



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**  
ESCUELA DE POSGRADO

**COMPARACIÓN DE LA EFICACIA DE  
CUATRO SISTEMAS DE LIMAS CON  
PROPIEDADES DE MEMORIA DE  
FORMA Y CONTROL DE MEMORIA  
PARA LA DESOBTURACIÓN DE  
CONDUCTOS DE RAÍCES CON  
CURVATURA SEVERAS: ESTUDIO IN  
VITRO**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN ENDODONCIA

CESAR ANDRÉ ZEVALLOS QUIROZ

LIMA – PERÚ  
2018



## **ASESORES**

**Mg. Esp. Carmen Rosa García Rupaya**

Departamento Académico de Medicina y Cirugía Buco Maxilofacial

**Mg. Esp. Jorge Beltán Silva**

Departamento Académico de Medicina y Cirugía Buco Maxilofacial

## **DEDICATORIA**

A mis hijos Alessia, Sofía y Fabio, quienes son mi motor y razón para crecer y a mi esposa Gisella quien es la persona que me enseñó a amar la vida.

## **AGRADECIMIENTO**

- A mi madre por ser mi apoyo incondicional en cada momento de mi vida.
- A mi asesora Carmen Rosa García por su paciencia, guía en la elaboración de la presente investigación y estar siempre presente cuando se le necesitaba.
- A mi co-asesor Ivan Perez por creer en este trabajo y ser parte de él.
- A mis profesores de la maestría por dar en sus clases lo mejor de sí.
- A todas las personas que de manera directa e indirecta me apoyaron en la culminación de mis estudios.

## RESUMEN

**Objetivo:** Comparar *in vitro* la eficacia para desobturar tratamientos de conductos mediante distintos sistemas de limas reciprocantes y rotatorias que contengan dos propiedades (control de memoria y memoria de forma) distintas en la aleación de níquel titanio (NiTi) en conductos con curvaturas severas. **Materiales y Métodos:** Se escanearon con tomografía computarizada Cone Beam 32 conductos mesiales de molares inferiores que fueron obturados para luego ser divididos de manera aleatoria en 4 grupos (n=8) de acuerdo a cada sistema: Reciproc® y ProTaper Next® representando la propiedad de aleación de NiTi con memoria de forma, WaveOne Gold® y Hyflex CM® representando la propiedad en la aleación de NiTi con control de memoria. Se analizó el volumen de material de obturación residual que cada sistema deja dentro del conducto con el software Planmeca Roemexis v. 4.4.1. Se registró el tiempo de desobturación con cronometro y mediante microscopía óptica se observó las limas fracturadas. Se utilizó el test de ANOVA y T-student para el análisis de los datos. **Resultados:** No hubo diferencia significativa de material de obturación residual ni en el tiempo efectivo entre los cuatro sistemas de limas ni entre las dos propiedades en la aleación de NiTi evaluados ( $p>0.05$ ). Las limas con la propiedad de control de memoria presentaron mayor cantidad de limas fracturadas. **Conclusiones:** Ambas propiedades en la aleación de NiTi son capaces de retirar parcialmente los materiales de obturación, sin embargo ningún sistema pudo removerlo por completo. La aleación de NiTi con la propiedad de control de memoria tuvo mayor porcentaje de fracturas,

**PALABRAS CLAVE:** Endodoncia, Retratamiento, Instrumentación

## ABSTRACT

**Objectives:** The purpose of this *in vitro* study was to compare the efficacy of two NiTi alloys properties (Shape Memory and Controlled Memory) in both rotary and reciprocation motion during retreatment procedures in severely curved canals.

**Methods:** Thirty two mandibular molars mesial canals were instrumented, obturated, and then scanned with Cone Beam Computed Tomography; teeth were randomly divided into four groups (n=8) according to each system: Reciproc® and ProTaper Next® representing the Shape Memory NiTi alloy, WaveOne Gold® and Hyflex CMR® representing Controlled Memory NiTi alloy. The specimens were rescanned after retreatment procedures. The volume of residual material left inside the canals were evaluated with with Planmeca Roemexis v. 4.4.1, the files fractured were evaluated and measured with dental operating microscope. The operating time were taken with chronometer in seconds. ANOVA and T-student tests were used for the statistical analysis.

**Results:** No significant differences were found in the percentage of residual filling material or requiring time between the systems or properties evaluated ( $p > 0.05$ ), the controlled memory NiTi alloy presented the highest frequency of files fractures.

**Conclusions:** Both alloys are equally effective for retreatment procedures, although the Controlled NiTi alloy had a higher frequency of fractured files. Neither system could completely remove the filling material.

### KEYWORDS:

Endodontics, Retreatment, Instrumentation

## ÍNDICE DE TABLAS

		<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b>	Tiempo en segundos que demora en desobturar cada sistema de limas.	34
<b>Tabla 2.</b>	Tiempo en segundos que demoran en desobturar entre propiedades de aleación de NiTi.	35
<b>Tabla 3.</b>	Promedio de los valores de material de obturación residual en mm <sup>3</sup> entre sistemas de limas.	36
<b>Tabla 4.</b>	Promedio de los valores de material de obturación residual en mm <sup>3</sup> entre propiedades de aleación de NiTi.	37
<b>Tabla 5.</b>	Promedio de los valores de material de obturación residual en mm <sup>3</sup> entre sistemas de limas sin incluir las limas con fractura.	38
<b>Tabla 6.</b>	Promedio de los valores de material de obturación residual en mm <sup>3</sup> entre propiedades de la aleación de NiTi sin incluir las limas con fractura.	39
<b>Tabla 7.</b>	Fracturas de las limas después de ser sometidas a procesos de desobturación.	40

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

		Pág.
<b>Gráfico 1.</b>	Tiempo de desobturación en segundos entre sistemas de limas y propiedad de aleación de NiTi	41
<b>Gráfico 2.</b>	Promedio de los valores de material de obturación Residual entre sistemas de limas y propiedades de aleación de NiTi	42
<b>Gráfico 3.</b>	Promedio de los valores de material de obturación residual entre sistemas de limas y propiedades de aleación de NiTi sin incluir limas fracturadas	43
<b>Gráfico 4.</b>	Porcentaje de limas sin fractura y con fractura después de la desobturación	44

## LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

<b>NiTi</b>	:	Níquel Titanio
<b>CM</b>	:	Control de memoria
<b>MF</b>	:	Memoria de forma
<b>TCCB</b>	:	Tomografía Computarizada Cone Beam
<b>Cm<sup>3</sup></b>	:	Centímetro cúbico
<b>Mm<sup>3</sup></b>	:	Milímetro cúbico
<b>rpm</b>	:	Revoluciones por minuto
<b>Ncm</b>	:	Newton centímetro
<b>ml</b>	:	Mililitro
<b>Pag.</b>	:	Página
<b>n</b>	:	Número de muestra
<b>p</b>	:	Significancia
<b>X</b>	:	Promedio
<b>DE</b>	:	Desviación estándar

## LISTA DE CONTENIDOS

	<b>Pág.</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	3
II.1. Planteamiento del problema	3
II.2. Justificación	5
<b>III. MARCO TEÓRICO</b>	6
<b>IV. OBJETIVOS</b>	21
IV.1. Objetivo general	21
IV.2. Objetivos específicos	21
<b>V. HIPÓTESIS</b>	22
<b>VI. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	23
VI.1. Diseño del estudio	23
VI.2. Universo	23
VI.3. Muestra	23
VI.4. Criterios de selección	24
VI.4.1. Criterios de inclusión	24
VI.4.2. Criterios de exclusión	24
VI.5. Variables	25
VI.6. Técnicas y procedimientos	26
VI.7. Plan de análisis	31
VI.8. Consideraciones éticas	32
<b>VII. RESULTADOS</b>	33
<b>VIII. DISCUSIÓN</b>	45
<b>IX. CONCLUSIONES</b>	56
<b>X. REFERENCIAS</b>	57
<b>ANEXOS</b>	65

## I. INTRODUCCIÓN

Los retratamientos de endodoncia son tratamientos complejos, en muchas ocasiones se puede sólo mejorar las condiciones iniciales sin poder obtener el éxito de un tratamiento endodóntico primario. Incluso si se alcanza los objetivos trazados, al concluir este tratamiento, dependemos del factor biológico (respuesta inmune del paciente, bacterias resistentes y agrupadas en biofilm). Por eso es de vital importancia retirar el material de obturación para así acceder y limpiar el tercio apical, de esta manera dar un mejor pronóstico al tratamiento. Esta situación se complica más en molares inferiores debido a sus raíces mesiales, en ellos los sistemas de conductos radiculares tienen bastante variabilidad anatómica en su anatomía interna (ramificaciones)<sup>1</sup> y en su anatomía externa (presencia de distintos grados de curvaturas), se ha definido como como curvatura severa aquellas que presentan una angulación entre 25° y 70° de curvatura<sup>2</sup>.

Abou-Rass M<sup>3</sup> en 1982 refiere que el rehabilitador oral previo a la restauración definitiva, deberá realizar un examen completo al diente, realizar un examen clínico y radiográfico, si se diagnostica un fracaso endodóntico, se tendrá que realizar un nuevo tratamiento a través del conducto radicular. Realizar un nuevo tratamiento en un diente endodonciado se le conoce como retratamiento endodóntico. La palabra retratamiento es una palabra que no existe en el idioma español según la Real Academia Española<sup>4</sup>, es una palabra de uso inglés (retreatment) y se puede encontrar en la literatura científica de habla hispana<sup>5,6</sup>.

En el mercado mundial, se encuentran distintos sistemas de limas rotatorias y reciprocantes con distintas propiedades en la aleación de Níquel Titanio (NiTi) como son el control de memoria (CM) y la memoria de forma (MF), los cuales ayudan a retirar los materiales de obturación de forma más fácil y rápida a lo que

convencionalmente se lograba con limas manuales, aunque según la literatura, no se puede retirar todo el material de obturación que se deja en los conductos<sup>7-19</sup>.

La importancia de esta investigación radica en que las limas de NiTi con la propiedad de CM tiene pocos estudios donde evalúan su capacidad para la desobturación de material endodóntico durante los procedimientos de retratamiento.

El propósito del estudio fue comparar la eficacia de cuatro sistemas de limas con dos propiedades (memoria de forma y control de memoria) en la aleación de Níquel Titanio para la desobturación de tratamientos de conductos en raíces con curvatura severas.

## II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

### II.1. Planteamiento del problema

Desde la aparición de las limas con aleación de metal de NiTi para la instrumentación mecanizada, los procedimientos endodónticos se han vuelto más rápidos. Estas limas también son usadas en casos en que el tratamiento inicial endodóntico haya fracasado para realizar la remoción de material de obturación. En la literatura científica se ha evaluado la eficacia para la desobturación endodóntica de diferentes sistemas de limas mecanizadas versus las limas manuales de acero inoxidable o versus diferentes marcas comerciales de limas mecanizadas con distintas propiedades.

En la actualidad, una gran parte de las limas mecanizadas se fabrican con la aleación de Níquel Titanio (NiTi), esta aleación convencionalmente se le atribuye la propiedad de memoria de forma (MF), es decir, cuando se le somete a una fuerza deformándola, esta vuelve a su forma original. Una de las más comercializadas es la aleación M Wire y la fase R que gracias al procesamiento térmico al que son sometidas, le dan a la aleación mayor flexibilidad y mayor resistencia a la fractura <sup>20</sup> que el NiTi súper-elástico original. En los últimos años se encuentran nuevas aleaciones de NiTi con la propiedad de control de memoria (CM), es decir, cuando se les somete a una fuerza deformándolas, estas ya no vuelven a su forma original, esto se logra con un nuevo procesamiento térmico el cual hace que pierdan la propiedad de MF, estas han demostrado ser más resistentes a la fractura y ser más flexibles que las aleaciones de NiTi con MF <sup>21- 23</sup>. La aleación de NiTi con CM tiene distintos nombres en la literatura como son la Control Memory Wire o Gold Wire. Estas aleaciones de Niti con CM al ser más flexibles pueden instrumentar más fácilmente las raíces con curvaturas severas, pero para poder retirar material de obturación, se necesita cierta

rigidez que se puede haber perdido para poder penetrar y retirar la gutapercha y sellador ya fraguado, por lo cual se plantea la siguiente pregunta:

¿Cuál será la eficacia para la desobturación de cuatro sistemas de limas con dos propiedades (memoria de forma y control de memoria) en la aleación de Níquel Titanio para la desobturación de conductos en raíces con curvatura severas?

## **II.2. Justificación**

El fracaso en endodoncia va a depender de muchos factores, uno de los que peor pronóstico tiene son los retratamientos endodónticos, actualmente se estima que entre 16 y 26 % de los casos de retratamientos de endodoncia van a fracasar <sup>24, 25</sup>, esto va a depender de la limpieza que se pueda lograr al remover los materiales de obturación.

El presente estudio tendrá importancia teórica, pues permitirá identificar la eficacia para remover material de obturación entre los distintos sistemas de limas que hay en el medio ya que tienen diferentes propiedades en la aleación de NiTi, cinemática y diseño.

Asimismo es de importancia clínica porque los resultados permitirán a que el clínico evalúe y analice las limas con la nueva propiedad de control de memoria como alternativa para la remoción de material de obturación.

### III. MARCO TEÓRICO

**La desobturación con limas manuales** ha ido cambiando con los años, la técnica ha mejorado con el uso de la tecnología. Los primeros registros de este tipo de estudios donde se comparan distintas técnicas para poder remover los materiales de obturación datan de los años 80s. Wilcox *et al.*<sup>26</sup> en 1987 compararon técnicas para remover materiales de obturación del conducto radicular, en su estudio comparaban limas manuales con el uso de solventes y calor en dientes unirradiculares, encontraron que ninguna técnica removía por completo los materiales de obturación. En los años 90s se evaluaba técnicas para remover el material de obturación usando limas manuales y solventes químicos para poder retirar material de obturación y alcanzar el objetivo de limpieza, como lo describen Friedman *et al.*<sup>27,28</sup> y Mandel *et al.*<sup>29</sup> encontrando que el tercio apical es el tercio más difícil de remover material de obturación y que no es posible removerlo por completo.

En 1997 en el estudio de Bertrand MF *et al.*<sup>7</sup> evaluaron si es posible remover el vástago de plástico del material obturador thermafil® y restablecer la longitud de trabajo en dientes unirradiculares que fueron obturados por este sistema. Utilizaron solvente para el estudio. Encontraron que sí es posible alcanzar una adecuada longitud de trabajo al hacer retratamientos con limas manuales y solventes.

**Las Limas manuales y sistema rotatorio Profile® Taper 0.4** fueron evaluados a inicios del nuevo milenio, como en el estudio de Varawan Sae-Lim *et al.*<sup>8</sup> en 2000, 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, luego los dientes fueron cortados a la mitad, la gutapercha se evaluó con

la ayuda de microscopio, encontrando que los grupos en que se usó la Profile® taper 0.4 dejó menos material residual que la lima manual con y sin cloroformo.

En el año 2001 en el estudio de Valois CR *et al.*<sup>30</sup> evaluaron con radiografías la lima Profile® taper 0.4 para desobturar el tercio cervical en comparación con la fresa Gates Glidden en conductos con un grado de curvatura entre 26 y 40 grados, encontraron que la lima Profile® taper 0.4 funciona mejor para los procedimientos de desobturación.

Baratto Filho *et al.*<sup>31</sup> en 2002, también evaluaron la lima Profile® taper 0.4 para desobturar conductos obturados con thermafil®, con la técnica de termocompactación y con compactación lateral, utilizaron fotografías a los dientes cortados por la mitad para medir la cantidad de gutapercha residual, encontró que en todos los casos pudo llegar a la longitud de trabajo, pero no pudo remover por completo el material de obturación siendo la Profile® 0.4 la más rápida.

Los sistemas de limas rotatorias y las limas manuales fueron comparadas también en el estudio de Kefah M. Barrieshi-Nusair<sup>9</sup> en 2002 donde comparó la limpieza después de retratar con un sistema de limas rotatorias y limas manuales, también comparó el tiempo y la desviación del conducto después de la desobturación. Para el estudio utilizaron dientes caninos los cuales se instrumentaron con técnica de limas manuales stepback, obturados con gutapercha y sellador endodóntico, el retratamiento se realizó usando cloroformo como solvente junto a la lima manual o la rotatoria Profile®, taper 04, utilizaron radiografías antes y después del procedimiento para luego ser cortadas longitudinalmente y ser fotografiadas, luego las imágenes fueron evaluadas en un computador para que los restos puedan ser trazados y medidos. No encontraron diferencia significativa entre ambas limas en cantidad de material residual, no hubo desviación del conducto severo en ningún

grupo. El autor concluye que usar sistemas de limas rotatorias es igual de efectivo que usar limas manuales, pero las limas rotatorias Profile® taper 04 son más rápidas. Así vemos que en esta etapa la lima rotatoria Profile ® taper 04 ha sido la más estudiada y resultó ser más rápida que las limas manuales.

**La eficacia de la desobturación con diferentes sistemas rotatorios** es evaluada con el paso del tiempo gracias a que salen al mercado nuevos y mejores sistemas rotatorios para la preparación biomecánica por lo cual publican nuevos estudios donde comparan la eficacia para la remoción de material de obturación entre estos diferentes sistemas, como el estudio de Hülsmann y Bluhm <sup>32</sup> en 2004 donde evaluaron la eficacia de 3 sistemas de limas rotatorias versus limas manuales para la desobturación usando: FlexMaster®, GT Rotary®, ProTaper® y limas Hedstroem con y sin solvente (eucaliptol), utilizaron dientes unirradiculares obturados con técnica de compactación lateral y sellador AH Plus ®, se registró el tiempo que demoraron en llegar al tercio apical y el tiempo que demoraron en desobturar, luego los dientes fueron cortados y fotografiados para evaluar el material residual. Encontraron que la lima ProTaper® junto con el eucaliptol fueron las que demoraron menos tiempo en llegar a longitud y en remover el material de obturación, no encontraron diferencias significativas entre los grupos con solvente y sin solvente, las limas Flexmaster® con solvente fueron las que dejaron menos material residual. Schirrmeister *et al.* <sup>33</sup> en 2006 evaluaron premolares que fueron instrumentados y obturados para luego ser desobturados en 4 grupos de 15 cada uno, utilizaron los sistemas Race®, ProTaper ®, FlexMaster ® y limas manuales. Refieren que el sistema de limas Race® fueron más rápidas para desobturar, las limas ProTaper® y las FlexMaster® fueron las que más se fracturaron durante la desobturación, cuando

sucedió esto, la muestra era reemplazada.

