



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

**“COMPARACIÓN IN VITRO DE LA DEFORMACIÓN POST  
INSTRUMENTACIÓN DEL CONDUCTO MESIAL DEL PRIMER MOLAR  
INFERIOR REALIZADA CON PREPARACIÓN MECÁNICA (SISTEMA WAVE  
ONE Y PROTAPER UNIVERSAL) Y MANUAL (SISTEMA PROTAPER  
MANUAL) EN ZONA DE PELIGRO”**

**PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ODONTÓLOGA**

**AUTORA:**

**BARRAGÁN NÚÑEZ MARÍA ISABEL**

**TUTORA:**

**CHÁVEZ REGATO JENNY**

**Guayaquil, Ecuador  
2014**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE MEDICINA  
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **María Isabel Barragán Núñez**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de Odontóloga.

### **TUTORA**

\_\_\_\_\_  
**Dra. Jenny Chávez Regato**

### **REVISOR(ES)**

\_\_\_\_\_  
**Dr(a).**

\_\_\_\_\_  
**Dr(a).**

\_\_\_\_\_  
**Dr(a).**

### **DIRECTOR DE LA CARRERA**

\_\_\_\_\_  
**Juan Carlos Gallardo Bastidas**

**Guayaquil, a los 30 días del mes de septiembre del año 2014)**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE MEDICINA  
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

## **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo,

### **DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación “Comparación in vitro de la deformación post instrumentación del conducto mesial del primer molar inferior realizada con preparación mecánica (sistema wave one y protaper universal) y manual (sistema protaper manual) en zona de peligro” previa a la obtención del Título de Odontóloga, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 30 días del mes de septiembre del año 2014**

**AUTORA:**

---

**María Isabel Barragán Núñez**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE MEDICINA  
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

## **AUTORIZACIÓN**

Yo,

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: “Comparación in vitro de la deformación post instrumentación del conducto mesial del primer molar inferior realizada con preparación mecánica (sistema wave one y protaper universal) y manual (sistema protaper manual) en zona de peligro”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 30 días del mes de septiembre del año 2014**

**AUTORA:**

---

**María Isabel Barragán Núñez**

## **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecer a Dios por darme sabiduría, amor y bendecirme para llegar hasta donde he llegado, y hacer realidad este sueño anhelado.

A mi familia que incondicionalmente me ha apoyado en el transcurso de mi carrera.

A mis compañeros y amigos quienes han hecho de mi etapa universitaria un trayecto de vivencias inolvidables

A la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, porque en sus instalaciones recibí el conocimiento intelectual y humano de cada uno de los docentes.

A mi directora de tesis, Dra. Jenny Chavez por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación, y especialmente a la Dra. Jenny Guerrero, quien inspiró en mí el deseo de aprender más sobre endodoncia y con su experiencia ha contribuido al desarrollo de este trabajo de investigación.

***María Isabel Barragán Núñez.***

## DEDICATORIA

Este logro lo dedico a mis padres y a mis hermanos, ellos son mi motivación y mi orgullo, quienes me ha dado estímulo permanente de superación y siempre han estado a mi lado en este largo camino de formación profesional, brindándome su apoyo incondicional.

Especialmente mi madre quien es mi inspiración en esta hermosa carrera de Odontología.

***María Isabel Barragán Núñez.***

# **TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**Jenny Chávez Regato**  
**PROFESOR GUÍA Ó TUTOR**

---

**PROFESOR DELEGADO**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE MEDICINA  
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

**CALIFICACIÓN**

---

**Jenny Chávez Regato  
PROFESOR GUÍA Ó TUTOR**



# ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	vii
CALIFICACIÓN	viii
ÍNDICE GENERAL	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del Problema	2
1.2 Preguntas de investigación	3
1.3 Juatificación	3
1.4 Viabilidad	4
1.5 Objetivos	4
1.5.1 Objetivo general	4
1.5.2 Objetivos específicos	4
1.6 Hipótesis	5
1.7 Variables	5
1.7.1 Variables dependientes	5
1.7.2 Variables independientes	6
2. Marco teórico	7
2.1 Objetivos de la endodoncia	8
2.2 Anatomía interna del primer molar	10
2.3 Curvatura radicular	11
2.4 Zona de furca	12
2.5 Preparación de los dos tercios coronales	14
2.6 Aleación Niti en endodoncia	16
2.6.1 Características de las limas Niti	17
2.6.1.1 Conicidad	17
2.6.1.2 Ángulo de corte:	17
2.6.1.3 Alivio de la superficie radial:	10
2.6.1.4 Ángulo helicoidal:	20
2.6.1.5 Distribución de la masa metálica	20
2.6.1.6 Diseño de la punta	21
2.6.1.7 Área de escape	21

