™ Flow en conductos radiculares rectos.

Ha 2

La presencia de un instrumento reciprocante fracturado apicalmente dentro de la obturación de un conducto radicular recto influirá significativamente en el grado de microfiltración apical.

Hipótesis nulas

H0 1

La obturación con cemento biocerámico AH Plus® Bioceramic Sealer no tendrá diferencia significativa en el grado de microfiltración apical en comparación a la obturación con cemento biocerámico BioRoot™ Flow en conductos radiculares rectos.

H0 2

La presencia de un instrumento reciprocante fracturado apicalmente dentro de la obturación de un conducto radicular recto no influirá significativamente en el grado de microfiltración apical.

5. Objetivos

Objetivo general

Comparar el grado de microfiltración apical en conductos radiculares rectos con presencia y ausencia de instrumentos fracturados y obturados con diferentes cementos biocerámicos.

Objetivos específicos

1. Contrastar el grado de microfiltración entre los cementos biocerámicos AH Plus® Bioceramic Sealer y BioRoot™ Flow en obturaciones de conductos radiculares rectos.
2. Contrastar el grado de microfiltración entre conductos radiculares obturados con la presencia y ausencia de una lima reciprocante fracturada.

Capítulo II

2. Marco teórico

2.1 Tratamiento endodóntico

Según la Asociación Americana de Endodoncistas, el objetivo del tratamiento endodóntico es prevenir e interceptar la patología pulpar y perirradicular para preservar la dentición natural cuando se ve afectada por una patología (24). El tratamiento endodóntico consiste en la instrumentación, limpieza y desinfección de todo el sistema de conductos radiculares para terminar con una obturación tridimensional del mismo (19). El concepto de instrumentación quimiomecánica descrito por Tronstad enfatiza la acción mecánica de los instrumentos endodónticos (limas) así como la acción química de las soluciones irrigantes (25–27).

La preparación de los conductos radiculares tiene como objetivo, la modificación de su morfología, respetando la anatomía interna original del conducto radicular, de manera que los conductos adquieran una forma cónica que va desde el orificio de entrada en la cámara pulpar hasta el ápice, con ello se favorece la limpieza completa del contenido del conducto y su desinfección (19).

Según la literatura la irrigación tiene objetivos mecánicos que son: localizar, permeabilizar, lubricar los conductos, desbridar restos de tejido pulpar y eliminar barrillo dentinario para evitar el bloqueo de los túbulos dentinarios (28,29). Los objetivos biológicos de los irrigantes son la inactivación o eliminación de bacterias y sus toxinas, pero en la actualidad aún no existe un irrigante ideal por lo que se recomienda el uso de varios irrigantes (25,30).

2.2 Obturación en endodoncia

Constituye la última fase del tratamiento endodóntico, el pronóstico de la terapia endodóntica se relaciona de manera directa con la calidad de la obturación, debido a que la prevalencia de patologías periapicales aumenta en aquellas piezas dentales con un relleno endodóntico poco satisfactorio (19,31).

La obturación se define como el relleno compacto y permanente del espacio dejado por la pulpa al ser extirpada durante la preparación de los conductos con diferentes materiales y

técnicas, siendo así el objetivo principal de la obturación el aislamiento de la cavidad endodóntica del sistema de conductos radiculares del medio bucal y del periodonto, previniendo de este modo la reinfección de los conductos radiculares (32,33).

Los materiales de obturación deben mantenerse confinados en el interior del conducto, ya que puede representar cierto grado de irritación de los tejidos apicales lo cual impediría o retrasaría su reparación (19).

Objetivos de la obturación

- **Objetivo técnico:** consiste en llenar de forma hermética el sistema de conductos radiculares con un material que sea estable y permanente de modo que evite la penetración de fluidos y bacterias hacia el interior del conducto (19). Es importante un buen sellado coronal para evitar la filtración marginal la cual puede dar paso a bacterias que contaminen el material de obturación y llegar a los tejidos periapicales (4,19).
- **Objetivo biológico:** La obturación evita que elementos tóxicos lleguen a los tejidos periapicales creando así un ambiente apropiado para que las defensas del organismo eliminen bacterias, componentes antigénicos y restos necróticos permitiendo la reparación hística (19).

2.2.1 Materiales de obturación

Son materiales utilizados para rellenar el sistema de conductos radiculares, hasta la actualidad no existe un material ideal por lo que se debe combinar más de uno, por lo general se utiliza un material central denso (núcleo) y un material de mayor plasticidad (cemento sellador), para ocupar el espacio entre el núcleo y las paredes del conducto (19,20). En la obturación se ha utilizado varios materiales como puntas de plata y Resilon, pero la gutapercha posee un rendimiento clínico constante en diversas situaciones clínicas por lo que es considerado como un material de referencia para la obturación (19,20).

2.2.1.1 Gutapercha

Fue introducida por Bowman en 1867, es un polímero orgánico natural derivado del árbol Palaquium, la gutapercha es un material sólido termoplástico y viscoelástico sensible a la temperatura, se ablanda a 60 °C, se funde entre 95 °C y 100 °C y se degrada a 130 °C (19,20).

La gutapercha posee propiedades físicas como resistencia, rigidez, fragilidad y radiopacidad lo cual va a depender de su composición orgánica (14.5 % polímero de gutapercha, 20.4 % cera/resinas) e inorgánicas (66.5 % óxido de zinc y 3 % sulfatos metálicos) (19,20) .

La gutapercha posee tres formas: gutapercha α (alfa) se plastifica con mayor facilidad y fluye mejor por los conductos radiculares con un cierto grado de adhesividad, esta se recomienda en la técnica de obturación por compactación caliente; la gutapercha β (beta) es estable, flexible a temperatura ambiente, es más viscosa, densa y no se adhiere a la dentina, se recomienda usarla en una obturación por compactación fría; finalmente la gutapercha γ (gama) que es similar a la gutapercha α (alfa), pero es inestable (19,20).

La gutapercha es aceptada universalmente en endodoncia como el "gold standard" de los materiales de obturación ya que es no tóxica, biocompatible, inerte, termoplástica y fácil de retirar (23).

2.2.1.2 Cementos selladores en endodoncia

Estos materiales a diferencia de las pastas endurecen o fraguan en el interior del sistema de conductos radiculares y tienen como objetivo sellar la interfase existente entre el material obturador y las paredes dentinarias del conducto, cuya finalidad es obtener un sellado tridimensional, hermético y estable (19).

Según Grossmann los cementos selladores deben demostrar propiedades fisicoquímicas y biológicas apropiadas como poseer una excelente capacidad de sellado, estabilidad dimensional, un tiempo de fraguado ideal, insolubilidad y biocompatibilidad (34). Actualmente en el mercado existe una gran variedad de cementos que consisten en polvo/líquido, base/catalizador o premezcla y estos pueden ser a base de: resina, óxido de zinc/eugenol (ZOE), hidróxido de calcio $[Ca(OH)_2]$, ionómero de vidrio o de silicato de calcio (34).

Existen varios cementos selladores endodónticos que han sido utilizados durante el tiempo los cuales serán descritos a continuación.

2.2.1.2.1 Selladores de óxido de zinc y eugenol

Estos materiales son los más antiguos y poseen características como reabsorción si se extruyen, puede disolverse, pigmenta y fragua por un proceso de quelación donde se forma eugenolato de zinc por lo que requiere más tiempo y se contrae; para mejorar sus propiedades, se le adicionan: resinas que aumentan su adhesión, antisépticos (paraformaldehído) aumenta su acción antibacteriana, sales de metales pesados volviéndolos radiopacos y corticoides para disminuir la inflamación, por otro lado muchas de estas sustancias son irritantes; como ejemplo de estos cementos tenemos Tubli Seal (Sybron Kerr) y Pulp Canal Sealer (Sybron Kerr) (19,35).

2.2.1.2.2 Selladores de hidróxido de calcio

Estos selladores fueron diseñados para ofrecer una actividad terapéutica que promueva la osteogénesis, cementogénesis y crear un entorno alcalino y antimicrobiano gracias al Ca(OH)_2 que está en su composición (35,36). Desafortunadamente estos materiales no han demostrado los efectos clínicos deseados, ya que el Ca(OH)_2 no fragua y tiende a diluirse en agua, esta última propiedad es necesaria para lograr un efecto terapéutico (36). Sin embargo, un sellador para ser considerado como eficaz no debe ser soluble y debe permanecer intacto el mayor tiempo posible (36).

Estos cementos constan de una base que contiene óxido de zinc, Ca(OH)_2 , butilbenceno, sulfonamida y estearato de zinc y un catalizador que contiene sulfato de bario, dióxido de titanio (radiopacador), resina, isobutil salicilato y aerosol R 972, como ejemplo de estos cementos tenemos al Sealapex (SybronEndo) y Apexit (Vivadent) (35).

2.2.1.2.3 Selladores de ionómero de vidrio

Estos selladores poseen una buena adhesión a la dentina por lo que permite la unión entre el material y la pared del conducto, pero tienen una baja actividad antimicrobiana, fraguado rápido y son difícil de retirarlos en caso de retratamiento como ejemplo de estos cementos tenemos al Ketac-Endo (3M Espe) y Activ GP (Brasseler) (35).

2.2.1.2.4 Selladores de resina

Estos materiales son libres de eugenol y se caracterizan por poseer una buena adhesión a las paredes dentinarias del conducto radicular, tienen un buen tiempo de trabajo, y elevada radiopacidad; pero por otra parte su remoción de los conductos radiculares es compleja ya que no existen solventes para estos selladores (19,35). Adicionalmente, Spangberg en 1993 informó que AH 26 libera formaldehído el cual genera irritación en los tejidos, por lo que recomendó la transición de AH 26 a AH Plus, que no libera dicho compuesto (36).

Se ha reportado que estos materiales no poseen efecto antibioplícula, no obstante han demostrado cierta eficacia contra las bacterias planctónicas lo cual se debe posiblemente al formaldehído liberado en pequeñas cantidades durante el fraguado; como representantes de estos cementos tenemos al AH-26 y AH Plus (Dentsply) (37).

En la actualidad el Gold standard en cuanto a selladores endodónticos es el cemento a base de resina epóxica AH Plus (AHP), el cual viene en presentación de 2 tubos para mezclar (8,22,38). Este cemento posee buenas propiedades como una radiopacidad de 11.9 mm Al, un pH de 8.8 a 7.9, una solubilidad de 0.5 % y un tamaño de partículas de 8 a 1.5 μm (8,22,38–40). Además posee una buena adhesividad debido a su fluidez, su expansión de fraguado (1%) y su capacidad para formar un enlace covalente con grupos amino del colágeno dentinario radicular expuesto (41,42).

Entre las desventajas del AHP esta su efecto citotóxico ya que libera formaldehído, su tiempo de polimerización (9 – 17 horas) y su capacidad para inducir la liberación de citocina proinflamatoria (IL6) hasta por 60 días las cuales están relacionadas con la reacción inflamatoria y la resorción ósea (22,43,44).

2.2.1.2.5 Selladores Biocerámicos

Desde que Torabinejad en 1993 desarrolló el agregado de trióxido mineral (MTA) se lo ha considerado como la primera opción para tratar accidentes y complicaciones operatorias, como las perforaciones radiculares (45,46). Los biocerámicos poseen en su composición silicatos de calcio, fosfato de calcio, hidróxido de calcio, óxido de zirconio, óxido de tantalio, masillas y espesantes, la distribución y el tamaño de las partículas de silicato de calcio afectan la manipulación y fraguado, ya que al ser más pequeñas (0.2 μm) penetran los túbulos dentinarios y produce una hidratación más rápida (46).

El MTA tiene ciertas limitaciones, como decoloración dental, dificultades de manipulación, tiempo prolongado de fraguado, son difíciles de eliminar en retratamientos y pueden liberar metales pesados, es por esto que se ha modificado su composición para mejorar sus propiedades como su biocompatibilidad, estabilidad y manipulación (45–47).

Estos cementos poseen componente bioactivos, como el vidrio y el fosfato de calcio que interactúan con el tejido circundante para estimular el crecimiento de tejidos mientras que los bioinertes como la zirconia y la alúmina, producen una respuesta biológica o fisiológica insignificante (48).

Los cementos selladores biocerámicos son materiales inorgánicos no metálicos que tienen propiedades bioactivas que consisten en la interacción con las células madre por medio de señalización celular y molecular, produciendo así un sellado biológico e induciendo la cicatrización, además tienen una capacidad antimicrobiana de hasta 30 días debido a la biomineralización inducida por los silicatos/fosfatos de calcio del sellador (36,45,49,50).

La humedad de la dentina promueve la reacción de hidratación para producir hidrogel de silicato de calcio e hidróxido de calcio para mantener un pH aproximado de 10 lo cual induce una necrosis controlada de células de resorción en la superficie de la raíz, anula la actividad de los lipopolisacáridos e induce la formación de hidroxiapatita la cual influye en la conexión entre la dentina y el material de obturación (51–53). Estos materiales son considerados ideales debido a sus excelentes propiedades como: estabilidad química, viscosidad, radiopacidad óptima, resistencia mecánica, baja porosidad, no tóxico, fácil manipulación y de no sufrir reabsorción (45,49).