En el 2007, Barletta FB *et al.*<sup>34</sup> utilizaron limas rotatorias Profile® Taper 0.4 y limas manuales con un sistema de movimiento recíprocante llamado Endo-Gripper ® para desobturar raíces mesiales de molares inferiores, evaluaron el material residual con tomografía computarizada, encontrando que ningún sistema pudo retirar por completo el material de obturación, no encontraron diferencias entre las limas manuales con movimiento recíprocante y las limas rotatorias en su capacidad de desobturación.

Distintos sistemas de limas para desobturar fueron evaluados en el estudio de Abdulhamied Y. Saad *et al.*<sup>10</sup> en 2007 donde evaluaron los sistemas de limas rotatorias Protaper Universal®, K3® y limas manuales para la remoción de gutapercha en comparación con limas Manuales Headstroem, consideraron el tiempo y la cantidad de debris apical extruído, se utilizaron dientes anteriores y premolares unirradiculares los cuales fueron instrumentados y obturados con compactación lateral, luego fueron separados en grupos de dientes cada uno para ser desobturados con los diferentes sistemas, luego se cortaron longitudinalmente y utilizaron imágenes digitales con un software para calcular el material residual, en sus resultados se encontraron que los sistemas rotatorios dejaron menos material de obturación residual que las limas manuales, no hubo diferencia significativa entre los 3 grupos con respecto a la extrusión de debris, los sistemas de limas rotatorias fueron significativamente más rápidos.

Bramante *et al.*<sup>35</sup> en el 2010 compararon la eficacia de los sistemas Mtwo Retratamiento ®, Protaper Retratamiento ® y limas manuales para los procedimientos de desobturación en dientes unirradiculares obturados con gutapercha y sellador a base de óxido de zinc y eugenol. Refieren que durante la

desobturación se fracturaron 3 limas Mtwo Retratamiento ®, el sistema Protaper Universal Retratamiento ® fue más rápido y que ninguna técnica de desobturación pudo remover por completo el material de obturación.

Fariniuk *et al.*<sup>12</sup> en el 2011 evaluaron la eficacia de las limas rotatorias Profile®, GT®, Protaper®, Race® y K3® comparados con limas manuales para remover gutapercha, utilizaron premolares obturados por termocompactación y sellador AH Plus®, los dientes fueron divididos en 6 grupos para ser desobturados con los diferentes sistemas, luego fueron cortados longitudinalmente y se tomaron imágenes digitales de las áreas con material residual. Los resultados indicaron que el sistema GT® dejó significativamente menos material residual que las limas manuales K y que el sistema Hero®. No encontraron diferencias significativas entre las otras sistemas de limas rotatorias cuando fueron comparadas con el sistema GT®. Refieren que los sistemas GT®, Profile®, Protaper® y K3® fueron más efectivos para remover gutapercha que las limas manuales y el sistema de limas rotatorias Hero®, aunque ningún sistema eliminó por completo el material de obturación.

**La evaluación de la desobturación con sistemas rotatorios y reciprocantes** ha sido evaluada en la última década. La salida al mercado de las limas reciprocantes han hecho que diversos estudios las evalúen para la desobturación. Estas son limas que usan un movimiento de giro alterno basados en el estudio de Yared<sup>36</sup> en 2008 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® (giro alterno 170° en sentido anti horario y 50° en sentido horario) y Reciproc® (giro alterno 150° en sentido anti horario y 30° en sentido horario), diferentes estudios de remoción de material de

obtención comparan la eficacia de las limas reciprocantes versus las limas rotatorias. Rodig *et al.*<sup>37</sup> en 2014 utilizaron dientes con curvatura para evaluar los sistemas Reciproc®, Protaper Retratamiento® y limas manuales Headstroem en su rapidez, y la cantidad de material residual usando microtomografía. Refieren que los 3 sistemas dejan material residual sin diferencia significativa entre las 3 técnicas, sin embargo los sistemas Reciproc® y Protaper ® fueron más rápidas. En este estudio se rompió una lima de cada sistema usado, el autor refiere que cuando se rompía la lima, se removía esta con limas manuales; este tiempo adicional no lo consideraba dentro del análisis final del tiempo efectivo que demoró cada sistema.

Rios M. *et al.*<sup>14</sup> en el 2014 evaluaron la eficacia de 2 sistemas de limas reciprocantes (Reciproc® y Wave One®) comparado con un sistema de lima rotatoria (Protaper Universal Retratamiento®) para remover el material de obturación, para este fin utilizaron incisivos preparados y obturados, luego fueron divididos en 3 grupos para ser desobturados de acuerdo al sistema a evaluar, finalmente fueron cortadas longitudinalmente y fotografiadas, usando un software se cuantificó el material de obturación residual. Todas las muestras mostraron material de obturación residual sin diferencia significativa entre un sistema y otro. Concluyen que los sistemas reciprocantes Wave One ® y Reciproc ® son tan efectivos como el sistema rotatorio Protaper Universal Retratamiento®.

Otro estudio donde se compararon sistemas de limas reciprocantes versus sistemas de limas rotatorias para la remoción de material de obturación es el estudio de Silva *et al.*<sup>15</sup> en 2015 donde utilizaron dientes con raíces rectas y ovaladas de único conducto los cuales se instrumentaron para luego ser obturadas y poder realizar el retratamiento endodóntico con 2 sistemas: Protaper Retratamiento® y el sistema Wave One ®, se registró el tiempo de trabajo, y la extrusión apical. Se usó un

software para el análisis de imágenes para determinar el porcentaje de material residual. No encontraron diferencias significativas entre ambos sistemas en cuanto la cantidad de material de obturación removida, la lima reciprocante Wave One® fue significativamente más rápida que la rotatoria Protaper Retratamiento®, la extrusión de material se observó en 4 casos de Protaper Retratamiento® y en 5 casos de Wave One®. Concluyen que no hay diferencia para la remoción de material residual entre ambos sistemas de limas, sin embargo, la reciprocante Wave One® fue más rápida.

La anatomía interna y externa de los dientes es importante para la comparación de los sistemas de limas tanto reciprocante como rotatorio, en el estudio de Nevares *et al.*<sup>16</sup> en 2016 compararon el material de obturación residual, el tiempo efectivo de la remoción, el volumen de dentina removida y la transportación apical después de los procedimientos de desobturación en dientes con raíces con curvaturas severas usando Reciproc® y Protaper Next®, utilizaron molares inferiores con conductos mesiales con raíces con curvaturas promedio de 5mm de radio y de ángulo de 35°, instrumentados y luego obturados con obturación termomecánica con gutapercha y sellador, separados en 2 grupos de 14 cada uno para cada lima a evaluar. Se usó análisis de micro-tomografía. El porcentaje de material de obturación residual fue similar entre ambos grupos (84.8% Protaper Next® y 86.5% Reciproc®), la cantidad de dentina removida, transportación apical y el tiempo de trabajo fue también similar para ambos grupos, registraron una lima rota que fue la Reciproc® la cual fue retirada del estudio y reemplazada.

Actualmente también se está usando sistemas de limas que combinan tanto el movimiento rotatorio como el movimiento reciprocante en un mismo sistema, este es el sistema de limas Twisted Files Adaptive®, este movimiento combinado se llama movimiento adaptativo. En el estudio de Özyürek *et al.*<sup>17</sup> en 2016, evaluaron la

limpieza de las paredes del conducto después de procedimientos de desobturación y el tiempo que demoran en realizarlos usando Protaper next ®, Twisted Files Adaptive® (movimiento adaptativo), Reciproc® y Protaper retratamiento ®, utilizaron incisivos centrales los cuales fueron instrumentados y obturados con termocompactación, luego los dientes fueron cortados, fotografiados y analizados usando un software, se calculó también el tiempo que demoraron en realizar el procedimiento. Encontraron que el total de tiempo requerido fue significativamente menor en el grupo de Protaper Retratamiento® comparado con los otros grupos. El grupo de Protaper Next ® y el grupo de Protaper Retratamiento® dejaron significativamente menos restos de obturación residual que los otros grupos (twisted File Adaptive® y Reciproc®).

En el estudio de Crozeta *et al* <sup>38</sup> en 2016, evalúan también el sistema de limas Twisted File Adaptive ® para la desobturación, comparándolo con los sistemas Reciproc® y Protaper Retratamiento ® combinado con Protaper universal® para dientes con conductos ovales en dientes caninos los cuales fueron obturados con técnica híbrida de Tagger y sellador AH Plus, se evaluó la cantidad de material residual que dejan los distintos sistemas usando microtomografía. Refieren que el sistema que dejó más material residual fue el sistema Reciproc®, a diferencia del estudio anterior, no hubo diferencia significativa entre el sistema Protaper® y Twisted File Adaptive®, encontraron más cantidad de material residual en el tercio apical para todos los grupos.

En los últimos años **han salido procedimientos adicionales para la desobturación** buscando mejorar la remoción del material residual ya que no hay sistema que pueda remover por completo el material de obturación de los conductos radiculares.

Distintos autores aumentan técnicas, no solo con el uso de limas con distinta cinemática, sino también con la ayuda de la activación del irrigante; como en el estudio de Cavenago *et al*<sup>39</sup> donde después de realizar la desobturación en raíces mesiales de molares inferiores con limas del sistema BioRace®, se irrigó con solvente xilol al final para deshacer los restos de gutapercha que hayan quedado y finalmente realizar la activación de irrigante con irrigación ultrasónica pasiva con hipoclorito de sodio, los resultados fueron evaluados mediante el uso de microtomografía antes y después del procedimiento. Refieren que la irrigación final de xilol y la activación ultrasónica pasiva del hipoclorito mejoran significativamente la limpieza de los conductos.

Bernardes *et al*<sup>40</sup> en 2015 utilizaron dientes unirradiculares que fueron instrumentados y obturados para luego ser desobturados con el sistema Reciproc®, Protaper Retratamiento® y limas manuales, se dividieron 2 subgrupos, en los que se usó irrigación ultrasónica de hipoclorito al final y otro donde no se usó, para la evaluación cortaron los dientes y usaron microscopía de barrido electrónico, los resultados muestran que el uso adicional de la activación del irrigante con ultrasonido aumenta la limpieza del conducto radicular.

Yuruker *et al.*<sup>18</sup> en 2016, evaluaron la cantidad material residual después del retratamiento endodóntico utilizando ProTaper Retratamiento®, usándolo sólo o con una lima complemento, las limas complementarias fueron: Self adjusting file®, Reciproc® o limas Hedstrom, para el estudio utilizaron estimación volumétrica usando un método estereológico con imágenes de tomografía computarizada cone beam. Utilizaron premolares mandibulares con conducto único. Los conductos fueron instrumentados y obturados con gutapercha y sellador AH26®. Las muestras se les asignaron en 4 grupos de 12 cada uno de acuerdo a la lima a probar. Las

muestras fueron escaneadas con tomografía Cone Beam antes y después de los procedimientos de retratamiento, la estimación de material residual se llevó a cabo usando un software con metodología estereológica. Ningún sistema o unión de sistemas pudo eliminar por completo los materiales de obturación. El uso adicional de la Self Adjusting files ® no mejoró significativamente la eliminación del material de obturación residual en comparación con el sistema Protaper Retratamiento ® sólo. Sin embargo, el uso adicional de Reciproc® o la lima Hedstrom mejoraron significativamente la eliminación material de obturación residual en comparación con el sistema de Protaper Retratamiento sólo ®.

Otro estudio donde combinan sistemas para eliminar el material de obturación es el estudio de Alves *et al.*<sup>19</sup> en 2016 donde compararon la eficacia para remover material de obturación en raíces con curvaturas severas, usaron conductos de molares inferiores las cuales se les realizó el retratamiento con Reciproc® o Mtwo Retratamiento® con Mtwo ® usando en una misma raíz un conducto mesial para Mtwo ® y otro conducto mesial para reciproc®, se tomó el tiempo que demoraron en realizar este procedimiento, el porcentaje de volumen de material removido fue evaluado usando microtomografía, los conductos que todavía tenían material residual se les instrumentó nuevamente con una lima que sirve para remoción de barro dentinario llamada XP Endo finisher®, luego se volvió a tomar microtomografía una vez más. El porcentaje de material removido por Mtwo ® fue de 96 % mientras que por Reciproc® fue de 89% ambos usados hasta diámetro 40, las muestras que todavía tenían restos de material de obturación, fueron instrumentadas con la lima adicional XP Finisher® , esta ayudó a mejorar la limpieza disminuyendo el 69% del material residual dejado. Mtwo ® fue más rápido para desobturar.

En 2017, Martins *et al.*<sup>41</sup> evaluaron la eficacia de Reciproc ® y ProTaper Next ® para

procedimientos de retratamiento adicionando la activación del irrigante hipoclorito de sodio como un procedimiento extra para la limpieza, utilizaron 32 incisivos los cuales fueron instrumentados y obturados para luego ser desobturados con las limas Reciproc® y ProTaper Next® con la adición de irrigación ultrasónica pasiva o con activación sónica. Refieren que la adición de la activación del irrigante no ayudó a mejorar la limpieza de los conductos, ni hubo diferencia significativa entre ambos sistemas.

Así podemos ver que en la actualidad lo que se está evaluando son los diferentes sistemas de limas con movimiento rotatorio y reciprocante, por separado, combinándolas entre ellas, combinandolas con limas adicionales como el Self Adjusting file® o la lima XP endo Finisher® o aumentando distintas técnicas adicionales de limpieza como la activación sónica o ultrasónica del irrigante o de solvente para poder lograr remover la mayor cantidad de material obturación residual y en el menor tiempo posible.

**La aleación de Níquel Titanio (NiTi)** con la que están fabricadas las limas mecanizadas, hacen que los sistemas de limas puedan preparar el conducto con menos aberraciones que las limas manuales, además de hacerlo en menos tiempo <sup>42</sup>, <sup>43</sup>, por lo cual se ha hecho posible que se realicen tratamientos de conductos con mejor calidad y confort para el operador debido a su gran resistencia y módulo de elasticidad <sup>44</sup>. Esta aleación fue creada en los laboratorios militares navales de Estados Unidos por el Ingeniero William J. Buehler <sup>45</sup> en el año 1958 mientras estudiaban activamente nuevos tipos de aleaciones.

Esta aleación posee la capacidad de recuperar su forma cuando se le somete a alguna fuerza, propiedad conocida como memoria de forma (MF), a través del calentamiento

o mediante la eliminación de la carga, lo que se conoce como efecto super-elástico<sup>46</sup>, pero a pesar de mostrar una excelente elasticidad, su fragilidad es reconocida como una limitación, sobre todo cuando los alambres se rompen frente a diversas pruebas<sup>47</sup>, esta fragilidad en gran parte permanece hoy, pero la fragilidad inicial que mostró el producto NITINOL ha sido rectificada con el paso de los años con distintos procesos que se le da<sup>48</sup>. El NiTi facilita la instrumentación y la preparación del conducto en casos de dientes que tienen raíces curvaturas severas, sin embargo cuando son forzadas, estas limas pueden generar la fractura dentro del conducto radicular<sup>49,50</sup>. Con el paso del tiempo salen al mercado nuevos sistemas de limas con mejoras en el alambre de NiTi con el cual han sido fabricadas para que sean más flexibles y a la vez más resistentes a la fractura<sup>51,52</sup>.

La fractura dentro del conducto radicular es una de las principales complicaciones de esta aleación, las principales causas de fractura son: por torsión o por flexión<sup>53</sup>. La fractura por torsión se da cuando la lima queda enganchada en la dentina mientras su eje continúa dando giros de 360° causando que se sobrepase el límite de elasticidad del metal, llevándolo al mismo a la fractura. En ocasiones puede verse en la lima la deformación plástica (lima visiblemente deformada en la zona de corte) previo a la fractura. La fractura por flexión se da cuando la lima trabaja en un conducto acentuadamente curvo, lo cual genera compresión y tensión en el punto de máxima curvatura, la zona de la lima en el exterior de la curva está en tensión, mientras la parte interna de la curva está en compresión. Cuando se realiza la preparación biomecánica, la lima está en el ciclo tensión/compresión lo cual ocasiona un acumulo de fuerza en esta y de cambios microestructurales, lo cual la lleva a la fractura. La fractura por fatiga cíclica se da por el uso repetido de la lima, donde la tensión se da en toda la longitud de trabajo<sup>54</sup>.

Según Parashos <sup>55</sup>, la fractura de las limas de NiTi ocurre en una incidencia del 5 %. Según el autor, el 1.5% fueron producto de la fatiga torsional, mientras que el 3.5% restante se debió a la fatiga por flexión. Cuando se usan las limas en repetidas ocasiones, suceden modificaciones en los bordes cortantes, haciendo que al momento de instrumentar un conducto, la reducción de volumen de dentina removida disminuya<sup>56</sup>, de esta manera aumenta el tiempo de trabajo efectivo y el número de ciclos de la lima dentro del conducto, de esta manera el riesgo por fatiga cíclica se incrementa. Asimismo con la menor capacidad de corte de la lima, el operador lo tiende a compensar aumentando la presión hacia el interior, esto conllevará al aumento del riesgo de fractura por torsión<sup>57</sup>. Adicionalmente, el uso constante de la lima puede producir micro fracturas no visibles y con el tiempo puede generar la separación de la lima. A pesar de los riesgos que supone usar múltiples veces una lima de Niti mecanizada, hay una tendencia a usarlos en repetidas ocasiones por motivos económicos <sup>58</sup>. En la literatura no hay un consenso del número de veces que estos se deben usar <sup>59</sup>.

