



UNIVERSIDAD PERUANA  
CAYETANO HEREDIA

“EFICACIA PARA LA  
DESObTURACIÓN DE GUTAPERCHA  
MEDIANTE MICROSCOPIO  
OPERATORIO, ULTRASONIDO Y  
SISTEMA DE DESObTURACIÓN  
EXPERIMENTAL COMO  
COADYUVANTE A LAS LIMAS  
ENDODONTICAS: ESTUDIO EX VIVO”

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
DOCTOR EN ESTOMATOLOGÍA

CÉSAR ANDRÉ ZEVALLOS QUIROZ

LIMA – PERÚ  
2024

**ASESORES**

**Dra. Mg. Lidia Yileng Tay Chu Jon**

**Mg.CD. Carmen Rosa García Rupaya**

**JURADO DE TESIS**

PRESIDENTE

VOCAL

VOCAL

SECRETARIO

## **DEDICATORIA**

A mi compañera de vida, amiga y esposa Gisella que es mi fortaleza.  
A mis hijos Alessia, Sofía y Fabio que son mi motor para salir adelante.  
A mi madre que me ha formado y soy producto de su esfuerzo.

## **AGRADECIMIENTO**

Ph.D. CD. Lidia Yileng Tay Chu Jon

Ph.D. CD. John Alexis Domínguez

Mg. CD. Carmen Rosa García

Ph.D. CD. Tulio Olano

## TABLA DE CONTENIDOS

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>I.1 Marco Teórico .....</b>	<b>3</b>
<b>II. OBJETIVOS .....</b>	<b>11</b>
<b>II.1 Objetivo general .....</b>	<b>11</b>
<b>II.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>11</b>
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>12</b>
<b>III.1 Diseño de estudio.....</b>	<b>12</b>
<b>III.2 Objeto de estudio.....</b>	<b>12</b>
<b>III.3 Variables .....</b>	<b>14</b>
<b>III.4 Técnicas y procedimientos.....</b>	<b>16</b>
<b>III.5 Consideraciones éticas.....</b>	<b>26</b>
<b>III.6 Plan de análisis .....</b>	<b>26</b>
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>27</b>
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>32</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>41</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>42</b>
<b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>43</b>
<b>IX. ANEXOS.....</b>	<b>53</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

		<b>Página</b>
<b>Tabla 1</b>	Evaluación de la eficacia para la desobturación de gutapercha mediante microscopio operatorio, ultrasonido y sistema de desobturación experimental como coadyuvante a las limas endodónticas	27
<b>Tabla 2</b>	Evaluación del tiempo en minutos que demora para la desobturación de gutapercha mediante ultrasonido Clearsonic® y sistema de desobturación experimental como coadyuvante a las limas endodónticas Reciproc®.	28
<b>Tabla 3</b>	Evaluación del porcentaje de volumen de material de obturación residual en la desobturación de gutapercha mediante ultrasonido Clearsonic ® y sistema de desobturación experimental como coadyuvante a las limas endodónticas Reciproc®.	29

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

		<b>Página</b>
<b>Gráfico 1</b>	Tiempo que demora para la desobturación de gutapercha con microscopio operatorio y sin microscopio operatorio.	30
<b>Gráfico 2</b>	Volumen el del material de obturación residual de la desobturación de gutapercha con microscopio operatorio y sin microscopio operatorio.	31

## LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

<b>%</b>	:	Porcentaje
<b>Nd-YAG</b>	:	Neodymium-doped yttrium aluminium garnet
<b><i>E. faecalis</i></b>	:	<i>Enterococcus faecalis</i>
<b>Limas K</b>	:	Limas Kerr
<b>Limas H</b>	:	Limas Hedström
<b>et al.</b>	:	Et Alia (y otros)
<b>mm:</b>	:	Milímetros
<b>cm:</b>	:	Centímetros
<b>ml</b>	:	Militro
<b>EDTA</b>	:	Ácido etilendiaminotetraacético
<b>°C</b>	:	Grados centígrados
<b>µm</b>	:	Micrómetro
<b>kVp</b>	:	Kilovoltios
<b>Ma</b>	:	Miliamperios

## RESUMEN

**Introducción:** El retratamiento endodóntico consiste en retirar el material de obturación para desinfectar el conducto radicular. Convencionalmente se ha usado limas, sin embargo, no se puede retirar el material de obturación por completo.

**Objetivo:** Evaluar la eficacia de la desobturación del microscopio operatorio, ultrasonido Clearsonic® y un sistema de desobturación experimental como

coadyuvante a las limas Reciproc®. **Materiales y métodos:** Se usaron 32 raíces

distales de molares inferiores. Las muestras fueron obturadas y evaluadas mediante radiografía y tomografía computarizada de haz cónico para medir el volumen de

obturación inicial, luego se desobturó con limas Reciproc® R40, el material de obturación residual fue evaluado con radiografía y medido con tomografía de haz

cónico. Las muestras fueron divididas en 2 grupos: desobturación con microscopio operatorio (n=16) y desobturación sin microscopio operatorio (n=16). Ambos

grupos tuvieron 2 subgrupos donde se evaluó la desobturación usando Clearsonic® y el sistema desobturador experimental con un total de 4 subgrupos (n=8), se

contabilizó en minutos el tiempo necesitado y se midió el volumen de material residual con tomografía. **Resultados:** Los subgrupos de desobturación con

microscopio operatorio con Clearsonic® y el sistema desobturador experimental fueron los que dejan menor cantidad de material residual con 18.85% y 13.9%

respectivamente sin diferencia significativa, pero fueron los que demoraron más tiempo en realizarla. (Prueba de Tukey;  $p < 0.05$ ). **Conclusión:** Usar el microscopio

operatorio reduce la cantidad de material de obturación residual de manera significativa comparado con no usarlo, pero hace que el procedimiento sea

significativamente más lento. El sistema de desobturación experimental y el clearsonic® reducen el material residual sin diferencia significativa.

**Palabras clave:** Endodoncia, retratamiento, desobturación, Materiales de Obturación del Conducto Radicular

## ABSTRACT

**Introduction:** Endodontic retreatment consists of removing the filling material to clean the root canal walls. Conventionally files have been used, however, previous studies report that it is not possible to remove the filling material completely.

**Objective:** The objective of the present study was to evaluate the effectiveness of remove filling by of the operating microscope, Clearsonic® and an experimental filling remover system as an aid to Reciproc®.

**Material and methods:** The study design was *Ex Vivo* experimental using 32 distal roots of mandibular molars. The samples were instrumented and filled, then they were evaluated using radiography and cone beam computed tomography to measure the volume of initial filling material. The samples were divided into 2 groups: operating microscope (n=16) and without operating microscope (n=16). Both groups had 2 subgroups: Clearsonic® (n=8) and the experimental filling remover system (n=8), the time needed for remove filling was taken, then, the volume of residual filling material was measured with cone beam tomography .

**Results:** The subgroups with an operating microscope using Clearsonic ® and the experimental filling remover system provided the best results with the lowest amount of residual filling material with 18.85% and 13.9% respectively without significant difference between both subgroups, but they were those who took longer to achieve it (Tukey's test;  $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** Using the operating microscope reduces residual filling material significantly compared to not using it, but also causes the procedure to be significantly slower.

**Keywords:** Endodontics, retreatment, remove filling, Root Canal filling.

## I. INTRODUCCIÓN

La meta de un tratamiento endodóntico es la correcta desinfección del sistema de conductos radiculares y su posterior sellado hermético, se usa diferentes materiales e instrumentos para llegar a este fin. Sin embargo, no podemos eliminar por completo las bacterias que están dentro debido a la complejidad que tiene el sistema de conductos radiculares (1). La infección bacteriana es la principal causa del fracaso endodóntico, las bacterias que causan el fracaso en endodoncia son más resistentes que en un tratamiento primario ya que han podido sobrevivir al tratamiento inicial quedando inmersas en el material de obturación (gutapercha con sellador endodóntico) y la dentina, siendo así la gutapercha el centro de la infección (2). De esta manera, el éxito de un tratamiento endodóntico es multifactorial, la correcta técnica endodóntica es un factor local al cual se le suma un factor sistémico como la historia de salud por enfermedades crónicas como la diabetes, hipertensión arterial, osteoporosis y el sistema inmunológico del paciente (3), por esta razón es que una técnica endodóntica bien realizada podría fracasar y se estima que el éxito de un tratamiento endodóntico primario está alrededor del 93% de éxito en los primeros 10 años (4).

Cuando diagnosticamos el fracaso endodóntico es necesario plantearnos la causa de este fracaso, puede deberse a un conducto no tratado en una gran parte de los casos, a la mala técnica de endodoncia realizada previamente o filtración bacteriana desde coronal o apical (5). Se debe plantear como primera opción el retratamiento endodóntico para poder remover este material de obturación infectado para desinfectar y sellar nuevamente el sistema de conductos radiculares. Los retratamientos endodónticos o tratamientos secundarios tienen una tasa de éxito menor que el tratamiento primario, oscila entre el 81% al 83% (6,7).

La bacteria que más se relaciona a los casos de fracaso endodóntico es el *E. faecalis*

(8), esta es una bacteria de vital importancia para la formación de biofilm que se encuentra en la dentina radicular y en la gutapercha del tratamiento previo. Para llegar a realizar la limpieza del conducto y poder eliminar el biofilm es necesario realizar una nueva preparación biomecánica con limas, sin embargo alcanzar dicha limpieza es muy complejo ya que el sistema de conductos radiculares tiene una anatomía complicada y muy variada, las limas que usamos durante la instrumentación no logra tocar todas las paredes del conducto radicular (1) debido a que instrumentan el conducto de forma circular en sentido transversal cuando en muchas ocasiones los conductos radiculares tienen una forma oval, acintados o en forma de “C”, por eso cuando hacemos un retratamiento endodóntico, no logramos retirar al 100% el material de obturación (9) haciendo necesario mejorar las técnicas para la remoción de material de obturación residual el cual es el objetivo de esta investigación.

El uso de técnicas complementarias a la sola instrumentación con limas se ha estudiado en diferentes estudios (10,11), como el uso de ultrasonido para remover los restos que deja la gutapercha (12,13) o hacer uso del microscopio operatorio para identificar estos restos de material de obturación y poder así removerlo (14). Hacer uso de diferentes protocolos durante la desobturación puede mejorar la remoción de material de obturación, pero ninguno logra removerla por completo (9).

En el siguiente estudio se plantea una nueva técnica para la remoción de material de obturación residual por un sistema de desobturación experimental comparándola con el uso de ultrasonido con el inserto clearsonic® y el uso de microscopio operatorio como coadyuvante a las limas endodónticas.

## **I.1. Marco Teórico**

### **Remoción de los materiales de obturación en la historia**

El retratamiento endodóntico es la primera opción de tratamiento ante el fracaso de una endodoncia primaria, para este fin es necesario poder realizar la remoción de materiales de obturación lo mejor que se pueda para mejorar la condición inicial de una endodoncia fallida. Estudios de los años 70s se ha usado solventes de gutapercha con limas K y H para reinstrumentar los conductos y así poder retirar la mayor cantidad de material de obturación posible. En un estudio realizado en 1979 por Bergeholtz *et al.* se ha reportado una tasa de éxito del 94% en endodoncias previas que tenían falencias técnicas (15). La mayoría de los estudios de desobturación endodóntica son *Ex Vivo* y evalúan el porcentaje de material de obturación que logran remover las distintas técnicas. En los años 80s, estudios como el de Wilcox *et al.* en 1987 evaluaron el uso de limas manuales tipo K, solventes y calor, refieren que ninguna de las técnicas de desobturación logra remover por completo el material de obturación radicular (16). En estos años, se dependía mucho del solvente de gutapercha para poder disolverla y así poder acceder a apical, de esta manera tener una correcta longitud de trabajo del diente a reinstrumentar. Las distintas técnicas para poder remover gutapercha son mejor descritas por Friedman *et al.* en 1990, donde describe el uso de instrumentación ultrasónica e instrumentos rotatorios como las fresas Gates Glidden, las fresas peeso o la GPX® de Brasseler para poder remover la gutapercha del tercio coronal (17). Los estudios por estos años encuentran que la desobturación es más sencilla en tercio cervical y medio, siendo el tercio apical la zona más difícil de lograr una correcta desobturación como refiere Mandel *et al.* en 1992 (18). La remoción de gutapercha con GPX® también fue estudiado en 1997 por Hulsman *et al.* encontrando que con la desobturación rotatoria puede ser

complementada con limas manuales para la mejor remoción de gutapercha del tercio apical (19).

El tiempo es una variable importante para determinar qué tan efectiva es la técnica de desobturación, estudios en los años 90s como el de Zuolo *et al.* en 1994 refieren que la desobturación de gutapercha termoplástica con thermafil® toma significativamente más tiempo para el retratamiento que las demás técnicas evaluadas (20). La desobturación de dientes obturados con thermafil® es más complicado debido a que esta gutapercha es termoplastificada y llevada al conducto mediante un vástago, siendo este difícil de poder removerlo como lo encontrado por Bertrand MF *et al.* en 1997 sin embargo encontraron que sí es posible alcanzar una adecuada longitud de trabajo al hacer retratamientos con limas manuales y solventes (21).

Con la aparición de los sistemas rotatorios de níquel titanio para la instrumentación de los conductos radiculares, se evaluaron cómo actúan estos sistemas mecanizados para la remoción de la gutapercha durante los retratamientos endodónticos ya que proponen una instrumentación más rápida y eficiente del sistema de conductos radiculares en toda la longitud del diente, como en el estudio de Betti *et al.* en el 2001 donde comparan el sistema rotatorio Quantec® contra el uso de las limas manuales tipo K, refiere que el sistema rotatorio lo hace en menos tiempo, pero las limas manuales logran remover mayor cantidad de material de obturación (22). El sistema de limas Profile® también fueron unas limas bastante estudiadas para la remoción de material de obturación, como en el estudio de Varawan Sae-Lim *et al.* en 2000 donde evaluaron la efectividad del sistema de limas Profile® taper 0.4 y limas manuales en 3 grupos, un grupo usando Profile® taper 0.4 con el uso de cloroformo como solvente, otro grupo sin cloroformo y el último grupo se usó limas manuales con cloroformo, encontraron que el sistema de limas Profile® taper 0.4 dejó menos material de obturación que las limas manuales con y sin solvente(23). Estudios similares fueron

realizado por Valois CR *et al.* (24) en el 2001 y por Baratto Filho *et al.* en el 2002 (25) donde encontraron que las limas rotatorias Profile® taper 04 demoraron menos tiempo en lograr la desobturación y dejaron menos material de obturación que usar limas manuales.

El uso de laser para la desobturación es propuesto por Viducić *et al.* en 2003 usando el láser Nd:YAG en vez de usar solventes para facilitar la desobturación con limas manuales, refieren que el láser es capaz de reblandecer la gutapercha y puede reemplazar a los solventes favoreciendo la remoción de gutapercha (26).