Una vez analizadas las generalidades de los biocerámicos se describirá de manera específica los cementos selladores AH Plus® Bioceramic Sealer (Dentsply) y BioRoot™ Flow

(Septodont) los cuales fueron empleados en este estudio, ya que son materiales nuevos y hay poca información sobre su eficacia ante la microfiltración apical.

2.2.1.2.5.1 AH Plus® Bioceramic Sealer

Introducido por Maruchi y Dentsply Sirona como un sellador premezclado a base de silicato tricálcico el cual presenta un fraguado rápido de 2 a 4 horas, alta resistencia a la humedad, radiopacidad de 9 a 14 mm Al, no tóxico, biocompatible y no decolora el diente (22,54). AH Plus® Bioceramic (AHPB) está compuesto por dióxido de zirconio (50 – 75 %), silicato tricálcico (5 – 15 %), dimetilsulfóxido (10 – 30 %), carbonato de litio (< 0,5 %) y un agente espesante (< 6 %) (54). AHPB tiene dimetilsulfóxido como vehículo el cual mejora la hidrofobicidad (absorción de agua) del material permitiendo una mejor adhesión a la dentina húmeda, también disminuye la degradación de la adhesión a largo plazo (39,55).

Estudios han demostrado que AHPB es superior al cemento AH plus (AHP) en citocompatibilidad, bioactividad, viabilidad celular, potencial alcalino, tiempo de fraguado, liberación de iones de calcio y fluidez, no obstante AHP resultó ser superior a AHPB en radiopacidad y una menor solubilidad, pero ambos cementos eran capaces de eliminar al *E. faecalis* después de 24 horas (22,54).

AHPB se considera como un buen sellador, pese a su alta solubilidad (0.11%) que comparte con los selladores a base de silicato de calcio lo cual puede impactar negativamente la calidad de la obturación (11,22,56). Según la literatura AHPB presenta una solubilidad aproximada del 30% en comparación a AHP con un 0.5 %, la solubilidad es mayor en la fase de fraguado inicial donde hay precipitación de hidroxiapatita y se estabiliza a partir de los 28 días, de todos modos la solubilidad de AHPB es menor a otros cementos biocerámicos debido a una menor cantidad de silicatos de calcio en su composición (11).

La literatura informa que ningún tratamiento térmico altera el espesor de la película y el flujo de AHPB, sin embargo su flujo disminuyó cuando fue sometido a temperaturas entre 37 °C por 30 segundos y 97 °C por 180 segundos, los rellenos orgánicos (espesantes) resistieron al estrés térmico en períodos cortos, es por esto que se concluyó que AHPB es seguro para la compactación vertical cálida (11).

2.2.1.2.5.2 BioRoot™ Flow

BioRoot™ Flow (Septodont) es un sellador premezclado de color blanco y ligeramente gris, este material contiene silicato tricálcico (biosilicato activo), propilenglicol, povidona, carbonato de calcio, AEROSIL, óxido de zirconio, copolímero de crilamida/acriloidimetiltaurato de sodio, isohexadecano y polisorbato (57). Según sus especificaciones es un material de alta pureza mineral, libre de monómeros, tiene la capacidad de liberar iones calcio y formar hidroxiapatita en la interfaz diente/sellador y mineraliza la estructura dentinaria, el material se cristaliza dentro de los túbulos dentinarios creando un sellado hermético, puede eliminarse fácilmente y posee una baja solubilidad (1,5 %) (57). Tiene propilenglicol como vehículo el cual es soluble en agua y reabsorbible en tejidos y los fluidos dentinarios, pero su desventaja es la falta de estabilidad al interactuar con otros materiales, lo que puede provocar retrasos o falta de fraguado (55).

Este cemento es de fácil aplicación ya que viene con puntas aplicadoras de 21 G (gauge), tiene una viscosidad y fluidez óptima, tiempo de trabajo de 1 hora, fraguado entre 45 minutos a 8 horas, radiopacidad 6.3 mm Al, posee un pH alto de 8,5 a 11,5 el cual crea un ambiente desfavorable para el crecimiento bacteriano (57).

Este cemento cumple con la norma ISO 6876:2012 por lo que está indicado en la obturación de cono único así como con técnicas calientes, su uso está indicado solo para dientes permanentes y maduros (57).

2.3 Fractura de instrumentos

La fractura de un instrumento endodóntico es un hecho desafortunado que puede dificultar el pronóstico y el tratamiento en sí, ya que dificulta la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares, a pesar de las mejoras de los instrumentos en su metalurgia y diseño no se consigue actualmente una lima que logre un mejor rendimiento y cause menos complicaciones (58,59).

2.3.1 Incidencia de fractura en limas endodónticas

La literatura reporta una incidencia de fracturas de instrumentos del 93,6 % en casos tratados por endodoncistas, y del 79,5 % en el caso de odontólogos generales, ya que los endodoncistas tratan casos más desafiantes, principalmente en molares mandibulares (59,60).

La incidencia de fractura de instrumentos oscila entre el 0,4 % y el 23 %, respecto al tipo de instrumento la tasa de fractura en instrumentos manuales de acero inoxidable es del 0,25 al 6 % y los instrumentos rotatorios NiTi es del 1,3 al 10 % respectivamente (59). En cuanto a las limas NiTi se ha informado que tienden a fracturarse por fatiga cíclica en un 66 al 78 % y fatiga torsional en un 91 % (59). Además, se estima que la prevalencia de fractura de limas en el tercio apical es del 52,5 %, en el tercio medio 27,5 % y en el tercio coronal un 12,5 % (61).

Estudios destacan que la extracción de limas resulta costosa en términos de tiempo y recursos, además requiere experiencia por parte del operador y equipos costosos, por ello se recomienda a los clínicos evitar fracturar limas en lugar de manipularlas porque este procedimiento puede resultar en errores como fracturas secundarias del instrumento, perforaciones, desgastes excesivos y fractura radicular (62–64).

2.3.2 Tipo de fracturas

Los instrumentos rotatorios de NiTi pueden sufrir fracturas debido a la fatiga por torsión, la cual se produce cuando la punta de la lima se atasca mientras que el vástago sigue girando excediendo su límite elástico, y por fatiga cíclica, la cual es causada por ciclos repetidos de tensión y compresión de un instrumento mientras gira de forma libre y repetida dentro del conducto dando lugar a la formación y propagación de microfisuras (65).

Las limas NiTi (M-Wire) tienen propiedades físicas y mecánicas que aumentan la flexibilidad y resistencia, además los instrumentos NiTi en fase martensita a temperatura corporal tienen una mayor resistencia a la fatiga cíclica que las de fase austenita, finalmente se demostró que el movimiento recíprocante es más seguro contra la fatiga cíclica y torsional que el movimiento rotatorio (59,66). En cuanto a la conicidad de los instrumentos y el diámetro del conducto está negativamente correlacionados con la resistencia a la fatiga cíclica, por ejemplo

los instrumentos con una conicidad de 0,04 tenían una mayor resistencia que los de conicidad de 0,06 (59,67).

2.3.3 Influencia de un instrumento fracturado en el pronóstico del tratamiento endodóntico.

La presencia de instrumentos endodónticos fracturados dentro del sistema de conductos radiculares tiene un efecto negativo en el tratamiento de endodoncia ya que dificultan la limpieza y conformación del conducto radicular, así como la obturación (59,68).

Estudios reportan que la presencia de un instrumento fracturado no influye adversamente en la filtración bacteriana, por lo cual no comprometería la obturación, ya que el instrumento fracturado se convertiría en otro material de obturación y en estos casos la tasa de curación es del 91.8 % a comparación de un conducto sin instrumento fracturado que es del 94.5 %, el éxito del tratamiento dependería en si del sellado coronal y la ausencia de irritantes, pero en el caso de que exista una lesión periapical preoperatoria el pronóstico si se vería afectado cuando se retienen los instrumentos fracturados (4,59,68).

Otro aspecto a considerar en cuanto al éxito del tratamiento endodóntico es el sellado coronal, debido a que si el mismo es deficiente y deja a la obturación expuesta al medio oral cualquier bacteria puede invadir el conducto radicular y causar un proceso infeccioso (69). Al respecto un estudio demostró que la contaminación de los conductos radiculares se da en menos de una semana cuando el diente está sin una restauración coronal (70). Igualmente en otro estudio se determinó que el 70 % los conductos radiculares obturados expuestos al medio oral se contaminan después de 29 días (71). Además, es imposible determinar clínicamente el grado de contaminación bacteriana de los conductos radiculares en una pieza expuesta al medio oral, por lo que no se recomienda rehabilitar a la pieza incluso si estuvo expuesta por un corto período (69).

2.4 Microfiltración apical

Se refiere a la percolación de fluidos y microorganismos en la interface del material de obturación y las paredes del sistema de conductos radiculares (72). Hay varios métodos para evaluar la eficacia de las técnicas o materiales de obturación y la microfiltración, entre estos

métodos tenemos la filtración de fluidos, la penetración de tinte, penetración de glucosa, prueba de fuga electroquímica y los métodos de fuga salival o bacteriana (73). La percolación de exudado periapical hacia el conducto incompletamente obturado es la principal causa de fracaso de los tratamientos en un 60 % de los casos (74).

Estas técnicas permiten evaluar la capacidad de sellado apical de los selladores endodónticos, hacer mediciones cuantitativas y valorar repetidamente sin que se destruyan las muestras, pero solo indican de forma comparativa la capacidad de sellado de la obturación del conducto radicular de modo in vitro (9,75).

La técnica de penetración de tinte permite una medición cuantitativa precisa de la microfiltración apical a través de los agujeros apicales, esta técnica ha tenido variaciones metodológicas que buscan una mejor evaluación de la penetración del tinte (42). Entre estas variaciones se ha utilizado ácido nítrico el cual puede desmineralizar y transparentar el tejido dental, no obstante este puede aclarar el tinte cuando entran en contacto (42). Así mismo ciertos autores recomiendan realizar un corte transversal en lugar de uno longitudinal, sin embargo, el corte transversal se considera más dañino, ya que a pesar de permitir una mejor visualización de la penetración del tinte, la medición objetiva en estos cortes son más difíciles de medir con precisión (42).

Capítulo III

3.1 Materiales y Métodos

La presente investigación es de tipo cuantitativa, experimental in vitro, se emplearon un total de 72 piezas dentales de origen bovino las cuales cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión. Las muestras fueron distribuidas con aleatorización simple, para lo cual se les enumeró del 1 al 72 y con un programa online (<http://www.alazar.info>) se asignó de forma aleatoria las muestras en 4 grupos homogéneos de 18 piezas dentales: grupo 1 (G1)= dientes con una lima fracturada Reciproc® blue 40/06 (3 mm) (VDW, Munich, Germany) y obturados con AH Plus® Bioceramic Sealer (Dentsply Sirona, York, USA), grupo 2 (G2)= dientes con una lima fracturada Reciproc® blue 40/06 (3 mm) y obturados con BioRoot™ Flow (Septodont, Saint-Maur, Francia), grupo 3 (G3)= dientes con ausencia de lima fracturada obturados con AH Plus® Bioceramic Sealer y grupo 4 (G4)= dientes con ausencia de lima fracturada obturados con BioRoot™ Flow. Los Grupos 3 y 4 compuestos por dientes con ausencia de lima fracturada sirvieron como grupos control, además se les asignó igual número de unidades de estudio, ya que permitirán evaluar si la presencia de un instrumento fracturado apicalmente influye en el grado de microfiltración apical independientemente del cemento biocerámico que se utilice.

Para la estandarización de la obturación de todas las muestras se utilizó una técnica de onda continua con el sistema Calamus Dual (Dentsply) debido a que es considerado como un sistema de obturación ideal en comparación a otras técnicas de obturación (7,76).

En este estudio se decidió utilizar los selladores biocerámicos AH Plus® Bioceramic Sealer y BioRoot™ Flow ya que son materiales similares en cuanto a su presentación la cual es premezclada y no necesita ninguna preparación, por lo que cabe mencionar que no hay conflicto de interés, ya que el estudio es autofinanciado por el autor. Debido a la evidencia científica actual que se conoce sobre AHP (5,75,77–87), donde se ha demostrado la baja efectividad ante la microfiltración apical en comparación a cementos biocerámicos, no se consideró oportuno la introducción de este material en la presente investigación.

Estudios demuestran que los dientes bovinos pueden ser una alternativa para realizar estudios experimentales en lugar de dientes humanos permanentes y temporales, ya que los sustratos de esmalte y dentina son histológicamente y morfológicamente similares a los incisivos humanos (88,89). Para la realización de este estudio los dientes bovinos se

obtuvieron en el mercado de Pujilí de animales faenados para el consumo humano, cumpliendo así los parámetros bioéticos del Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos (CEISH) de la Universidad de Cuenca.

El siguiente estudio se realizó en los laboratorios de la Facultad de Odontología y la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca.

3.2 Tamaño muestral

Para determinar el tamaño muestral se utilizó una fórmula de contraste de hipótesis de medias (90) según la fórmula de Fistera (91), con un nivel de confiabilidad del 95 %, un poder estadístico del 80 %, una precisión de 1 milímetro y una desviación estándar de 1 milímetro (5,75), resultando en 16 piezas dentarias para cada grupo, esta muestra fue calculada a pérdida de información o daño de las piezas dentarias en un 15 %, por lo tanto se obtuvo una muestra final de 18 piezas dentarias para cada grupo.