2.6.1.8 Acabado superficial	21
2.6.1.9 Superficie Plana	21
2.7 Propiedades físicas de las limas niti	22
2.6.1 Elasticidad	22
2.6.2 Resistencia a la fractura:	23
2.6.3 Alta energía almacenada	23
2.6.4 Torque	23
2.8 Movimientos mecánicos	23
2.9 Sistema Wave One	26
2.10 Sistema Protaper Universal Rotatorio	28
2.11 Sistema Protaper Manual	30
3. Materiales y Métodos	32
3.1 Materiales	32
3.1.1 Lugar de la investigación	32
3.1.2 Período de la investigación	32
3.1.3 Recursos empleados	33
3.1.3.1 Recursos humanos	33
3.1.3.2 Recursos físicos	33
3.1.4 Universo	35
3.1.5 Muestra	35
3.1.5.1 Criterios de inclusión	35
3.1.5.2 Criterios de exclusión	36
3.1.5.3 Criterios de eliminación	36
3.2 Métodos	36
3.2.1 Tipo de investigación	36
3.2.2 Diseño de investigación	36
3.2.2.1 Procedimiento	37
3.2.2.2 Análisis estadístico	54
4. Resultados	55
4.1 Acercamiento en tercio coronal	55
4.2 Acercamiento en tercio medio	57
4.3 Transportación apical	59
4.4 Tiempo de instrumentación	62
5. Conclusiones y recomendaciones	64
5.1 Conclusiones	64
5.1. Acercamiento a zona de furca en tercio coronario y medio	64
5.1.2 Transportación apical	65
5.1.3 Tiempo de trabajo	65
5.2 Recomendaciones	65
6. Bibliografía	67
7. Anexos	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

### FIGURAS

Figura N1.	Región de bifurcación	12
Figura N2.	Limado hacia zona de seguridad	14
Figura N3.	Preparación tercio coronal	15
Figura N4.	Conicidad	17
Figura N5.	Ángulo de corte	18
Figura N6.	Superficies radiales	19
Figura N7.	Alivio superficies radiales	19
Figura N.8	Ángulo helicoidal	20
Figura N9.	Distribución de masa	21
Figura N10.	Limas Wave One	27
Figura N11.	Seccion transversal limas Wave One	28
Figura N12.	Lima ProTaper SX,S1,S2,F1,F2 YF3	29
Figura N13.	Seccion tansversal limas S1, S2, F1, F2, F3	29
Figura N14.	Punta limas protaper	30
Figura N15.	Limas protaper manual	32
Figura N16	Universo y método de Schneider	37
Figura N17.	Adaptación de la muestra en el molde fabricado en la caja plástica.	38
Figura N18	Silueta de muestra	38
Figura N.19	Muestras adaptadas	39
Figura N.20	Posicionador radiografico	40
Figura N.21	Radiografía preoperatoria	40
Figura N.22	Instrumentación inicial	41
Fiugra N.23	Longiud de trabajo	42
Figura N.24	Radiografía de conductometría	43
Figura N.25	Sistema Wave One	44
Figura N.26	Permeabilización del conducto Wave One	45
Figura No.27	Instrumentación con sistema Wave One	45
Figura No.28	Limpieza de limalla dentinaria	46
Figura No.29	Sistema Protaper Universal	47
Figura No.30	Ensanchamiento de tercio coronario.	47
Figura No.31	Instrumentación Protaper Universal	48
Figura No.32	Instrumentación Protaper Manual	49
Figura No.33	Obturación del conducto mesial	50
Figura No.34.	Método de medición	52
Figura No.35.	Método de medición	53
Figura No.36	Medición transporte apical	54