En años siguientes, hubo varios artículos en la literatura donde comparan distintos sistemas de limas rotatorias para la remoción de gutapercha, como en el artículo de Hulsman *et al.* en 2004 donde comparan las limas Protaper®, Flexmaster®, GT Rotary® y limas H usando solvente y sin usarlo, los autores refieren que usar las limas mecanizadas hace la desobturación más rápida y que cuando usas solventes con estas limas, no es significativo su uso para llegar a longitud de trabajo (27).

Las casas comerciales luego lanzaron al mercado limas mecanizadas exclusivas para realizar retratamiento endodóntico, como son el caso de las Protaper Universal Retratamiento®, la cual fue evaluada en el estudio de Giuliani *et al.* en el 2008 donde las compararon con el sistema de limas Profile® 0.06 y limas manuales tipo K, los autores refieren que las limas mecanizadas trabajaron más rápido y dejaron menos cantidad de material residual que las limas K (28). En el estudio de Vale *et al.* (29) las limas ProTaper Universal retratamiento® tuvieron mejor resultado para la remoción de material residual comparando con las limas K con Gates Glidden, en este estudio compararon por tercios radiculares y evaluaron cual era el tercio donde se dejaba mayor cantidad de material residual, los autores reafirman que el tercio apical es la zona donde se deja mayor cantidad de material de residual a comparación de los tercios medio y cervical.

### **Sistema de lima mecanizado Reciproc®**

Hubo mejoras en la cinemática de las limas mecanizadas, en 2010 se lanzó al mercado las limas con un movimiento de giro alterno basados en el estudio de Yared en 2008 (30) el cual publica sus observaciones preliminares de la preparación del conducto con una sola lima de NiTi, es así que en el año 2010 lanzan los sistemas de limas reciprocantes basados en esa idea: Wave One® y Reciproc®. Diversos estudios de remoción de material de obturación comparan la eficacia de las limas reciprocantes versus las limas rotatorias, como el estudio de Zuolo *et al.* en 2013 donde compara la lima Reciproc® con limas manuales y las limas rotatorias Mtwo Retratamiento®, los autores refieren que las limas reciprocantes fueron significativamente más rápidas que los demás grupos y su eficacia de remoción de material de obturación fue similar a las limas manuales (31). La lima reciproc ® fue estudiada en su desempeño para remoción de material de obturación en conductos con curvaturas severas, como en el estudio de Zevallos-Quiroz *et al.* en 2018 (32) donde compararon limas Protaper Next®, Recoproc® con limas de níquel titanio más flexibles con control de memoria como son las Hyflex® y WaveOne Gold®, encontrando que las limas Reciproc® fueron las que no se rompieron, pero dejaron similar cantidad de material residual que las demás limas mecanizadas estudiadas, sin encontrar diferencia significativa en el tiempo que demoraron en realizarlo.

En 2016 fue lanzada las limas Reciproc Blue ®, las cuales fueron creadas con un NiTi más martensítico, en 2020 Romeiro *et al.* evaluaron las Reciproc ® con las Reciproc Blue ® para determinar cuál tenía mejor desempeño en la capacidad de remover el material de obturación, los autores no encontraron diferencia significativa entre ambas (33).

Diversos estudios han comparado las limas Reciproc ® con otros sistemas de limas

rotatorias en la última década como refiere Rossi-Fedele *et al.* en su revisión sistemática de artículos de estudios *Ex Vivo* de remoción de material de obturación mediante microtomografías, esta lima la han comparado con limas rotatorias en la mayoría de estudios, sin embargo, no encuentran diferencias significativas en la capacidad de remoción de gutapercha con la mayoría de sistemas mecanizados (9), los autores recomiendan utilizar procedimientos adicionales como coadyuvante al uso de las limas para poder remover la mayor cantidad de material de obturación del sistema de conductos radiculares.

### **El microscopio operatorio**

El uso del microscopio operatorio en la odontología proviene desde 1981 cuando fue lanzado en la facultad de odontología de Harvard introducido por Apotheker y Jako (34), pero no fue hasta 1995 que el microscopio empezó a tener una mayor importancia en la endodoncia debido a un incremento de fabricación por las casas comerciales. En 1995 se hace obligatoria el entrenamiento en microscopia en los programas de especialización endodóntica (35). El uso del microscopio es muy variado, se usa para microcirugías en distintas áreas de la medicina como la oftalmología (36), en la odontología lo usamos en distintas especialidades, como en periodoncia para hacer colgajos y suturas con mayor precisión (37), en rehabilitación oral para poder realizar tallados más exactos o restauraciones con mayor detalle (38), en endodoncia para todos los procedimientos (39), como en el diagnóstico de fracturas verticales o fisuras que puedan influenciar en el pronóstico del tratamiento (40), para ubicación de conductos radiculares en las piezas dentales multirradiculares (41), para microcirugía apical para el manejo de tejidos blandos, al hacer la retropreparación y la retrobturación (42), también se usa para poder evaluar los restos de material que pueden haber quedado como complemento a la desobturación inicial con limas

manuales como lo evaluaron Baldasari-cruz y Wilcox (43), estos autores evaluaron si logra mejorar la remoción del material de obturación del sistema de conductos radiculares usando sólo limas y solvente, en sus resultados nos refieren que no hay diferencia significativa entre usar microscopio o no, sin embargo no usaron ultrasonido en su estudio.

### **El ultrasonido como coadyuvante para remoción de material de obturación**

El uso del microscopio para la desobturación se ha mejorado con el uso de ultrasonido logrando una mejora en la cantidad de material de obturación retirado del conducto (14,44). Este aparato funciona haciendo vibraciones ultrasónicas con ayuda de un inserto para vibrar y remover la gutapercha que se puede haber quedado atrapada en los conductos radiculares. Hay estudios donde evalúan el ultrasonido para la desobturación sin usar el microscopio (45,46) los cuales refieren que el ultrasonido es un instrumento que mejora en disminuir la cantidad de material residual, lo cual nos indica que el microscopio operatorio no es indispensable al momento de usar estos instrumentos. Con respecto al tiempo, estudios como el de Alakabani *et al.* (47) donde evalúan la demora en la desobturación con limas, ultrasonido y microscopio, refieren que la desobturación usando el microscopio operatorio es más lenta debido a que al estar mirando con magnificación el material residual, toma mayor tiempo de trabajo que sólo usar limas.

En estudios sobre el pronóstico de retratamiento endodóntico ortógrado, se reporta que usando la tecnología actual como el microscopio operatorio con el ultrasonido hay un aumento en el éxito (de 81% al 83% de casos donde el retratamiento endodóntico sí tuvo éxito) (7) lo cual nos indica que esta tecnología es un arma del cual debe ser explotada para poder aumentar aún más este pronóstico al desinfectar mejor el sistema de conductos radiculares y acercarnos al pronóstico que tienen los tratamiento de

conductos en pulpas vivas como las biopulpectomías que rondan el 92% de éxito (48). Actualmente no se encuentran estudios *In Vivo* experimentales donde evalúen la efectividad del uso del microscopio y el ultrasonido para la remoción de material de obturación, sin embargo, sí hay estudios *Ex Vivo* como el estudio de De Mello (14) donde usaron cuarenta dientes unirradiculares de incisivos centrales, a los cuales se les realizó el tratamiento de conductos para luego desobturar la gutapercha en 2 grupos; el grupo 1 usando limas manuales y solventes, en el grupo 2 a un grupo de estos mismos dientes se les aumentó el procedimiento de limpieza con ultrasonido y microscopio operatorio como coadyuvante a las limas, luego los dientes fueron cortados a la mitad, examinado con microscopio y analizados mediante un software de imágenes, encontraron un 25,21% de material residual en el grupo 1 y un 9,31% en el grupo 2, la diferencia fue estadísticamente significativa, concluyen que el uso del microscopio operatorio con ultrasonido ayuda a remover el material de obturación residual que puede quedar después de usar limas durante el retratamiento endodóntico. Otro estudio similar fue el realizado por Kinjrawi y Abdullah (49) donde evaluaron la microscopía con ultrasonido para la remoción final de gutapercha, en su estudio usaron 20 dientes unirradiculares premolares los cuales se les realizó la endodoncia para luego proceder a la desobturación en 2 grupos, en el grupo 1 se realizó la desobturación usando limas rotatorias y solvente, en el grupo 2 se realizó el mismo procedimiento que el grupo 1 pero aumentando la limpieza con el microscopio y ultrasonido. Los autores refieren que hubo mejor resultado usando microscopio y ultrasonidos.

### **Sistema de desobturación experimental como coadyuvante para remoción de material de obturación**

Cuando se realiza el retratamiento de endodoncia, no se puede eliminar por completo los materiales de obturación sólo con las limas debido a que estas no tocan todas las

paredes del conducto radicular (1), cuando se usa ultrasonido con microscopio operatorio como coadyuvante a las limas se logra disminuir estos residuos de manera significativa (14,49), sin embargo estos insertos de ultrasonido son rígidos y terminan en una punta activa por lo cual no se pueden direccionar internamente hacia la zona donde está adherida la gutapercha y demás residuos de obturación como cemento sellador, por otro lado, el uso de microscopio con ultrasonido tampoco logra remover por completo el material de obturación, por lo cual queda una necesidad de seguir realizando investigaciones con la intención de buscar una nueva técnica e instrumentos para poder lograr este fin.

Se propone en esta investigación una nueva técnica de desobturación para los retratamientos endodónticos con el uso de espaciadores palmares y microexploradores modificados (anexo 1). En el mercado peruano se comercializa los espaciadores palmares (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) de diferentes calibres creados para poder hacer compactación lateral, también se venden microexploradores infiniteeth (Dental Machine, Lima, Perú) creados para “remoción de tejido y cuerpos extraños en conductos radiculares (especialmente en istmos y zonas V)” según lo que dice la publicidad del fabricante, sin embargo estos microexploradores tienen un diámetro muy grande para poder acceder a tercio medio radicular, por lo cual se propone una modificación para que puedan servir para la desobturación.

La importancia y propósito del siguiente estudio es poder investigar la eficacia de usar estos espaciadores palmares y microexploradores modificados para que funcionen como un sistema de desobturación experimental para remover los materiales de obturación endodóntica y así proponer una nueva técnica de desobturación comparándolo con el ultrasonido Clearsonic® y el microscopio operatorio como coadyuvante a las limas Reciproc ® como un tratamiento coadyuvante para poder reducir al máximo posible estos restos que podrían estar infectados.

## **II. OBJETIVOS**

### **II.1 Objetivo general**

Evaluar la eficacia para la desobturación de gutapercha mediante ultrasonido y sistema de desobturación experimental con y sin microscopio operatorio como coadyuvante a las limas endodónticas.

### **III.2 Objetivos específicos**

1. Contabilizar el tiempo que demora en minutos para la desobturación de gutapercha mediante ultrasonido Clearsonic® y sistema de desobturación experimental como coadyuvante a las limas endodónticas Reciproc®.
2. Medir el porcentaje de volumen de material de obturación residual en la desobturación de gutapercha mediante ultrasonido Clearsonic® y sistema de desobturación experimental como coadyuvante a las limas endodónticas Reciproc®.
3. Contabilizar el tiempo que demora para la desobturación de gutapercha con microscopio operatorio y sin microscopio operatorio.
4. Medir el volumen del material de obturación residual de la desobturación de gutapercha con microscopio operatorio y sin microscopio operatorio.

### III. METODOLOGÍA

#### III.1 Diseño de estudio

*Ex Vivo*, prospectivo, transversal, comparativo

#### III.2 Objeto de Estudio

**III.2.2. Muestra:** Se utilizaron raíces distales de dientes molares inferiores extraídos por motivos ajenos al estudio, los dientes fueron donados por el servicio de Cirugía Maxilofacial del hospital Guillermo Kaelin de la Fuente (anexo 2).

El tamaño total de la muestra para este estudio se calculó usando un estudio piloto y calculado utilizando la página web estadística <https://www.openepi.com/SampleSize/SSMean.htm> basado en los siguientes parámetros preestablecido, se consideró un error de tipo alfa de 0.05, una potencia beta de 0.8 y un número de 4 especímenes por grupo. Con estos resultados, se encontró que la muestra mínima estimada era de 3 especímenes por grupo. Se decidió usar el tamaño de muestra de 32 raíces distales de molares inferiores usando 16 muestras por grupo, los cuales tendrán 8 muestras por cada subgrupo como en el estudio de Zevallos-Quiroz *et al.* (32) y Martins *et al.* (50).

### **III.2.3. Criterios de selección**

#### **III.2.3.1 Criterios de inclusión:**

Se usaron raíces distales de dientes molares inferiores permanentes con los siguientes requisitos:

Raíces distales de molares inferiores con ápices totalmente formados

Raíces distales de molares inferiores con curvatura de 0 a 10°

Piezas dentales con el conducto permeable

Raíces distales de molares inferiores con raíces distales mayor o igual a 15 mm

Raíces distales de molares inferiores con conductos únicos.

Que la exodoncia haya sido realizada en los últimos 6 meses

#### **III.2.3.2. Criterios de exclusión:**

Se excluyó dientes molares inferiores permanentes con los siguientes requisitos:

Raíces distales de molares inferiores con calcificaciones

Raíces distales de molares inferiores con resorción externa o interna

Raíces distales de molares inferiores con ápices abiertos

Raíces distales de molares inferiores con hipercementosis

Raíces distales de molares inferiores con endodoncia previa

Raíces distales de molares inferiores con conducto en forma de C

Raíces distales de molares inferiores con raíces de distales menor a 15 mm

Raíces distales de molares inferiores con curvatura mayor a 10°

Que la exodoncia haya sido realizada hace más de 6 meses

### **III.3 Variables**

#### **Variable independiente**

##### **Técnica de desobturación**

Definición conceptual: Material de obturación radicular que se logra retirar durante un retratamiento endodóntico.

Indicador: Uso de instrumentos endodónticos como limas motorizadas de endodoncia, ultrasonido, sistema de desobturación experimental y microscopio operatorio para realizar la desobturación endodóntica.

Valor:

Lima Reciproc ® y ultrasonido Clearsonic ® con uso de microscopio operatorio.

Lima Reciproc ® y sistema de desobturación experimental con uso de microscopio operatorio.

Lima Reciproc ® y ultrasonido Clearsonic ® sin uso de microscopio operatorio.

Lima Reciproc ® y sistema de desobturación experimental sin uso de microscopio operatorio.

#### **Variables dependientes**

##### **Eficacia de la desobturación**

###### **a) Material residual**

Definición conceptual: Restos de gutapecha y cemento remanente cuando termina el proceso de desobturación.

Indicador: Radiografía y tomografía de haz cónico.

Valor: Porcentaje de desobturación de 0% a 100%

**b) Tiempo**

Definición conceptual: Tiempo que demora en desobturar la técnica de desobturación a evaluar.

indicador: cronómetro

Valor: minutos

### **III.4. Técnicas y procedimientos**

#### **Desinfección de los especímenes**

Para desinfectar las muestras se usó clorhexidina al 2% en espuma al momento posterior de la exodoncia, luego se eliminó el sarro con ultrasonido Ultramint Pro® (Eighteeth, Changzhou, China) para eliminar el tejido orgánico se usó hipoclorito de sodio al 4%, finalmente fueron conservadas en suero fisiológico.