**Diversos procesos térmicos y mejoras de la aleación de NiTi** están haciendo que las limas sean menos propensas a la fractura. El NiTi posee dos fases cristalográficas: austenita y martensita, en la fase austenita, el metal es más rígido, mientras que en la fase martensita el metal es más maleable<sup>60</sup>. La transformación desde la fase austenita a la martensita se produce cuando se aplica un estrés a la lima (presión, calor), convencionalmente el NiTi está en fase austenita cuando trabaja clínicamente<sup>23</sup>. Con distintos procesamientos térmicos crean cambios estructurales en los nuevos sistemas de limas mecanizadas que lanzan al mercado, con lo cual le dan a la aleación de Níquel Titanio mayor flexibilidad y mayor resistencia a la fractura <sup>20</sup> como son la

fase R o la M Wire que son NiTi que conservan la propiedad de memoria de forma<sup>61</sup>. Actualmente hay nuevas aleaciones de NiTi con nuevos procesamientos térmicos que le dan nuevas propiedades y hacer que el NiTi esté en su fase Martensita cuando es usado clínicamente lo cual les da el control de memoria (CM)<sup>52</sup>, esta propiedad hace que el alambre de Niti sea más flexible y cuando es deformado al ser sometido a una fuerza, este no regrese a su posición inicial, estas han demostrado ser más resistentes a la fractura que las NiTi M Wire o la de fase R<sup>21-23</sup>. La flexibilidad de la lima es importante para que pueda instrumentar adecuadamente los conductos con curvatura pronunciada de forma más centrada sin deformar el conducto<sup>62-64</sup>, lo cual debemos tomar en cuenta al momento de desobturar conductos con estas curvas severas.

Diferentes estudios comparan las nuevas aleaciones de NiTi con la propiedad de control de memoria contra otras aleaciones de NiTi con la propiedad de Memoria de Forma como son las M Wire o la aleación en fase R<sup>23</sup> en su flexibilidad y resistencia a la fractura. Sólo el estudio de Rodrigues *et al.*<sup>65</sup> en 2016 compararon estas propiedades de aleación de Niti en los CM Wire vs M Wire para la desobturación, utilizaron dientes con curvatura apicales en los incisivos laterales superiores los cuales fueron obturados y escaneadas con micro-tomografía para ser divididos en 3 grupos de desobturación y subdivididos en 9 sistemas de limas, el primer grupo se realizó la desobturación con la lima Reciproc R25®, luego en el mismo diente se utilizó la lima Mtwo® 40.04 y finalmente para este grupo la lima Easy ProDesign® 50.01. El segundo grupo se realizó la desobturación con la lima ProDesign R ® 25.06, luego en el mismo diente se utilizó la lima ProDesign Logic 40.05 y finalmente la lima Easy ProDesign® 50.01. En el tercer grupo utilizaron limas Gates para tercio cervical y limas K número 30, luego limas K número 40 y finalmente limas K número 50, luego se escanearon nuevamente en microtomografía. En sus

resultados indican que mientras mayor sea el número de calibre, encontraron mayor limpieza sin importar la aleación usada, sin diferencia estadística entre ellas; sin embargo no reportaron si es que se fracturó alguna lima.

El presente estudio busca comparar la eficacia para la desobturación de cuatro sistemas de limas con dos propiedades (memoria de forma y control de memoria) en la aleación de Niquel Titanio para la desobturación de raíces con curvatura severas.

## **IV. OBJETIVOS**

### **IV.1. Objetivo principal**

Comparar la eficacia de cuatro sistemas de limas con dos propiedades (memoria de forma y control de memoria) en la aleación de Níquel Titanio para la desobturación de tratamientos de conductos en raíces con curvatura severas.

### **IV.2. Objetivos específicos**

1. Comparar el tiempo de desobturación entre sistemas de limas.
2. Comparar el tiempo de desobturación entre las dos propiedades en la aleación de NiTi: control de memoria y memoria de forma.
3. Comparar la cantidad de material de obturación residual entre los sistemas de limas.
4. Comparar la cantidad de material de obturación residual entre las dos propiedades en la aleación de NiTi: control de memoria y memoria de forma.
5. Comparar la cantidad de material de obturación residual entre los sistemas de limas excluyendo las limas fracturadas.
6. Comparar la cantidad de material de obturación residual entre las dos propiedades en la aleación de NiTi: control de memoria y memoria de forma; excluyendo las limas fracturadas.
7. Comparar la cantidad de limas que se fracturan durante los procedimientos de desobturación entre los sistemas de limas y entre las dos propiedades en la aleación de NiTi: control de memoria y memoria de forma.

## **V. HIPÓTESIS**

Los sistemas de limas mecanizadas con la propiedad de memoria de forma en la aleación de Níquel Titanio son más eficaces para desobturar materiales de obturación endodóntica que los sistemas de limas mecanizadas con la propiedad de control de memoria aleación de Níquel Titanio en dientes con curvaturas severas.

## **VI. MATERIALES Y METODOS**

### **VI.1. Diseño del estudio**

El estudio es experimental *in vitro*.

### **VI.2. Universo**

Se utilizó para el estudio raíces mesiales de molares inferiores permanentes humanos

### **VI.3 Muestra**

El tamaño total de la muestra para este estudio se calculó usando un estudio piloto utilizando el software estadístico Stata / SE 11.1 (StataCorp, EUA) basado en los siguientes parámetros preestablecidos: diferencia mínima detectable entre medias igual a 0.20. Se consideró un error de tipo alfa de 0.05, una potencia beta de 0.8 y un número de 3 por grupo. Con estos resultados, se encontró que la muestra mínima estimada era de 4 especímenes por grupo. Se decidió duplicar la muestra mínima encontrada en estos resultados por lo cual se usó 8 muestras por grupo.

## **VI.4. Criterios de selección**

### **VI.4.1. Criterios de inclusión:**

- Primeras, segundas y terceras molares permanentes
- Molares inferiores con ápices totalmente formados
- Molares inferiores con raíces mesiales con ángulo de curvatura mayor de 35°
- Molares inferiores con raíces de mesiales > 15 mm de longitud
- Molares inferiores con conductos mesiales independientes

### **VI.4.2. Criterios de exclusión:**

- Molares inferiores con calcificaciones
- Molares inferiores con resorción externa
- Molares inferiores con resorción interna
- Molares inferiores con ápices abiertos o no formados
- Molares inferiores con procesos periapicales (hipercementosis, granulomas, quistes)
- Molares inferiores con tratamiento de endodónticos previos
- Molares inferiores con conducto en forma de C
- Molares inferiores con conducto único en la raíz mesial
- Molares inferiores con doble curvatura en raíz mesial

## VI.5. Variables

	Dimensiones	Definición	Tipo de variable	Indicador	Escala de medición	Valor
Sistemas de limas de Instrumentación mecanizada usadas para la desobturación	Rotatorio	Limas de Niti con capacidad de remover material de obturación en rotación continua	Independiente	Marca, empaque, características de uso y morfológicas	Cualitativo Nominal	Hyflex Cm®
						Protaper Next®
	Reciprocante	Limas de Niti con capacidad de remover material de obturación en con movimiento alterno	Independiente	Marca, empaque, características de uso y morfológicas	Cualitativo Nominal	Wave One Gold®
						Reciproc®
Eficacia de la desobturación	Material residual	Restos de gutapecha y sellador residual cuando termina el proceso de desobturación	Dependiente	Medición con software Planmeca Roemexis v. 4.4.1	Cuantitativo o Razón	porcentaje
	Tiempo	Tiempo que demora en desobturar	Dependiente	Cronómetro	Cuantitativo o Razón	segundos
	Fractura de la lima	Conservación de la lima después del proceso de desobturación	Dependiente	evaluación mediante microscopio	Cualitativo Nominal	Con fractura de lima
Sin fractura						
Propiedades en la aleación de NiTi		Al ser sometidas a alguna carga, el metal regresa o no a su posición original	Covariable	Color de la lima	Cualitativo Nominal	Memoria de forma
						Control de memoria

## **VI.6. Técnicas y procedimientos**

**El presente estudio fue revisado y aprobado por el comité de ética** de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (Anexo 1), se utilizaron primeras, segundas y terceras molares permanentes humanas, extraídas por motivos clínicos ajenos a la investigación que fueron donadas por el Departamento de Cirugía Oral y Maxilofacial del Hospital Guillermo Kaelin de la Fuente de ESSALUD.

**Para desinfectar las muestras** se usó clorhexidina al 2% en espuma al momento posterior de la exodoncia, luego se eliminó el sarro con ultrasonido Woodpecker (woodpecker UDS-L), para eliminar el tejido orgánico se usó hipoclorito de sodio al 4%, finalmente fueron conservadas en suero fisiológico (Anexo 2).

**Las muestras fueron examinadas con lupas de magnificación de 3.5X** para evaluar que no tuvieran resorción periapical y que las raíces estén totalmente formadas para retirar las que cumplían con el criterio de exclusión (Anexo 3), las muestras que sí cumplían con los criterios de inclusión se les realizó la apertura para corroborar que tuvieran dos conductos separados, luego se midieron con regla endodóntica las raíces mesiales para corroborar que tuviera más de 15 mm de longitud, luego las muestras se decoronaron para uniformizar la longitud de las raíces a una longitud promedio de 15 mm (Anexo 4).

**Se realizaron tomas radiográficas** con limas en los conductos para determinar que los conductos mesiales estuvieran separados así corroborar que sean del tipo 4 de la clasificación anatómica de Vertucci<sup>1</sup>. Los ángulos de curvatura de las raíces mesiales fueron mayores de 35°<sup>2</sup>, para determinar la angulación, se usó el software Image J versión 1.50i (Wayne Rasband National Institute of Health, USA) (Anexo 5).

**Todos los conductos fueron instrumentados** usando la lima con movimiento recíprocante Unicone® (taper 20/.06) en movimiento de Reciproc® usando el motor

VDW Silver®. La longitud de trabajo se determinó a 1mm corto del foramen apical. La lima Unicone® se introdujo en el conducto hasta encontrar resistencia, luego se realizó movimiento de picoteo 3 veces con ligera presión apical, la lima fue removida y limpiada con una gasa, el conducto fue irrigado durante este procedimiento, si la lima se fracturaba durante la instrumentación, la muestra era reemplazada. Se usó 15ml de 4% de hipoclorito de sodio durante la preparación biomecánica, irrigando con aguja Navitip®, esto se repitió hasta alcanzar la longitud de trabajo y ver que la punta de irrigación llegue 3 mm más corto que esta longitud. Se usó irrigación ultrasónica pasiva <sup>66</sup> para remover el barro dentinario usando 2ml de EDTA al 17% activado con ultrasonido (woodpecker UDS-L) realizando 3 ciclos de 20 segundos, seguido por una irrigación final de hipoclorito de sodio al 4% activado una vez más por ultrasonido con la misma secuencia (Anexo 6).

**La obturación se realizó mediante la técnica híbrida de Tagger <sup>67</sup>** previa radiografía de conomertría. Se usó un cono maestro de gutapercha con conos accesorios y sellador AH Plus®, luego se usó un termocompactor PacMac ® (sybronEndo) introducido en el conducto de 4 a 5 mm para la compactación termomecánica, finalmente la obturación terminó con la compactación vertical en frío con el compactador Machtou. Una vez obturadas las muestras fueron radiografiadas con radiovisiografo (Carestream) en sentido vestibulo-lingual y mesio- distal para evaluar la calidad de la obturación (Anexo 7).

**La cámara pulpar de cada muestra fue sellada** con restauración provisional MD Temp ® (Meta Biomed) y almacenadas a 37 °C y 100% de humedad en agua destilada por 7 días en una incubadora (Precision Scientific Company, Chicago Illinois, USA) (Anexo 8).

**Se Realizó un ciego aleatorizando las muestras** para montarlas en una base de

silicona con la ayuda de un colaborador que codificó cada diente usando papeles al azar, una vez que estaban colocadas en la base de silicona el operador no supo que muestra era la que estaba inmersa ya que solo se podía ver la entrada de los conductos de la cámara pulpar. Un radiólogo asesor externo era el que sabía la nueva codificación de las muestras las cuales los apuntó y guardó en un sobre hasta la evaluación de los resultados. Se realizó un escáner de prueba de tomografía cone beam Planmeca Promax 3D CBCT Scanner (Planmeca, Helsinki, Finlandia) de una de las bases de silicona, luego se procedió a realizar la calibración del operador por el radiólogo dueño del centro radiológico del software Planmeca Romexis v. 4.4.1 (Planmeca, Helsinki, Finland), la escala original de grises fue procesado para la reducción de ruido y poder evaluar más nítidamente el material de obturación de las muestras, así se pudo medir en  $\text{cm}^3$  la cantidad de material de obturación que hay en las raíces mesiales (Anexo 9).

**Se realizó el escáner preoperatorio de todas las muestras usando el tomógrafo Planmeca Promax 3D CBCT Scanner** (Planmeca, Helsinki, Finlandia) el cual permitió tener imágenes con un voxel isotrópico de tamaño de  $75 \mu\text{m}$  con un filtro de cobre con 2.5 de aluminio. Se usó un voltaje de rayos X de 90kV y 6.3 Ma, fueron 15 segundos de exposición con  $360^\circ$  de rotación, las imágenes fueron reconstruidas con el software Planmeca Roemexis v. 4.4.1 (Planmeca, Helsinki, Finland) usando el algoritmo de reconstrucción Cone Beam Feldkamp modificado. (Anexo 10).

**Para la desobturación hubieron cuatro grupos experimentales:** Reciproc (REC), Protaper Next (PTN) las cuales representaron la propiedad de memoria de forma (MF) y Wave One Gold (WOG) y Hyflex CM (HYF) que representaron a la propiedad de control de memoria (CM), los conductos mesiovestibular y mesiolingual de las muestras fueron separadas balanceadamente y aleatoriamente

usando la página [www.random.org](http://www.random.org) entre los 4 sistemas a evaluar. Se colocaron los datos en una tabla del software MS Excel. Se separaron 4 dientes que tenían anastomosis de los 4 mm apicales en los conductos mesiales para ser repartidos un diente para cada sistema (Anexo 11).

**La secuencia para la desobturación fue de la siguiente manera (Anexo 12):**

En el grupo de Reciproc®: la obturación fue removida usando una lima R25 (Taper 25. 08) seguido por el mismo protocolo usado durante la instrumentación de los conductos inicialmente. En el grupo de Protaper Next®: la lima X3 del sistema (Taper 30.07) fue usada en el tercio cervical y tercio medio, la lima X2 del sistema (Taper 25.06) fue usada para el tercio apical, fueron usadas a 500 rpm y a 3Ncm de torque como lo realizaron en estudios previos <sup>16, 17, 41</sup> en movimiento de rotación continua con movimiento de picoteo, la lima fue removida del conducto para ser limpiado con gasa, estos movimientos fueron usados hasta alcanzar la longitud de trabajo. En el grupo Wave One Gold®: la obturación fue removida usando la lima Primary del sistema (Taper 25. 07) seguido por el mismo protocolo usado durante la instrumentación de los conductos inicialmente. En el grupo Hyflex CM®: Se usó las limas de taper 30.06 en el tercio cervical y medio, la lima de taper 25.06 fue usada para tercio apical, estas limas fueron usadas a 500 rpm y a 3Ncm al igual que como fue usado en el grupo de Protaper Next®, en movimiento de rotación continua con movimiento de picoteo, la lima era removida del conducto para ser limpiado con gasa, estos movimientos se repitieron hasta alcanzar la longitud de trabajo.

En todos los grupos se usó el motor VDW Silver ®, se consideró la completa remoción del material de obturación cuando no se logró visualizar residuos de material de obturación en los bordes cortantes de la lima ni de las paredes del conducto y ya no se podía retirar más material de obturación. El tiempo total

necesitado para la remoción de material de obturación por cada lima fue contabilizado en segundos y tomados con cronómetro. Se excluyó el tiempo para cambios de irrigación y limpiado de la lima con gasa. Cada set de limas fue usado una sola vez en un único conducto para evitar que al usarlo repetidas veces pierda capacidad de corte. El protocolo de irrigación fue similar al usado en la instrumentación inicial con un total de 20ml de hipoclorito de sodio al 4% en cada conducto. Se evaluó la fractura de la lima (midiendo la lima al finalizar la instrumentación, luego se tomaron fotografías) con microscopio operatorio (Anexo 13). Se evitó la fatiga del operador trabajando las muestras durante 2 días en turnos alternados, asimismo se alternó el uso de los sistemas

**Se tomó nuevamente la tomografía computarizada Cone Beam** con los mismos parámetros que el escáner pre operatorio en la misma posición inicial según la base de silicona donde estaban inmersos los dientes, de esta manera se midió los mm<sup>3</sup> de material residual de obturación después de todo el procedimiento de desobturación, se comprobó la calibración midiendo 2 veces los resultados obteniendo un CCI= 0.909. Se realizó otro ciego para la medición de material residual, esto se hizo con la ayuda de un colaborador el cual cambió el nombre de los archivos del software donde estaban los datos guardados con una nueva codificación, de esta manera el operador no sabía que muestra estaba siendo evaluada (Anexo 14).

**Se compararon las imágenes tomográficas** preoperatorias con las tomadas después de la desobturación levantando los dos ciegos para el análisis. Se pudo realizar el porcentaje de material residual a partir de los valores en cm<sup>3</sup> del antes y el después, se tomaron radiografías de las muestras para así evaluar radiográficamente y corroborar los datos generados por la evaluación tomográfica (Anexo 15).