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 \times S^2}{d^2}$$

$$n = \frac{2(1.96 + 0.842)^2 \times 1^2}{1^2} = 16$$

n: Sujetos necesarios en cada una de las muestras

Z α : 1.96 correspondiente al riesgo deseado

Z β : 0.842 correspondiente al riesgo deseado

S²: 1 varianza de variables cuantitativas que tiene el grupo control o de referencia

d²: 1 valor mínimo de la diferencia que se desea detectar (datos cuantitativos)

3.3 Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión

1. Dientes bovinos extraídos de animales faenados para consumo humano.
2. Dientes bovinos sanos.

Criterios de exclusión

1. Dientes bovinos con anomalías congénitas.
2. Dientes bovinos con ápice abierto.
3. Dientes bovinos con reabsorciones.

3.4 Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADOR	TIPO ESTADÍSTICO	ESCALA
MICROFILTRACIÓN APICAL (Dependiente)	Movimiento de fluidos y microorganismos a lo largo de la interface de las paredes de dentina radicular y el material de obturación	Para evaluar la microfiltración se medirá la cantidad del tinte en (mm)	Cuantitativa Continua	Intervalar
CEMENTO (Independiente)	Material que sella la interfaz existente entre el material de obturación y las paredes dentinarias del conducto radicular	* AH Plus® Bioceramic Sealer (Dentsply) * BioRoot™ Flow (Septodont)	Cualitativa Nominal	Nominal Dicotómica
LIMA ENDODÓNTICA (Independiente)	Instrumentos endodónticos diseñados para la conformación del conducto radicular	* Presencia de lima fracturada * Ausencia de lima fracturada	Cualitativa Nominal	Nominal Dicotómica

Tabla 1 Operacionalización de variables
Elaboración: Fabián Soria

3.5 Procedimientos y técnicas

Limpieza de las piezas dentarias

Después de recolectar las 72 piezas dentales de origen bovino estas fueron sumergidas en hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5,25 % por 1 hora para desinfectarlas, a continuación, se limpiaron con ultrasonido (Satelec-Acteon) y curetas Gracey # 1 - 2 (Dowell) para retirar los restos de cemento, cálculos y placa adherida a la porción radicular; finalmente se utilizó un equipo rotatorio de baja velocidad EX - 203C (NSK, Japón), copas, cepillos y pasta profiláctica. Las muestras se almacenaron en solución salina al 0,9 % a temperatura ambiente hasta la ejecución del experimento (Figura 1) (10,92).

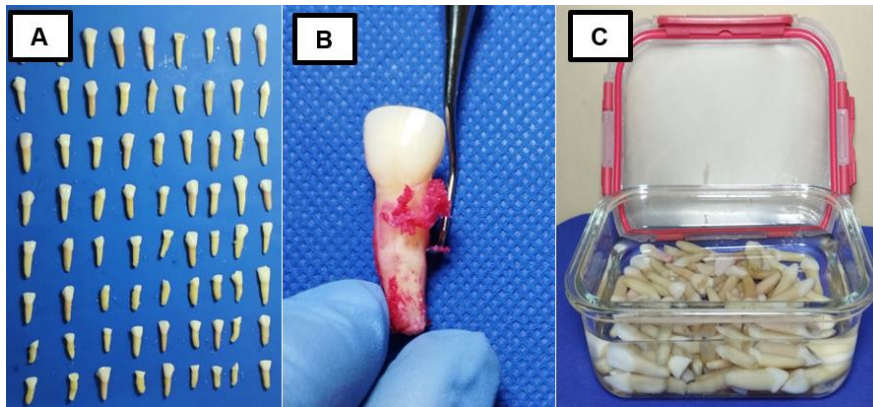


Figura 1 Selección de muestras

A) Recolección de Muestras B) Limpieza C) Almacenamiento

Fuente: Fabián Soria / **Elaboración:** Fabián Soria

Estandarización de las muestras

Las coronas se cortaron con disco diamantado (Jota, Switzerland) con refrigeración. Las raíces se estandarizaron a una longitud de 18 mm y la longitud de trabajo (LT) se determinó restando 1 mm de la longitud de una lima C-Pilot # 10 (VDW, Munich, Germany) después de tener su punta a nivel de la entrada del ápice (5,16), las raíces se dividieron en cuatro grupos de 18, grupo 1 (G1): conductos con lima fracturada y AH Plus® Bioceramic Sealer, grupo 2 (G2): conductos con lima fracturada y BioRoot™ Flow, grupo 3 (G3): conductos sin lima fracturada y AH Plus® Bioceramic Sealer y grupo 4 (G4): conductos sin lima fracturada y BioRoot™ Flow (Figura 2) (10).

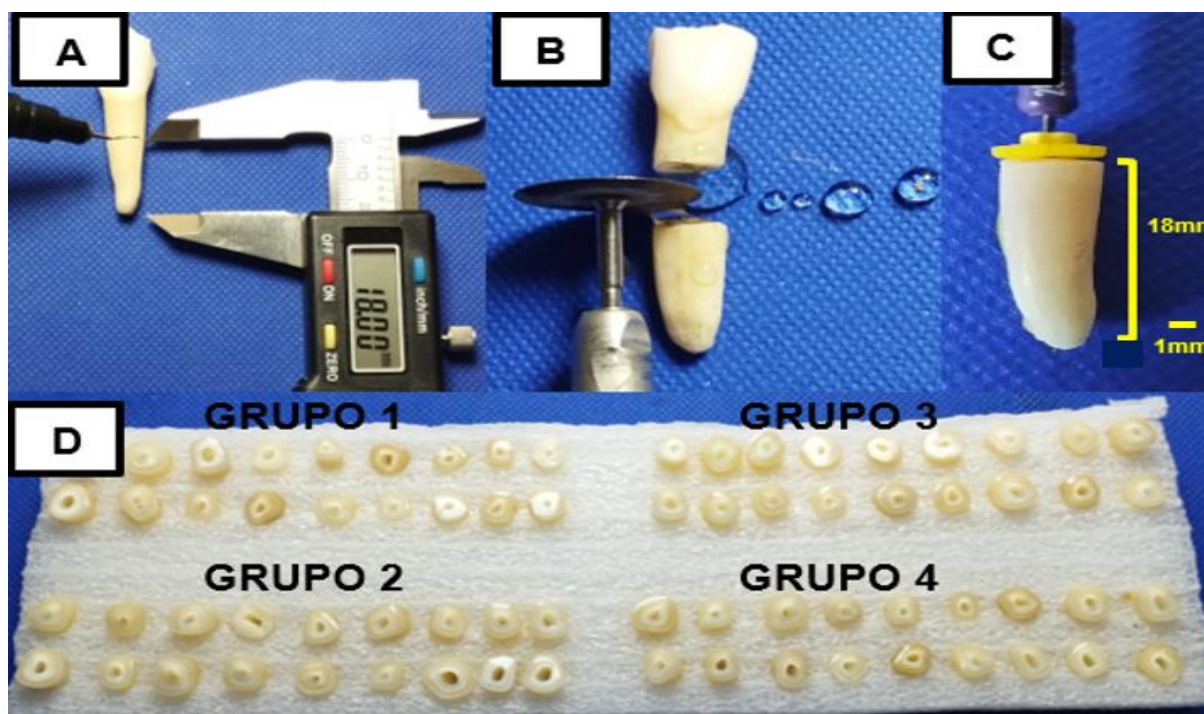


Figura 2 Estandarización de muestras

A) Medición B) Corte C) Toma de longitud de trabajo D) Grupos de trabajo

Fuente: Fabián Soria / Elaboración: Fabián Soria

Instrumentación quimiomecánica

Todas las raíces fueron radiografiadas, para luego ser instrumentadas con limas C-Pilot # 10 hasta una C-Pilot # 15 para crear una trayectoria de deslizamiento, después se utilizaron limas reciprocantes del sistema Reciproc® blue (RB) (VDW, Munich, Germany), inicialmente se usó una lima RB 25/08 a la longitud de trabajo y se finalizó con una lima RB 40/06 a 1.5 mm por debajo de la LT en los grupos G1 y G2, y en los grupos G3 y G4 se finalizó con una lima RB 40/06 al tope de la LT (6,10,93,94). Las limas reciprocantes fueron accionadas por un motor eléctrico X-Smart Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suisse) en la función "RECIPROC BLUE" (Figura 3). La irrigación del conducto se realizó con 6 ml de NaOCl al 2.5 % (2 ml por cada tercio) a través de una aguja NaviTip 30 G (Ultradent, South Jordan, EE. UU.) adaptada a una jeringa de 5 ml, se colocó la punta de la aguja a 2 mm por debajo de la LT, con una lima C-Pilot # 10 se recapituló cada tercio preparado (Figura 3) (6).

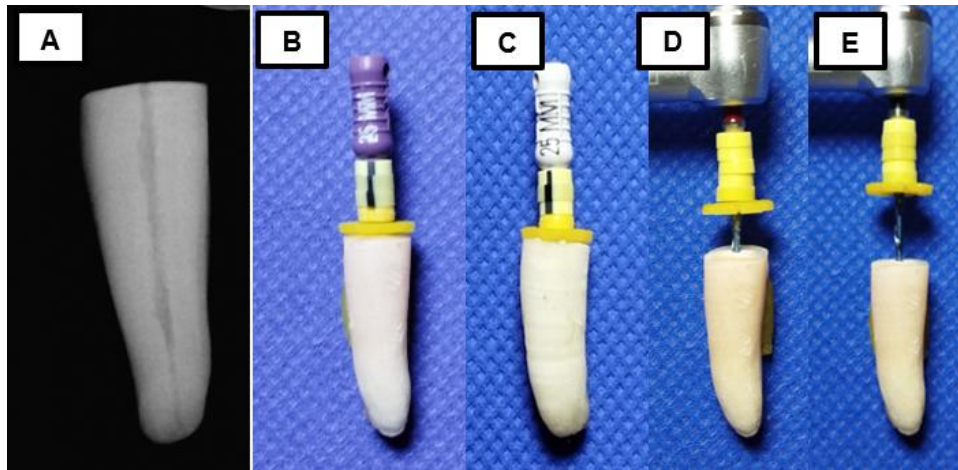


Figura 3 Protocolo de instrumentación

A) Radiografía inicial B) Permeabilización C) Glide Path D) RB 25/08 E) RB 40/06

Fuente: Fabián Soria / Elaboración: Fabián Soria

Protocolo final de irrigación

Se realizó un enjuague final con 3 ml de NaOCl al 2.5 % a una velocidad de flujo de aproximadamente 0,1 ml/segundo, el irrigante fue activado con una punta ultrasónica Irri-S 25/25 (VDW, Munich, Germany) montada en un equipo Newtron P5 XS Bled (Satelec-Acteon) a 1 mm de la longitud de trabajo sin contactar con las paredes dentinarias, la punta se accionó a una potencia nivel 4 por 30 segundos, proceso que se repitió tres veces con 9 ml de NaOCl al 2.5 % en total (95,96). Finalmente se utilizó 2 ml de EDTA al 17 % (Eufar, Bogotá, Colombia) durante 3 minutos y 5 ml de solución salina para el lavado final, los conductos fueron secados con puntas de papel Recipro® blue 40/06 (VDW, Munich, Germany) (Figura 4) (6,10).

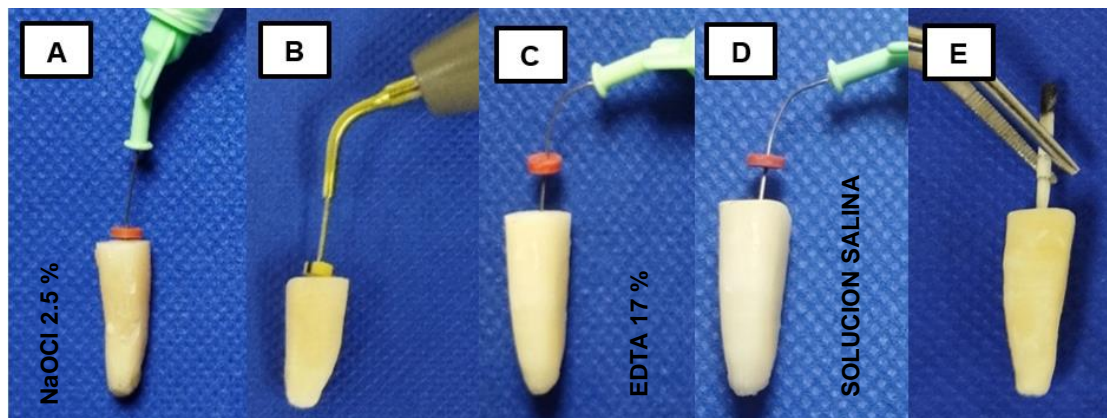


Figura 4 Protocolo de irrigación

A) NaOCl 2.5 % B) Activación de irrigante C) EDTA 17 % D) Solución salina E) Secado del conducto

Fuente: Fabián Soria / Elaboración: Fabián Soria

Fractura de la lima recíprocante en el interior del conducto

En los grupos 1 y 2, se desgastó 36 instrumentos recíprocantes Reciproc® blue 40/06 a 3 mm de la punta para facilitar su fractura, para este proceso se utilizó una fresa redonda # 2 (Jota, Switzerland) montada en una turbina de alta velocidad (NSK PAN AIR S B2, 350.000 a 400.000 rpm). A continuación, mediante el uso del Motor X-Smart Plus se introdujo la lima a 300 rpm con presión apical en cada conducto hasta producir la fractura. Después se tomaron radiografías para asegurar que la fractura de la lima se produjera en el tercio apical del conducto (Figura 5) (4,10).