#### **Evaluación de los criterios de selección**

Las muestras fueron examinadas con microscopio operatorio Alliance® (Alliance, São Carlos LTDA, São Carlos, SP, Brazil) a 25X para evaluar que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión antes detalladas (anexo 4), sólo se usaron dientes que fueron extraídos dentro de los 6 meses de tiempo. Sólo se tomaron los dientes que tuvieron una raíz distal mayor o igual a 15mm con una regla, a estas piezas seleccionadas se les realizó la apertura cameral para obtener el acceso de los conductos en las raíces distales. Se realizó la toma radiográfica con radiovisiografo de las muestras para determinar que los dientes cumplieran con los criterios de inclusión o de exclusión del estudio y corroborar que sean del tipo 1 de la clasificación anatómica de Vertucci (51), para esto se colocó una lima número 10 dentro del conducto y así evaluar la anatomía interna, las tomas fueron tomadas en sentido vestíbulo-lingual y en sentido mesio-distal. La curvatura de las raíces se verificó que sea hasta 10° según la clasificación de Schneider (52) como fue realizado en el estudio de Silva *et al.* (53), para determinar la angulación, se usó el software Image J versión 1.50i (Wayne Rasband National Institute of Health, USA). A las muestras seleccionadas se les cortó la corona para tener un tamaño uniforme de 14mm de longitud para luego cortarlas con una fresa de fisura en la furcación radicular para separar la raíz distal de la raíz

mesial, de esta manera sólo se trabajó con 32 raíces distales.

### **Preparación biomecánica**

La preparación biomecánica (anexo 5) se hizo usando una lima K número 10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) para permeabilizar el conducto. La longitud de trabajo se determinó a 1mm corto del foramen apical cuando este se pudo observar sobrepasando el foramen. Todos los conductos fueron instrumentados con limas tipo K° 10, 15, 20 y 25 para luego usar la lima reciprocante Wave One Gold Medium® (Dentsply Sirona, Ballaigues, Switzerland) con movimientos de picoteo y pincelado usando el motor endodóntico VDW Silver (VDW, Munich, Germany) con movimientos de vaivén con ligera presión apical. Se usó 15ml de hipoclorito de sodio al 5,25% durante todo el procedimiento irrigando con aguja Navitip® (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT), la punta de irrigación llegó 3 mm más corto que esta longitud, la lima se limpió con una gaza y se repitió el procedimiento hasta llegar a longitud de trabajo. Se realizó la radiografía con los conos de gutapercha maestros para la prueba de conometría. Se usó irrigación ultrasónica pasiva (54). El barro dentinario fue removido usando hipoclorito de sodio activado con ultrasonido Ultramint Pro® (Eighteeth, Changzhou, China), seguido con 4ml de suero fisiológico, 2ml de EDTA al 17% por 2 minutos y por una irrigación final de 4 ml de suero fisiológico. Finalmente se procedió a secar los conductos con conos de papel calibre 35.

### **Obturación radicular de las muestras**

La obturación (anexo 5) se realizó mediante la técnica híbrida de Tagger (55), se usó un cono maestro de gutapercha de diámetro 35.04 con el uso de conos accesorios de diámetro 20, luego se usó un termocompactor gutacondensador® (Dentsplay de Trey,

Konstanz, Germany) de calibre 55 con cemento AH Plus® (Dentsplay de Trey, Konstanz, Germany) a base de resina epóxica, finalmente la obturación terminó con la compactación vertical en frío con el compactador Machtou. Una vez obturadas las muestras, fueron radiografiadas en sentido vestibulo-lingual y mesio-distal para verificar que la obturación sea uniforme.

### **Evaluación de volumen de obturación inicial**

Para evaluar el volumen de obturación (anexo 6) Las coronas fueron selladas con coltosol® (Coltène, Altstätten, Switzerland) y almacenadas a 37 °C y 100% de humedad por 30 días en una incubadora como fue realizado en el estudio de Alakabani *et al.* (47).

Pasado este periodo, las muestras fueron montados en una base de silicona de manera aleatoria y colocados en una cubeta de impresión parcial colocando en cada una 8 raíces distales, luego se procedió a retirar el material provisional de Coltosol® con ayuda de una pieza de alta velocidad y fresa redonda. Las muestras fueron escaneadas con la tomografía computarizada de haz cónico usando el tomógrafo Planmeca Promax 3D CBCT Scanner (Planmeca, Helsinki, Finlandia) usando los parámetros de Zevallos-Quiroz *et al.* (32) con campo reducido de 5cm el cual permitió tener imágenes con un voxel isotrópico de tamaño de 75 µm con un filtro de cobre con 2.5 de aluminio. Se usó un voltaje de rayos X de 90 kVp y 6.3 Ma, fueron 15 segundos de exposición con 360° de rotación, las imágenes fueron reconstruidas con el software Planmeca Roemexis v. 4.6.2 (Planmeca, Helsinki, Finland) usando el algoritmo de reconstrucción de haz cónico Feldkamp modificado. La escala original de grises fue procesada para la reducción de ruido y poder evaluar más nítidamente el material de obturación de las muestras, así se pudo medir en cm<sup>3</sup> la cantidad de material de obturación.

### **Desobturación con limas mecanizadas Reciproc®**

Se procedió a realizar la desobturación usando las limas Reciproc® R40 (anexo 7) a todas las muestras estos resultados se consideraron como grupo control, con el protocolo usado previamente en la literatura (31, 32) con movimientos de picoteo y pincelado usando el motor endodóntico VDW Silver (VDW, Munich, Germany) con movimientos de vaiven 3 veces para luego ser limpiado con una gasa, este procedimiento se repitió hasta llegar a longitud de trabajo con ligera presión apical, se usó hipoclorito de sodio al 5,25% durante todo el procedimiento irrigando con aguja Navitip® 30-gauge (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT). El protocolo de irrigación fue similar al usado en la instrumentación inicial con un total de 20ml de irrigante en el conducto. Se tomó radiografías a las muestras para evaluar los restos de material de obturación residual. Se consideró la completa remoción del material de obturación cuando no se logró visualizar estos residuos en los bordes cortantes de la lima. A todas las piezas se les realizó una nueva toma de tomografía axial computarizada de haz cónico, de esta manera se pudo medir el material de obturación residual usando los mismos parámetros de toma que en el escaneo inicial, usando la misma posición con la misma base de silicona usada para tener el volumen de obturación residual en  $\text{cm}^3$ , se usó el mismo protocolo de evaluación de volumen de obturación usando el software Planmeca Roemexis v. 4.6.2 (Planmeca, Helsinki, Finland).

### **Desobturación experimental coadyuvante a las limas**

Para evaluar la eficacia de la desobturación de cada técnica a evaluar (anexo 8), se procedió a realizar las desobturaciones coadyuvantes a las limas Reciproc® siguiendo el siguiente esquema:

Los dientes fueron divididos en 2 grupos: desobturación con microscopio operatorio

(n=16) y desobturación sin microscopio operatorio (n=16). Cada uno de estos grupos tuvieron dos subgrupos experimentales usando el inserto de ultrasonido Clearsonic® y otro subgrupo usando el Sistema de desobturación experimental, teniendo como resultado 4 subgrupos experimentales (n=8):

**Subgrupo 1:** Desobturación con microscopio operatorio con inserto de ultrasonido Clearsonic®.

**Subgrupo 2:** Desobturación con microscopio operatorio con sistema de desobturación experimental.

**Subgrupo 3:** Desobturación sin microscopio operatorio con inserto de ultrasonido Clearsonic®.

**Subgrupo 4:** Desobturación sin microscopio operatorio con sistema de desobturación experimental.

Para decidir qué muestra iba a ser sometido a cada subgrupo, se realizó una aleatorización usando la página [www.random.org](http://www.random.org) entre los 4 subgrupos experimentales. Se colocaron los datos en una tabla del software Microsoft Excel.

Las muestras fueron montadas en silicona de condensación tipo putty Zetaplus (Zhermack, Badia Polesine, Italia) en el tipodont de la boca de una cabeza fantoma para poder simular la posición de la cabeza de un paciente y poder hacer uso del microscopio operatorio con visión indirecta usando espejos intraorales de cristal marca Zirc número 5 (Zirc Dental Products, Bufalo, MN, USA).

En el subgrupo 1, se usó el protocolo de desobturación usado previamente en la literatura (14, 44) las muestras fueron observados con la ayuda de un microscopio operatorio Alliance ® (Alliance, São Carlos LTDA, São Carlos, SP, Brazil) usando iluminación coaxial led y aumento de 25X para evaluar los restos de gutapercha que no fue retirado con las limas Reciproc®. Cuando los restos de gutapercha fueron detectados, se utilizó el inserto ultrasónico Clearsonic® montado en un ultrasonido

Ultramint Pro Eighteeth® (Eighteeth, Changzhou, China) utilizándolo en modo endodoncia con nivel 2 de potencia sin irrigación simultanea del aparato en sentido buco-lingual hasta tercio coronal hasta medio radicular con movimiento de picoteo para eliminar los remanentes de gutapercha, se procedió a realizar irrigación con hipoclorito de sodio (2ml) con aguja Navitip® 30 gauge (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT), el inserto se limpió con una gasa y se repitió el procedimiento. Se tomó el tiempo efectivo de trabajo con cronómetro el cual se detuvo al momento de limpiar con gasa y al momento de la irrigación. Finalmente se tomaron las radiografías al finalizar el proceso de desobturación.

En el grupo 2, las muestras fueron observados con la ayuda de un microscopio operatorio Alliance ® (Alliance, São Carlos LTDA, São Carlos, SP, Brazil) usando iluminación coaxial led y aumento de 25X para evaluar los restos de gutapercha que no fueron retiradas con las limas Reciproc®. Cuando estos restos de gutapercha fueron detectados, se usó el sistema de desobturación experimental donde se propone una nueva técnica usando este sistema compuesto por 4 instrumentos (Anexo 1): 2 instrumentos lisos que terminan en punta aguda de diferente calibre que hagan una fuerza de remoción de la gutapercha en sentido vertical en dirección desde coronal hacia apical y lateral, para este fin se usó espaciadores palmares (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) de calibre 40 y 30; otros 2 instrumentos que tienen en la punta una forma de “L” con dirección hacia los 4 lados del diente (mesial, vestibular, palatino y lingual) que hacen una fuerza de remoción de la gutapercha en sentido vertical en dirección de apical hacia coronal y lateral, estos instrumentos han sido modificados de un kit de microexploradores de infiniteeth (Dental Machine, Lima, Perú), donde la longitud de la punta del microexplorador fue modificada de 1mm a 0.5mm, esta modificación fue realizada con pieza de alta velocidad con una fresa cilíndrica grano grueso y pieza de alta velocidad viendo a detalle a 40X usando

microscopio Alliance® (Alliance, São Carlos LTDA, São Carlos, SP, Brazil). Con estos instrumentos se propone una nueva técnica de desobturación como complemento a las limas mecanizadas endodónticas donde se pretende poder acceder a las zonas donde haya quedado gutapercha remanente dejado por las limas Reciproc® que se pueda ver con el microscopio operatorio para poder así eliminar la mayor cantidad de material de obturación posible del conducto radicular de la siguiente manera: primero se usó un espaciador palmar (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) número 40 y 30 para mover y/o remover los restos de gutapercha en sentido corono-apical, cuando estos restos se veían sueltos en el conducto, se procedió a realizar irrigación con hipoclorito de sodio (2ml) con aguja Navitip® y se limpió con una gasa el instrumento. Luego se usaron los microexploradores modificados en sentido mesio-lingual o en sentido vestíbulo-palatino para poder remover los restos de gutapercha en sentido apico-coronal, cuando estos restos se veían sueltos en el conducto, se procedió a realizar irrigación con hipoclorito de sodio (2ml) y se limpió con una gasa el instrumento, se repitió el procedimiento hasta que se consideró limpio al verlo con el microscopio y/o se consideró que ya no se podía remover más material de obturación. Se tomó el tiempo efectivo de todo el procedimiento con cronómetro el cual se detuvo al momento de limpiar con gasa y al momento de la irrigación. Finalmente se tomaron las radiografías al finalizar el proceso de desobturación.

En el grupo 3, se usó el protocolo de desobturación usado previamente en la literatura (14, 44) pero sin uso del microscopio operatorio, cuando los restos de gutapercha fueron detectados se utilizó el inserto ultrasónico Clearsonic® montado en un ultrasonido Ultramint Pro Eighteeth® (Eighteeth, Changzhou, China) utilizándolo en modo endodoncia con nivel 2 de potencia sin irrigación simultanea del aparato en sentido buco-lingual en tercio coronal hasta tercio medio radicular con movimiento de picoteo para eliminar los remanentes de gutapercha, se procedió a realizar irrigación

con hipoclorito de sodio (2ml) con aguja Navitip® 30 gauge (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT), el inserto se limpió con una gasa y se repitió el procedimiento hasta que se consideró que ya no se podía remover más material de obturación. Se tomó el tiempo efectivo de todo el procedimiento con cronómetro el cual se detuvo al momento de limpiar con gasa y al momento de la irrigación. Finalmente se tomaron las radiografías al finalizar el proceso de desobturación.

En el grupo 4, las muestras fueron observadas sin la ayuda del microscopio operatorio para evaluar los restos de gutapercha que no fueron retiradas con las limas Reciproc®. Cuando estos restos de gutapercha fueron detectados, se usó el sistema de desobturación experimental donde se propone una nueva técnica usando este sistema compuesto por 6 instrumentos (Anexo 1): 2 instrumentos lisos que terminan en punta aguda de diferente calibre que hagan una fuerza de remoción de la gutapercha en sentido vertical en dirección desde coronal hacia apical y lateral, para este fin se usó espaciadores palmar (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) de calibre 40 y 30; otros 2 instrumentos que tienen en la punta una forma de “L” con dirección hacia los 4 lados del diente (mesial, vestibular, palatino y lingual) que hacen una fuerza de remoción de la gutapercha en sentido vertical en dirección de apical hacia coronal y lateral, estos instrumentos han sido modificados de un kit de microexploradores de infiniteeth (Dental Machine, Lima, Perú), donde la longitud de la punta del microexplorador fue modificada de 1mm a 0.5mm, esta modificación fue realizada con pieza de alta velocidad con una fresa cilíndrica grano grueso y pieza de alta velocidad viendo a detalle a 40X usando microscopio Alliance® (Alliance, São Carlos LTDA, São Carlos, SP, Brazil). Con estos instrumentos se propone una nueva técnica de desobturación como complemento a las limas mecanizadas endodónticas donde se pretende poder acceder a las zonas donde haya quedado gutapercha remanente dejado por las limas Reciproc® que se pueda ver con el microscopio

operatorio para poder así eliminar la mayor cantidad de material de obturación posible del conducto radicular de la siguiente manera: primero se usó un espaciador palmar (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) número 40 y 30 para mover y/o remover los restos de gutapercha en sentido corono-apical, cuando estos restos se veían sueltos en el conducto, se procedió a realizar irrigación con hipoclorito de sodio (2ml) con aguja Navitip® y se limpió con una gasa el instrumento. Luego se usaron los microexploradores modificados en sentido mesio-lingual o en sentido vestíbulo-palatino para poder remover los restos de gutapercha en sentido apico-coronal, cuando estos restos se veían sueltos en el conducto, se procedió a realizar irrigación con hipoclorito de sodio (2ml) y se limpió con una gasa el instrumento, se repitió el procedimiento hasta que se consideró limpio al verlo con el microscopio y/o se consideró que ya no se podía remover más material de obturación. Se tomó el tiempo efectivo de todo el procedimiento con cronómetro el cual se detuvo al momento de limpiar con gasa y al momento de la irrigación. Finalmente se tomaron las radiografías al finalizar el proceso de desobturación.