## **VI.7. Plan de análisis**

Los datos obtenidos fueron recolectados en una base de datos usando el software Microsoft Excel 2013 donde se realizó también la estadística descriptiva para las limas fracturadas usando los porcentajes. La estadística analítica se realizó usando el paquete estadístico SPSS versión 24.0 con el cual se pudo analizar el promedio, el porcentaje y la desviación estándar. Se utilizó el Test de Anova para la comparación del material de obturación residual y el tiempo en segundos que demoraron para la desobturación entre los cuatro sistemas de limas. Se utilizó el test T de Student para la comparación del material de obturación residual y el tiempo en segundos que demoraron para la desobturación de las dos propiedades (CM y MF) en la aleación NiTi. Ambas pruebas con un intervalo de confianza al 95% y un nivel de significancia al 5%.

## **VI.8. Consideraciones éticas:**

El proyecto de investigación fue realizado habiendo sido revisado y aprobado por la Comisión de Investigación de la Facultad de Estomatología, y el Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia con el código 214-09-17(Anexo 2).

Las piezas dentarias fueron donadas para la presente investigación 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 el paciente y las piezas dentarias fueron extraídas por motivos ajenos al estudio, por lo cual se desconoce de quien son las muestras usadas.

## VII. RESULTADOS

Los cuatro sistemas de limas y ambas propiedades (CM y MF) en la aleación de NiTi mostraron valores en segundos sin diferencia estadísticamente significativa ( $p>0.05$ ) al momento de realizar la desobturación, no se incluyeron en el análisis las muestras donde se fracturaron las limas. Se usó el Test de Anova y T de Student para el análisis (Tabla 1 y 2) (Gráfico 1).

Hubo mayor material de obturación residual en los conductos donde se fracturaron las limas, sin embargo esto fue sin diferencia estadísticamente significativa entre los cuatro sistemas de limas y entre las dos propiedades (CM y MF) de la aleación de NiTi evaluados. Al realizar el análisis estadístico sin incluir las limas fracturadas, tampoco hubo diferencia estadísticamente significativa ( $p> 0.05$ ) entre los grupos al usar el Test de Anova y T de Student (Tabla 3-6) (Gráfico 2 y 3).

Durante los procedimientos de desobturación no se fracturó ninguna lima Recipro<sup>®</sup>, se fracturaron 2 limas ProTaper Next<sup>®</sup> equivalente al 25% de las limas usadas, se fracturaron 3 limas WaveOne Gold<sup>®</sup> equivalente al 37.5% de las limas usadas y se fracturaron 4 limas Hyflex equivalente al 50% de las limas usadas. Se fracturaron 2 limas de aleación de memoria de forma equivalente al 12.5% y 7 limas de aleación con control de memoria equivalente al 43.75% (Tabla 7) (Gráfico 4).

**Tabla 1.** Tiempo en segundos que demora en desobturar cada sistema de limas (n=4).

	X	DE	P
Reciproc ®	138.98	32.93	
Protaper Next®	113.81	20.2	
Wave One Gold®	133.63	33.71	0.91*
Hyflex CM®	120.65	24.36	

X: Promedio.

DE: Desviación estándar.

\*No significativo entre los grupo ( $p > 0.05$ ) con test de ANOVA.

No se contabilizaron las muestras con limas con fractura.

**Tabla 2.** Tiempo en segundos que demoran en desobturar entre propiedades de aleación de NiTi (n=8).

	X	DE	P
Memoria de forma	128.76	30.36	
Control de memoria	127.86	28.94	0.99*

DE: Desviación estándar.

\*No significativo entre los grupo ( $p > 0.05$ ) con T de Student.

No se contabilizaron las muestras con limas con fractura.

**Tabla 3.** Promedio de los valores de material de obturación residual en mm<sup>3</sup> entre sistemas de limas (n=8).

	X	DE	p
Reciproc®	29.32	13.71	
Protaper Next®	29.87	15.31	
Wave One Gold®	34.99	26.03	0.26*
Hyflex CM®	48.82	27.36	

X: Promedio de valores porcentuales

DE: Desviación estándar.

\*No significativo entre los grupo ( $p > 0.05$ ) con test de ANOVA.

**Tabla 4.** Promedio de los valores de material de obturación residual en mm<sup>3</sup> entre propiedades de aleación de NiTi (n=16).

	X	DE	p
Memoria de forma	29.56	13.99	
Control de memoria	41.9	26.77	0.11*

X: Promedio de valores porcentuales.

DE: Desviación estándar.

\*No significativo entre los grupo ( $p > 0.05$ ) con T de Student.

**Tabla 5.** Promedio de los valores de material de obturación residual en mm<sup>3</sup> entre sistemas de limas sin incluir las limas con fractura (n=4).

	X	DE	P
Reciproc®	29.246	13.6	
Protaper Next®	24.43	13.445	
Wave One Gold®	20.208	11.208	0.89*
Hyflex CM®	25.39	12.404	

X: Promedio.

DE: Desviación estándar.

\*No significativo entre los grupo ( $p > 0.05$ ) con test de ANOVA.

**Tabla 6.** Promedio de los valores de material de obturación residual en mm<sup>3</sup> entre propiedades de aleación de NiTi sin incluir las limas con fractura (n=8).

	X	DE	P
Memoria de Forma	27.18	13.24	
Control de memoria	22.51	11.31	0.57*

X: Promedio.

DE: Desviación estándar.

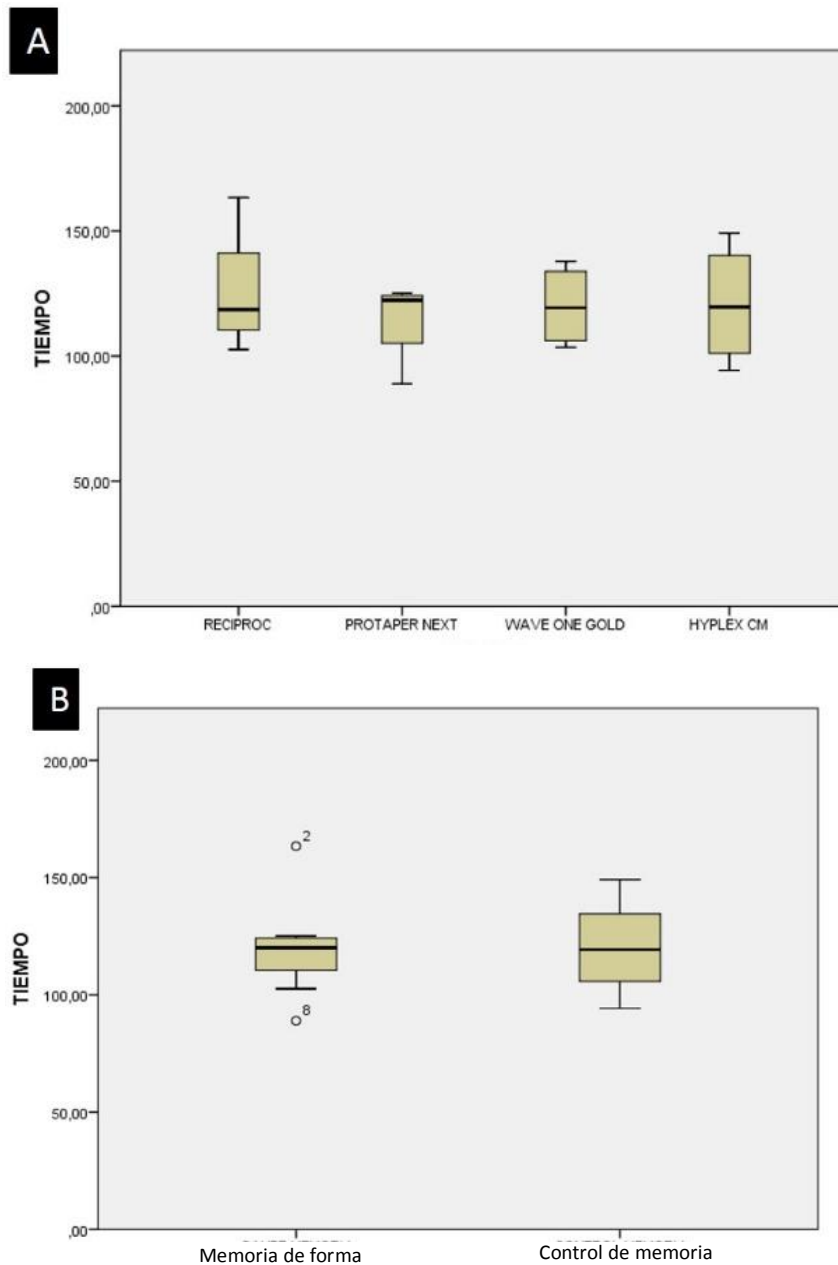
\*No significativo entre los grupo ( $p > 0.05$ ) con T de Student.

**Tabla 7.** Fracturas de las limas después de ser sometidas a procesos de desobturación.

		Sin fractura		Con fractura	
		n	%	n	%
Sistema de lima	Reciproc ®	8	100	0	0
	Protaper Next®	6	75	2	25
	Wave One Gold®	5	62.5	3	37.5
	Hyflex CM®	4	50	4	50
Propiedad de NiTi	Memoria de forma	14	87.5	2	12.5
	Control de memoria	9	56.25	7	43.75

n: Cantidad de limas.

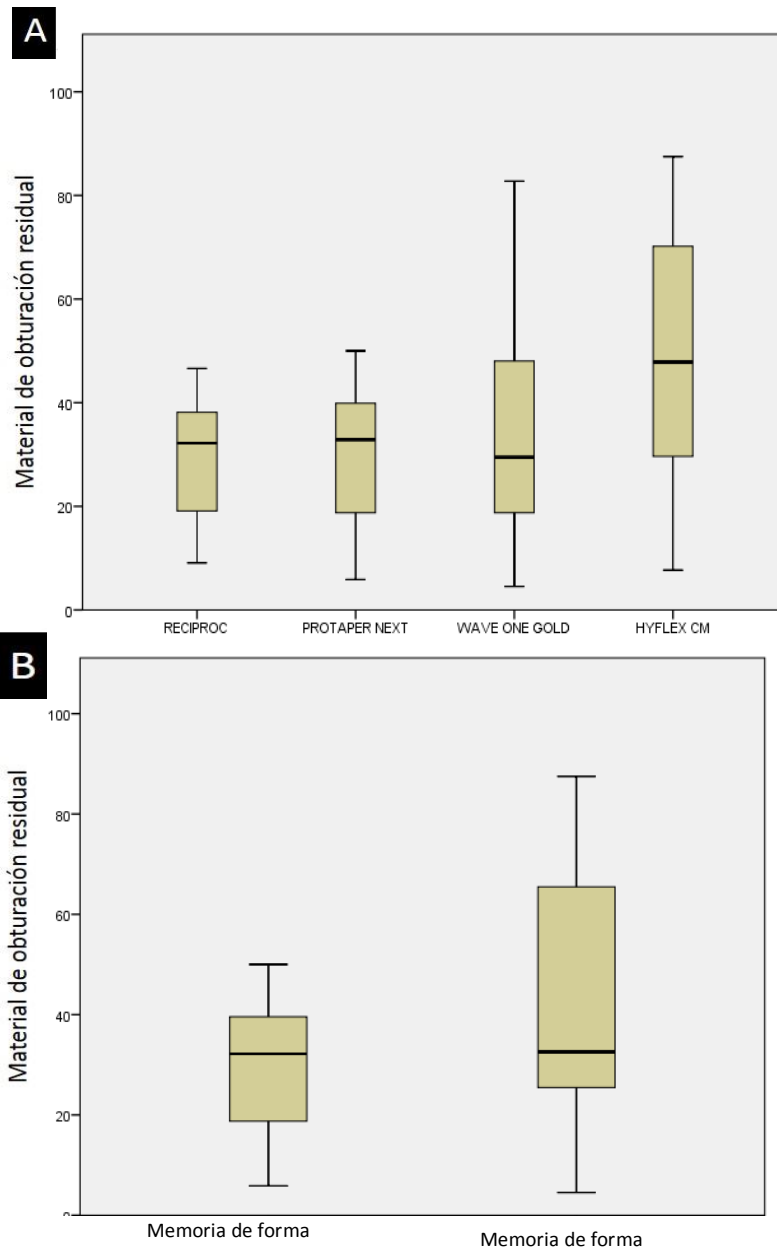
%: Porcentaje representativo.



**Gráfico 1.** Tiempo de desobturación en segundos entre sistemas de limas y propiedad de aleación de NiTi.

**A:** Tiempo promedio en segundos que demoró en desobturar cada sistema, no se encontró diferencia significativa ( $p > 0.05$  con Anova).

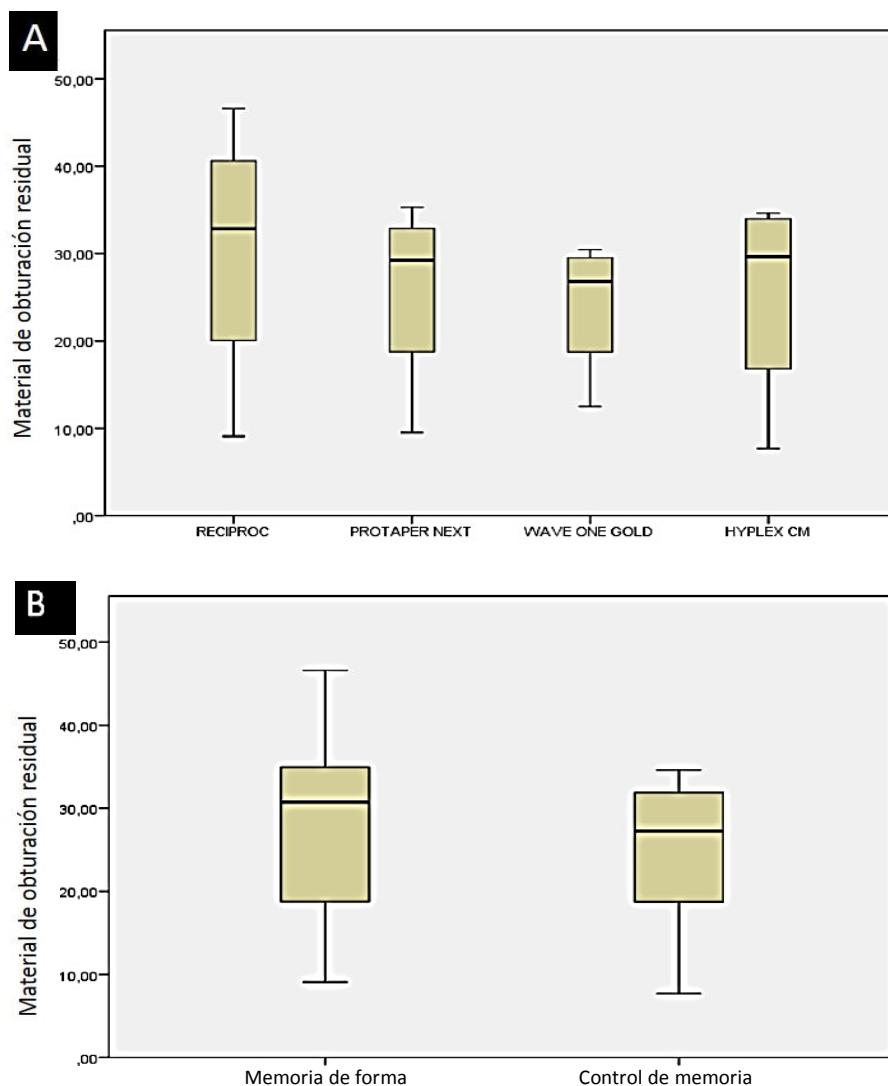
**B:** Tiempo promedio en segundos que demora en desobturar cada aleación, no se encontró diferencia significativa ( $p > 0.05$  con T de Student)



**Gráfico 2.** Promedio de los valores de material de obturación residual entre sistemas de limas y propiedad de aleación de NiTi.

**A:** Valores promedio de material de obturación residual en el grupo de sistemas incluyendo limas con fractura, no se encontró diferencia significativa ( $p > 0.05$  Anova).

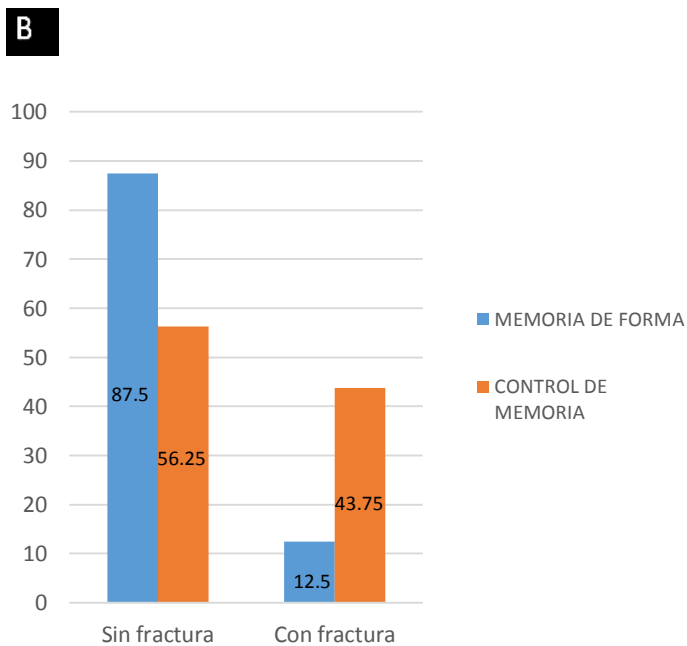
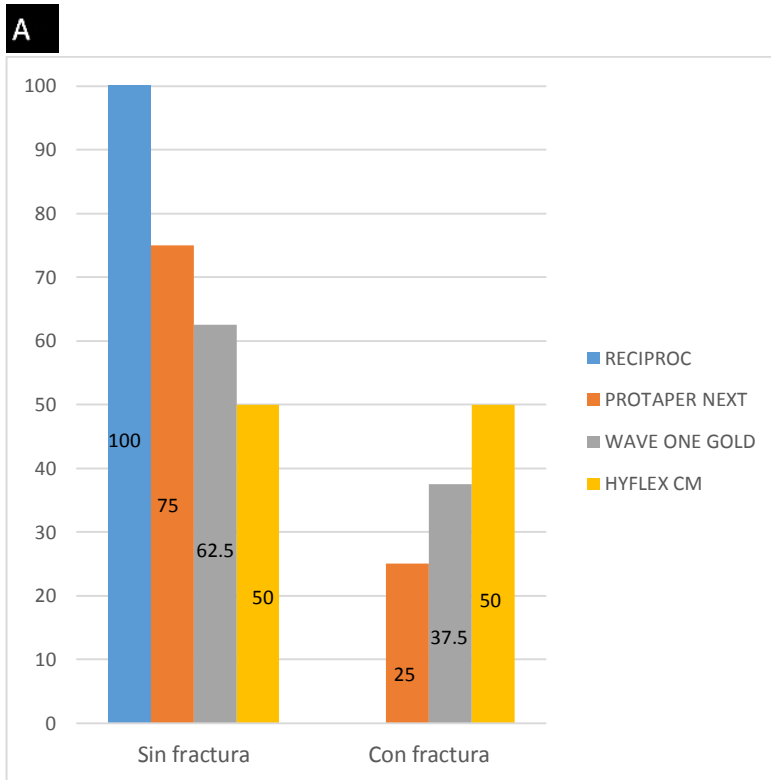
**B:** Valores promedio del material de obturación residual en el grupo de propiedades de aleación de NiTi incluyendo las limas con fracturas, no se encontró diferencia significativa ( $p > 0.05$  con T de Student).