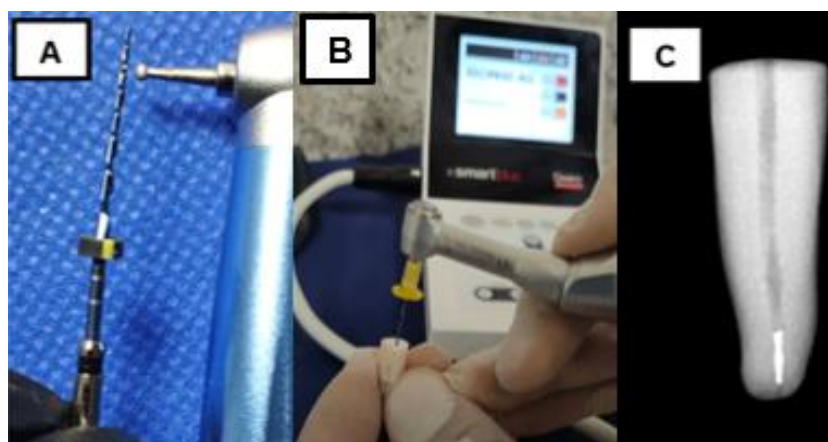


Figura 5 Fractura de lima recíprocante

A) Raspado de lima B) Activación y fractura de la lima C) Control radiográfico

Fuente: Fabián Soria / Elaboración: Fabián Soria

Obturación de las muestras

Todos los grupos fueron obturados con técnica de onda continua con el dispositivo Calamus Dual (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suisse) y su respectivo cemento biocerámico el cual fue inyectado en el conducto a 4 mm por debajo de la LT utilizando las jeringas y agujas proporcionadas por el fabricante (Figura 6) (6). En los grupos 1 y 2 después de la fractura de la lima se introdujo un cono de gutapercha 40/06 Reciproc® blue (VDW) recortado 3 mm de la LT (4) y en los grupos 3 y 4 se colocó un cono de gutapercha 40/06 Reciproc® blue (VDW) intacto a -1 mm del foramen apical, el mismo que debió tener previamente un tug back apical (retención apical) (Figura 6) (97). Los selladores biocerámicos AH Plus® Bioceramic Sealer y BioRoot™ Flow son productos premezclados y no fue necesaria ninguna preparación (Figura 6).

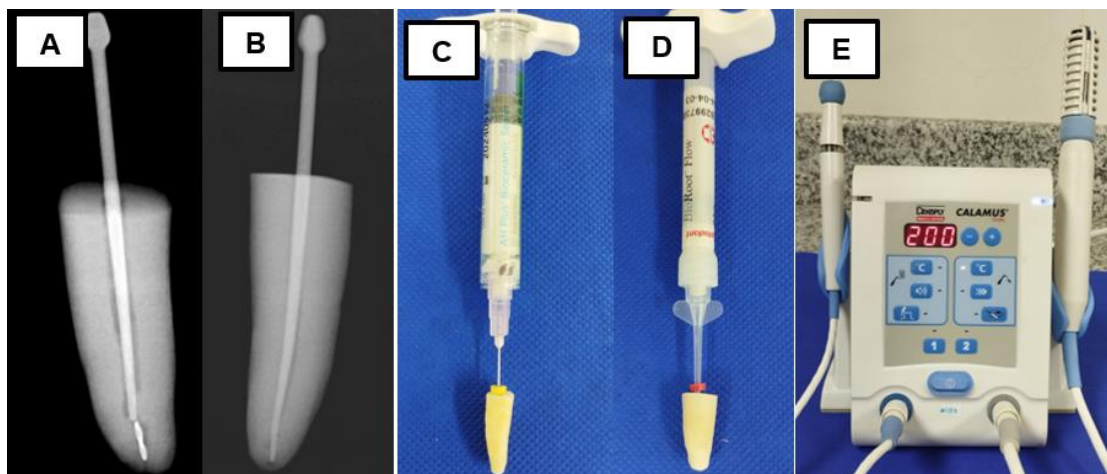


Figura 6 Protocolo de obturación

A) Conometría grupos 1 y 2 B) Conometría grupos 3 y 4 C) AH Plus® Bioceramic Sealer D) BioRoot™ Flow E) Calamus Dual

Fuente: Fabián Soria / **Elaboración:** Fabián Soria

En todos los grupos se utilizó la pieza de mano para Downpack del sistema Calamus Dual con una punta 40/03 (Black), primero se cortó la gutapercha en la entrada del conducto para luego realizar una presión apical sostenida a una temperatura de 200 °C por 5 segundos hasta alcanzar 4 mm por debajo de la LT, a continuación se compactó con un compactador Machtou no.3 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suisse) (Figura 7) (6,75,97). Después se rellenó el conducto con la pieza de mano para Backfill del sistema Calamus Dual con una punta dispensadora de gutapercha 23 G a los 4 mm de la obturación y una temperatura de 200 °C, se realizó incrementos de 3 mm y se compactó con un compactador Machtou no.3 hasta completar la obturación del conducto (Figura 7) (75,97).

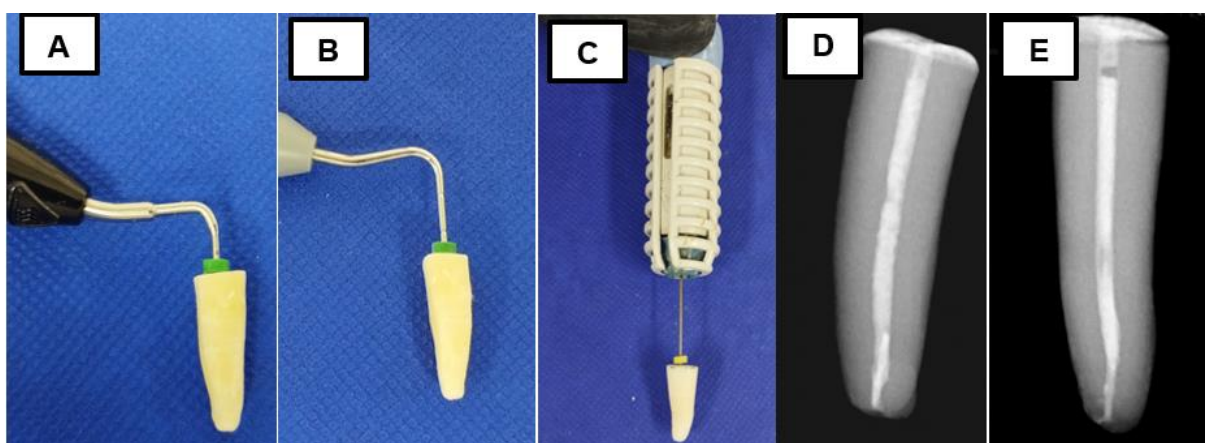


Figura 7 Protocolo de obturación

A) Down pack B) Compactación C) Backfill D) Control de la obturación grupos 1 y 2 E) Control de la obturación grupos 3 y 4

Fuente: Fabián Soria / **Elaboración:** Fabián Soria

Sellado e incubación de las muestras

Después de la obturación de los conductos de cada grupo, se extrajo 2 mm de gutapercha coronal con un compactador tibio Machtou no.3 para sellar la entrada del conducto con cemento de ionómero de vidrio (GC, Gold Label 9, Corp. Tokio, Japón) (Figura 8) (9). Todas las raíces fueron almacenadas en una incubadora (Memmert, WNB 7, Germany) del laboratorio clínico de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca con solución salina (0.9 %) estéril a 100 % de humedad y 37 °C por 48 horas para asegurar el fraguado completo de los selladores (Figura 8) (8,9). Las superficies de las raíces de todas las muestras fueron cubiertas con dos manos de esmalte de uñas con distintos colores según el grupo G1=rojo, G2= amarillo, G3= azul, G4= verde, excepto en los 2 mm apicales y se dejó secar por 24 horas (Figura 8) (9,98).

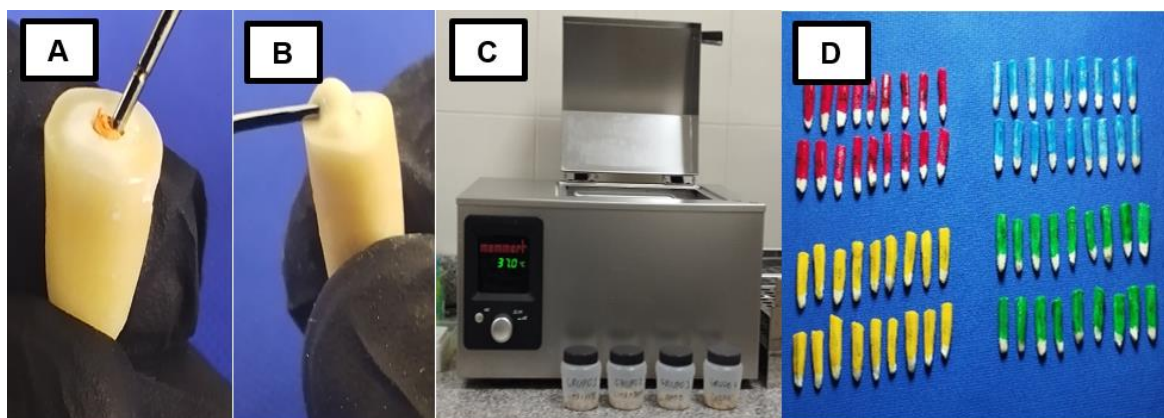


Figura 8 Sellado e incubación

A) Desobturación B) Sellado coronal C) Incubación a 37 °C D) Clasificación de los grupos

Fuente: Fabián Soria / **Elaboración:** Fabián Soria

Tinción de las muestras

Todas las muestras fueron sometidas a la técnica de penetración del tinte para la evaluación de microfiltración apical, en este estudio se utilizó tinta china (Pelikan). (Figura 9) (10). Todas las raíces fueron colocadas en un recipiente de vidrio y suspendidas verticalmente con cera pegajosa de modo que el ápice quede expuesto, se llenó el recipiente hasta que las muestras queden cubiertas totalmente y el tinte pueda penetrar por capilaridad durante 48 horas (Figura 9) (9,10).

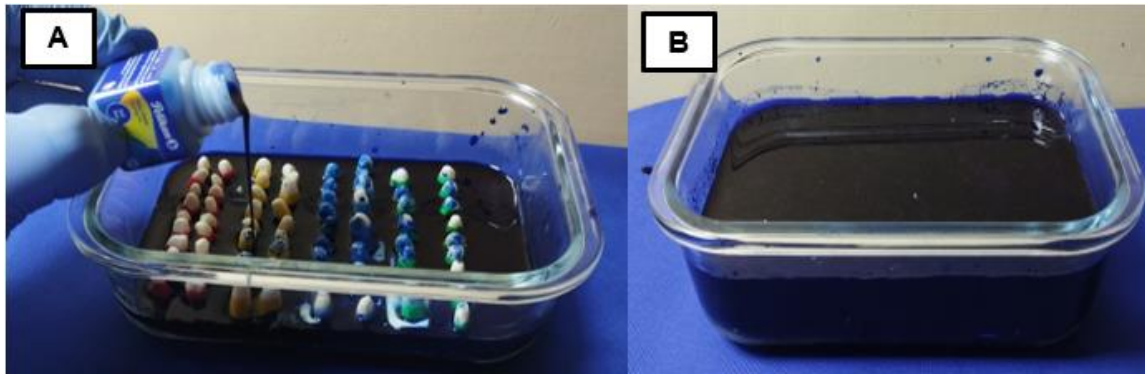


Figura 9 Tinción de las muestras
 A) Colocación del tinte B) Llenado de envase con muestras
Fuente: Fabián Soria / **Elaboración:** Fabián Soria

Corte de las muestras

Las muestras fueron lavadas con un chorro de agua durante 5 minutos para retirar el tinte excedente de sus superficies (Figura 10). Para la sección de las muestras se tomó como referencia su eje mayor en sentido mesiodistal que va desde la parte central en coronal y el foramen apical esto en los grupos 3 y 4, en los grupos 1 y 2 se desplazó 0.5 mm del eje mayor hacia lingual para evitar el desalojo del fragmento de la lima (Figura 10). Con una matriz de silicona y cera pegajosa se fijó a cada muestra para garantizar un corte preciso en el cual se utilizó un disco diamantado bioactivo (MASTERDENT) montado a un equipo rotatorio de baja velocidad EX-203C (NSK, Japón) a una velocidad aproximada de 25.000 a 40.000 rpm con abundante refrigeración evitando el sobrecalentamiento del disco, además se realizó el cambio del disco cada 10 cortes (Figura 10) (10).