Todos los procedimientos fueron realizados por el mismo operador, se evitó la fatiga del operador trabajando la desobturación de 4 raíces distales en 2 horas por sesión.

### **Evaluación de tiempo para la remoción de material de obturación residual**

El tiempo necesitado para la desobturación fue registrado en minutos con un cronómetro como lo publicado en el estudio de Alakabani *et al.* (47), estos valores fueron anotados en una tabla MS Excel. El tiempo efectivo se consideró cuando el instrumento se insertaba en el conducto radicular hasta que se consideraba que terminaba de remover el material de obturación, esta recolección de datos fue realizada con la ayuda de una colaboradora externa que prendía o apagaba el cronómetro cuando el operador se lo indicaba. El operador también indicaba detener el cronómetro al

momento de limpiar con gasa y al momento de la irrigación.

### **Medición de material de obturación residual**

A todas las muestras se les realizó la medición de este material con una tercera toma de tomografía de haz cónico usando los mismos parámetros de toma que en los escaneos anteriores para medir el volumen residual en  $\text{cm}^3$  dejado por las 4 técnicas de desobturación tomándolas con la misma posición con la misma base de silicona usada, se usó el mismo protocolo de evaluación de volumen de obturación usando el software Planmeca Roemexis v. 4.6.2 (Planmeca, Helsinki, Finland).

Se realizó un ciego al momento de evaluar las imágenes de los escaneos de tomografías de haz cónico finales con la ayuda de una colaboradora externa, estas imágenes fueron codificadas de tal forma que el investigador realizó la medición de material residual desconociendo cuál es la técnica de desobturación experimental que está evaluando. El ciego fue levantado luego del análisis estadístico.

Se hizo una comprobación de calibración, ya que se midió 2 veces el material residual de cada tomografía y luego se realizó un análisis de coeficiente de correlación intraclase por ser variable numérica (CCI 0.98).

Se compararon las imágenes tomográficas preoperatorias con las tomadas después de la desobturación con limas Reciproc® y luego de los 4 subgrupos de desobturación experimental para el análisis estadístico. Se pudo obtener el porcentaje de material residual a partir de los valores en  $\text{cm}^3$  del antes y el después de los cuatro subgrupos de desobturaciones experimentales y con esto hacer el análisis de los dos grupos usando microscopio y sin microscopio. Se tomaron radiografías de las muestras para así evaluar radiográficamente los datos generados por la evaluación tomográfica.

### **III.5 Consideraciones éticas**

La presente investigación fue realizada habiendo sido revisado y aprobado por el comité institucional de ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia con código 408-40-21 (Anexo 3) Las piezas dentarias fueron donadas para el presente estudio por el Departamento de Cirugía Maxilofacial del hospital de Essalud Guillermo Kaelín de la Fuente en Villa María del Triunfo. El investigador no tuvo contacto con los pacientes donantes de las piezas dentales las cuales fueron extraídas por motivos ajenos al estudio, por lo cual se desconoce a los dueños de las piezas dentarias. Finalmente, esta investigación ha sido registrada en el sistema SIDISI y aprobada por la dirección de postgrado Victor Alzamora Porras de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

### **III.6. Plan de análisis**

Los datos obtenidos fueron anotados en una base de datos usando el software Microsoft Excel 2019 donde se realizó la estadística descriptiva realizando porcentajes y la desviación estándar de los grupos y subgrupos. La estadística inferencial se realizó usando el paquete estadístico STATA versión 17. Se usó las pruebas de normalidad de shapiro Wilk y la prueba de Levene y se determinó que se debe usar pruebas estadísticas paramétricas. Se utilizó la prueba T de Student con la finalidad de comparar el material residual y el tiempo en minutos que demoraron las técnicas experimentales en lograr la desobturación en los 2 grupos (con microscopio y sin microscopio). En los 4 subgrupos de desobturación experimental se usó la prueba de Anova con posterior prueba de Tukey. Ambas pruebas estadísticas se realizaron con un intervalo de confianza al 95% con un nivel de significancia al 5%.

#### IV. RESULTADOS

En el presente estudio, la eficacia de desobturación se midió usando el tiempo que demoró en minutos cada técnica en lograr realizar la desobturación y midiendo el porcentaje de material residual que deja cada una de ellas. La tabla 1 muestra el análisis estadístico de la eficacia de la desobturación con la prueba de Anova, mostrando que se encontraron diferencias significativas (valor de  $p < 0.0001$ ) cuando se compararon el tiempo, pero no hubo diferencia significativa cuando se comparó el material residual (valor  $p$  de 0.174) dejado por las técnicas evaluadas.

Tabla 1: Evaluación de la eficacia para la desobturación de gutapercha mediante microscopio operatorio, ultrasonido y sistema de desobturación experimental como coadyuvante a las limas endodónticas

Variables	Grados de libertad	Suma Cuadrados	Media Cuadrados	Distribución F	Valor p
Tiempo	3	131.12	43.71	11.81	<0.0001
Material residual	3	843.14	281.05	1.78	0.174
Prueba de ANOVA					significancia $p < 0.05$

El tiempo usando solamente las limas Reciproc ®R40 (grupo control) fue en promedio 1.25 minutos con una desviación estándar de 0.35 para todas las muestras.

El tiempo en minutos que demoraron en desobturar los 4 subgrupos es descrito en la tabla 2. La técnica de desobturación más rápida fue del grupo Clearsonic® sin microscopio operatorio y la que demoró más en realizar la desobturación fue del sistema de desobturación experimental con microscopio. No hubo diferencia significativa en el tiempo que demoran en lograr la desobturación entre los grupos Clearsonic® y sistema de desobturador experimental cuando se compararon entre ellas usando y sin usar el microscopio operatorio cuando se evaluaron con las pruebas de Anova y Post hoc de Tukey.

Tabla 2. Evaluación del tiempo en minutos que demora para la desobturación de gutapercha mediante ultrasonido Clearsonic® y sistema de desobturación experimental como coadyuvante a las limas endodónticas Reciproc® .

Variable	Técnica de desobturación	Uso de Microscopio operatorio	
		Con microscopio X (DE)	Sin Microscopio X (DE)
Tiempo	Clearsonic	7.10 (2.24) a	3.59 (1.30) aB
	Sistema de desobturadores experimentales	8.63 (1.97) bB	4.42 (2.06) b

X:Promedio.

DE: Desviación estándar.

\*Letras iguales, diferencias estadísticamente significativas (Prueba de Tukey;  $p < 0.05$ ).

Léase, letras minúsculas en filas y mayúsculas en columnas.

El porcentaje de material residual usando solamente las limas Reciproc ®R40 (grupo control) fue en promedio de 57.45% con una desviación estándar de 11.05% para todas las muestras.

El material residual dejado por las técnicas de desobturación evaluadas es descrito en la tabla 3, la técnica de desobturación que dejó menos material de obturación fue del sistema de desobturación experimental con microscopio operatorio con un promedio de 13.9% y la que dejó mayor cantidad de material residual fue el grupo de clearsonic® sin el uso de microscopio operatorio con un promedio de 27.8%. No hubo diferencia significativa entre las técnicas evaluadas cuando se compararon usando la prueba Anova dando un valor de p de 0.174.

Tabla 3. Evaluación del porcentaje de volumen de material de obturación residual en la desobturación de gutapercha mediante ultrasonido Clearsonic ® y sistema de desobturación experimental como coadyuvante a las limas endodónticas Reciproc®.

Variable	Técnica de desobturación	Uso de Microscopio operatorio	
		Con microscopio X (DE)	Sin Microscopio X (DE)
<b>Material residual</b>			
	Clearsonic	18.85 (11.30)	27.80 (15.02)
	Sistema de desobturadores experimentales	13.90 (6.42)	23.05 (15.40)

X: Promedio.

DE: Desviación estándar.

Cuando se evaluó el tiempo con el uso y sin el uso del microscopio operatorio durante la desobturación, los dos grupos mostraron una diferencia estadísticamente significativa cuando se compararon usando la prueba T de student (valor de  $p < 0.0001$ ), dando como resultado que el uso del microscopio operatorio para la desobturación hace que el procedimiento sea más lento (gráfico 1).

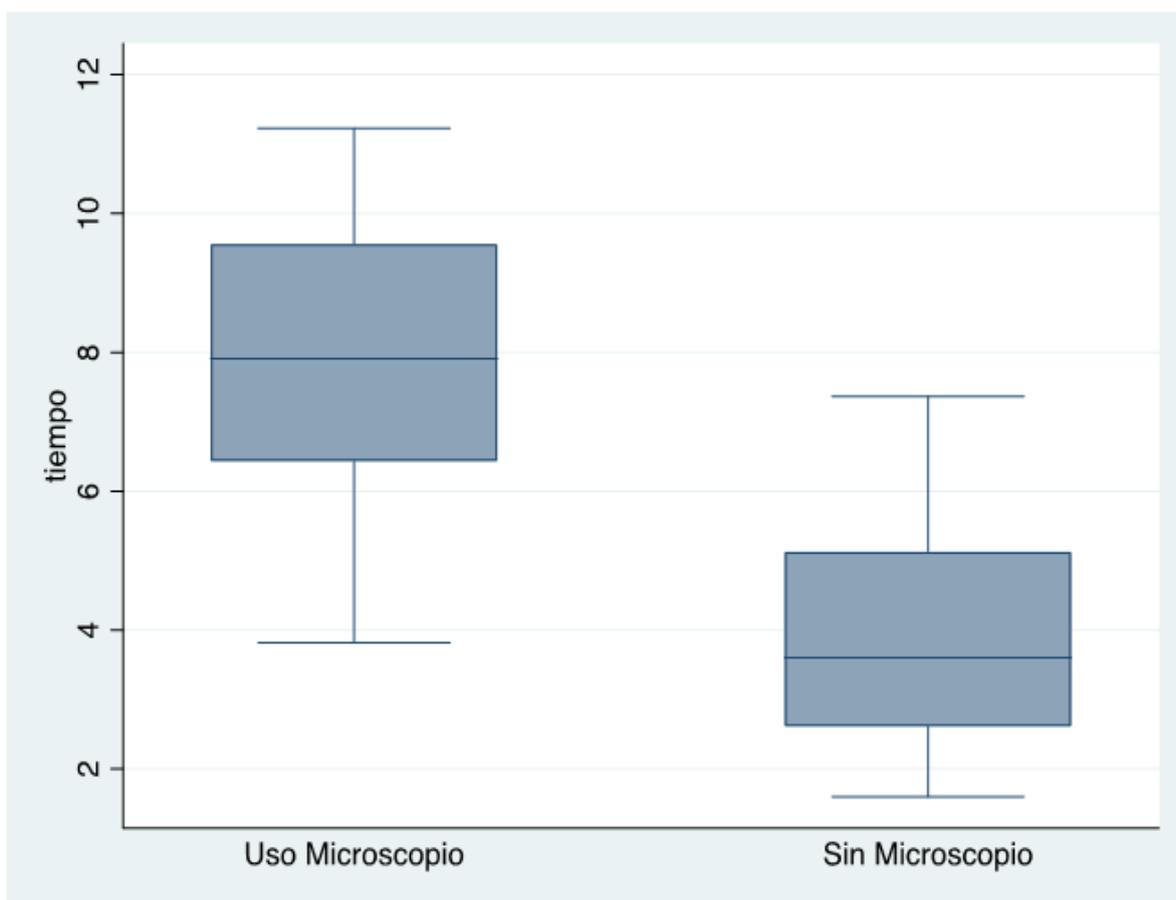


Gráfico 1: Tiempo que demora para la desobturación de gutapercha con microscopio operatorio y sin microscopio operatorio.

Cuando se evaluó el porcentaje de material residual con el uso y sin el uso del microscopio operatorio como coadyuvante a las limas Reciproc® R40 durante la desobturación, los dos grupos mostraron una diferencia estadísticamente significativa cuando se compararon usando la prueba T de student (valor de  $p < 0.0477$ ).

El uso del microscopio operatorio para la desobturación hace que durante el procedimiento se logre remover mayor material de obturación residual que cuando no se usa este (Gráfico 2).

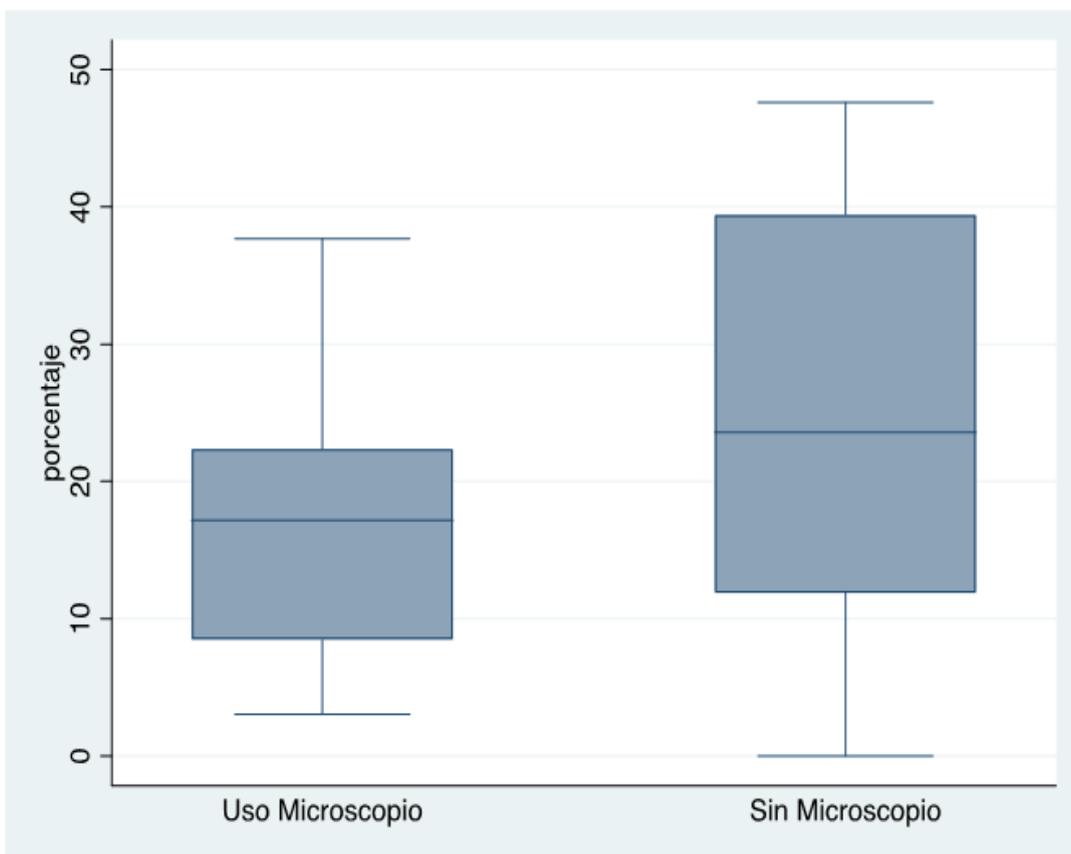


Gráfico 2. Volumen el del material de obturación residual de la desobturación de gutapercha con microscopio operatorio y sin microscopio operatorio.