**Gráfico 3.** Promedio de los valores de material de obturación residual entre sistemas de limas y propiedad de aleación de NiTi sin incluir limas fracturadas.

A: Valores promedios de material de obturación residual en los grupos de sistema sin incluir limas fracturadas, no hay diferencia significativa ( $p > 0,05$  con Anova).

B: Valores promedio del material de obturación residual en el grupo de propiedades de aleación de NiTi sin incluir limas fracturadas, no se encontró diferencia significativa ( $p > 0,05$  con T de Student).



**Grafico 4.** Porcentaje de limas sin fractura y con fractura después de la desobturación.

**A:** Porcentaje de limas sin fractura y con fracturas por sistema de limas.

**B:** Porcentaje de limas sin fractura y con fracturas por propiedad aleación de NiTi.

## VIII. DISCUSIÓN

**Diversas metodologías para la evaluación de material residual** de obturación se encuentran en la literatura, las más empleadas han sido las radiografías<sup>68, 69, 70</sup> o la de cortar longitudinalmente el diente para poder evaluar mediante microscopio cuantitativamente la imágenes mediante un software<sup>9, 10, 11, 12, 14</sup>, sin embargo estas metodologías se están dejando de usar ya que son evaluaciones en 2 dimensiones donde podrían tener mayor sesgo durante la evaluación del material de obturación. En el presente estudio usamos la tomografía computarizada Cone Beam (TCCB) para evaluar el material de obturación residual ya que es una alternativa no destructiva de la pieza dentaria, además que nos permite evaluar en 3 dimensiones el antes y el después de los procedimientos de desobturación. Así permitimos hacer una lectura midiendo el volumen en  $\text{cm}^3$  y a partir de ahí poder realizar el análisis en porcentaje. Diversos estudios en la literatura científica usan TCCB<sup>70-75</sup>, siendo un método apropiado para este tipo de estudios. Recientemente se está usando la micro-tomografía para evaluar el material de obturación<sup>13, 16, 37, 38, 40, 41, 76, 77, 78</sup> la cual permite evaluar con más detalle en  $\text{mm}^3$  el material residual, este es un aparato que no hay en el medio Peruano por lo cual no fue accesible. Sin embargo al usar un tomógrafo Cone beam que nos permite obtener imágenes con un voxel isotrópico de tamaño de  $75 \mu\text{m}$  es lo más cercano en el medio Peruano a un micro-tomógrafo (con el cual se obtienen imágenes con un voxel insotrópico de  $30 \mu\text{m}$ <sup>78</sup>). Las lecturas que pudimos obtener fueron de milésimas de  $\text{cm}^3$ , que al hacer la conversión es igual a  $\text{mm}^3$ . En el estudio de Pawar *et al.*<sup>71</sup> 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 Planmeca Romexis v4.4.1.

**En el presente estudio se usaron raíces mesiales de molares inferiores** con grados de curvatura  $\geq 35^\circ$ , las raíces mesiales se ha usado en la literatura previamente <sup>16, 19, 37, 76, 78, 79, 80</sup> para comparar la eficacia de desobturación en raíces curvas. La anatomía compleja de estas raíces hace que los materiales de obturación sean más difíciles de acceder por introducirse en ramificaciones internas. El poder lograr seguir la curva para acceder al tercio apical es complicado, por lo cual nuestros resultados no se pueden extrapolar al uso de estos sistemas para la desobturación en raíces rectas. Actualmente no hay un protocolo para la desinfección de dientes extraídos, habiendo diferentes formas de desinfectarlos y almacenarlos<sup>81</sup>. En estudios similares previos mencionan que se almacenaron en suero fisiológico.

**La meta de los retratamientos endodónticos es remover la mayor cantidad de material de obturación y así eliminar las bacterias del conducto radicular tanto como sea posible.** En el presente estudio se ha usado dos propiedades en la aleación de NiTi distintas como son la aleación de NiTi con memoria de forma (MF) y la aleación de NiTi con control de memoria (CM) en cuatro sistemas de limas con movimientos rotatorios (HYF y PTN) y reciprocantes (WOG y REC), sin embargo ninguna de estas pudo remover el material de obturación por completo al igual a lo que es reportado en la literatura <sup>7-19</sup>. La fuerza con que se usó cada sistema de limas fue hasta encontrar resistencia, no se forzó la lima y se consideró completa cuando se encontraba dentina limpia y dejaba de salir gutapercha como en estudios previos <sup>16, 19</sup>.

**En el presente estudio se usó una lima por conducto y luego fue desechada,** ya que consideramos que al ser usadas en repetidas ocasiones podría perder capacidad de corte y ser causa de sesgo, sin embargo en la literatura se han usado múltiples

veces durante los procesos de desobturación, como el artículo de Hulsman *et al.* <sup>32</sup>, en donde refieren que utilizaron las limas hasta 3 veces en dientes distintos para desobturar conductos, Rodig *et al.*<sup>37</sup> utilizaron hasta 4 veces las limas después de desobturar o hasta que vieron que había deformación de estas, Alves *et al.* <sup>19</sup> refieren que utilizaron las limas en 4 conductos para sus procesos de desobturación y en el estudio de Yuruker *et al.*<sup>18</sup> también refieren que utilizaron las limas para desobturar hasta en 4 ocasiones antes de ser desechada. Este uso repetido de una misma lima puede haber afectado sus resultados.

**Los solventes químicos para procedimientos de desobturación** han sido usado por años para los procedimientos de desobturación endodóntica, aunque estos químicos son citotóxicos <sup>82</sup>, se justifica su uso para facilitar la penetración de las limas hasta la longitud de trabajo y poder así limpiar el sistema de conductos radiculares.

En el presente estudio no se utilizó solventes químicos debido a que consideramos que podría ser causa de sesgo, sin embargo estudios similares de desobturación previos sí lo utilizaron en algún momento durante la desobturación <sup>32, 65, 76, 78, 83</sup>.

Takehashi *et al* <sup>11</sup> en 2009 evalúan la eficacia de las limas rotatorias con o sin solvente versus limas manuales para remover gutapercha, se tomó en cuenta el tiempo de trabajo usado para la desobturación, ellos mostraron que no hubo diferencia significativa entre usar solvente o no, incluso el sistema rotatorio ProTaper universal retratamiento® sin cloroformo fue más rápido.

Otro estudio similar es el estudio realizado por Ma J. *et al.*<sup>13</sup> en 2012 donde evaluaron la cantidad de material residual usando Protaper Retratamiento® con y sin solvente, evaluaron las lima Protaper retratamiento® ensanchados en apical con lima F4 del sistema Protaper Universal ®, tomaron el tiempo y el material residual mediante micro-tomografía. Concluyen que en todos los grupos se encontró material

residual, el retratamiento fue más rápido al no usar solvente. Al igual que Takehashi<sup>11</sup> este estudio demuestra que no es necesario el uso de solvente cuando se usa sistemas de limas rotatorias.

No sólo el uso de solventes hace que el tratamiento sea menos rápido, según Kfir A *et al*<sup>83</sup>, el uso de solventes hace que sea más difícil de eliminar el material de obturación sobre todo en el tercio cervical y apical, en su estudio evaluó con radiografías el sistema rotatorio ProTaper Retratamiento®, limas Hedstroem y el sistema reciprocante Endo- Express® con SafeSider® con y sin uso de cloroformo en dientes unirradiculares, encontraron entre 11 y 26 % de material residual sin diferencia significativa entre los grupos, refieren que el uso de solventes químicos hace que el material de obturación penetre en istmos, conductos laterales e irregularidades.

En el presente estudio se decidió no usar solventes químicos como ayuda para la desobturación ya que lo consideramos algo que no es necesario basados en estos 3 estudios (Takehashi<sup>11</sup>, Jingzhi *et al.*<sup>13</sup> y Kfir A *et al*<sup>83</sup>), pudiendo incluso hacer que el material de obturación infectado penetre en zonas inaccesibles por las limas haciendo más difícil su remoción.

**Diversos estudios comparan el material de obturación residual según el material con el cual fueron obturados;** como el estudio de Hammad *et al.*<sup>84</sup> en el 2008, donde usaron el sistema ProTaper Retratamiento® para desobturar distintos materiales de obturación (EndoRez®, Real Seal®, Gutaflo® y gutapercha con Tubliseal®) siendo la gutapercha el grupo que más material residual dejó. Otro estudio similar donde comparan la técnica de obturación como variable, es el estudio de Beasley *et al.*<sup>85</sup> donde comparan la rapidez para desobturar con el sistema de limas Protaper Retratamiento® en dientes con curvatura que fueron obturados con

gutapercha termoplástica, Thermafil® y Gutacore®, los resultados muestran que la desobturación fue más rápida en los dientes obturados con Gutacore®.

En el presente estudio se estandarizó todas las muestras usando gutapercha y sellador resinoso Ah Plus® con la técnica híbrida de Tagger <sup>67</sup>, la termocompactación es usada en distintos estudios similares <sup>17, 16, 38, 39</sup> por ser una técnica de obturación segura y con buena calidad hermética, lo que nosotros buscamos fue evaluar la eficacia de los sistemas de limas para desobturar raíces bien obturadas.

**La aleación de NiTi usada en las limas** mecanizadas normalmente tiene 55 % de níquel y 45 % de titanio en promedio, mientras que las limas Hyflex CM ® que tienen la propiedad de CM tiene menos porcentaje de Níquel (52,1%), esta aleación es significativamente distinta por su bajo Níquel a las demás limas convencionales <sup>86</sup>.

Los sistemas de limas con la propiedad de CM tiene mejores resultados para el manejo de conductos curvos en tratamientos primarios ya que esta propiedad las hace más flexibles que las otras NiTi convencionales según estudios previos <sup>21-23</sup>.

Schirrmeister *et al.* <sup>33</sup> en 2006, refieren que la desobturación de materiales endodónticos en conductos curvos usando limas de NiTi super-elásticas convencionales puede llevar a la fractura de la lima o a la alteración en la trayectoria del conducto a diferencia de lo que ocurre en conductos rectos. La aleación M Wire (la cual tiene la propiedad de MF<sup>52</sup>) ha sido evaluada para procedimientos de desobturación en estudios previos tanto en movimiento rotatorio (PTN) y en movimiento recíprocante (REC), ambas han sido igual de eficaces <sup>41, 16, 17</sup>. En el presente estudio realizamos la evaluación de ambas propiedades (CM y MF) en conductos curvos para evaluar la ventaja que tiene la aleación de NiTi con CM en estos casos, sin embargo las limas con la propiedad de CM fueron las que más fracturas de lima obtuvieron, tanto en movimiento rotatorio (HYF) como en

movimiento recíprocante (WOG).

La aleación de NiTi con CM ha sido poco estudiada para procedimientos de desobturación; sólo el estudio de Rodrigues *et al.*<sup>65</sup> comparan ambas propiedades de NiTi en la M Wire (MF) vs CM Wire (CM) para la desobturación. Refieren que no hubo diferencia significativa entre ambas, sin embargo no mencionaron si se fracturó alguna lima.

Acosta *et al.*<sup>87</sup> en 2017 refiere que las limas Hyflex CM y Typhoon que son limas con CM, presentan mayor resistencia a la fatiga cíclica por flexión que los sistemas de limas convencionales de NiTi super elásticos (con memoria de forma), sin embargo con el uso, se les reduce la resistencia a la fatiga torsional, por lo cual recomiendan los sistemas de limas con CM sean utilizados para conductos curvos, pero no para conductos atrésicos ya que podrían fracturarse por la falta de resistencia a la torsión. Según su recomendación, mejor es usar los sistemas de limas super-elásticos (memoria de forma) en conductos atrésicos ya que tienen mejor resistencia a la fractura por torsión. En el presente estudio, los sistemas de limas con CM fueron los que más fracturas presentaron, posiblemente por esta falta de resistencia a la torsión que necesitan las limas al tratar de penetrar la gutapercha, similar a la que se necesita en conductos atrésicos. Esto puede deberse a que esta aleación al ser más flexible no tiene la fuerza suficiente para penetrar en la gutapercha a diferencia de las limas de NiTi con la propiedad de MF que sí pueden seguir la trayectoria del conducto conservando cierta rigidez<sup>41, 16, 17</sup>.

**Las limas fracturadas son consideradas errores de procedimiento** en la literatura, cuando suceden, la muestra total del estudio disminuye o estas muestras son reemplazadas. Diversos estudios como el de Schirrmeister *et al.*<sup>33</sup> en el 2006, donde compara las limas Protaper®, Flexmaster®, Race® y limas manuales Hedstroem en

la eficacia para desobturar conductos con curvaturas severas, refieren que se fracturaron 8 limas (5 en el grupo de Protaper® y 3 en el grupo e Flexmaster®, ninguno de las limas Race® ni Hedstroem), cuando esto sucedía la muestra era reemplazada. En el estudio de Bramante *et al.*<sup>35</sup> compara los sistemas de limas Mtwo Retratamiento ® y Protaper retratamiento®, refieren que se fracturaron 3 limas Mtwo R ®, estos dientes fueron retirados y reemplazados para mantener el número de muestra. Otro estudio donde refieren que se fracturaron gran cantidad de limas es el estudio de Celik Unal *et al.*<sup>68</sup> en 2009, en su estudio utilizaron dientes con conductos con curvatura (20 a 42°), utilizaron las limas manuales K, limas Headstroem, limas rotatorias ProTaper Retratamiento ®, R- Endo® y ProFile®. Refieren que se fracturaron 7 limas, 2 en el grupo de R Endo®, y 5 en el grupo ProTaper Retratamiento® cuando esto sucedía, las muestras era reemplazadas. Rodig *et al.*<sup>76</sup> en 2012 compararon los sistemas D Race®, Protaper Retratamiento® y limas manuales Hedstroem en dientes con curvatura (curvatura promedio de 29.6°), refieren que se fracturaron 9 limas rotatorias (5 limas D Race® y 4 limas Protaper Retratamiento®), estas limas fracturadas fueron retiradas con limas manuales. Refieren que el tiempo que demoraron en retirar la lima fracturada no fue contabilizado, sin embargo, estas muestras sí las contabilizaron en su análisis. Beasley *et al.*<sup>85</sup> donde comparan la rapidez para desobturar con el sistema de limas Protaper Retratamiento® en dientes con curvatura obturados con gutapercha termoplástica, Thermafil® y Gutacore®, los resultados muestran que la desobturación fue más rápida en los dientes obturados con Gutacore®, el estudio refiere que se rompieron 3 limas desobturando el sistema thermafil® por la curvatura de las piezas usadas.

En el presente estudio, se fracturaron 9 limas, 7 de la aleación de NiTi con CM (3

WOG y 4 HYF) y 2 de aleación de NiTi con MF (2 PTN), sin embargo no retiramos las muestras del estudio, decidimos realizar 2 tipos de análisis; incluyendo las muestras con las limas fracturadas y sin incluirlas, esto lo hicimos para poder recrear más verídicamente lo que sucede en los pacientes cuando las limas se fracturan, ante esta situación clínica, no hay la posibilidad de cambiar la muestra en el paciente a diferencia de lo que se realiza en la literatura. En el paciente, se debe realizar en el mejor de los casos el retiro de la lima lo cual demanda mayor tiempo operatorio, la otra opción es dejarlas en el conducto para posteriormente tener que realizar procedimientos quirúrgicos. Si lo que queremos es evaluar la eficacia de los sistemas de limas para desobturar, no se debería reemplazar el diente como sucede en la literatura.

En los resultados encontrados, los conductos donde se fracturan las limas hay más cantidad de material residual que en los conductos donde no se fracturó la lima, esto se evidencia en la tabla 2 donde el sistema REC que fue el sistema de limas que no tuvo fracturas, tuvo menos material de obturación residual que las demás muestras con 29.32% ( $\pm 13.71$ ), a diferencia del sistema HYF el cual obtuvo la tasa de fractura más alta de las limas (50 %), este sistema dejó 48.82% ( $\pm 27.36$ ) de material residual, sin embargo la desviación estándar para ambos grupos fue elevado haciendo que la diferencia no sea estadísticamente significativa.