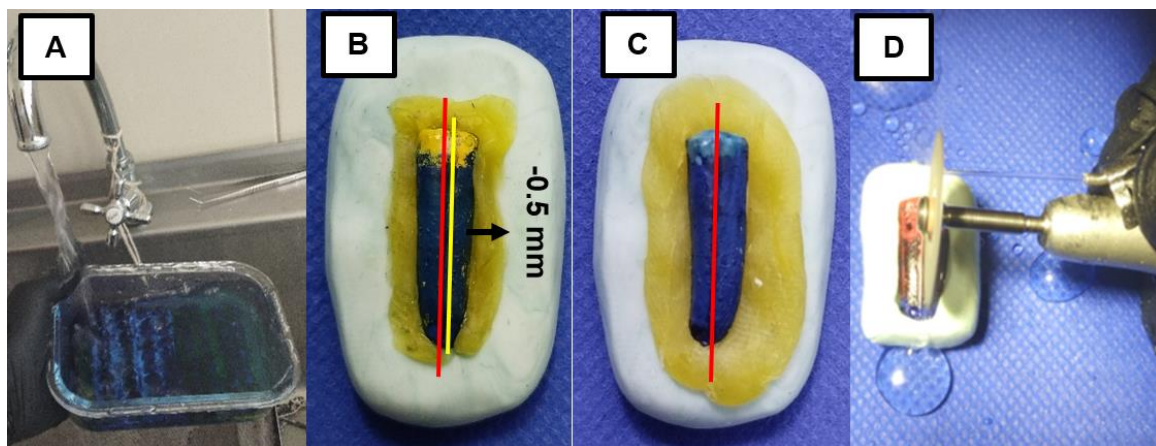


Figura 10 Corte y visualización de las muestras
 A) Limpieza de las muestras B) Grupos 1 y 2 C) Grupos 3 y 4 D) Corte con disco diamantado
Fuente: Fabián Soria / **Elaboración:** Fabián Soria

Visualización de las muestras

Para la visualización de las muestras se utilizó un estereoscópico (OLYMPUS SZ61, Tokio, Japón) del laboratorio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca con un aumento de X50. En conjunto con un calibrador digital (TRUPER) se logró observar la profundidad de penetración del tinte en milímetros (mm) (Figura 11 y 12) (10).

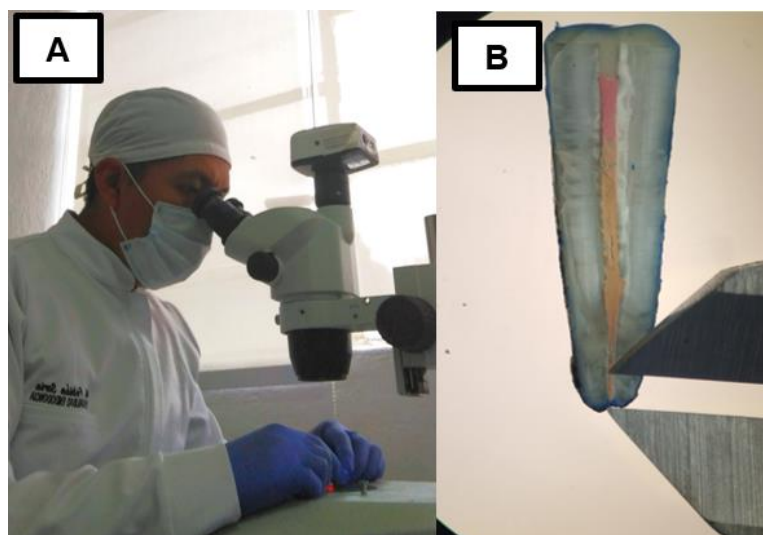


Figura 11 Visualización en el estereomicroscopio

A) Colocación de la muestra B) Medición

Fuente: Fabián Soria / Elaboración: Fabián Soria

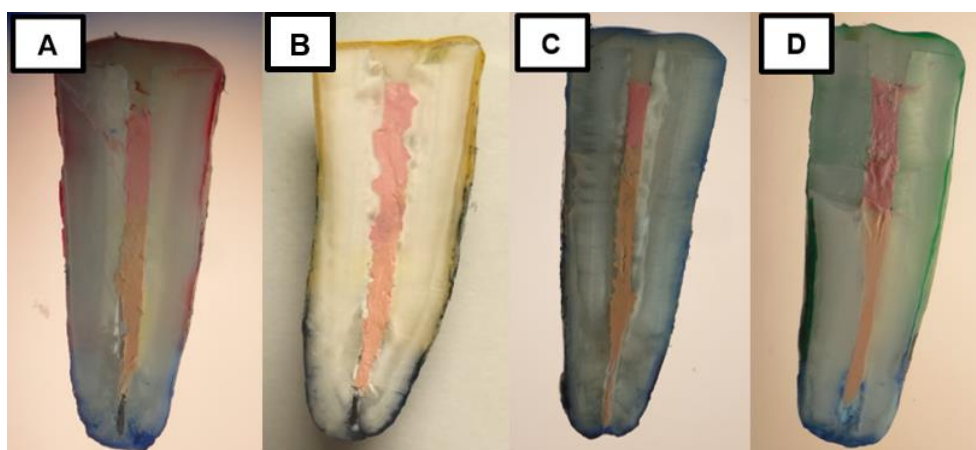


Figura 12 Visualización de las muestras

A) Grupo 1 B) Grupo 2 C) Grupo 3 D) Grupo 4

Fuente: Fabián Soria / Elaboración: Fabián Soria

3.6 Análisis estadístico

Una vez obtenidas las mediciones de las muestras en un cuadro de datos fueron enumeradas desde el N° 1 al N° 18 y se las clasificó a su vez en los 4 grupos de estudio (Anexo 1). La información obtenida fue almacenada en un archivo de Microsoft Excel 2019 para luego emigrar al programa SPSS (Statistical Package for Social Sciences - Versión 25, IBM Corp.©), se trabajó con un nivel de significancia de 0.05 y para la edición de tablas y gráficos fue necesario utilizar el programa Microsoft Excel 2019.

Los datos fueron analizados mediante una prueba estadística descriptiva que determinó la media y la desviación estándar de la profundidad de penetración del tinte (microfiltración) de cada grupo. En este estudio se calculó el coeficiente de correlación entre clases para evaluar el acuerdo entre los dos observadores; una prueba de Shapiro-Wilk para comparar la distribución normal de los datos; una prueba ANOVA de un factor para comparar la microfiltración entre los grupos y una prueba post hoc para comparaciones múltiples.

3.7 Resultados

El coeficiente de correlación entre clases de Kappa de Cohen fue de 0.966 entre los dos observadores, lo que indica un excelente acuerdo. Se encontró que los datos de microfiltración obtenidos tenían una distribución normal ($p > 0.05$) mediante la prueba Shapiro-Wilk, se demostró que las muestras vienen de poblaciones con distribución normal, entonces para la comparación de grupos se utilizó una prueba paramétrica tipo ANOVA. Mediante una prueba estadística descriptiva se determinó la media y la desviación estándar de la microfiltración de los 4 grupos (Tabla 2).

DESCRIPTIVOS								
	N	Media (mm)	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo (mm)	Máximo (mm)
					Límite inferior	Límite superior		
G1= AH Plus Biopceramic + lima fracturada	18	2,78	1,08	0,26	2,24	3,32	1,50	4,90
G2= BioRoot Flow + lima fracturada	18	4,71	1,32	0,31	4,06	5,37	2,70	7,90
G3= AH Plus Biopceramic sin lima	18	2,78	1,13	0,27	2,21	3,34	1,20	5,20
G4= BioRoot Flow sin lima	18	4,30	0,89	0,21	3,86	4,74	2,50	5,60
Total	72	3,64	1,40	0,17	3,31	3,97	1,20	7,90

Tabla 2 Datos Descriptivos de la microfiltración

Elaboración: Fabián Soria

En la tabla 2 se observa que los grupos con la menor microfiltración son el Grupo 1 y Grupo 3 con una media de 2.78 mm, le sigue el Grupo 4 con una media de 4.30 mm y con el mayor grado de microfiltración está el Grupo 2 con una media de 4.71 mm, para determinar si tienen diferencias significativas entre las medias se realizó la prueba ANOVA de un factor (Tabla 3).

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	55,08	3,00	18,36	14,73	0,00
Dentro de grupos	84,77	68,00	1,25		
Total	139,86	71,00			
Nivel de significación (p= <0,05)					

Tabla 3 Prueba ANOVA

Elaboración: Fabián Soria

Según la prueba ANOVA de un factor (Tabla 3) hay diferencias significativas entre los 4 grupos y para determinar cuáles son similares o diferentes se hizo la prueba Post hoc. Por otro lado, se realizó una prueba de homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene y se obtuvo ($p > 0.05$) por tal motivo se eligió usar la prueba de Bonferroni ya que está indicada cuando el número de comparaciones es pequeño (Tabla 4).

PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS			
		Estadístico de Levene	Sig.
MICROFILTRACIÓN	Se basa en la media	0,652	0,584

Tabla 4 Prueba de homogeneidad de varianzas
Elaboración: Fabián Soria

Según la prueba Post Hoc (Bonferroni) los grupos 1 y 3 obturados con AH Plus® Bioceramic (AHPB) tuvieron diferencia significativa en comparación con los grupos 2 y 4 obturados con BioRoot™ Flow (BRF) con p valor de 1; es por esto que se rechaza la $H_0 1$ demostrando así que la obturación con AHPB tiene diferencia significativa en el grado de microfiltración apical en comparación a la obturación con BRF en conductos radiculares rectos. Tanto entre los grupos 1 y 3 obturados con AHPB, así como entre los grupos 2 y 4 obturados con BRF no se encontraron diferencias significativas ($p \text{ valor} = 1$); es por esto que se acepta la $H_0 2$, demostrando que un fragmento de lima recíprocante a nivel apical no influye significativamente el grado de microfiltración apical (Tabla 5) (Figura 13).

PRUEBA POST HOC (BONFERRONI)						
(I) GRUPOS	(J) GRUPOS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
G1= AH Plus Bioceramic + lima fracturada	Grupo 2	-1,93*	0,37	0,00	-2,94	-0,92
	Grupo 3	0,01	0,37	1,00	-1,01	1,02
	Grupo 4	-1,52*	0,37	0,00	-2,53	-0,51
G2= BioRoot Flow + lima fracturada	Grupo 1	1,93*	0,37	0,00	0,92	2,94
	Grupo 3	1,93*	0,37	0,00	0,92	2,94
	Grupo 4	0,41	0,37	1,00	-0,6	1,42
G3= AH Plus Bioceramic sin lima	Grupo 1	-0,01	0,37	1,00	-1,02	1,01
	Grupo 2	-1,93*	0,37	0,00	-2,94	-0,92
	Grupo 4	-1,52*	0,37	0,00	-2,53	-0,51
G4= BioRoot Flow sin lima	Grupo 1	1,52*	0,37	0,00	0,51	2,53
	Grupo 2	-0,41	0,37	1,00	-1,42	0,6
	Grupo 3	1,52*	0,37	0,00	0,51	2,53

Nivel de significancia (p= <0,05)

Tabla 5 Prueba Post hoc (Bonferroni)
Elaboración: Fabián Soria

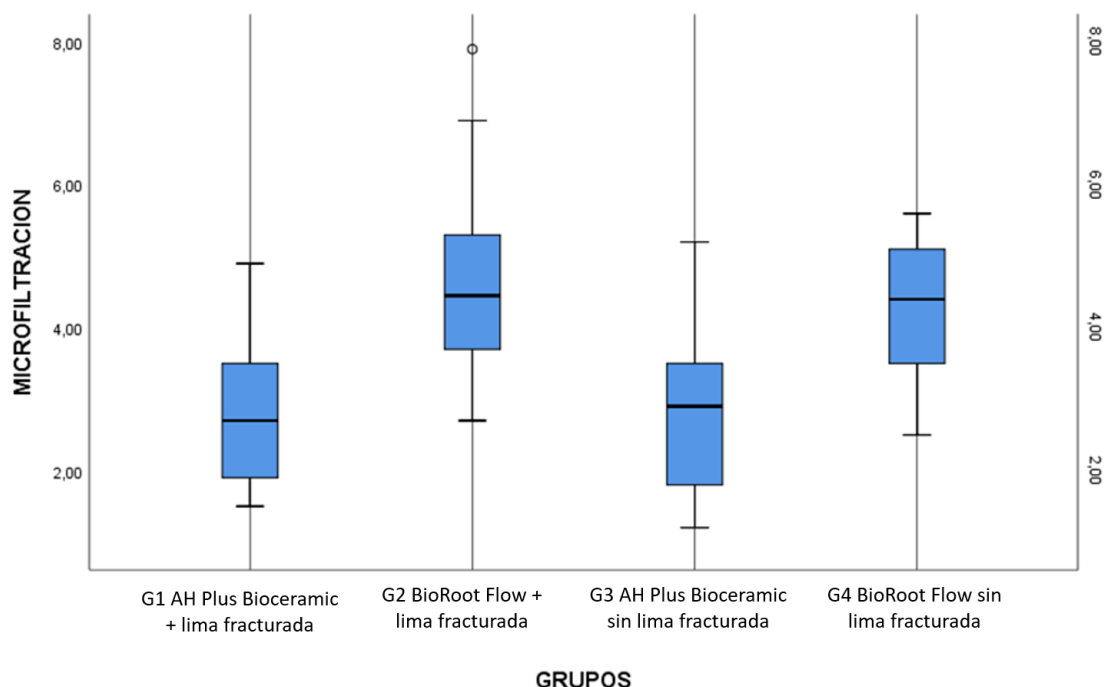


Figura 13 Valores de la profundidad de penetración del tinte en cuatro grupos
Elaboración: Fabián Soria

Capítulo IV

4.1 Discusión

El presente estudio encontró que el grado de microfiltración apical fue menor en las muestras obturadas con AH Plus® Bioceramic Sealer (AHPB) en comparación con las muestras obturadas con BioRoot™ Flow (BRF); esto se debe a que la solubilidad de AHPB es menor a otros cementos biocerámicos debido a una menor cantidad de silicatos de calcio en su composición (11,54). También los resultados demostraron que la presencia de un instrumento fracturado apicalmente no influye en el grado de microfiltración apical esto debido a la fluidez de los biocerámicos ya que poseen partículas más pequeñas en comparación a otros cementos, lo que le permitió adaptarse a la anatomía del conducto y a las estrías de la lima fracturada para proporcionar un sellado apical adecuado (8,38,41,99).