## V. Discusión

La remoción de material residual de obturación dejado por las limas endodónticas es importante debido a que este material está contaminado (2), haciendo que el pronóstico de éxito sea menor en un retratamiento a comparación de un tratamiento primario de endodoncia (6,7,48). En la revisión sistemática de estudios de desobturación evaluado con microtomografía publicado en 2017 (9), los autores nos refieren que se necesitan procedimientos adicionales de limpieza después de la instrumentación con limas manuales, rotatorias o reciprocantes, este fue el propósito del presente estudio donde primero se usó limas reciprocantes Reciproc® el cual sirvió como grupo control y después se procedió a usar los pasos coadyuvantes como variables. Estudios recientes incorporan procedimientos adicionales a las limas endodónticas para promover la mayor cantidad de material de obturación que se pueda remover de los conductos (10,11,13,14,44-47,49,53). La literatura científica muestra que, a pesar de esto, no se puede lograr remover todo el material de obturación residual que hay en el sistema de conductos radiculares durante un retratamiento endodóntico (9-13,32) al igual que lo encontrado en el presente estudio, por ello es importante tener mayor cantidad de estudios dentro de esta línea de investigación para promover la mejora en la remoción de material residual durante la desobturación en un retratamiento endodóntico.

En el presente estudio, el porcentaje de remoción de material residual fue menor usando sistema de desobturación experimental que usando el clearsonic® como coadyuvantes a las limas endodónticas, sin embargo, no hubo diferencias significativas entre ambas. Sí se encontró diferencias significativas cuando se usa el microscopio operatorio que cuando no se usa este (el uso del microscopio operatorio permite dejar menor material de obturación residual), siendo el microscopio un implemento necesario para mejorar la desobturación de material de obturación

residual como coadyuvante a las limas endodónticas, la misma conclusión fue publicada por De Mello *et al.* en 2009 (14) donde refieren que el coadyuvante para la desobturación a las limas endodónticas de microscopio y ultrasonido, se logra remover mayor cantidad de material de obturación residual durante el retratamiento endodóntico.

El tiempo que demora en desobturar el sistema de desobturación experimental no tuvo diferencia estadísticamente significativa comparada con el ultrasonido clearsonic®, sin embargo, sí se encontró diferencia significativa cuando se usan ambos con el microscopio operatorio comparado con no usar el microscopio operatorio, lo cual nos indica que el uso del microscopio operatorio hace que el procedimiento de desobturación sea más lento, posiblemente debido a que al estar viendo de forma magnificada internamente la raíz del diente, el operador intentará mayor cantidad de veces acceder a la zona donde los restos de gutapercha residual ha quedado sin salir (la cual es la zona donde las limas endodónticas no han llegado) de esta manera lograr remover mayor cantidad de material residual. Este hallazgo se relaciona con lo reportado por Alakabani *et al.* (47) donde hicieron un estudio del tiempo que demora la desobturación en conductos ovaes, refieren que la desobturación es más lenta usando microscopio operatorio y ultrasonido como coadyuvante a las limas, en su estudio, este grupo obtuvo un promedio de 7.13 minutos resultado muy similar a lo encontrado en el presente estudio donde el grupo de clearsonic® con microscopio operatorio obtuvo un tiempo promedio de 7.10 minutos y el sistema de desobturación experimental con microscopio obtuvo 8.63 minutos.

Se han propuesto distintas técnicas metodológicas de estudios *Ex Vivo* usando dientes naturales para investigar cuanto material de obturación se logra remover de un diente al momento de realizar el retratamiento endodóntico, cada una de estas técnicas con sus respectivas limitaciones, como el uso de la radiografía (56, 57, 58) donde la

evaluación del material residual se evalúa en 2 dimensiones lo cual es una limitación para medir la cantidad de material residual real dentro de los dientes ya que se mide el área en  $\text{mm}^2$ , a diferencia de medir en volumen en  $\text{mm}^3$  en las tres dimensiones que sí te permite la tomografía de haz cónico como lo realizamos en el presente estudio. Otra metodología es la de cortar el diente por la mitad para evaluar internamente mediante microscopio el material residual con un software de imágenes (59, 60, 61, 62) con el sesgo de que al cortar el diente se puede desprender la gutapercha o derretirla por la fricción del corte. En el presente estudio usamos la tomografía de haz cónico para la evaluación de material residual ya que permite evaluar en las tres dimensiones en  $\text{mm}^3$  como lo han hecho en estudios previos (32,63-67) debido a la ventaja de no destruir el diente y poder hacer la medición en volumen ( $\text{mm}^3$ ) del material de obturación antes y después de los procedimientos de desobturación usando una nitidez bastante aceptable con un voxel de tamaño de  $75\mu\text{m}$ . Las raíces distales usadas en el presente estudio fueron montadas en una base de silicona en una cubeta de impresión parcial para poder realizarel escaneo en un campo reducido de  $5\text{x}5\text{x}5\text{cm}$  como lo hicimos en un estudio previo publicado de Zevallos-Quiroz *et al.* 2019 (32) y así lograr tener la mejor nitidez de imagen con el voxel de  $75\mu\text{m}$ . En el estudio de Pawar *et al.* (63) usan el mismo tomógrafo (ProMax 3D (Planmeca OY, Helsinki, Finland) y el mismo software (Romexis v3.20, Planmeca OY, Helsinki, Finland) para la evaluación de material de obturación residual, nosotros hemos usado en el presente estudio la versión 4.6.2 de este software.

Actualmente la microtomografía logra tener la ventaja de no destruir el diente y evaluar el material residual en sus 3 dimensiones en volumen usando  $\text{mm}^3$  pero con mayor definición comparado con la tomografía de haz cónico al usar un tamaño de voxel más pequeño (menor de  $30\mu\text{m}$ ) para poder medir el material residual, diversos estudios lo usan (68-71), lamentablemente en el Perú no hay este tipo de tomógrafos

por lo cual no es viable conseguir investigar con esta tecnología, esta es la razón por lo cual en el presente estudio se optó por usar la tomografía de haz cónico. Un estudio de Celikten *et al.* (72) evalúa la nitidez del material de obturación radicular y la influencia de los selladores usando microtomografía comparado con la tomografía de haz cónico, el estudio refiere que la microtomografía da mejor resolución de las imágenes, los autores refieren que cuando se usa la tomografía de haz cónico se debe usar una tomografía de campo reducido, menor mA, menor voxel y un mayor Kvp para que la imagen de tomografía de haz cónico sea lo más nítida posible y haya menor sesgo al evaluar las imágenes del material de obturación, siguiendo esa recomendación, en el presente estudio se usó la tomografía de haz cónico de campo reducido de 5cm el cual permitió tener imágenes con un voxel de tamaño de 75  $\mu\text{m}$ . Se usó un voltaje de rayos X de 90Kvp y 6.3 Ma.

La anatomía del conducto donde se realiza la desobturación debe ser objeto de análisis previo a un procedimiento endodóntico, en el presente estudio se usó raíces distales de molares inferiores las cuales presentaron un conducto oval, al usar solamente las limas mecanizadas en conductos ovals se puede dejar material residual en gran porcentaje con una alta desviación estándar, en el presente estudio cuando se usó solamente las limas Reciproc® R40 (grupo control), se encontró en promedio un 57.4% de material residual con una desviación estándar de 11%, similar a lo publicado en el estudio de Crozeta *et al.* en 2016 (73) donde usaron conductos ovals de raíces distales de molares inferiores que al igual que en el presente estudio, refieren que las limas Reciproc® R50 dejaron en promedio 43.9% de material residual y una desviación estándar de 28.1%. En otro estudio de Crozeta *et al.* en 2021 (74), usaron también conductos ovals de raíces distales de molares inferiores y refieren que las limas Reciproc® R50 dejaron en promedio 37.5 % de material residual con una desviación estándar de 11.9%. Estos resultados fueron menores que lo publicado en el

estudio de Rivera-Peña (44) donde refieren que las limas Reciproc® R25 deja 76.10% de material de obturación residual como media, lo cual evidencia la necesidad de realizar procedimientos coadyuvantes a las limas mecanizadas para promover una mejor limpieza del material de obturación durante un retratamiento endodóntico.

El uso de microscopio operatorio en conjunto con el ultrasonido ha demostrado disminuir el material residual, en el presente estudio se disminuyó de 57.45% usando solo limas reciproc® R40 a un 18.05% con clearsonic® con microscopio operatorio, resultado menor a lo publicado en el estudio de Rivera-Peña (44) en donde usaron conductos ovals de incisivos inferiores donde bajó de 76.10% solo con la limas reciproc® R25 a un 24.8% usando microscopio operatorio y ultrasonido clearsonic® que es un porcentaje residual mayor a lo encontrado en el presente estudio usando instrumentos similares, o como en el estudio de De Mello *et al.* (14) en donde usaron incisivos centrales superiores donde disminuyó de 25.21% solo con las limas manuales y solvente a un 9.31% usando microscopio y ultrasonido SP1 de NSK que es un porcentaje menor a lo encontrado en el presente estudio. Los resultados del presente estudio son muy similares a los encontrados en la literatura donde investigaron las variables similares como en el estudio de Crozeta *et al.* (74) donde usaron igualmente conductos ovals de raíces distales de molares inferiores usaron Clearsonic® con microscopio operatorio, encontraron que estos instrumentos en conjunto como coadyuvante las limas Reciproc® R50 dejaron 18.95%, en el presente estudio se encontró que esta misma combinación de instrumentos coadyuvantes a las limas Reciproc® R40 dejó 18.85%, incluso la desviación estándar de ambos estudios fue similar con 11.05% el de Crozeta *et al.* y de 11.30% el presente estudio.

Cuando se usa clearsonic® sin el uso de microscopio operatorio en el presente estudio resultó dejando 27.80% de material de obturación residual con una desviación estándar de 15.02%, resultado menor a lo encontrado en el estudio de Tavares *et al.*

(75) donde usaron conductos ovals en premolares inferiores, usaron Recipro<sup>®</sup> R50 y luego complementado con Clearsonic<sup>®</sup> sin el microscopio operatorio, refieren que dejó 35.4% de material de obturación residual con una desviación estándar de 24.1%. El uso de simuladores de tipo de cabeza de fantoma no se ha usado en estudios de retratamientos endodónticos previos dentro de esta línea de investigación, sin embargo, se decidió usar este simulador debido a que estamos evaluando la efectividad del microscopio operatorio y este se usa con una visión indirecta lo cual no es posible hacerlo sin un simulador de este tipo. El uso del microscopio operatorio con un simulador de tipo cabeza de fantoma nos permite evaluar cómo se usa el microscopio operatorio en pacientes reales y así evaluarlo haciendo un uso correcto de este, las cabezas de fantomas se usan en la enseñanza de uso de microscopio operatorio, así como de lupas de magnificación para hacer un entrenamiento correcto de la visión indirecta. El uso de simuladores de cabeza de fantoma para la enseñanza en odontología logra una mejorara en el aprendizaje de los estudiantes para prepararlos para la atención clínica de pacientes reales (76), en nuestro estudio que estamos evaluando la importancia de la magnificación con microscopio operatorio para los procedimientos de desobturación, nos pareció importante incluirlo dentro de la metodología como lo hicieron Perrin P *et al.* (77) en su estudio, ellos evaluaron la eficacia de la magnificación con microscopio operatorio con un aumento de 6X, lupas coaxiales con aumento de 2.5X y lupas Kepler con un aumento de 4.3X durante el acto operatorio para evaluar la visión magnificada, en su estudio usaron simulador de cabeza de fantoma para recrear la condición clínica, los autores refieren que el uso de microscopio operatorio ofrece una magnificación superior a las lupas.

Para poder retirar la mayor cantidad de material de obturación posible del conducto radicular se debe poder acceder a tocar la mayoría de las paredes del conducto donde podría haberse quedado los restos de gutapercha. La desventaja de la desobturación

usando las limas es que dejan material de obturación en las zonas del conducto que no son tocadas (1). Cuando se usan las limas con el microscopio operatorio para poder acceder a estas zonas, los dedos impiden poder ver en el microscopio operatorio hacia donde está trabajando la lima. Por otro lado, la limitación cuando se usa ultrasonido con el microscopio operatorio es que no se puede direccionar perfectamente hacia la zona de la gutapercha remanente que está adherida a las paredes del conducto radicular.

En el mercado mundial se encuentran instrumentos similares al sistema de desobturación experimental propuesto en el presente estudio, como el TRFK GPR del Dr. Terauchi (<https://planbdental.com/product/gutta-percha-removal-instrument/>), el cual es un instrumento con punta fina en forma de flecha (similar al clearsonic® pero con mango palmar), sin embargo, este instrumento está dentro del kit TFRK que es un kit diseñado para la remoción de limas fracturadas, el cual se compara en la literatura científica con otras técnicas para remoción de limas fracturadas (78 y 79). No hay información o estudios de este instrumento y su eficacia para la desobturación de gutapercha. También se encuentra en el mercado mundial los instrumentos Hartzell que son dos instrumentos con mangos palmares que tienen dos puntas en los extremos unos ganchos en forma de “U” en la punta (<https://www.aegisdentalnetwork.com/id/2018/10/hartzell-gutta-percha-removal-instruments>), no se ha encontrado en la presente revisión artículo científico que respalde su efectividad para la remoción de gutapercha, este diseño en la punta es distinto a lo propuesto en el presente estudio donde proponemos una punta en forma de “L” direccionado hacia lingual, bucal, vestibular y palatino. Más similar a la propuesta de el diseño propuesto en el presente estudio es el diseño de los instrumentos Kohler diseñador por el Dr. Terauchi ([https://www.kohler-medizintechnik.de/en/products/?tx\\_nwproducts\\_productlist%5Blevel%5D=3&tx\\_nw](https://www.kohler-medizintechnik.de/en/products/?tx_nwproducts_productlist%5Blevel%5D=3&tx_nw)

[products\\_productlist%5Bpath%5D=%2F%2FENDODONTICS&tx\\_nwproducts\\_productlist%5Bselect%5D=Guttapercha%2Bremoval%2Binstruments%2Bacc.%2Bto%2BDr.%2BYoshi%2BTerauchi&cHash=79e28cb6ee0658597f5e8421144fdc90](https://www.facebook.com/dentalmachine/photos/a.403408556501425/1966263380215927/?type=3)),

estos son 5 instrumentos, 4 de ellos tienen una forma en “L” en la punta muy fina direccionado hacia los 4 lados del diente, también propone un quinto instrumento con una punta diamantada, no se ha encontrado la efectividad de estos instrumentos en la literatura científica para la remoción de gutapercha.