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N. 1 Acercamiento porcentual a zona de furca en el tercio coronal</b>	<b>55</b>
<b>Tabla N. 2 Análisis POS HOC de los resultados del acercamiento porcentual a zona de furca en el tercio coronal</b>	<b>55</b>
<b>Tabla N. 3 Acercamiento porcentual a zona de furca en el tercio medio</b>	<b>57</b>
<b>Tabla N. 4 Análisis POS HOC de los resultados del acercamiento porcentual a zona de furca en el tercio medio</b>	<b>58</b>
<b>Tabla N. 5 Medias de transportación apical</b>	<b>59</b>
<b>Tabla N. 6 Análisis POS HOC de transportación apical.</b>	<b>60</b>
<b>Tabla N. 7 Medias de tiempo de conformación</b>	<b>62</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico No.1 Acercamiento a furca en tercio coronal.</b>	<b>56</b>
<b>Gráfico No.2 Acercamiento a furca en tercio medio.</b>	<b>58</b>
<b>Gráfico No.3 Transportación apical</b>	<b>60</b>
<b>Gráfico No.4 Tiempo.</b>	<b>62</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1 Sobreposicion de imágenes radiográfías de piezas preparadas con sistema Wave One</b>	<b>71</b>
<b>Anexo 2 Sobreposicion de imágenes radiográfías de piezas preparadas con sistema Protaper Universal Rotatorio</b>	<b>75</b>
<b>Anexo 3 Sobreposicion de imágenes radiográfías de piezas preparadas con sistema Protaper Manual</b>	<b>79</b>
<b>Anexo 4 Tabla de registro de datos</b>	<b>83</b>
<b>Anexo 5 Tabla de Resultado de datos</b>	<b>84</b>

## RESUMEN

Con la finalidad de disminuir los errores durante la preparación de los conductos radiculares, se han introducido diversas modificaciones en los sistemas de instrumentación. Se realizó un estudio in vitro para comparar el porcentaje de acercamiento a la zona de furca a nivel del tercio coronal y medio, la transportación en apical y el tiempo de conformación de limas requerido en cada sistema. Se trabajó con 30 conductos mesiales de primeros molares inferiores mandibulares, los cuales fueron divididos en tres grupos equitativamente. El grupo I fue instrumentado con sistema Wave One, el grupo II con Protaper Universal rotatorio y el grupo III fue instrumentados con Protaper Manual.

Las piezas dentales fueron acomodadas con el posicionador radiográfico. Se tomaron radiografías; preoperatoria, conductometría y obturación de cada pieza en la misma angulación. Con Photoshop software se sobrepuso la imagen de la radiografía inicial con la final, para realizar las respectivas mediciones de los cambios evidenciados. Después de la recolección de los datos, los grupos fueron analizados mediante el test de ANOVA con  $p < 0.05$ . Se consideraron las siguientes variables: a) porcentaje del espesor remanente de tejido dental en zona de furca post instrumentación, en tercio coronal y medio b) extensión del sellado apical c) tiempo requerido para la instrumentación.

Se concluyó que: 1) Es necesario un ensanchamiento del tercio coronal y medio previo a la instrumentación del conducto, 2) los tres sistemas son seguros en zona de furca. 3) El sistema manual generó mayores transportaciones 4) Los procedimientos realizados con instrumentación mecanizada son significativamente más rápidos que la instrumentación manual.

**Palabras Claves:** Acercamiento a furca, Sistema Wave One, Protaper Universal, Protaper Manual, tiempo de instrumentación, transportación

## ABSTRACT

With the objective of reducing errors during preparation of root canals, several modifications have been introduced in the instrumentation. An in vitro study was performed to compare the rate of approach to the furcation area at the coronal and middle third, transportation in apical area and the time required for instrumentation with the endodontic files on each system. It was worked with 30 mesial canals of mandibular first molars, which were equally divided into three groups. Group I was instrumented with Wave One system, group II with Protaper Universal rotary and group III was with Protaper Manual.

The teeth were adapted to the radiographic positioner for the radiographic shoots, with were in the same angulation always o avoid any distortion. . With Photoshop program images of the initial and final radiograph were superpose for the respective measurements on evidenced changes. After collecting data, the groups were statistically analyzed through ANOVA test with  $p < 0.05$ . The following variables were considered: a) percentage of remaining dentin thickness in furcation area after instrumentation in coronal and middle third b) transportation in apical area c) time required for instrumentation with the endodontic files on each system.

It was concluded that: 1) It is necessary to do a preflaring of the coronal and middle third before instrumentation of the conduct, 2) the three systems are safe in furcation area 3) The manual system generated more transportation 4) mechanized instrumentation procedures are significantly faster than manual instrumentation.

**Keywords:** Approach to furca, Wave One System, Protaper Universal, Protaper Manual, instrumentation time on instrumentation, transportation.