La situación cambia cuando retiramos del análisis las muestras con las limas fracturadas, evidenciando mejor resultado para el sistema HYF que dejó 25.39 % ( $\pm 12.40$ ) de material residual, mientras que el sistema REC siguió manteniendo 29.32% ( $\pm 13.71$ ). Por esta razón, recomendamos que no se debería retirar del análisis las limas fracturadas para estudios posteriores.

**Es necesario ampliar el diámetro apical para obtener una mejor limpieza según**

diversos autores <sup>19, 35, 65, 76</sup>. En el presente estudio el diámetro apical inicial usado en la preparación biomecánica fue de 20.06 (Unicone®), cuando realizamos la desobturación se preparó hasta el diámetro 25.06 (HYF, PTN), 25.07 (WOG) o 25.08 (REC); a pesar que las limas REC (25.08) tienen una conicidad más grande, estas fueron las limas que más material dejó cuando se realizó el análisis sin las limas fracturadas, pero fueron las que tuvieron mayor resistencia a la fractura. El ensanchamiento fue de un diámetro pequeño ya que sólo se incrementó un calibre más y explicaría la razón de la cantidad de material residual encontrado en los conductos que fue entre 25% y 29% (resultados sin incluir limas fracturadas).

Rodrig *et al.* <sup>76</sup> utilizaron conductos de raíces de molares curvas para instrumentar con el sistema de limas FlexMaster ® con limas de 30.02 como lima final y desobturó hasta un diámetro de 40 en apical de los sistemas Race® y ProTaper Universal® que son aleaciones de NiTi super-elástico convencional, lo cual promovió una mejor limpieza a la encontrada en nuestro estudio ya que obtuvieron entre 3 y 11% de material de obturación residual.

Rodrigues *et al.* <sup>65</sup> instrumentó inicialmente incisivos laterales con ProTaper universal® hasta F1 (equivalente de 20.07), para sus procesos de desobturación amplió hasta un diámetro de 50 en apical en conductos curvos usando la lima 50.01 de lima ProDesign Logic que es una aleación de NiTi con CM, refiere que tuvieron entre 1 a 2% en apical de material residual, sin embargo refieren que cuando desobturó solamente con la lima Reciproc ® (25.08) y con ProDesign R (25.06) tuvieron entre 18 a 33 % en tercio apical lo cual se asemeja a nuestros resultados.

En el estudio de Nevares *et al.* <sup>16</sup> usan la lima WaveOne® Small (21.06) para la preparación apical inicial en raíces mesiales de molares inferiores, luego fueron sometidos a procesos de desobturación con los sistemas Reciproc ® R25 (25.08) y

ProTaper Next X2 (25.06) como limas finales. Refieren que el material residual fue de  $15.18 \pm 10.81$  % en el grupo de ProTaper next® y  $13.42 \pm 12.35$  % en el grupo Reciproc®.

En el estudio de Alves *et al.* <sup>19</sup> instrumentaron raíces mesiales de molares inferiores inicialmente con el sistema Mtwo® hasta 25.06 en apical, luego fueron sometidos a procesos de desobturación con el sistema Mtwo retratamiento® y Mtwo® hasta 40.04, en otro grupo se desobturó con Reciproc R25 (25.08) y luego Reciproc R40 (40.04), en sus resultados muestran que cuando se desobtura hasta un diámetro 40, obtuvieron entre 4 a 10% de material residual, pero cuando desobturaron solo con la Reciproc® R25 (25.08) obtuvieron 30.2% de material residual que es similar a lo encontrado en el presente estudio.

**El tiempo efectivo encontrado durante la desobturación** en el presente estudio no tuvo diferencias significativas entre los cuatro sistemas, sin embargo los sistemas rotatorios (ProTaper Next® y Hyflex CM®) fueron ligeramente más rápidos que los sistemas reciprocantes (Reciproc® y WaveOne Gold®). Estudios previos sí reportan diferencia estadísticamente significativa cuando se comparan sistemas rotatorios y limas manuales<sup>88</sup>. Cuando se comparan los sistemas rotatorios con sistemas reciprocantes varían los resultados, Alves *et al.* <sup>19</sup> reporta que el sistema rotatorio Mtwo® fue más rápido que el sistema reciprocante Reciproc ® para remover materiales de obturación, Jorgensen *et al.* <sup>89</sup> reporta que el sistema rotatorio Protaper Retratamiento® fue más rápido que el sistema reciprocante Wave One ® para desobturar. Sin embargo los resultados obtenidos en el presente estudio son similares a Nevares *et al.* <sup>16</sup> y Özyürek T *et al.* <sup>17</sup> que no encuentra diferencia significativa en el tiempo que demoraron en desobturar entre los sistemas ProTaper Next ® y Reciproc® que fueron los sistemas que se usaron en el presente estudio.

Esta investigación ha permitido identificar los desafíos que se presentan cuando se realizan procedimientos de desobturación en conductos con curvaturas severas. La fractura de la lima es un factor muy importante a tener en cuenta en estos casos y no debemos excluirla dentro de la valoración de la eficacia de los distintos sistemas de limas como se viene realizando en la literatura. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la cantidad de material residual y al tiempo efectivo usado para la desobturación, pero sí se observó que los sistemas de limas con control de memoria son las que más se han fracturado.

## **IX. CONCLUSIONES**

1. No hubo diferencia significativa en el tiempo efectivo usado para la desobturación entre los sistemas de limas de NiTi con la propiedad de control de memoria y memoria de forma.
2. No hubo diferencia significativa en el análisis de material de obturación residual entre los distintos sistemas de limas de NiTi con la propiedad de control de memoria y memoria de forma.
3. Los sistemas de limas de NiTi con la propiedad de control de memoria mostraron mayor porcentaje de fracturas durante los procedimientos de desobturación.

## X. REFERENCIAS

1. Vertucci FJ, Williams RG, Root canal anatomy of the mandibular first molars. *J N Dent Assoc* 1974; 45(3):27-8
2. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1971; 32 (2):271–5.
3. Abou-Rass M. Evaluation and clinical management of previous endodontic therapy. *J Prosthet Dent* 1982;47:528-34
4. Real Academia Española [internet]. Diccionario de la lengua española (23.ª ed.); 2014. Citado el 19 de Julio de 2017. Recuperado a partir de: <http://www.rae.es/rae.html>
5. Martínez-Lali R, Goldberg F. El retratamiento ortógrado y quirúrgico: dos alternativas endodónticas para evitar la extracción dental: serie de casos. *Rev Asoc Odontol Argent*; 103(1): 29-34
6. Mora-González L, Rivera-Martínez S, Vásquez-Santiago H; González-Guzmán, B, Martínez-Rojas C. ; *Rev Asoc Odontol Argent*; 104(2): 66-71
7. Bertrand MF, Pellegrino JC, Rocca JP, Klinghofer A, Bolla M. Removal of Thermafil Root Canal Filling Material. *J Endod* 1997; 23 (1). 54-57
8. Sae-Lim V, Rajamanickam I, Lim BK, Lee HL. Effectiveness of ProFile .04 Taper Rotary Instruments in Endodontic Retreatment. *J Endod*. 2000; 26:100-104
9. Barrieshi-Nusair M. Gutta-percha Retreatment: Effectiveness of Nickel-Titanium Rotary Instruments versus Stainless Steel Hand Files. *J Endod*. 2002; 28 (6): 454-456
10. 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
11. 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
12. 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
13. Ma J, Al-Ashaw AJ, Shen Y, Gao Y, Yang Y, Zhang C, *et al*. Efficacy of

ProTaper Universal Rotary Retreatment System for Gutta-percha Removal from Oval Root Canals: A Micro-Computed Tomography Study. *J Endod* 2012;38(11):1516–1520

14. Rios Mde A, Villela AM, Cunha RS, Velasco RC, De Martin AS, Kato AS, Bueno CE. Efficacy of 2 reciprocating systems compared with a rotary retreatment system for gutta-percha removal. *J Endod*. 2014; 40(4):543-6
15. Silva EJ, Orłowsky NB, Herrera DR, Machado R, Krebs RL, Coutinho-Filho Tde S. Effectiveness of rotatory and reciprocating movements in root canal filling material removal. *Braz Oral Res*. 2015;29(1):1-6
16. Nevares G, de Albuquerque DS, Freire LG, Romeiro K, Fogel HM, Dos Santos M y col. Efficacy of ProTaper NEXT Compared with Reciproc in Removing Obturation Material from Severely Curved Root Canals: A Micro-Computed Tomography Study. *J Endod*. 2016; 42(5):803-8
17. Özyürek T, Demiryürek EÖ. Efficacy of Different Nickel-Titanium Instruments in Removing Gutta-percha during Root Canal Retreatment. *J Endod*. 2016;42(4):646-9
18. Yürüker S, Görduysus M, Küçükkaya S, Uzunoğlu E, Ilgın C, Gülen O *et al*. Efficacy of Combined Use of Different Nickel-Titanium Files on Removing Root Canal Filling Materials. *J Endod*. 2016;42(3):487-92
19. Alves FR, Marceliano-Alves MF, Sousa JC, Silveira SB, Provenzano JC, Siqueira JF Jr. Removal of Root Canal Fillings in Curved Canals Using Either Reciprocating Single- or Rotary Multi-instrument Systems and a Supplementary Step with the XP-Endo Finisher. *J Endod*. 2016;42(7):1114-9
20. Lopes HP, Gambarra-Soares T, Elias CN, Siqueira JF Jr, Inojosa IF, Lopes WS, *et al*. Comparison of the Mechanical Properties of Rotary Instruments Made of Conventional Nickel-Titanium Wire, M-Wire, or Nickel-Titanium Alloy in R-Phase. *J Endod*. 2013;39(4):516-20
21. Santos Lde , Bahia MG, de Las Casas EB, Buono VT. Comparison of the mechanical behavior between controlled memory and superelastic nickel-titanium files via finite element analysis. *J Endod*. 2013;39(11):1444-7
22. Ninan E, Berzins D. Torsion and Bending Properties of Shape Memory and Superelastic Nickel-Titanium Rotary Instruments, *J Endod* 2013;39:101–104
23. Shen Y, Zhou HM, Zheng YF, Peng B, Haapasalo M. Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. *J Endod*. 2013;39(2):163-72
24. 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.

25. 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
26. 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.
27. Friedman S, Stabholz A, Tamse A, Endodontic retreatment--case selection and technique. 3. Retreatment techniques. *J Endod.* 1990;16(11):543-9.
28. Friedman S, Moshonov J, Trope M. Efficacy of removing glass ionomer cement, zinc oxide eugenol, and epoxy resin sealers from retreated root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1992;73(5):609-12.
29. Mandel E, Friedman S. Endodontic retreatment: a rational approach to root canal reinstrumentation. *J Endod.* 1992 ;18(11):565-9
30. 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
31. 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.
32. 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.
33. Schirrmeister JF, Wrbas KT, Schneider FH, Altenburger MJ, Hellwig E, Effectiveness of a hand file and three nickel-titanium rotary instruments for removing gutta-percha in curved root canals during retreatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006; 101(4):542-7
34. Barletta FB, Rahde Nde M, Limongi O, Moura AA, Zanesco C, Mazocatto G, In vitro comparative analysis of 2 mechanical techniques for removing gutta-percha during retreatment. *J Can Dent Assoc.* 2007 ;73(1):65.
35. Bramante CM, Fidelis NS, Assumpcao TS, *et al.* Heat release, time required, and cleaning ability of MTwo R and ProTaper universal retreatment systems in the removal of filling material. *J Endod* 2010;36(11):1870–3.
36. Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti file Rotary instrument: preliminar observations: *Int Endod J.* 2008; 41(4): 339-344
37. Rödiger T, Kupis J, Konietschke F, Dullin C, Drebenstedt S, Hülsmann M.

Comparison of hand and rotary instrumentation for removing gutta-percha from previously treated curved root canals: a microcomputed tomography study. *Int Endod J.* 2014;47(2):173-82

38. Crozeta BM, Silva-Sousa YT, Leoni GB, Mazzi-Chaves JF, Fantinato T, Baratto-Filho F, 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.
39. Cavenago BC, Ordinola-Zapata R, Duarte MA, del Carpio-Perochena AE, Villas-Bôas MH, Marciano MA, Bramante CM, Moraes IG. Efficacy of xylene and passive ultrasonic irrigation on remaining root filling material during retreatment of anatomically complex teeth. *Int Endod J.* 2014;47(11):1078-83
40. Bernardes RA, Duarte MA, Vivan 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
41. 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
42. Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. *J Endod* 1988; 14 (7): 346–51.
43. Glosson CR, Haller RH, Dove SB, *et al.* A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine driven, and K-Flex endodontic instruments. *J Endod* 1995;21 (3):146–51
44. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod* 2004;30 (8):559–67
45. Buehler WH, Gilfrich JV., Wiley RC, Effect of low temperature phase changes on the mechanical properties of alloys near composition TiNi. *J. Appl. Phys.* 1963, 34 (5):1475-7.
46. Thompson SA. An overview of nickel–titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J.* 2000; 33 (48): 297–310.
47. Plotino G, Grande NM, Cordaro M, Testarelli L, Gambarini G. A review of cyclic fatigue testing of nickel-titanium rotary instruments. *J Endod.* 2009 ;35 (11):1469-76
48. Shen Y, Qian W, Abtin H, Gao Y, Haapasalo M. Fatigue Testing of Controlled Memory Wire Nickel-Titanium Rotary Instruments. *J Endod* .2011;

37(7):997-1001.

49. Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE, *et al.* Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. *J Endod* 2000; 26 (3):161–5.
50. Parashos P, Gordon I, Messer HH. Factors influencing defects of rotary nickel titanium endodontic instruments after clinical use. *J Endod* 2004; 30(10):722-5.
51. NinanE, BerzinsDW. Torsion and bending properties of shape memory and superelastic nickel-titanium rotary instruments. *J Endod.* 2013;39 (1):101-4
52. ShenY, ZhouHM, ZhengYF, PengB, HaapasaloM. Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. *J Endod.* 2013;39 (2):163-72
53. Sattapan B, Palamara JE, Messer HH, Torque during canal instrumentation using rotary nickel titanium files. *J Endod* 2000; 26 (3) :156-60
54. Leonardo M, R., Toledo R. Sistemas rotatórios en endodoncia instrumentos de níquel-titanio. Editorial Artes Médicas Ltda. Sao Paulo, Brasil. 2002 3-26, 295,296,297.
55. Parashos P, Gordon I, Messer HH. Factors influencing defects of rotary nickel-titanium endodontic instruments after clinical use. *J Endod.*2004;30(10):722-5.
56. Yao JH, Schwatz SA, Beeson TJ. Cyclic fatigue of three types of rotary nickel- titanium files in a dynamic model. *J Endod* 2006;32 (1): 55-7
57. Wei X, Ling J, Jiang J, Huang X, Liu L, Modes of failure of Protaper nickel-titanium rotary instruments after clinical use. *J Endod*, 2007 ; 33 (3): 276-9
58. Bird DC, Chambers D, Peters OA. Usage parameters of nickel titanium rotary instruments: a survey of endodontist in the united states. *J Endod* 2009; 35(9):1193-7
59. Shen Y, Haapasalo M, Cheung GS, Peng B. Defects in nickel-titanium instruments after clinical use Part 1: relationship between observed imperfections and factor leading to such defects in a cohort study. *J Endod* 2009, 35(1):129-32
60. Shen Y, Coil JM, Zhou H, Zheng Y, Haapasalo M. HyFlex nickel-titanium rotary instruments after clinical use: metallurgical properties. *Int Endod J.* 2013 ;46(8):720-9
61. Ye J, Gao Y. Metallurgical characterization of M-Wire nickel-titanium shape memory alloy used for endodontic rotary instruments during low-cycle fatigue. *J Endod.* 2012: 38(1):105-7.