La técnica propuesta con el sistema de desobturación experimental se realizó haciendo modificación al diseño de microexploradores de Infinteeth comercializado por dental machine en Lima Perú:

(<https://www.facebook.com/dentalmachine/photos/a.403408556501425/1966263380215927/?type=3>) los cuales incluyen dos microcuretas y dos microexploradores que son instrumentos con puntas en forma de “L” en sus extremos los cuales originalmente vienen con un calibre de 1mm los cuales fueron modificados a 0.5mm con la ayuda de un microscopio operatorio usando un aumento de 40X (Alliance, São Carlos LTDA, São Carlos, SP, Brazil), luego se hizo un desgaste por fricción con la pieza de alta velocidad con fresa diamantada para poder tener un tamaño más pequeño de 0.5mm y de esta manera puedan entrar hasta tercio medio radicular los cuales fueron usados para ejercer fuerza al remanente de gutapercha en sentido vertical en dirección de abajo hacia arriba y lateral, el sistema de desobturación experimental propuesto también incluye dos espaciadores manuales de mango palmar (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) de punta activa lisa de dos grosores distintos (diámetro 40 y diámetro 30) los cuales fueron usados para ejercer fuerza al remanente de gutapercha en sentido vertical en dirección de arriba hacia abajo y lateral, el de grosor 40 para el tercio cervical radicular y el 30 para el tercio medio radicular.

El uso de microscopio operatorio y ultrasonido se ha revisado en estudios *Ex Vivo*

como lo hemos podido revisar, pero no se han publicado estudios clínicos en pacientes previamente. Durante el año 2023 hemos podido publicar un reporte de caso (80) donde podemos ver la importancia del microscopio operatorio y el ultrasonido como coadyuvante a las limas durante la desobturación, en ese estudio presentamos 3 casos donde se tomaron radiografías intra operatorias después de realizar la desobturación solamente con limas Reciproc®, luego realizamos la desobturación con microscopio operatorio y ultrasonido como coadyuvante a estas limas Reciproc®, para luego tomar radiografía nuevamente y poder evidenciar la cantidad de reducción de material residual dejado por estas limas. Una vez desobturado lo mejor que se pudo, de procedió realizar terminar la endodoncia con la obturación radicular. En los controles después de un año, se puede evidenciar la reparación de la lesión apical en estos dientes.

## **VI. Conclusiones**

La desobturación de gutapercha mediante microscopio operatorio, ultrasonido Clearsonic® y sistema de desobturación experimental logran mejorar la remoción de material residual al ser usados como coadyuvante a las limas Reciproc®.

### **En cuanto al tiempo:**

1. Usar el microscopio operatorio durante la desobturación hace que el tiempo de la desobturación sea más lento de manera significativa.
2. No se encontró diferencia significativa en el tiempo que demoran en desobturar el ultrasonido Clearsonic® y el sistema de desobturación experimental como coadyuvantes a las limas endodónticas.

### **En cuanto al material residual**

3. Usar el microscopio operatorio logra remover mayor cantidad de material residual de manera significativa.
4. No se encontró diferencia significativa en la cantidad de material residual que se logra remover entre el ultrasonido Clearsonic® y el sistema de desobturación experimental como coadyuvantes a las limas endodónticas.

## **VII. Recomendaciones**

1. Realizar estudios donde se perfeccione el diseño del sistema de desobturación experimental.
2. Realizar estudios donde se perfeccione la técnica de uso del sistema de desobturación experimental.
3. Realizar estudios donde se compare el sistema de desobturación experimental con otras técnicas coadyuvantes a las limas endodónticas.
4. La técnica propuesta de desobturación con el sistema de desobturación experimental puede ser coadyuvante al ultrasonido además de las limas.

## Bibliografia:

1. Siqueira Junior JF, Rôças IDN, Marceliano-Alves MF, Pérez AR, Ricucci D. Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies. *Braz Oral Res.* 2018; 32(suppl 1):e65.
2. George S, Basrani B, Kishen A. Possibilities of gutta-percha-centered infection in endodontically treated teeth: an in vitro study. *J Endod.* 2010; 36(7):1241-4.
3. Holland R, Gomes JE Filho, Cintra LTA, Queiroz ÍOA, Estrela C. Factors affecting the periapical healing process of endodontically treated teeth. *J Appl Oral Sci.* 2017; 25(5):465-476.
4. López-Valverde I, Vignoletti F, Vignoletti G, Martin C, Sanz M. Long-term tooth survival and success following primary root canal treatment: a 5- to 37-year retrospective observation. *Clin Oral Investig.* 2023; 27(6):3233-3244.
5. Yamaguchi M, Noiri Y, Itoh Y, Komichi S, Yagi K, Uemura R, et al. Factors that cause endodontic failures in general practices in Japan. *BMC Oral Health.* 2018; 18(1):70.
6. Farzaneh N, Abitbol S, Friedman S. Treatment Outcome in Endodontics: The Toronto Study. Phases I and II: Orthograde Retreatment. *J Endod.* 2004; 30(9): 627-33.
7. De Chevigny C, Dao TT, Basrani BR, Marquis V, Farzaneh M, Abitbol S, et al. Treatment Outcome in Endodontics: The Toronto Study— Phases 3 and 4: Orthograde Retreatment. *J Endod* 2008; 34(2):131–137.
8. Alghamdi F, Shakir M. The Influence of *Enterococcus faecalis* as a Dental Root Canal Pathogen on Endodontic Treatment: A Systematic Review. *Cureus.* 2020; 12(3):e7257.
9. Rossi-Fedele G, Ahmed HM. Assessment of Root Canal Filling Removal

- Effectiveness Using Micro-computed Tomography: A Systematic Review. *J Endod.* 2017; 43(4):520-526.
10. Crozeta BM, Chaves de Souza L, Correa Silva-Sousa YT, Sousa-Neto MD, Jaramillo DE, Silva RM. Evaluation of Passive Ultrasonic Irrigation and GentleWave System as Adjuvants in Endodontic Retreatment. *J Endod.* 2020; 46(9):1279-1285.
  11. Machado AG, Guilherme BPS, Provenzano JC, Marceliano-Alves MF, Gonçalves LS, Siqueira JF Jr, Neves MAS. Effects of preparation with the Self-Adjusting File, TRUShape and XP-endo Shaper systems, and a supplementary step with XP-endo Finisher R on filling material removal during retreatment of mandibular molar canals. *Int Endod J.* 2019; 52(5):709-715.
  12. Agrawal P, Ramanna PK, Arora S, Sivarajan S, Jayan A, Sangeetha KM. Evaluation of Efficacy of Different Instrumentation for Removal of Gutta-percha and Sealers in Endodontic Retreatment: An In Vitro Study. *J Contemp Dent Pract.* 2019; 20(11):1269-1273.
  13. de Souza DS, S Silva AS, Ormiga F, Lopes RT, Gusman H. The effectiveness of passive ultrasonic irrigation and the easy-clean instrument for removing remnants of filling material. *J Conserv Dent.* 2021; 24(1):57-62.
  14. de Mello Junior JE, Cunha RS, Bueno CE, Zuolo ML. Retreatment efficacy of gutta-percha removal using a clinical microscope and ultrasonic instruments: part I--an ex vivo study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108(1):e59-62.
  15. Bergenholtz G, Lekholm U, Milthorpe R, Heden G, Odesjö B, Engström B. Retreatment of endodontic fillings. *Scand J Dent Res.* 1979 ; 87(3):217-24.
  16. Wilcox LR, Krell KV, Madison S, Rittman B. Endodontic retreatment: evaluation of gutta-percha and sealer removal and canal reinstrumentation, *J Endod.* 1987;

- 13(9):453-7.
17. Friedman S, Stabholz A, Tamse A. Endodontic retreatment--case selection and technique. 3. Retreatment techniques. *J Endod.* 1990; 16(11):543-9.
  18. Mandel E, Friedman S. Endodontic retreatment: a rational approach to root canal reinstrumentation. *J Endod.* 1992;18(11):565-9
  19. Hülsmann M, Stotz S. Efficacy, cleaning ability and safety of different devices for gutta-percha removal in root canal retreatment. *Int Endod J.* 1997; 30(4):227-33.
  20. Zuolo ML, Imura N, Ferreira MO. Endodontic retreatment of thermafil or lateral condensation obturations in post space prepared teeth. *J Endod.* 1994; 20(1):9-12.
  21. Bertrand MF, Pellegrino JC, Rocca JP, Klinghofer A, Bolla M. Removal of Thermafil Root Canal Filling Material. *J Endod* 1997; 23 (1). 54-57
  22. Betti LV, Bramante CM. Quantec SC rotary instruments versus hand files for gutta-percha removal in root canal retreatment. *Int Endod J.* 2001; 34(7):514-9.
  23. Sae-Lim V, Rajamanickam I, Lim BK, Lee HL. Effectiveness of ProFile .04 taper rotary instruments in endodontic retreatment. *J Endod.* 2000; 26(2):100-4.
  24. Valois CR, Navarro M, Ramos AA, de Castro AJ, Gahyva SM. Effectiveness of the ProFile.04 Taper Series 29 files in removal of gutta-percha root fillings during curved root canal retreatment. *Braz Dent J.* 2001;12(2):95-9.
  25. Baratto Filho F, Ferreira EL, Fariniuk LF, Efficiency of the 0.04 taper ProFile during the re-treatment of gutta-percha-filled root canals, *Int Endod J.* 2002; 35(8):651-4.
  26. Viducić D, Jukić S, Karlović Z, Bozić Z, Miletić I, Anić I. Removal of gutta-percha from root canals using an Nd:YAG laser. *Int Endod J.* 2003; 36(10):670-3.
  27. Hülsmann M, Bluhm V. Efficacy, cleaning ability and safety of different rotary NiTi instruments in root canal retreatment. *Int Endod J.* 2004; 37(7):468-76.

28. Giuliani V, Cocchetti R, Pagavino G. Efficacy of ProTaper universal retreatment files in removing filling materials during root canal retreatment. *J Endod.* 2008; 34(11):1381-1384.
29. Vale MS, Moreno Mdos S, Silva PM, Botelho TC. Endodontic filling removal procedure: an ex vivo comparative study between two rotary techniques. *Braz Oral Res.* 2013; 27(6):478-83.
30. Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti file Rotary instrument: preliminar observations: *Int Endod J.* 2008; 41(4): 339-344
31. Zuolo AS, Mello JE Jr, Cunha RS, Zuolo ML, Bueno CE. Efficacy of reciprocating and rotary techniques for removing filling material during root canal retreatment. *Int Endod J.* 2013; 46(10):947-53.
32. Zevallos-Quiroz CA, Perez IE, García-Rupaya CR. Efficacy of Control Memory and Shape Memory files in removing Filling Material From Severely Curved Root Canals: An Ex Vivo Study: *Iran Endod J.* 2019; 14 (2) : 115 -21.
33. Romeiro K, de Almeida A, Cassimiro M, Gominho L, Dantas E, Chagas N, Velozo C, Freire L, Albuquerque D. Reciproc and Reciproc Blue in the removal of bioceramic and resin-based sealers in retreatment procedures. *Clin Oral Investig.* 2020; 24(1):405-416.
34. Apotheker H, Jako GJ. A microscope for use in dentistry. *J Microsurg.* 1981; 3(1):7-10.
35. Selden HS. The dental-operating microscope and its slow acceptance. *J Endod.* 2002; 28(3):206-7.
36. Todorich B, Shieh C, DeSouza PJ, Carrasco-Zevallos OM, Cunefare DL, Stinnett SS, Izatt JA, Farsiu S, Mruthyunjaya P, Kuo AN, Toth CA. Impact of Microscope-Integrated OCT on Ophthalmology Resident Performance of Anterior Segment Surgical Maneuvers in Model Eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2016; 57(9):146-

53.

37. Iwanaga J, Shiromoto K, Tubbs RS. Releasing incisions of the buccal periosteum adjacent to the lower molar teeth can injure the facial artery: an anatomical study. *Surg Radiol Anat.* 2020; 42(1):31-34.
38. Ge YJ, Liu XQ. [Effects of loupes and microscope on laminate veneer preparation]. *Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban.* 2019; 51(1):100-104.
39. Carr GB, Murgel CA. The use of the operating microscope in endodontics. *Dent Clin North Am.* 2010; 54(2):191-214.
40. Song M, Kim HC, Lee W, Kim E. Analysis of the cause of failure in nonsurgical endodontic treatment by microscopic inspection during endodontic microsurgery. *J Endod.* 2011; 37(11):1516-9.
41. Manigandan K, Ravishankar P, Sridevi K, Keerthi V, Prashanth P, Pradeep Kumar AR. Impact of dental operating microscope, selective dentin removal and cone beam computed tomography on detection of second mesiobuccal canal in maxillary molars: A clinical study. *Indian J Dent Res.* 2020; 31(4):526-530.
42. Floratos S, Kim S. Modern Endodontic Microsurgery Concepts: A Clinical Update. *Dent Clin North Am.* 2017; 61(1):81-91.
43. Baldassari-Cruz LA, Wilcox LR. Effectiveness of gutta-percha removal with and without the microscope. *J Endod.* 1999; 25(9):627-8.
44. Rivera-Peña ME, Duarte MAH, Alcalde MP, DE Andrade FB, Vivan RR. A novel ultrasonic tip for removal of filling material in flattened/oval-shaped root canals: a microCT study. *Braz Oral Res.* 2018; 32: e88.
45. Kasam S, Mariswamy AB. Efficacy of Different Methods for Removing Root Canal Filling Material in Retreatment - An In-vitro Study. *J Clin Diagn Res.* 2016; 10(6):ZC06-10.
46. Gorduysus MO, Al-Rubai H, Salman B, Al Saady D, Al-Dagistani H, Muftuoglu

- S. Using erbium-doped yttrium aluminum garnet laser irradiation in different energy output levels versus ultrasonic in removal of root canal filling materials in endodontic retreatment. *Eur J Dent.* 2017; 11(3):281-286.
47. Alakabani TF, Faus-Llácer V, Faus-Matoses V. Evaluation of the time required to perform three retreatment techniques with dental microscope and ultrasonic activation for removing filling material from the oval root canal. *J Clin Exp Dent.* 2018; 10(8):e810-e814.
48. Friedman S, Abitbol S, Lawrence HP. Treatment outcome in endodontics: the Toronto Study. Phase 1: initial treatment. *J Endod.* 2003; 29(12):787-93.
49. Kinjrawi L, Abdullah A. Efficiency of using microscope with ultrasonics in nonsurgical endodontic retreatment. *IAJD* [Internet]. 2017Jun.5 [cited 2021Feb.24];8(2):64-8. Available from: <https://journals.usj.edu.lb/iajd/article/view/157>
50. Martins MP, Duarte MA, Cavenago BC, Kato AS, da Silveira Bueno CE. Effectiveness of the ProTaper Next and Reciproc Systems in Removing Root Canal Filling Material with Sonic or Ultrasonic Irrigation: A Micro-computed Tomographic Study. *J Endod.* 2017;43(3):467-471.
51. Vertucci FJ, Williams RG, Root canal anatomy of the mandibular first molars. *J N Dent Assoc* 1974; 45(3):27-8
52. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1971; 32: 271–5.
53. Silva EJNL, de Lima CO, Barbosa AFA, Ferreira CM, Crozeta BM, Lopes RT. Efficacy of an arrow-shaped ultrasonic tip for the removal of residual root canal filling materials. *Aust Endod J.* 2021;47(3):467-473.
54. Van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J.* 2007; 40(6):415-