Durante la ejecución del presente estudio se logró observar en ciertas muestra unos puentes de dentina que cubrían ciertas zonas de la obturación, los mismos que debido a su traslucidez no interfirieron en la medición de la penetración del tinte cuando fueron observados en el estereomicroscopio. En el estudio de Lone y colaboradores (42) en el año 2018 se puede observar en una imagen de sus muestras la presencia de este puente de dentina, puesto que el autor no lo reporta en su estudio no se puede conocer el impacto que representa en la medición de penetración de tinte (42).

Manjilla y colaboradores (5) en el año 2022 mediante una técnica de penetración de glucosa evaluaron la microfiltración apical de conductos radiculares con instrumentos fracturados y obturados con técnica de compactación lateral fría y gutapercha termoplastificada con diferentes selladores, encontraron que el biocerámico (Meta Cera) utilizados con técnica termoplástica y lateral fría mostraron una microfiltración apical significativamente menor en comparación a los selladores de resina epóxica (AH Plus), $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Sealapex) y ZOE (Tubli-seal) (5). Esto es atribuible a que el sellador biocerámico se infiltra dentro de los túbulos dentinarios creando un enlace mecánico y un enlace químico el cual desnaturaliza con su alcalinidad las fibras de colágeno para que dé una reacción parcial entre el fosfato, silicato de calcio y el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ creando así hidroxiapatita en la zona de infiltración (5).

Godiny y colaboradores (10) en el año 2017 realizaron una investigación con similar metodología que este estudio, comparando la microfiltración apical en conductos radiculares que contenían un instrumento rotatorio fracturado (Mtwo) y obturados con diferentes materiales mediante penetración de tinte, encontraron que los cementos Ortho MTA y CEM

(cemento enriquecido con calcio) son adecuados para el relleno de conductos radiculares que contienen un instrumento fracturado en comparación con gutapercha inyectada (BeeFill) y gutapercha compactada lateralmente (10). Según el autor OrthoMTA y CEM son cementos hidrófilos, fraguan por expansión, tienen una mayor penetración en los túbulos dentinarios y forman hidroxiapatita, esto les permite mejorar su adaptación y sellar el conducto radicular (10).

De acuerdo a la literatura el método de obturación también influye en el grado de microfiltración apical cuando hay la presencia de un instrumento fracturado a nivel apical (16–18). Según los estudios de Rangappa (16) en el año 2013 y Mehrotra (17) en el año 2022, encontraron que los grupos obturados con Obtura II y un sellador de resina (AHP), presentaban menor microfiltración apical que la técnica de compactación lateral independientemente de la presencia o ausencia de la lima fracturada (16,17). Según los autores estos resultados podrían deberse a que Obtura II facilita la penetración de material al ser reblandecido entre el fragmento de lima y que en la técnica lateral fría hay una mayor presencia de espacios debido a una inadecuada adaptación de los conos de gutapercha (16,17). Estos resultados también coinciden con Taneja y colaboradores (18) que en 2012 compararon la microfiltración apical por medio de una prueba de penetración de glucosa en premolares mandibulares con la presencia y ausencia de un fragmento de 2 sistemas rotatorios (ProTaper y RaCe) para luego sellarlos con 2 técnicas de obturación y un cemento resinoso (AHP), encontraron que la microfiltración apical es significativamente menor en las muestras obturadas con Thermafil en comparación a la técnica lateral fría, independientemente del diseño de la lima o la presencia o ausencia de la misma, según el autor los resultados se deben a la mínima cantidad de sellador y que la gutapercha termoplastificada fluye entre las estrías del instrumento fracturado logrando un buen sellado (18).

El estudio de Saunders y colaboradores (4) en el año 2004 determinaron el efecto que tiene un instrumento separado sobre el grado de penetración bacteriana de grupos con presencia y ausencia de lima obturados con técnica lateral fría y sellador Roth Root 811, se demostró que el instrumento separado no juega un papel importante en la capacidad de sellado del material de obturación (4), esto debido a la anatomía variable del conducto que no coincide con el diámetro redondeado de la lima fracturada, además, las estrías del instrumento separado permiten la extrusión del sellador por lo que el fragmento puede convertirse al equivalente de cualquier otro material de obturación (4).

Donnermeyer y colaboradores (11) en el año 2022 investigaron la solubilidad, el potencial alcalinizante y la idoneidad para la compactación cálida de los selladores AH Plus® Bioceramic (AHPB), Total Fill BC (TFBC) y AH Plus (AHP), encontraron que los selladores premezclados a base de silicato de calcio AHPB y TFBC presentaron una mayor solubilidad y pH que el sellador de resina epóxica AH Plus (11). Sin embargo, el autor menciona que la solubilidad de los biocerámicos es inherente gracias a la alcalinidad que compensa esta desventaja, ya que un pH elevado favorece en la formación de hidroxiapatita en la superficie del sellador ante la humedad, también erradica bacterias residuales e induce la cicatrización y mineralización (11). Finalmente, AHPB presentó una solubilidad menor que TFBC, esto debido a una menor proporción de silicatos de calcio en la composición de AHPB, además los 3 cementos se consideraron seguros para la compactación vertical cálida (11).

Souza y colaboradores (22) en el año 2023 evaluaron las propiedades de los cementos AHPB, EndoSequence BC (ESBC) y AHP, encontraron que AHPB y ESBC tienen un tiempo de fraguado, flujo, liberación de calcio, acción antibacteriana, biocompatibilidad y alcalinidad superiores en comparación a AHP, es gracias a que los biocerámicos son capaces de liberar iones calcio e $\text{Ca}(\text{OH})_2$ que aumentan el pH favoreciendo en la cicatrización, la acción antibacteriana y mejoran la viabilidad celular (22). En cambio, la solubilidad en AHP fue menor a los biocerámicos AHPB y ESBC, esto debido a las finas partículas hidrófilas del biocerámico son solubles ante un líquido (22). El autor menciona que AHPB presentó las propiedades requeridas para ser considerado un buen sellador a pesar de la solubilidad que afecta a todos los cementos a base de silicato de calcio (22).

Cardinali y colaboradores (55) en 2023 mencionan que BioRoot® RCS (BRR) y BioRoot™ Flow (BRF) son idénticos en composición excepto por el tipo de vehículo, ya que el primero usa agua y el segundo utiliza propilenglicol (55), es por esto que se utilizó una investigación referente a BRR (21) ya que en la actualidad no existen investigaciones que evalúen la microfiltración apical de BRF (100). Viapiana y colaboradores (21) en 2016 evaluaron la capacidad de sellado de AHP y BRR mediante microtomografía y transporte de fluidos, demostraron que BRR fue el cemento que presentó un mayor volumen de espacios, pero al mismo tiempo ambos cementos no mostraron diferencia significativa en la capacidad de sellado, esto se debe a que BRR interacciona con el líquido dentinario formando tapones minerales los cuales mejoran el sellado de la obturación (21).

Como se puede apreciar existen varios estudios que coinciden con los resultados de la presente investigación, en el que demuestran que la fractura de una lima a nivel apical no afecta significativamente el grado de microfiltración apical (4,5,10,16–18), así como hay

investigaciones que difieren con estos resultados (14,15). Altundasar y colaboradores (14) en 2008 compararon la microfiltración apical por medio de una prueba de transporte de líquido modificado en premolares humanos con la presencia y ausencia de un fragmento de 2 sistemas rotatorios (ProTaper y ProFile) y sellados con 2 técnicas de obturación y un cemento resinoso (AHP), informaron que las raíces con un fragmentos de lima rotatoria NiTi mostraron una fuga significativamente mayor que aquellas obturadas sin una lima fracturada independientemente del tipo de lima o técnica de obturación; esto se debe a que el fragmento de lima interfiere en una correcta adaptación de la gutapercha y que el sellado apical dependa solo del sellador (14). Evren y colaboradores (15) en 2015 compararon la microfiltración apical por medio de una prueba de penetración de tinte en incisivos humanos con la presencia y ausencia de un fragmento de 2 sistemas rotatorios (ProTaper y Revo-S) y obturados con técnica lateral fría y cemento resinoso (AHP), informaron que la separación de los instrumentos rotatorios de NiTi en el conducto radicular afecta negativamente el sellado apical de la obturación, independientemente del diseño transversal del instrumento, estos resultados se pudieron deber a que el presente estudio utilizó fragmentos de 4 mm lo que proporciona una mayor área desde la cual medir la fuga del tinte (15).

También hay varios estudios que corroboran los resultados de esta investigación con respecto a la eficacia de los cementos biocerámicos (5,10,11,21,22), pero al mismo tiempo hay investigaciones contrarias a nuestros resultados (11,22,23). Con respecto a la efectividad de los selladores biocerámicos contra los de resina epóxica, Rekha y colaboradores (23) en 2023 en su revisión sistemática y metaanálisis encontraron que no hay diferencias significativas entre la capacidad de sellado de estos 2 tipos de materiales ya que demostraron cualidades comparables (23). No obstante, el autor menciona que dada la heterogeneidad estadística y el alto riesgo de sesgo con respecto a la estandarización de su metodología estos resultados deben interpretarse con cautela, por lo tanto ambos son seguros y el clínico puede elegir el material adecuado en función de otros aspectos (23). Donnermeyer (11) y Souza (23) concuerdan que AHPB posee una mayor solubilidad (30 %) en comparación a AHP (0.5 %), si bien la solubilidad afecta a todos los selladores biocerámicos esta puede ser responsable de crear espacios en la obturación comprometiendo el pronóstico del tratamiento, pero ambos mencionan que esta desventaja es compensada con sus otras propiedades tales como un menor tiempo de fraguado, fluidez ideal, liberación de calcio, alcalinidad, acción antibacteriana, biocompatibilidad y cicatrización de tejidos (11,22).

En la actualidad no hay material o técnica de obturación que logre un sellado completamente homogéneo y una obturación libre de espacios (7,23), ningún estudio hasta la fecha ha demostrado que sellador o sistema permite una obturación libre de microfiltración apical en

conductos con un instrumento fracturado (4,5,10,14–18). Por otra parte, la dificultad de garantizar una obturación ideal independientemente de la condición del conducto radicular, nos hace pensar que debemos emplear técnicas y materiales que demuestren propiedades ideales y que garanticen una obturación con la menor microfiltración apical posible, evitando de este modo que se perjudique el sellado del tratamiento endodóntico y por ende el pronóstico de la pieza dental.

4.2 Conclusiones

Según los resultados obtenidos en esta investigación, los conductos obturados con el cemento sellador biocerámico premezclado AH Plus® Bioceramic Sealer mostraron menor grado de microfiltración apical en comparación al cemento sellador biocerámico premezclado BioRoot™ Flow. También, los resultados de este estudio demostraron que la obturación con la presencia o ausencia de una lima reciprocante fracturada a nivel apical en el interior del conducto radicular no influyó en el grado de microfiltración apical independientemente del cemento sellador biocerámico.

4.3 Recomendaciones

- Se recomienda comparar el grado de microfiltración apical de distintos cementos selladores biocerámicos existentes en la actualidad.
- Es conveniente realizar estudios de microscopia electrónica de barrido para observar las características de la interfaz de adhesión de los cementos biocerámicos al tejido dentinario radicular.
- Se recomienda investigar el grado de disolución de los diferentes cementos selladores biocerámicos.
- Se sugiere realizar análisis mediante espectrometría para conocer los componentes y porcentajes de los diferentes selladores biocerámicos.

4.4 Limitaciones

- La precisión de corte de las muestras constituyó una variable debido a la diversidad morfológica de los conductos, siendo este una limitante que no se pudo controlar.
- Se empleó especímenes bovinos debido a las implicaciones éticas en cuanto el uso de dientes humanos.
- A pesar de haber estandarizado la preparación del conducto radicular la cantidad de material obturador dentro del mismo no fue estandarizada ya que la anatomía del conducto es variable.
- Al ser un estudio in vitro no refleja resultados exactos en comparación a una obturación realizada directamente en un paciente.