62. Esposito PT, Cunningham CJ. A comparison of canal preparation with nickeltitanium and stainless steel instruments. *J Endod* 1995; 21 (4):173–6.
63. Gergi R, Rjeily JA, Sader J, Naaman A. Comparison of canal transportation and centering ability of twisted files, Pathfile-ProTaper system, and stainless Steel hand K-files by using computed tomography. *J Endod* 2010;36(5):904–7.
64. Short JA, Morgan LA, Baumgartner JC. A comparison of canal centering ability of four instrumentation techniques. *J Endod* 1997; 23(8):503–7.
65. Rodrigues CT, Duarte MA, de Almeida MM, de Andrade FB, Bernardineli N. Efficacy of CM-Wire, M-Wire, and Nickel-Titanium Instruments for Removing Filling Material from Curved Root Canals: A Micro-Computed Tomography Study. *J Endod*. 2016;42(11):1651-1655.
66. 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):415-26
67. 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.
68. Unal GC, Kaya BU, Tac, AG, Kec,eci AD. A comparison of the efficacy of conventional and new retreatment instruments to remove gutta-percha in curved root canals: an ex vivo study. *Int Endod J* 2009;42 (4):344–50.
69. 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.
70. Ferreira JJ, Rhodes JS, Ford TR. The efficacy of gutta-percha removal using ProFiles. *Int Endod J*. 2001;34(4):267-74
71. 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.
72. Akbulut MB, Akman M, Terlemez A, Magat G, Sener S, Shetty H. Efficacy of Twisted File Adaptive, Reciproc and ProTaper Universal Retreatments instruments for root-canal-filling removal: A cone-beam computed tomography study. *Dent Mater J*. 2016;35 (1):126-31.
73. Khedmat S, Azari A, Shamshiri AR, Fadae M, Bashizadeh Fakhar H. Efficacy of ProTaper and Mtwo Retreatments Files in Removal of Gutta-percha and GuttaFlow from Root Canals. *Iran Endod J*. 2016;11(3):184-7

74. Madani ZS, Simdar N, Moudi E, Bijani A, CBCT Evaluation of the Root Canal Filling Removal Using D-RaCe, ProTaper Retreatment Kit and Hand Files in curved canals. *Iran Endod J.* 2015; 10(1):69-74
75. 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.
76. Rödiger T, Hausdörfer T, Konietschke F, Dullin C, Hahn W, Hülsmann M. Efficacy of D-RaCe and ProTaper Universal Retreatment 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
77. Amoroso- Silva PA, Ordinola- Zapata R, Duarte MA, Gutmann JL, del Carpio-perochena 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
78. 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
79. Marfisi K, Mercadé M, Plotino G, Clavel T, Duran-Sindreu F1, Roig M. Efficacy of Reciproc® and Profile® Instruments in the Removal of Gutta-Percha from Straight and Curved Root Canals *ex Vivo*. *J Oral Maxillofac Res.* 2015;30;6(3):e1
80. 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.
81. Kumar M, Sequeira, PS, Peter S, Bhat G K, Sterilisation of extracted human teeth for educational use. *Indian J. Med. Microbiol.* 2005; 23(4): 256-8
82. Barbosa SV, Burkard DH, Spångberg LS. Cytotoxic effects of gutta-percha solvents. *J Endod* 1994;20(1):6–8.
83. Kfir A, Tsesis I, Yakirevich E, *et al*. The efficacy of five techniques for removing root filling material: microscopic versus radiographic evaluation. *Int Endod J* 2012;45 (1); 35–41.
84. Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Three-dimensional evaluation of effectiveness of hand and rotary instrumentation for retreatment of canals filled with different materials. *J Endod.* 2008;34(11):1370-1373
85. Beasley RT, Williamson AE, Justman BC, Qian F. Time required to remove guttacore, Thermafil plus, and thermoplasticized gutta-percha from

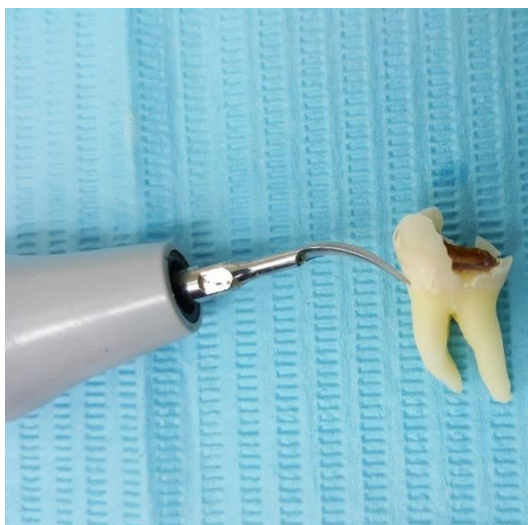
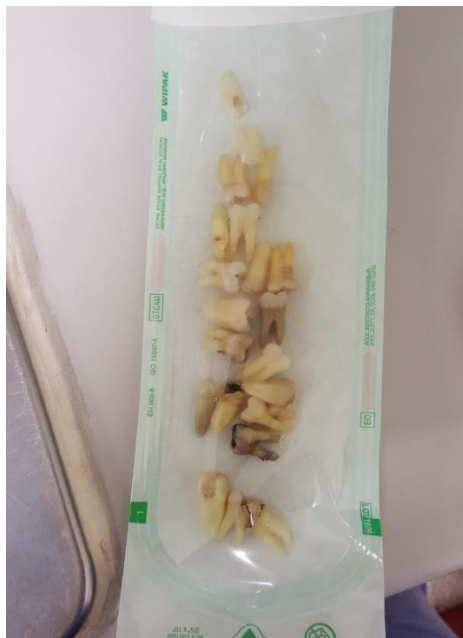
moderately curved root canals with protaper files. *J Endod* 2013;39 (1):125–8.

- 86.** Zinelis S, Eliades T, Eliades G. A metallurgical characterization of ten endodontic Ni- Ti instruments: assessing clinical relevance of shape memory and superelastic properties of Ni-Ti endodontic instruments. *Int Endod J* 2010;43 (2):125–34,
- 87.** Acosta EC, Resende PD, Peixoto IF, Pereira ÉS, Buono VT, Bahia MG. Influence of Cyclic Flexural Deformation on the Torsional Resistance of Controlled Memory and Conventional Nickel-titanium Instruments. *J Endod.* 2017;43(4):613-618
- 88.** Colaco AS, Pai VA. Comparative Evaluation of the Efficiency of Manual and Rotary Gutta-percha Removal Techniques. *J Endod.* 2015;41(11):1871-4
- 89.** Jorgensen B, Williamson A, Chu R, Qian F. The Efficacy of the WaveOne Reciprocating File System versus the ProTaper Retreatment System in Endodontic Retreatment of Two Different Obturating Techniques. *J Endod.* 2017 ;43(6):1011-1013

## **ANEXOS**

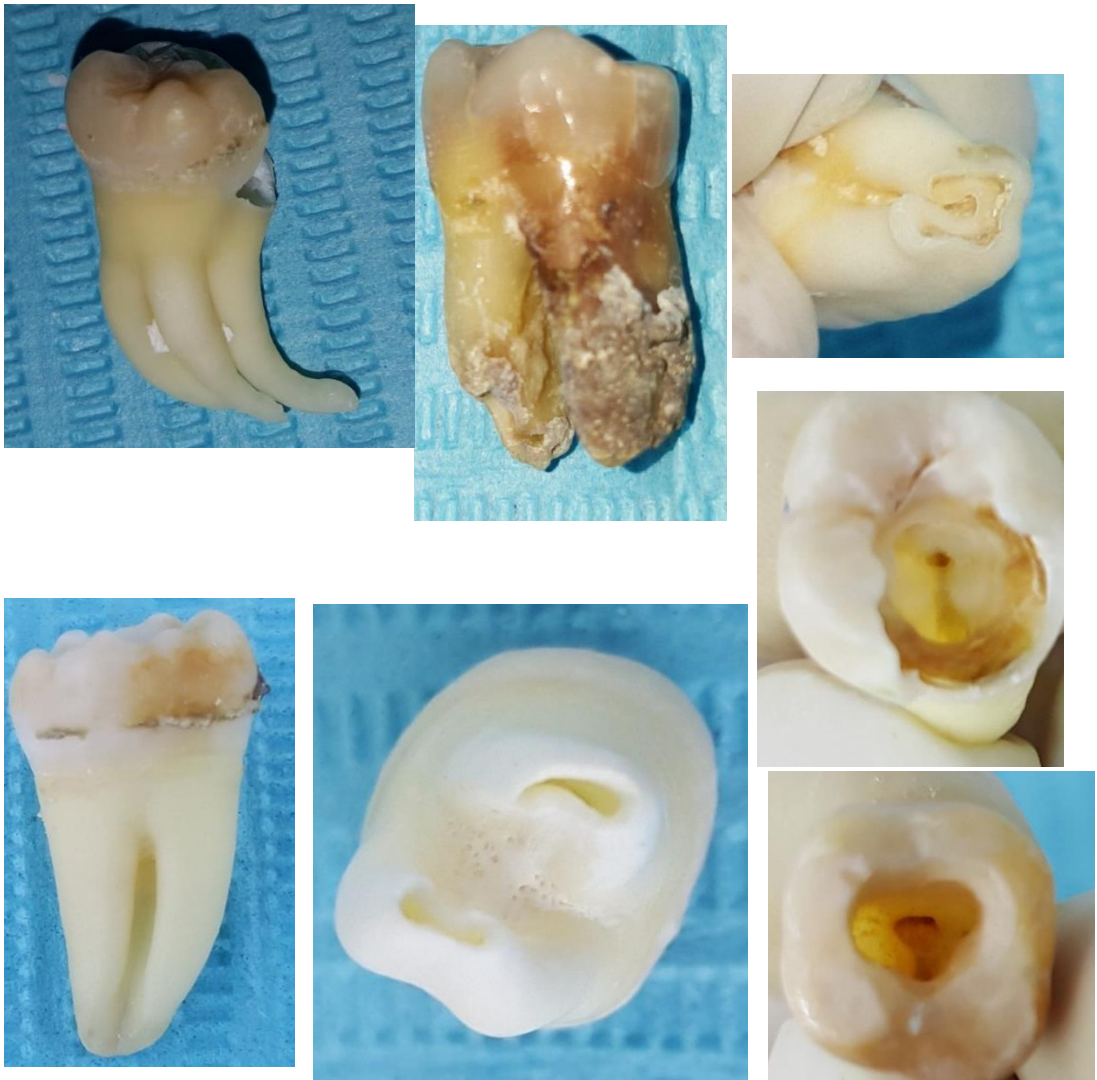
## ANEXO 2

### Recolección de las muestras y desinfección de las muestras



### ANEXO 3

Molares inferiores excluidos del estudio



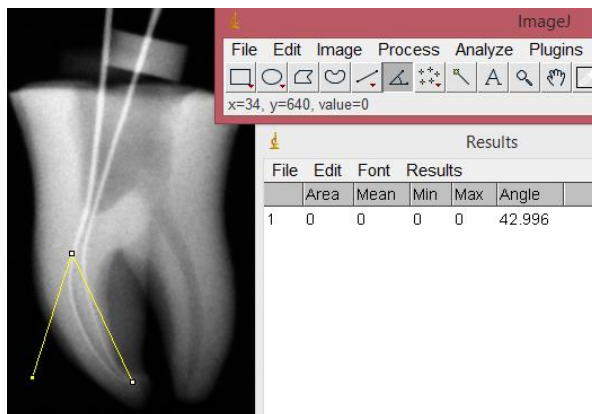
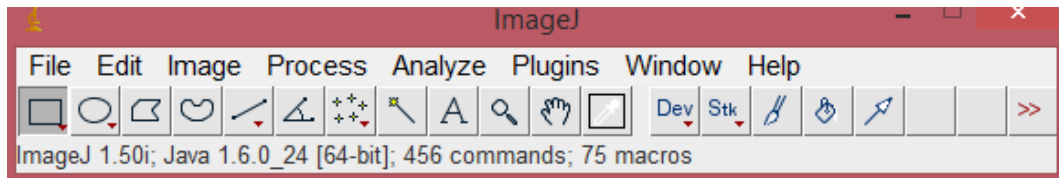
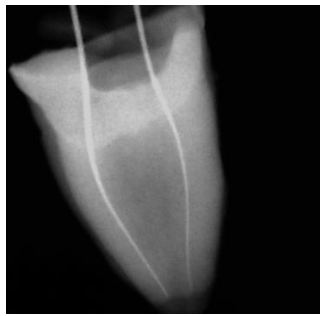
## ANEXO 4

Decoración a 15mm de dientes seleccionados



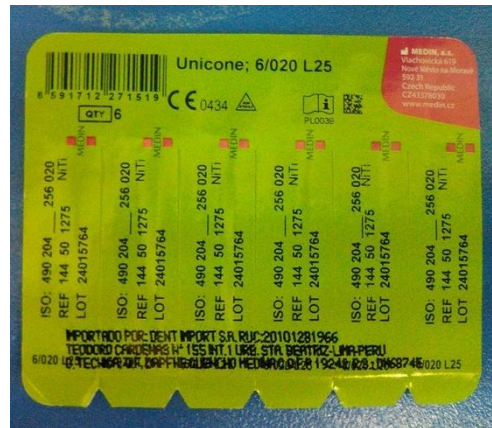
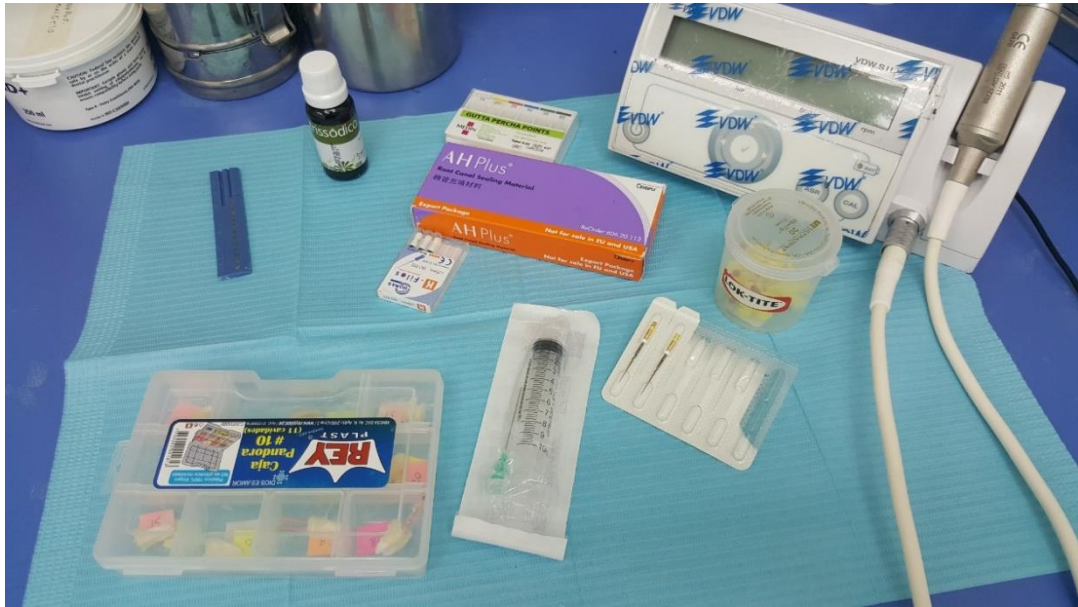
## ANEXO 5

Evaluación radiográfica y uso de software Image J para evaluación de grado de curvatura de raíces mesiales



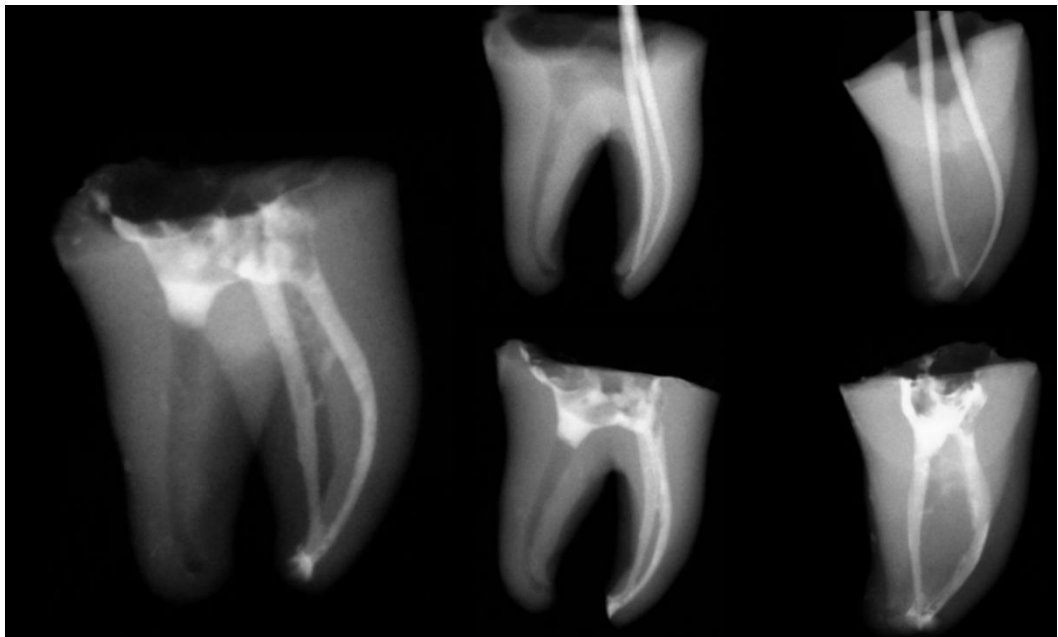
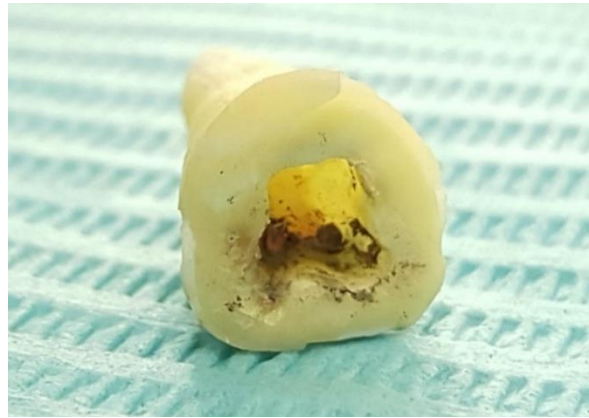
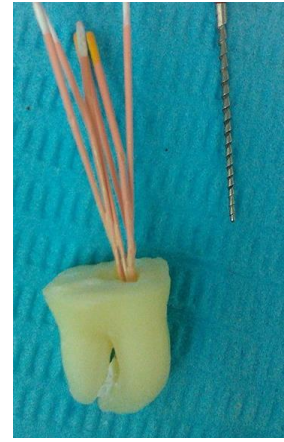
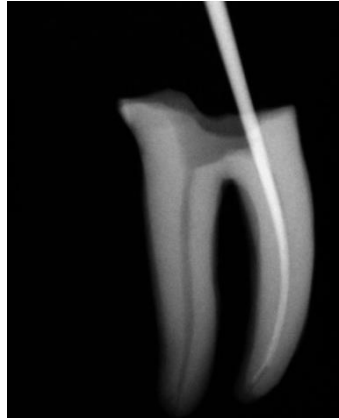
# ANEXO 6