55. Tagger M, Tamse A, Katz A, Korzen BH. Evaluation of the apical seal produced by a hybrid root canal filling method, combining lateral condensation and thermatic compaction. *J Endod* 1984; 10(7):299–303.
56. Unal GC, Kaya BU, Tac, AG, Kec,eci AD. A comparison of the efficacy of coventional and new retreatment instruments to remove gutta-percha in curved root canals: an ex vivo study. *Int Endod J* 2009; 42(4):344–50.
57. Zanettini PR, Barletta FB, de Mello Rahde N. In vitro comparison of different reciprocating systems used during endodontic retreatment. *Aust Endod J.* 2008; 34(3):80-5.
58. Ferreira JJ, Rhodes JS, Ford TR. The efficacy of gutta-percha removal using ProFiles. *Int Endod J.* 2001;34(4):267-74
59. Barrieshi-Nusair M. Gutta-percha Retreatment: Effectiveness of Nickel-Titanium Rotary Instruments versus Stainless Steel Hand Files. *J Endod.* 2002; 28 (6): 454-456
60. Saad AY, Al-Hadlaq SM, Al-Katheeri NH. Efficacy of Two Rotary NiTi Instruments in the Removal of Gutta-Percha during Root Canal Retreatment. *J Endod* 2007; 33 (1): 38–41
61. Takahashi CM, Cunha RS, de Martin AS, Fontana CE, Silveira CF, da Silveira Bueno CE. In vitro evaluation of the effectiveness of ProTaper universal rotary retreatment system for gutta-percha removal with or without a solvent. *J Endod.* 2009; 35(11):1580-3
62. Fariniuk LF, Westphalen VP, Silva-Neto UX, Carneiro E, Baratto Filho F, Fidel SR et al. Efficacy of Five Rotary Systems versus Manual Instrumentation During Endodontic Retreatment. *Braz Dent J.* 2011; 22 (4): 294-298
63. Pawar AM, Thakur B, Metzger Z, Kfir A, Pawar M. The efficacy of the Self-

- Adjusting File versus WaveOne in removal of root filling residue that remains in oval canals after the use of ProTaper retreatment files: A cone-beam computed tomography study. *J Conserv Dent.* 2016;19 (1):72-6.
64. Akbulut MB, Akman M, Terlemez A, Magat G, Sener S, Shetty H. Efficacy of Twisted File Adaptive, Reciproc and ProTaper Universal Retreatments for root-canal-filling removal: A cone-beam computed tomography study. *Dent Mater J.* 2016; 35 (1):126-31.
65. Khedmat S, Azari A, Shamschiri AR, Fadae M, Bashizadeh Fakhar H. Efficacy of ProTaper and Mtwo Retreatments in Removal of Gutta-percha and GuttaFlow from Root Canals. *Iran Endod J.* 2016; 11(3):184-7
66. Madani ZS, Simdar N, Moudi E, Bijani A, CBCT Evaluation of the Root Canal Filling Removal Using D-RaCe, ProTaper Retreatments Kit and Hand Files in curved canals. *Iran Endod J.* 2015; 10(1):69-74
67. Marfisi K, Mercade M, Plotino G, Duran-Sindreu F, Bueno R, Roig M. Efficacy of three different rotary files to remove gutta-percha and Resilon from root canals. *Int Endod J.* 2010; 43(11):1022-8.
68. Bernardes RA, Duarte MA, Vivian RR, Alcalde MP, Vasconcelos BC, Bramante CM. Comparison of three retreatment techniques with ultrasonic activation in flattened canals using micro-computed tomography and scanning electron microscopy. *Int Endod J.* 2016; 49(9):890–897
69. Rödiger T, Hausdörfer T, Konietschke F, Dullin C, Hahn W, Hülsmann M. Efficacy of D-RaCe and ProTaper Universal Retreatments NiTi instruments and hand files in removing gutta-percha from curved root canals - a micro-computed tomography study. *Int Endod J.* 2012; 45(6):580-9
70. Amoroso-Silva PA, Ordinola-Zapata R, Duarte MA, Gutmann JL, del Carpio-perocheña A, Bramante CM, et al, Micro computed Tomography Analysis of

- Mandibular Second Molars with C shaped Root Canals. *J Endod.* 2015;41(6);890-5
71. Fruchi Lde C, Ordinola-Zapata R, Cavenago BC, Hungaro Duarte MA, Bueno CE, De Martin AS. Efficacy of reciprocating instruments for removing filling material in curved canals obturated with a single-cone technique: a micro-computed tomographic analysis. *J Endod.* 2014; 40(7);1000-4
72. Celikten B, Jacobs R, deFaria Vasconcelos K, Huang Y, Nicolielo LFP, Orhan K. Assessment of Volumetric Distortion Artifact in Filled Root Canals Using Different Cone-beam Computed Tomographic Devices. *J Endod.* 2017; 43(9):1517-1521
73. Crozeta BM, Silva-Sousa YT, Leoni GB, Mazzi-Chaves JF, Fantinato T, Baratto-Filho F, Sousa-Neto MD. Micro-Computed Tomography Study of Filling Material Removal from Oval-shaped Canals by Using Rotary, Reciprocating, and Adaptive Motion Systems. *J Endod.* 2016; 42(5):793-7
74. Crozeta BM, Lopes FC, Menezes Silva R, Silva-Sousa YTC, Moretti LF, Sousa-Neto MD. Retreatability of BC Sealer and AH Plus root canal sealers using new supplementary instrumentation protocol during non-surgical endodontic retreatment. *Clin Oral Investig.* 2021; 25(3):891-899.
75. Tavares SJO, Gomes CC, Marceliano-Alves MF, Guimarães LC, Provenzano JC, Amoroso-Silva P, Machado AG, Siqueira JF Jr, Alves FRF. Supplementing filling material removal with XP-Endo Finisher R or R1-Clearsonic ultrasonic insert during retreatment of oval canals from contralateral teeth. *Aust Endod J.* 2021; 47(2):188-194.
76. Cook DA, Hatala R, Brydges R, Zendejas B, Szostek JH, Wang AT, Erwin PJ, Hamstra SJ. Technology-enhanced simulation for health professions education: a systematic review and meta-analysis. *JAMA.* 2011; 306(9):978-88.

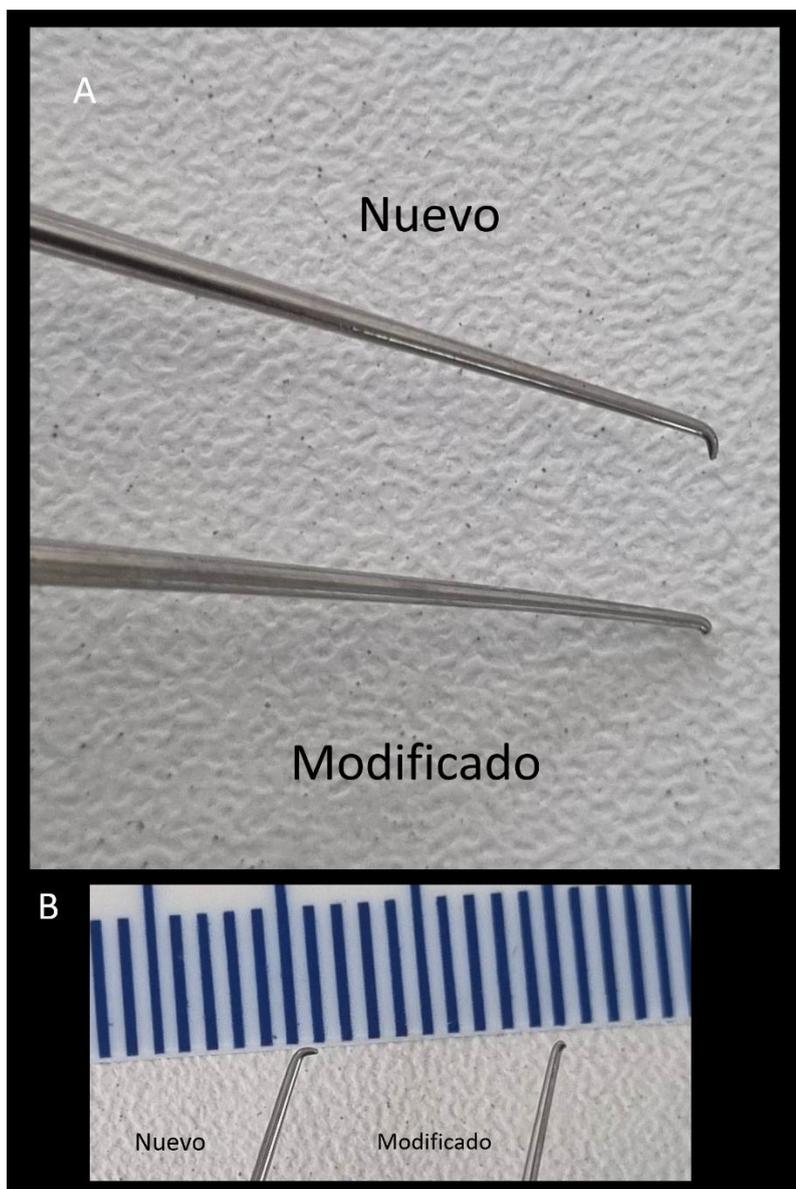
77. Perrin P, Neuhaus KW, Eichenberger M, Lussi A. Influence of different loupe systems and their light source on the vision in endodontics. *Swiss Dent J.* 2019; 129(11):922-928.
78. Abdeen MA, Plotino G, Hassanien EE, Turkey M. Evaluation of Dentine Structure Loss after Separated File Retrieval by Three Different Techniques: An Ex-vivo Study. *Eur Endod J.* 2023; 8(3):225-230.
79. Pruthi PJ, Nawal RR, Talwar S, Verma M. Comparative evaluation of the effectiveness of ultrasonic tips versus the Terauchi file retrieval kit for the removal of separated endodontic instruments. *Restor Dent Endod.* 2020; 45(2):e14.
80. Zevallos-Quiroz CA, Lidia-Yileng Tay. Eficácia do retratamento para remoção da guta-percha utilizando microscópio operatório e ultrassom. *Dental Press Endod,* 2023; 13 (1). 50-59.

## Anexo 1: Imágenes de sistema del sistema desobturador experimental

Imagen 1: espaciador palmar calibre 40



Imagen 2: modificación de los microexploradores



## Anexo 2: Carta de respuesta de solicitud de donación de muestras



Lima 24 de Abril 2021

Estimado Dr. Cesar Andre Zevallos Quiroz

Odontólogo del servicio de odontología del Hospital Guillermo Kaelin De La Fuente

En respuesta a la carta de usted en la que solicitaba cierto número de piezas dentarias para un proyecto de investigación por sus estudios de doctorado, estas serán donadas desde el servicio de Cirugía Maxilofacial del Hospital Guillermo Kaelin De La Fuente. Las piezas dentales que se harán entrega serán primeras, segundas o terceras molares inferiores.

Quedo a su

disposición

Atentamente

Dr. Luis Alonso Holguín Vásquez

IBT Health | Coordinador Odontología

Hospital III EsSalud Guillermo Kaelin de la Fuente



## Anexo 3: Constancia de aprobación de comité de ética

# CONSTANCIA 408 - 40 - 21

El Presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación (CIEI) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia hace constar que el proyecto de investigación señalado a continuación fue **APROBADO** por el Comité Institucional de Ética en Investigación, bajo la categoría de revisión **EXENTO**. La aprobación será informada en la sesión más próxima del comité.

Título del Proyecto : "Eficacia para la desobturación de gutapercha mediante microscopio operatorio, ultrasonido y sistema de desobturación experimental como coadyuvante a las Limas endodónticas: Estudio ex vivo".

Código de inscripción : 205889

Investigador principal : Zevallos Quiroz, César André.

La aprobación incluyó los documentos finales descritos a continuación:

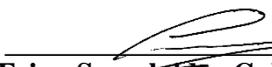
1. **Protocolo de investigación**, versión recibida en fecha 13 de noviembre del 2021.

La **APROBACIÓN** considera el cumplimiento de los estándares de la Universidad, los lineamientos Científicos y éticos, el balance riesgo/beneficio, la calificación del equipo investigador y la confidencialidad de los datos, entre otros.

Cualquier enmienda, desviaciones, eventualidad deberá ser reportada de acuerdo a los plazos y normas establecidas. La categoría de **EXENTO** es otorgado al proyecto por un periodo de cinco años en tanto la categoría se mantenga y no existan cambios o desviaciones al protocolo original. El investigador está exonerado de presentar un reporte del progreso del estudio por el periodo arriba descrito y sólo alcanzará un informe final al término de éste. La aprobación tiene vigencia desde la emisión del presente documento hasta el **14 de noviembre del 2026**.

Si aplica, los trámites para su renovación deberán iniciarse por lo menos 30 días previos a su vencimiento.

Lima, 15 de noviembre del 2021.