Referencias

1. Washio A, Miura H, Morotomi T, Ichimaru-Suematsu M, Miyahara H, Hanada-Miyahara K, et al. Effect of Bioactive Glass-Based Root Canal Sealer on the Incidence of Postoperative Pain after Root Canal Obturation. *Int J Environ Res Public Health*. 28 de noviembre de 2020;17(23):8857.
2. Tibúrcio-Machado CS, Michelon C, Zanatta FB, Gomes MS, Marin JA, Bier CA. The global prevalence of apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J*. mayo de 2021;54(5):712-35.
3. Zubizarreta-Macho Á, Rico-Romano C, Fernández-Aceñero MJ, Mena-Álvarez J, Cabal B, Díaz LA, et al. Adding Two Antimicrobial Glasses to an Endodontic Sealer to Prevent Bacterial Root Canal Reinfection: An In Vivo Pilot Study in Dogs. *Antibiot Basel Switz*. 28 de septiembre de 2021;10(10):1183.
4. Saunders JL, Eleazer PD, Zhang P, Michalek S. Effect of a separated instrument on bacterial penetration of obturated root canals. *J Endod*. marzo de 2004;30(3):177-9.
5. Manjila JC, Vijay R, Sirekha A, Santhosh L, Reddy J, Srinivasan A. Apical microleakage in root canals with separated rotary instruments obturated with different endodontic sealers. *J Conserv Dent JCD*. 2022;25(3):274-7.
6. Santos-Junior AO, Tanomaru-Filho M, Pinto JC, Tavares KIMC, Torres FFE, Guerreiro-Tanomaru JM. Effect of obturation technique using a new bioceramic sealer on the presence of voids in flattened root canals. *Braz Oral Res [Internet]*. 12 de febrero de 2021 [citado 14 de noviembre de 2022];35. Disponible en: <http://www.scielo.br/j/bor/a/qzXNV494RWmRyXFnqLdCVjr/?lang=en>
7. Gupta R, Dhingra A, Panwar NR. Comparative evaluation of three different obturating techniques lateral compaction, thermafil and calamus for filling area and voids using cone beam computed tomography: an invitro study. *J Clin Diagn Res JCDR*. agosto de 2015;9(8):ZC15-7.
8. Asawaworarit W, Pinyosopon T, Kijsamanmith K. Comparison of apical sealing ability of bioceramic sealer and epoxy resin-based sealer using the fluid filtration technique and scanning electron microscopy. *J Dent Sci*. junio de 2020;15(2):186-92.
9. Kaul S, Kumar A, Badiyani BK, Sukhtankar L, Madhumitha M, Kumar A. Comparison of sealing ability of Bioceramic Sealer, AH Plus, and GuttaFlow in conservatively prepared curved Root canals obturated with single-cone technique: An in vitro study. *J Pharm Bioallied Sci*. junio de 2021;13(Suppl 1):S857-60.
10. Godiny M, Hatam R, Khavid A, Khanlari S. Apical microleakage in root canals containing broken rotary Instruments. *Iran Endod J*. 2017;12(3):360-5.
11. Donnermeyer D, Schemkämper P, Bürklein S, Schäfer E. Short and Long-Term Solubility, Alkalizing Effect, and Thermal Persistence of Premixed Calcium Silicate-Based Sealers:

- AH Plus Bioceramic Sealer vs. Total Fill BC Sealer. Mater Basel Switz. 19 de octubre de 2022;15(20):7320.
12. Khatib MS, Devarasanahalli SV, Aswathanarayana RM, Das P, Nadig RR. Comparison of the sealing ability of Endocem mineral trioxide aggregate and Endoseal mineral trioxide aggregate as a furcal perforation repair material under the operating microscope: An in-vitro: study. *Endodontology*. junio de 2019;31(1):25.
 13. Dastorani M, Shourvarzi B, Nojourni F, Ajami M. Comparison of bacterial microleakage of endoseal MTA sealer and Pro-Root MTA in root perforation. *J Dent*. junio de 2021;22(2):96-101.
 14. Altundasar E, Sahin C, Ozcelik B, Cehreli ZC. Sealing properties of different obturation systems applied over apically fractured rotary nickel-titanium files. *J Endod*. febrero de 2008;34(2):194-7.
 15. Evren O, Ertas H, İysal B. EFFECT OF SEPARATED ROTARY INSTRUMENTS ON THE APICAL MICROLEAKAGE OF ROOT CANAL FILLINGS. En: Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi [Internet]. 2015 [citado 20 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://dentistry-ataunipress.org/en/effect-of-separated-rotary-instruments-on-the-apical-microleakage-of-root-canal-fillings-13546>
 16. Rangappa KG, Hegde J, Chikkamallaiiah C, Bashetty K, Rashmi K, Kumar KK. Comparative evaluation of the sealing ability of different obturation systems used over apically separated rotary nickel-titanium files: An in vitro study. *J Conserv Dent JCD*. septiembre de 2013;16(5):408-12.
 17. Mehrotra A, Gutte NH, Mishra R, Ughade SP, Nanditha SK, Shankar. Sealing ability of different obturating techniques in apically separated rotary files: An In Vitro study. *J Pharm Bioallied Sci*. 7 de enero de 2022;14(5):884.
 18. Taneja S, Chadha R, Gupta R, Gupta A. Comparative evaluation of sealing properties of different obturation systems placed over apically fractured rotary NiTi files. *J Conserv Dent JCD*. 2012;15(1):36-40.
 19. Canalda C, Brau, Esteve. Endodoncia técnicas clínicas y bases científicas [Internet]. 3era ed. Barcelona: Elsevier; 2014 [citado 15 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://booksmedicos.org/endodoncia-tecnicas-clinicas-y-bases-cientificas-canalda-3a-edicion/>
 20. Vishwanath V, Rao HM. Gutta-percha in endodontics - A comprehensive review of material science. *J Conserv Dent JCD*. 2019;22(3):216-22.
 21. Viapiana R, Moinzadeh AT, Camilleri L, Wesselink PR, Tanomaru Filho M, Camilleri J. Porosity and sealing ability of root fillings with gutta-percha and BioRoot RCS or AH Plus sealers. Evaluation by three ex vivo methods. *Int Endod J*. agosto de 2016;49(8):774-82.
 22. Souza LC de, Neves GST, Kirkpatrick T, Letra A, Silva R. Physicochemical and Biological Properties of AH Plus Bioceramic. *J Endod*. 1 de enero de 2023;49(1):69-76.

23. Rekha R, Kavitha R, Venkitachalam R, Prabath SVP, Deepthy S, Krishnan V. Comparison of the sealing ability of bioceramic sealer against epoxy resin based sealer: A systematic review & meta-analysis. *J Oral Biol Craniofacial Res.* 2023;13(1):28-35.
24. Guide to clinical endodontics [Internet]. American association of endodontists. [citado 15 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.aae.org/specialty/clinical-resources/guide-clinical-endodontics/>
25. Basrani B, Haapasalo M. Update on endodontic irrigating solutions: Update on endodontic irrigating solutions. *Endod Top.* septiembre de 2012;27(1):74-102.
26. Soares IJ, Goldberg F. Endodoncia, Técnicas y fundamentos [Internet]. Segunda. Madrid: Panamericana; 2012 [citado 6 de noviembre de 2022]. 525 p. Disponible en: https://www.academia.edu/8226348/Soares_and_Goldberg_ENDODONCIA_TECNICA_Y_FUNDAMENTOS
27. Tronstad L. *Clinical Endodontics*. Tercera. New York: Thieme; 2009. 276 p.
28. Estrela C, Estrela CRA, Barbin EL, Spanó JCE, Marchesan MA, Pécora JD. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Braz Dent J.* 2002;13(2):113-7.
29. Dornelles-Morgental R, Guerreiro-Tanomaru JM, de Faria-Júnior NB, Hungaro-Duarte MA, Kuga MC, Tanomaru-Filho M. Antibacterial efficacy of endodontic irrigating solutions and their combinations in root canals contaminated with *Enterococcus faecalis*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* septiembre de 2011;112(3):396-400.
30. Zhang K, Kim YK, Cadenaro M, Bryan TE, Sidow SJ, Loushine RJ, et al. Effects of different exposure times and concentrations of sodium hypochlorite/ethylenediaminetetraacetic acid on the structural integrity of mineralized dentin. *J Endod.* enero de 2010;36(1):105-9.
31. Alcota Rojas M, Zepeda Zárate C. Calidad técnica de la obturación radiográfica de tratamientos realizados por estudiantes del posgrado en Endodoncia de la Universidad de Chile. *Endod Madr.* 2010;215-9.
32. Bovéda C. Endodoncia [Internet]. [citado 15 de noviembre de 2022]. Disponible en: https://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_51.htm
33. Endodoncia [Internet]. [citado 15 de noviembre de 2022]. Disponible en: https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:R_nMWY3gZXkJ:https://www.endodoncia-sae.com.ar/download/colegas/colegas_38.pdf&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec
34. Lim ES, Park YB, Kwon YS, Shon WJ, Lee KW, Min KS. Physical properties and biocompatibility of an injectable calcium-silicate-based root canal sealer: in vitro and in vivo study. *BMC Oral Health.* 21 de octubre de 2015;15:129.
35. Berman L, Cohen S. *Cohen vías de la pulpa*. 12.^a ed. España: Elsevier; 2022. 992 p.

36. Komabayashi T, Colmenar D, Cvach N, Bhat A, Primus C, Imai Y. Comprehensive review of current endodontic sealers. *Dent Mater J*. 29 de septiembre de 2020;39(5):703-20.
37. Wang Z, Shen Y, Haapasalo M. Dental materials with antibiofilm properties. *Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater*. febrero de 2014;30(2):e1-16.
38. Donnermeyer D, S B, T D, E S. Endodontic sealers based on calcium silicates: a systematic review. *Odontology [Internet]*. octubre de 2019 [citado 1 de diciembre de 2023];107(4). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30554288/>
39. Aminoshariae A, Primus C, Kulild JC. Tricalcium silicate cement sealers: Do the potential benefits of bioactivity justify the drawbacks? *J Am Dent Assoc* 1939. agosto de 2022;153(8):750-60.
40. Cañadas PS, Berástegui E, Gaton-Hernández P, Silva LAB, Leite GA, Silva RS. Physicochemical properties and interfacial adaptation of root canal sealers. *Braz Dent J*. 2014;25(5):435-41.
41. Mohamed El Sayed MAA, Al Hussein H. Apical dye leakage of two single-cone root canal core materials (hydrophilic core material and gutta-percha) sealed by different types of endodontic sealers: An in vitro study. *J Conserv Dent JCD*. 2018;21(2):147-52.
42. Lone MM, Khan FR, Lone MA. Evaluation of Microleakage in Single-Rooted Teeth Obturated with Thermoplasticized Gutta-Percha Using Various Endodontic Sealers: An In-Vitro Study. *J Coll Physicians Surg--Pak JCPSP*. mayo de 2018;28(5):339-43.
43. López-López J, Estrugo-Devesa A, Jané-Salas E, Segura-Egea JJ. Inferior alveolar nerve injury resulting from overextension of an endodontic sealer: non-surgical management using the GABA analogue pregabalin. *Int Endod J*. enero de 2012;45(1):98-104.
44. Alves Silva EC, Tanomaru-Filho M, da Silva GF, Delfino MM, Cerri PS, Guerreiro-Tanomaru JM. Biocompatibility and Bioactive Potential of New Calcium Silicate-based Endodontic Sealers: Bio-C Sealer and Sealer Plus BC. *J Endod*. octubre de 2020;46(10):1470-7.
45. Zhekov KI, Stefanova VP. Retreatability of Bioceramic Endodontic Sealers: a Review. *Folia Med (Plovdiv)*. 30 de junio de 2020;62(2):258-64.
46. Toubes KS de, Tonelli SQ, Girelli CFM, Azevedo CG de S, Thompson ACT, Nunes E, et al. Bio-C Repair - A New Bioceramic Material for Root Perforation Management: Two Case Reports. *Braz Dent J*. 2021;32(1):104-10.
47. Jitaru S, Hodisan I, Timis L, Lucian A, Bud M. The use of bioceramics in endodontics - literature review. *Clujul Med 1957*. 2016;89(4):470-3.
48. Al-Haddad A, Che Ab Aziz ZA. Bioceramic-based root canal sealers: A review. *Int J Biomater*. 2016;2016:9753210.