## Instrumentación e irrigación de las muestras



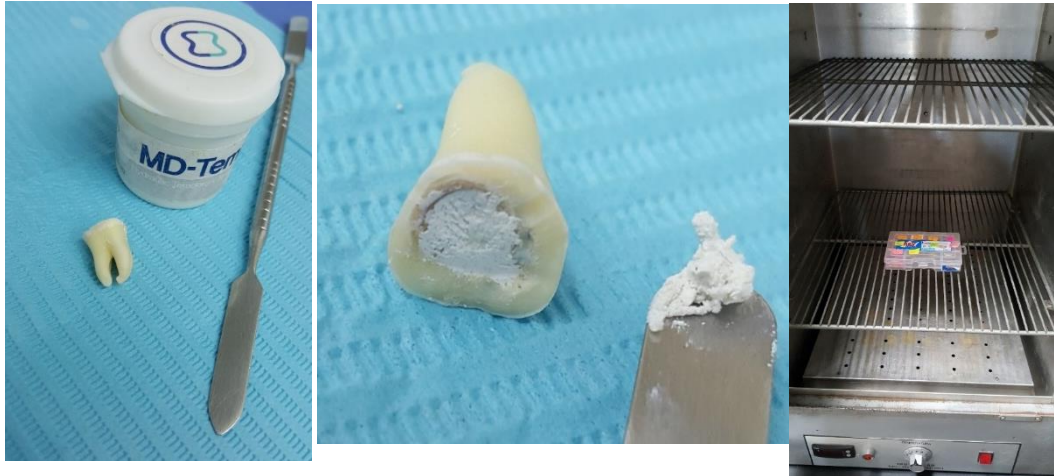
## ANEXO 7

Obtención de las muestras con obturación termomecánica



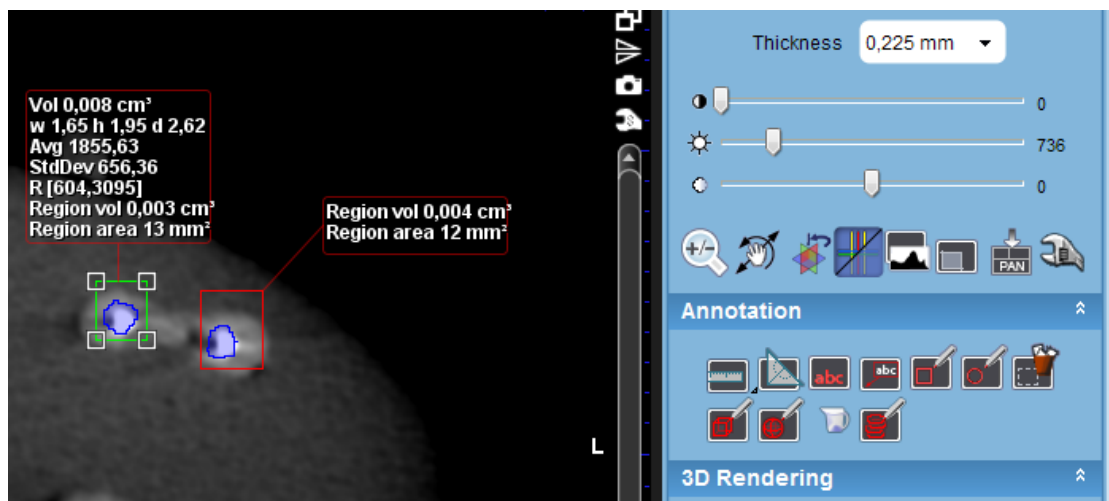
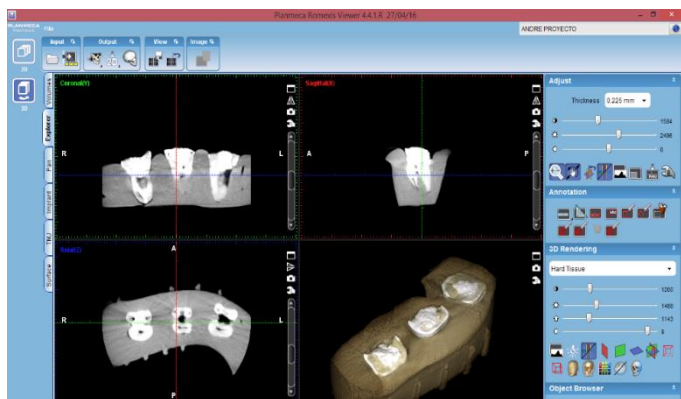
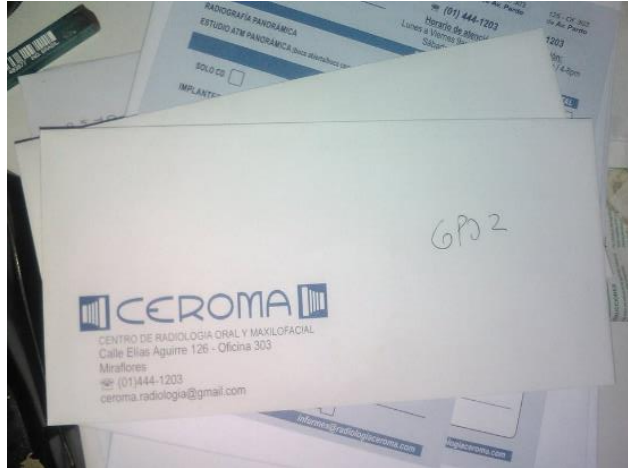
## ANEXO 8

Colocación de pasta provisional y almacenamiento en incubadora



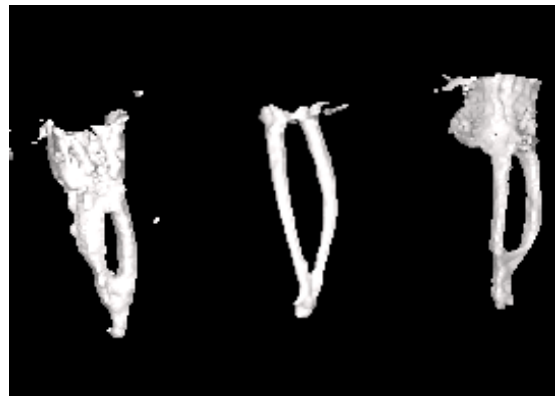
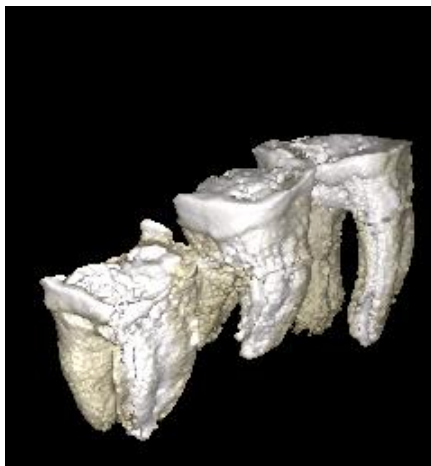
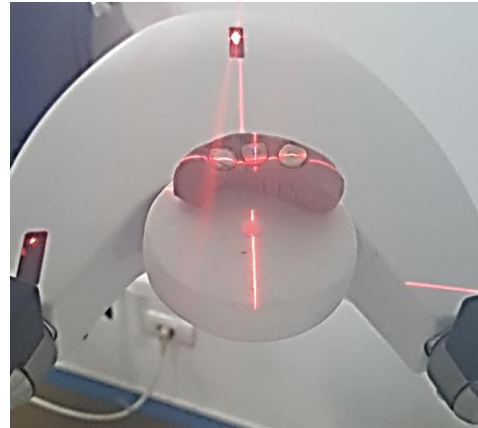
## ANEXO 9

Realización de ciego aleatorizando las muestras para colocación en base de silicona y calibración del software



## ANEXO 10

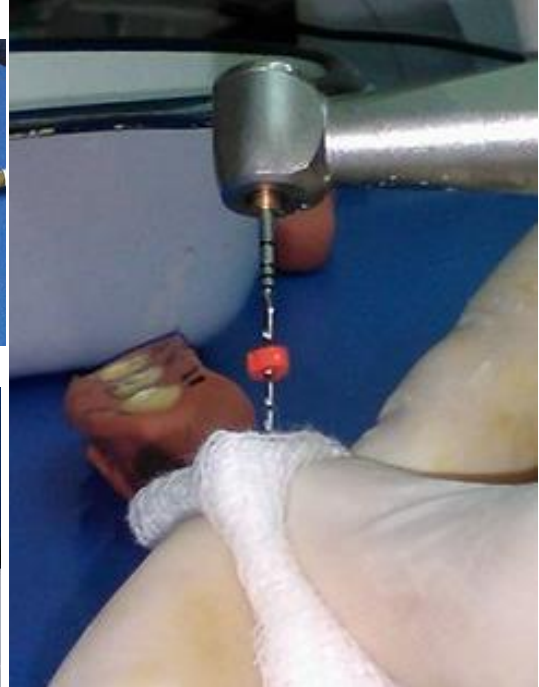
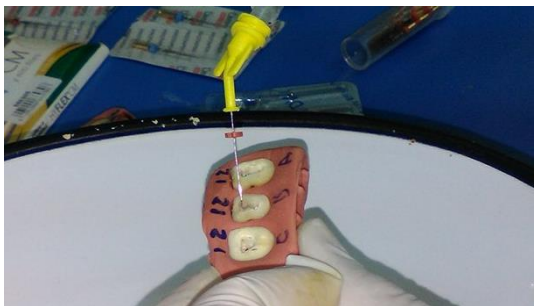
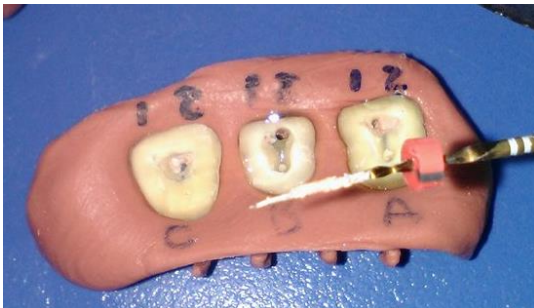
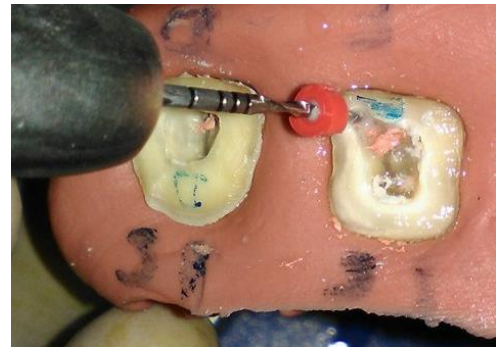
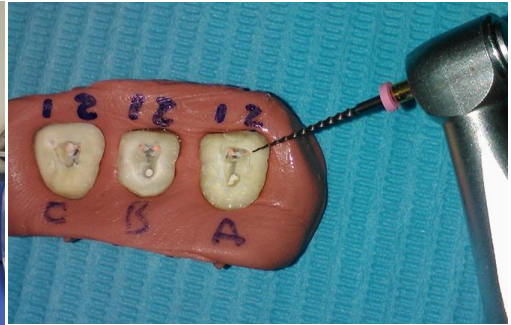
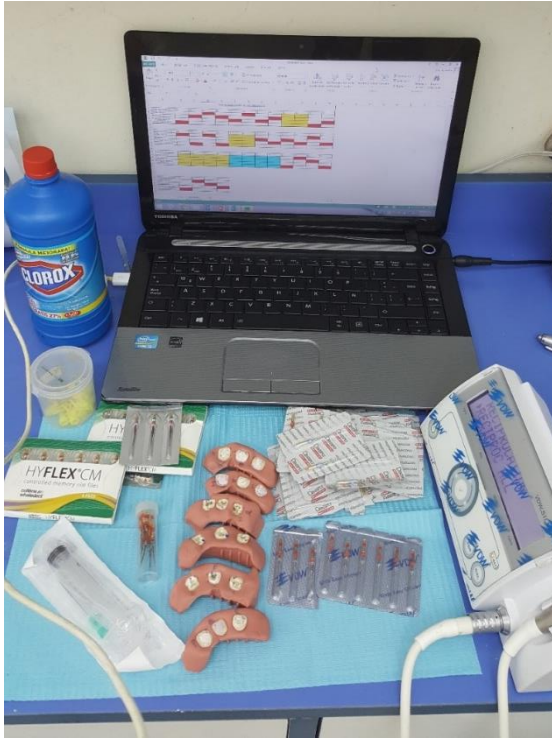
Escáner con tomografía computarizada cone beam y reconstrucción 3D de todas las muestras





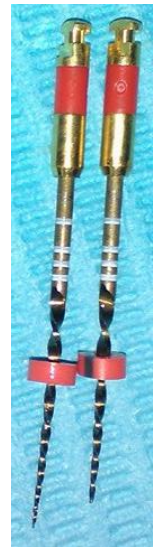
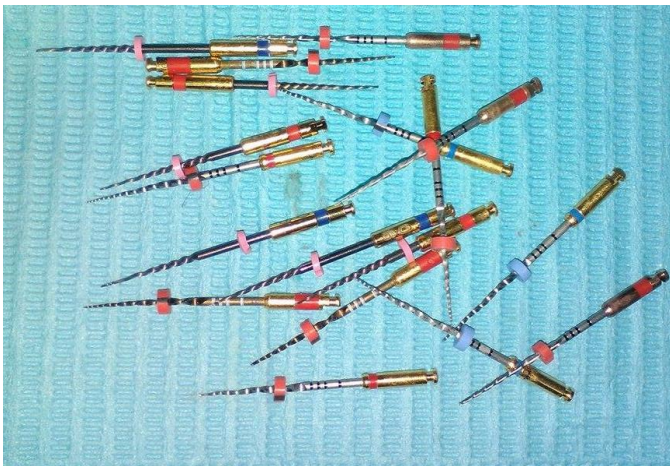
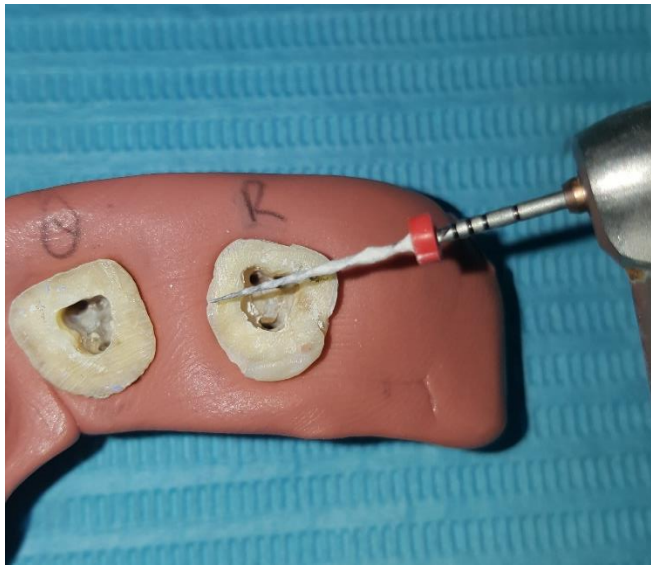
## ANEXO 12

### Desobturación de las muestras

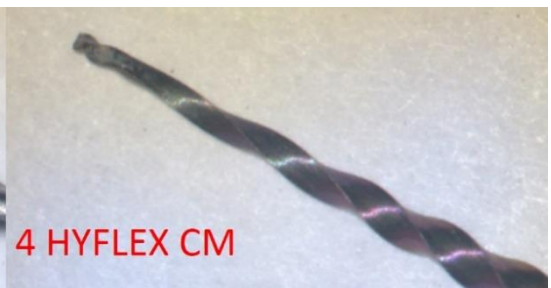


# ANEXO 13

Consideración de diente desobturado e imágenes de limas utilizadas



0 RECIPROC



4 HYFLEX CM



2 PROTAPER NEXT



3 WAVE ONE GOLD

# ANEXO 14

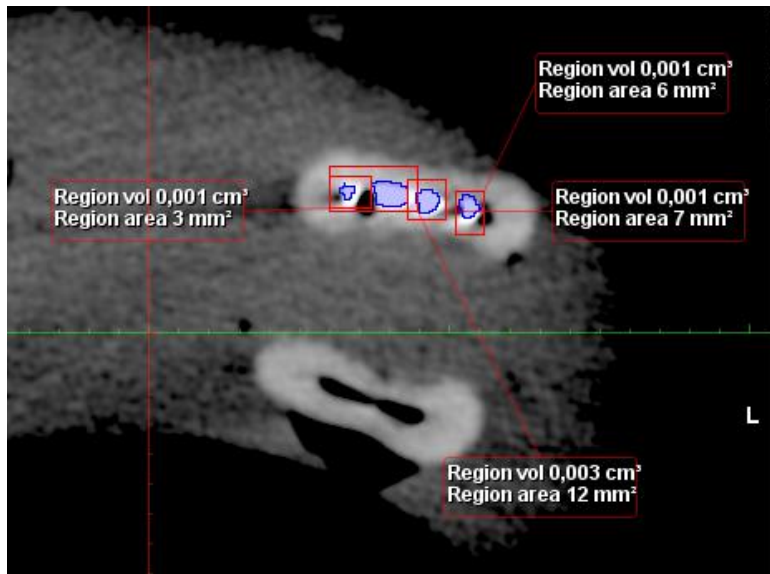
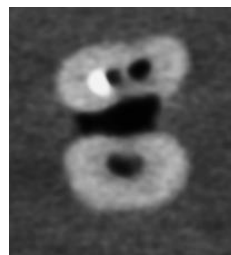
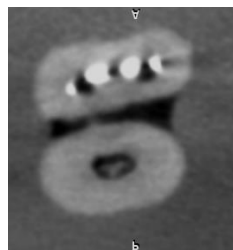
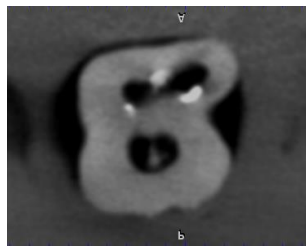
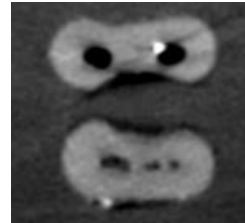
Ciego de codificación del software e Imágenes de las muestras desobturadas

Planmeca Romexis Viewer 4.4.1.R 27/04/16

ANDRE PROYECTO

Serial Number	kV	mA	s	DAP(mGy*cm²)	Comments	Preview
TDVP13070R	90	14	15.023	735.1	68-69-72	

Progreso...  
Reading 3D Image From Server  
Reading Image Data



## ANEXO 15

Comparación de imágenes pre y post operatorias