  
Dra. Frine Samalvides Cuba

Presidenta

Comité Institucional de Ética en Investigación/cht



## Anexo 4: Imágenes de criterio de inclusión y exclusión

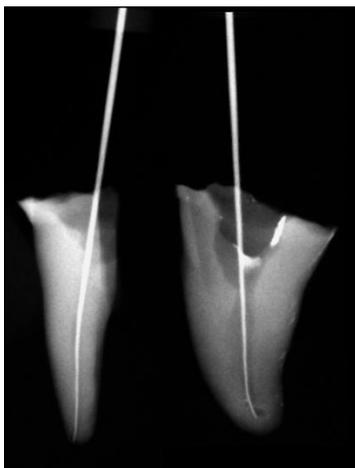
Imagen 3: dientes donados mantenidos en suero fisiológico



Imagen 4: medición de dientes para evaluar criterios de inclusión



Imagen 5: radiografía de las muestras para evaluar criterios de inclusión



## Anexo 5: Imágenes de instrumentación y obturación de las muestras

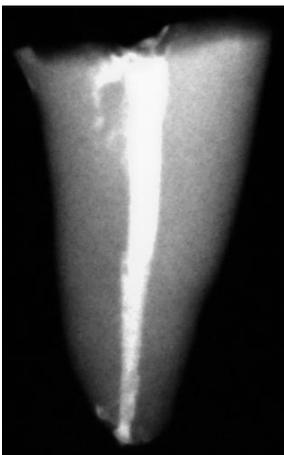
Imagen 6: instrumentación inicial de las muestras



Imagen 7: obturación de las muestras con la técnica híbrida de Tagger



Imagen 8: Radiografía de la obturación



## Anexo 6: imágenes de almacenamiento y escaneo tomográfico de haz cónico

imagen 9: almacenamiento de las muestras en incubadora a 37°C y 100% humedad



Imagen 10: base de silicona para toma de tomografía



Imagen 11: imagen de escaneo de muestras



Imagen 12: software para medición de obturación

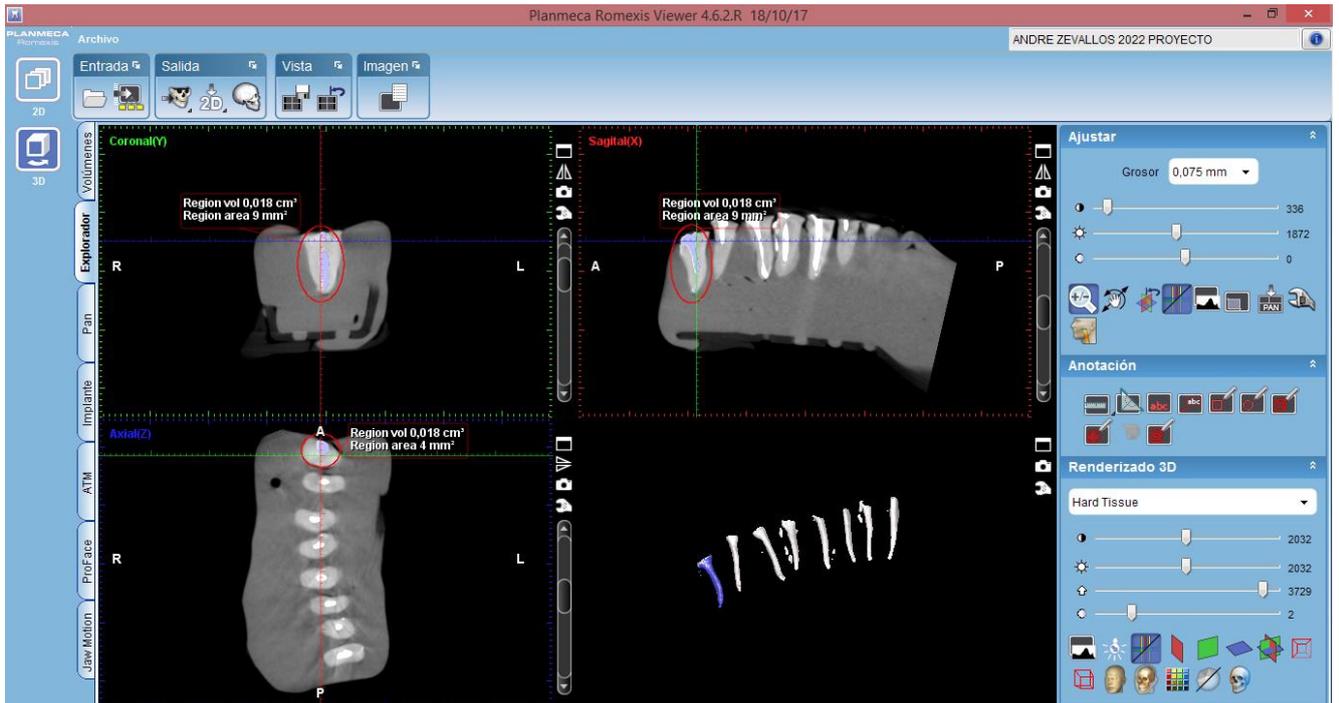


Imagen 13: imágenes del proceso de obturación y medición volumétrica



## Anexo 7: imágenes de desobturación con limas Reciproc®

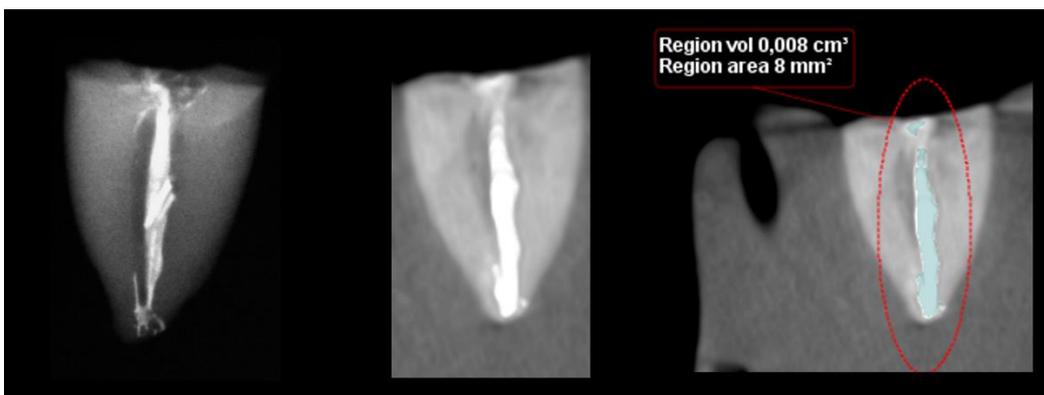
Imagen 14: Desobturación con lima Reciproc®



Imagen 15: imagen de microscopio operatorio de diente desobturado con Reciproc®



Imagen 16: imágenes de radiografía y tomografía de haz cónico de la desobturación con Reciproc®



## Anexo 8: Imágenes de desobstrucción experimental coadyuvante

Imagen 17: Diagrama de flujo de desobstrucción del estudio

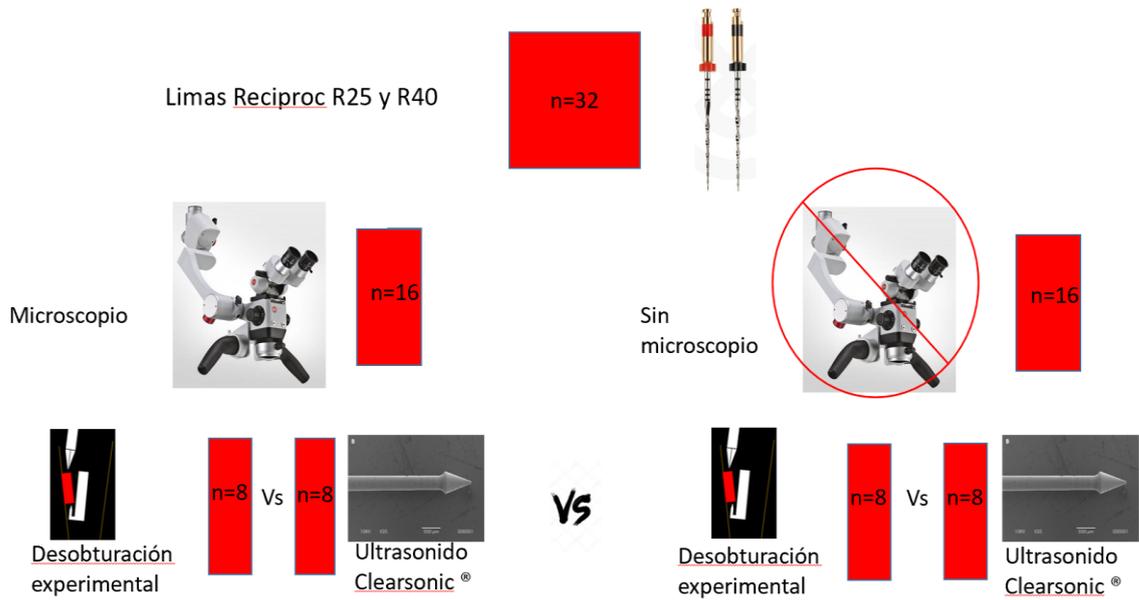


Imagen 18: imagen de aleatorización realizada para decidir qué muestra va a cada grupo

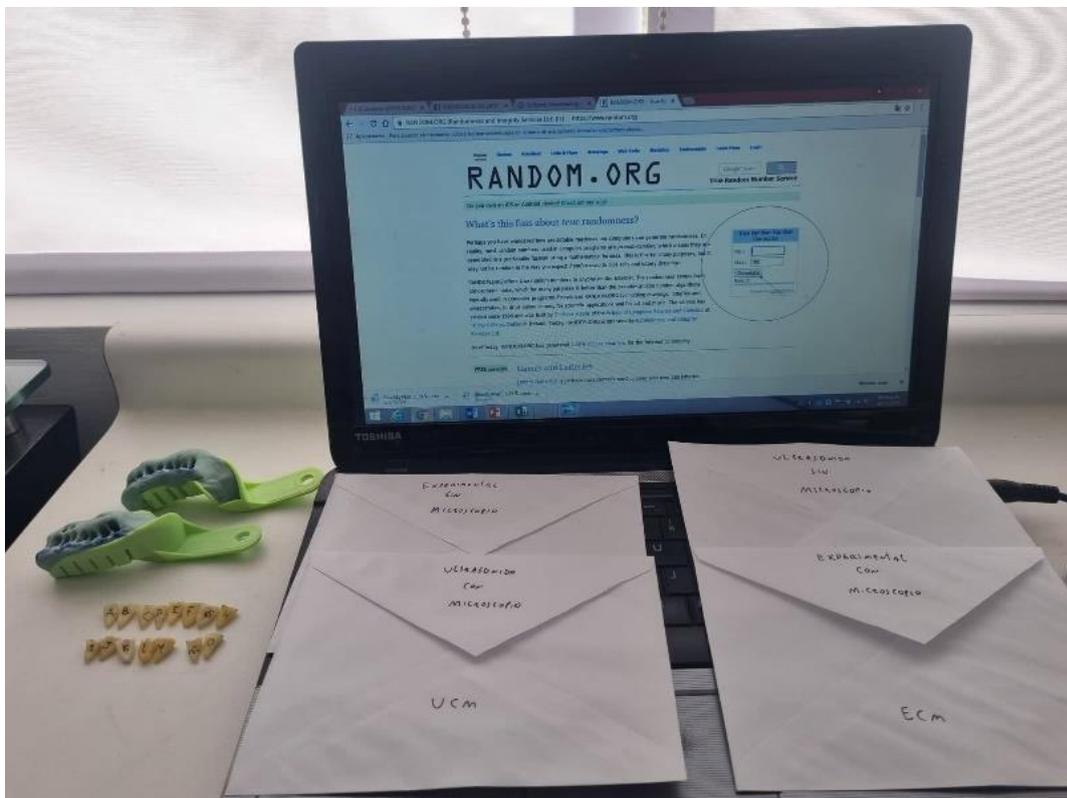


Imagen 19: Desobturación usando cabeza de fantoma y microscopio operatorio



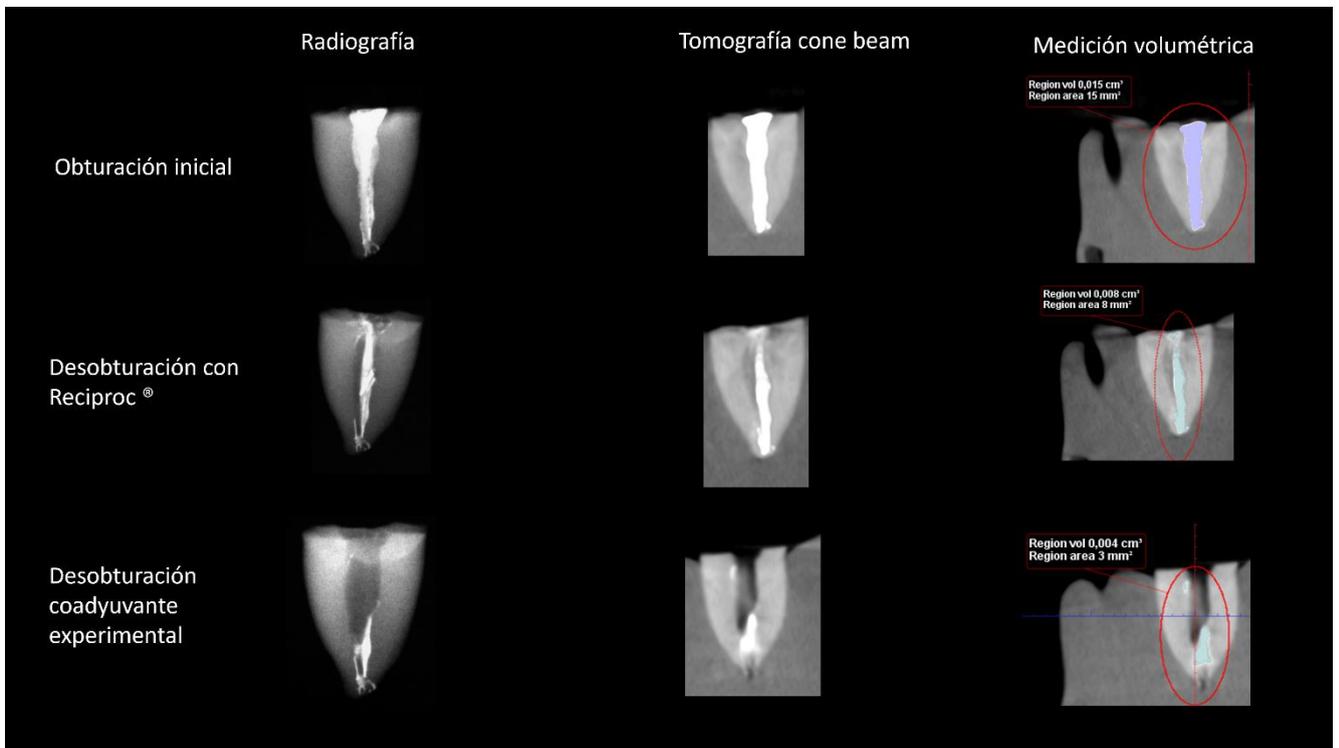
Imagen 20: desobturación con el sistema de desobturación experimental y ultrasonido Clearsonic®



Imagen 21: Visión indirecta usando espejos y microscopio operatorio durante desobturación



Imagen 22: evaluación radiográfica, tomográfica de haz cónico y medición volumétrica



## Anexo 9: Cuadro de operacionalización de variables

variables	Dimensiones	Definición	Tipo de variable	Indicador	Escala de medición	Valor
Técnica de desobturación		Material de obturación radicular que se logra retirar durante un retratamiento endodóntico	Independiente	Uso de instrumentos endodónticos como limas motorizadas de endodoncia, ultrasonido, sistema de desobturación experimental y microscopio operatori para realizar la desobturación endodóntica	Nominal	Lima Reciproc® y ultrasonido Clearsonic® con uso de microscopio operatorio
						lima Reciproc® y sistema de desobturación experimental con uso de microscopio operatorio
						Lima Reciproc® y ultrasonido Clearsonic® sin uso de microscopio operatorio
						lima Reciproc® y sistema de desobturación experimental sin uso de microscopio operatorio
Eficacia de la desobturación	Material residual	Restos de gutapecha y cemento remanente cuando termina el proceso de desobturación	Dependiente	Radiografía	Razón	Porcentaje de desobturación De 0% a 100%
				Tomografía de haz cónico		
	Tiempo	Tiempo que demora en desobturar la técnica de desobturación a evaluar	Dependiente	Cronómetro	Razón	Minutos