49. Guivarc'h M, Jeanneau C, Giraud T, Pommel L, About I, Azim AA, et al. An international survey on the use of calcium silicate-based sealers in non-surgical endodontic treatment. *Clin Oral Investig.* enero de 2020;24(1):417-24.
50. Ginebra MP, Fernández E, De Maeyer EA, Verbeeck RM, Boltong MG, Ginebra J, et al. Setting reaction and hardening of an apatitic calcium phosphate cement. *J Dent Res.* abril de 1997;76(4):905-12.
51. Wang Z, Shen Y, Haapasalo M. Antimicrobial and Antibiofilm Properties of Bioceramic Materials in Endodontics. *Mater Basel Switz.* 10 de diciembre de 2021;14(24):7594.
52. Wang Z. Bioceramic materials in endodontics. *Endod Top.* 2015;32(1):3-30.
53. Zordan-Bronzel CL, Esteves Torres FF, Tanomaru-Filho M, Chávez-Andrade GM, Bosso-Martelo R, Guerreiro-Tanomaru JM. Evaluation of Physicochemical Properties of a New Calcium Silicate-based Sealer, Bio-C Sealer. *J Endod.* octubre de 2019;45(10):1248-52.
54. Sanz JL, López-García S, Rodríguez-Lozano FJ, Melo M, Lozano A, Llena C, et al. Cytocompatibility and bioactive potential of AH Plus Bioceramic Sealer: An in vitro study. *Int Endod J.* octubre de 2022;55(10):1066-80.
55. Cardinali F, Camilleri J. A critical review of the material properties guiding the clinician's choice of root canal sealers. *Clin Oral Investig.* 17 de julio de 2023;27(8):4147-55.
56. Brochure AH Plus Bioceramic Sealer_EN.pdf [Internet]. [citado 12 de marzo de 2024]. Disponible en: https://www.gama.se/storage/92490C2E0C6E74DBC38165EF334CD1C01BD95424ED0F1263FDC5154F38C085C1/1d920ded003c4a2395ea14a043f65a30/pdf/media/f32c73f47864424a9bb270247748268d/Brochure%20AH%20Plus%20Bioceramic%20Sealer_EN.pdf
57. Bioroot-Flow-Brochure-V16.pdf [Internet]. [citado 19 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.septodont-fr.ca/wp-content/uploads/sites/13/2022/11/Bioroot-Flow-Brochure-V16.pdf?x55632>
58. Madarati AA, Hunter MJ, Dummer PMH. Management of intracanal separated instruments. *J Endod.* mayo de 2013;39(5):569-81.
59. Terauchi Y, Ali WT, Abielhassan MM. Present status and future directions: Removal of fractured instruments. *Int Endod J.* mayo de 2022;55 Suppl 3:685-709.
60. Madarati AA, Watts DC, Qualtrough AJE. Opinions and attitudes of endodontists and general dental practitioners in the UK towards the intracanal fracture of endodontic instruments: part 1. *Int Endod J.* agosto de 2008;41(8):693-701.
61. Tzanetakakis GN, Kontakiotis EG, Maurikou DV, Marzelou MP. Prevalence and management of instrument fracture in the postgraduate endodontic program at the Dental School of Athens: a five-year retrospective clinical study. *J Endod.* junio de 2008;34(6):675-8.

62. Arshadifar E, Shahabinejad H, Fereidooni R, Shahravan A, Kamyabi H. Possibility of Bypassing Three Fractured Rotary NiTi Files and Its Correlation with the Degree of Root Canal Curvature and Location of the Fractured File: An In Vitro Study. *Iran Endod J.* 2022;17(2):62-6.
63. McGuigan MB, Louca C, Duncan HF. Clinical decision-making after endodontic instrument fracture. *Br Dent J.* abril de 2013;214(8):395-400.
64. Siqueira JF. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *Int Endod J.* enero de 2001;34(1):1-10.
65. Kiefner P, Ban M, De-Deus G. Is the reciprocating movement per se able to improve the cyclic fatigue resistance of instruments? *Int Endod J.* mayo de 2014;47(5):430-6.
66. Shen Y, Huang X, Wang Z, Wei X, Haapasalo M. Low Environmental Temperature Influences the Fatigue Resistance of Nickel-titanium Files. *J Endod.* abril de 2018;44(4):626-9.
67. Pedullà E, La Rosa GRM, Virgillito C, Rapisarda E, Kim HC, Generali L. Cyclic Fatigue Resistance of Nickel-titanium Rotary Instruments according to the Angle of File Access and Radius of Root Canal. *J Endod.* marzo de 2020;46(3):431-6.
68. Spili P, Parashos P, Messer HH. The impact of instrument fracture on outcome of endodontic treatment. *J Endod.* diciembre de 2005;31(12):845-50.
69. de OLIVEIRA SG dias, GOMES DJ, COSTA MH das N, de SOUSA ER, LUND RG. Coronal microleakage of endodontically treated teeth with intracanal post exposed to fresh human saliva. *J Appl Oral Sci.* 2013;21(5):403-8.
70. Magura ME, Kafrawy AH, Brown CE, Newton CW. Human saliva coronal microleakage in obturated root canals: an in vitro study. *J Endod.* julio de 1991;17(7):324-31.
71. Rechenberg DK, Thurnheer T, Zehnder M. Potential systematic error in laboratory experiments on microbial leakage through filled root canals: an experimental study. *Int Endod J.* septiembre de 2011;44(9):827-35.
72. Lahor-Soler E, Miranda-Rius J, Brunet-Llobet L, Farré M, Pumarola J. In vitro study of the apical microleakage with resilon root canal filling using different final endodontic irrigants. *J Clin Exp Dent.* abril de 2015;7(2):e212-217.
73. Hasheminia SM, Farhad A, Davoudi H, Sarfaraz D. Microleakage of five separated nickel-titanium rotary file systems in the apical portion of the root canal. *Dent Res J.* 2022;19:46.
74. Monardes Cortés H, Abarca Revecó J, Castro Hurtado P. Microfiltración apical de dos cementos selladores: un estudio in vitro. *Int J Odontostomatol.* diciembre de 2014;8(3):393-8.

75. Asawaworarit W, Pinyosopon T, Kijsamanmith K. Comparison of apical sealing ability of bioceramic sealer and epoxy resin-based sealer using the fluid filtration technique and scanning electron microscopy. *J Dent Sci.* junio de 2020;15(2):186-92.
76. Jindal D, Sharma M, Raisingani D, Swarnkar A, Pant M, Mathur R. Volumetric analysis of root filling with cold lateral compaction, Obtura II, Thermafil, and Calamus using spiral computerized tomography: An In vitro Study. *Indian J Dent Res Off Publ Indian Soc Dent Res.* 2017;28(2):175-80.
77. Padmawar NS, Mopagar V, Vadvadgi V, Mustilwar RG, Joshi S, Pawar N. COMPARATIVE EVALUATION OF APICAL SEALING ABILITY OF AH PLUS, ENDOSEQUENCE RCS & ENDOREZ AS ROOT CANAL SEALERS.- AN IN VITRO STUDY. *Int J Sci Res [Internet].* 9 de julio de 2018 [citado 24 de febrero de 2024]; Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/COMPARATIVE-EVALUATION-OF-APICAL-SEALING-ABILITY-OF-Padmawar-Mopagar/02684d585ab6da9ea1538c78f8569118899ca853>
78. Pawar SS, Pujar MA, Makandar SD. Evaluation of the apical sealing ability of bioceramic sealer, AH plus & epiphany: An in vitro study. *J Conserv Dent JCD.* noviembre de 2014;17(6):579-82.
79. Eltair M, Pitchika V, Hickel R, Kühnisch J, Diegritz C. Evaluation of the interface between gutta-percha and two types of sealers using scanning electron microscopy (SEM). *Clin Oral Investig.* 1 de mayo de 2018;22.
80. Hegde V, Arora S. Sealing ability of three hydrophilic single-cone obturation systems: An in vitro glucose leakage study. *Contemp Clin Dent.* marzo de 2015;6(Suppl 1):S86-89.
81. Ballullaya SV, Vinay V, Thumu J, Devalla S, Bollu IP, Balla S. Stereomicroscopic Dye Leakage Measurement of Six Different Root Canal Sealers. *J Clin Diagn Res JCDR.* junio de 2017;11(6):ZC65-8.
82. El Hachem R, Khalil I, Le Brun G, Pellen F, Le Jeune B, Daou M, et al. Dentinal tubule penetration of AH Plus, BC Sealer and a novel tricalcium silicate sealer: a confocal laser scanning microscopy study. *Clin Oral Investig.* abril de 2019;23(4):1871-6.
83. Hasnain M, Bansal P, Nikhil V. An in vitro comparative analysis of sealing ability of bioceramic-based, methacrylate-based, and epoxy resin-based sealers. *Endodontology.* diciembre de 2017;29(2):146.
84. Melo TV de, Prado MC, Junior RH, Fidel SR, Silva EJNL da, Sassone LM. Improved sealing ability promoted by calcium silicate-based root canal sealers. *Braz J Oral Sci.* 5 de junio de 2018;17:e18148-e18148.
85. Celikten B, Uzuntas CF, Orhan AI, Orhan K, Tufenkci P, Kursun S, et al. Evaluation of root canal sealer filling quality using a single-cone technique in oval shaped canals: An In vitro Micro-CT study. *Scanning.* 2016;38(2):133-40.

86. Antunovic M, Vukmanovic L, Budimir A, Kabil E, Anic I, Bago I. Evaluation of sealing ability of four bioceramic root canal sealers and an epoxy resin-based sealer: An in vitro study. *Saudi Endod J.* abril de 2021;11(1):66.
87. Camilleri J. Sealers and warm gutta-percha obturation techniques. *J Endod.* enero de 2015;41(1):72-8.
88. Carvalho MFF de, Leijôto-Lannes ACN, Rodrigues MCN de, Nogueira LC, Ferraz NKL, Moreira AN, et al. Viability of bovine teeth as a substrate in bond strength tests: A systematic review and meta-analysis. *J Adhes Dent.* 2018;20(6):471-9.
89. Soares FZM, Follak A, da Rosa LS, Montagner AF, Lenzi TL, Rocha RO. Bovine tooth is a substitute for human tooth on bond strength studies: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater.* noviembre de 2016;32(11):1385-93.
90. Farez Guichay DP, Lima Illescas MV, Jiménez Romero MN, Verdugo Tinitana VI, Farez Guichay DP, Lima Illescas MV, et al. Comparación del grosor de tejidos blandos del mentón en individuos con diferentes patrones de crecimiento facial en radiografías cefálicas laterales. *Rev Estomatológica Hered.* octubre de 2021;31(4):272-80.
91. Guía: Determinación del tamaño muestral - Fisterra [Internet]. [citado 1 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://www.fisterra.com/formacion/metodologia-investigacion/determinacion-tamano-muestral/>
92. Ventura MDC, Vizcarra CFJ. Diferencias de la microfiltración marginal in vitro de adhesivos de quinta generación y universal en restauraciones clase I con resina de nanorelleno. *Rev Cienc Tecnol - Para El Desarro - UJCM.* 20 de noviembre de 2017;3(5):24-34.
93. A great file. Even better. [Internet]. [citado 27 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:tQVTZ4Mw01UJ:https://www.vdw-dental.com/fileadmin/Dokumente/Sortiment/Aufbereitung/Reziproke-Aufbereitung/RECIPROC-blue/VDW-Dental-RECIPROCblue-User-Brochure-EN.pdf&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=ec>
94. Yared G. Reciproc blue: The new generation of reciprocation. *G Ital Endodonzia.* 1 de octubre de 2017;31.
95. Ugur Aydin Z, Koşumcu S, Meşeci B. Effect of different Irrigation activation techniques on sealer penetration: A confocal laser microscopy study. *Chin J Dent Res Off J Sci Sect Chin Stomatol Assoc CSA.* 23 de junio de 2021;24(2):113-8.
96. Urban K, Donnermeyer D, Schäfer E, Bürklein S. Canal cleanliness using different irrigation activation systems: a SEM evaluation. *Clin Oral Investig.* diciembre de 2017;21(9):2681-7.
97. Ruddle CJ. Filling root canal systems: the Calamus 3-D obturation technique. *Dent Today.* abril de 2010;29(4):76, 78-81.

98. Molina-Pule CG, García-Merino IR, Aldas-Ramírez JE, Falconí-Borja G, Armas-Vega A del C, Molina-Pule CG, et al. Evaluación del grado de microfiltración en restauraciones de composite tras diferentes periodos de envejecimiento. *Rev Fac Odontol Univ Antioquia*. diciembre de 2015;27(1):76-85.
99. Guerrero F, Mendoza A, Ribas D, Aspiazu K. Apexification: A systematic review. *J Conserv Dent JCD*. octubre de 2018;21(5):462.
100. Radwanski M, Rozpedek-Kaminska W, Galita G, Siwecka N, Sokolowski J, Majsterek I, et al. Cytotoxicity and genotoxicity of bioceramic root canal sealers compared to conventional resin-based sealer. *Sci Rep*. 19 de febrero de 2024;14(1):4124.

Anexos

Anexo A. Tabla de recolección de datos

GRUPO	NÚMERO DE MUESTRA	MICROFILTRACION (mm)
1	1	2,3
1	2	3,5
1	3	1,9
1	4	4,4
1	5	2,6
1	6	2,8
1	7	4,6
1	8	1,7
1	9	3,5
1	10	1,7
1	11	2,8
1	12	1,5
1	13	3,4
1	14	1,5
1	15	1,9
1	16	2
1	17	4,9
1	18	3,1
2	1	4,6
2	2	4,5
2	3	6,6
2	4	4,4
2	5	4,1
2	6	4,9
2	7	3,5
2	8	6,9
2	9	5,5
2	10	2,7
2	11	5,3
2	12	7,9
2	13	4,5
2	14	3,7
2	15	3,6
2	16	4,3
2	17	4,1
2	18	3,7

3	1	3,8
3	2	3,5
3	3	1,9
3	4	1,2
3	5	4
3	6	4,3
3	7	1,8
3	8	1,3
3	9	3,2
3	10	2,7
3	11	3,1
3	12	5,2
3	13	1,8
3	14	1,7
3	15	1,8
3	16	3,3
3	17	2,2
3	18	3,2
4	1	5,4
4	2	3,4
4	3	4,6
4	4	4,7
4	5	4,5
4	6	5,1
4	7	5,6
4	8	5,5
4	9	3,5
4	10	4,2
4	11	4,3
4	12	2,5
4	13	3,1
4	14	4,5
4	15	3,4
4	16	3,6
4	17	4,3
4	18	5,2