## 1. INTRODUCCIÓN

La Endodoncia está teniendo grandes avances científicos que motivan al clínico a actualizarse en su práctica diaria y aplicar nuevas técnicas que le permitan perfeccionarse en el área <sup>1</sup>. Durante el tratamiento endodóntico se utilizan diferentes instrumentos como limas manuales o rotatorias. El clínico debe realizar una óptima conformación para lograr como objetivo una correcta limpieza, desinfección y obturación de los conductos radiculares. Ésta conformación está determinada por las limas que se utilizan. Por este motivo, es importante tomar en consideración las características propias y los beneficios que cada uno de estos sistemas de preparación de conductos ofrecen<sup>2</sup>.

La preparación biomecánica (PBM) puede ser realizada con técnica manual o mecanizada. La instrumentación mecánica permite lograr una adecuada conformación y desinfección del conducto radicular. Adicionalmente la preparación es más rápida y se la realiza en menos pasos, con ahorro de tiempo para el clínico y mayor comodidad para los pacientes. Ésta instrumentación puede ser realizada con movimiento de tipo continuo o reciprocante.

Por otro lado existen las limas manuales, quienes poseen ventajas como: tener una mayor variedad de limas para escoger el calibre más apropiado, el clínico posee mejor sensibilidad táctil del instrumento, brindar tiempo adecuado entre una lima y otra para lograr una correcta irrigación y son de menor costo. Las conicidad en las limas manuales de Protaper son variables, lo que permite lograr una correcta conformación del conducto <sup>3</sup>.

Desafortunadamente la limpieza y conformación del conducto radicular está influenciada por la versatilidad en la anatomía del sistema de conductos, destacando las ramificaciones, formas y curvaturas <sup>4</sup>. Uno de los mayores desafíos de la endodoncia es la instrumentación de conductos curvos con la mínima modificación de su forma original y con una total limpieza del sistema de

conductos radiculares <sup>5</sup>. La PBM debe realizarse evitando desgastar en exceso las paredes de dentina y cemento que podrían causar problemas como perforación y comunicación con el periodonto en la zona de peligro<sup>6</sup>.

## **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los sistemas mecánicos y manuales tienen características específicas que les permiten funcionar efectivamente dentro del conducto y lograr una óptima conformación radicular. Las técnicas propuestas para mejorar el acceso al conducto radicular incluyen la eliminación de las interferencias. Éstas se hallan en la presencia sobresaliente de dentina en la entrada de los conductos, que impide tener un acceso recto y directo. Las interferencias deben ser removidas para que las limas trabajen únicamente en la parte apical del conducto. Uno de los problemas que se puede presentar al momento de realizar este acceso en línea recta, ya sea utilizando instrumento rotatorios o manuales, es que se pueden producir accidentes como la perforación o adelgazamiento excesivo de la zona de peligro en la furca <sup>7</sup>. Este evento causaría la aparición de lesiones en dicha zona, comprometiendo el pronóstico del tratamiento. El sistema ProTaper contiene limas específicas para mejorar el acceso y desgastar las interferencias existentes en la entrada del conducto radicular a diferencia del Sistema Wave One, que es un sistema de lima única.

El acercamiento a la furca se considera un evento peligroso en el pronóstico del diente. Lo que amerita a la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué sistema de instrumentación deforma menos la anatomía inicial del conducto hacia la zona de peligro en molares inferiores?

## 1.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Cuánto es la distancia inicial entre el límite externo del conducto y la zona de furca en el tercio coronario?
2. ¿Cuánto es la distancia inicial entre el límite externo del conducto y la zona de furca en el tercio medio?
3. ¿Cuánto es el espesor de dentina remanente después de la instrumentación en zona de furca en el tercio coronario?
4. ¿Cuánto es el espesor de dentina remanente después de la instrumentación en zona de furca en el tercio medio?
5. ¿Cuál es el sistema de instrumentación que respeta mayormente la furca y se lo podría considerar como seguro?
6. ¿Cuál sistema transporta menos en apical?
7. ¿Cuál es el sistema de instrumentación que menos tiempo requiere?

## 1.3 JUSTIFICACIÓN

El surgimiento de productos innovadores de una tecnología en avance, amerita la necesidad de investigar y evaluar sus ventajas y limitaciones que determinarían su efectividad en la instrumentación de los conductos radiculares. En el caso de los molares inferiores se debe realizar el acceso en línea recta y directa al conducto radicular, para facilitar el trabajo de la lima en la curvatura apical. Esto requiere la necesidad de utilizar instrumentos que desafortunadamente pueden reducir o incluso comunicar la zona de peligro con el periodonto. El espesor de dentina que existe entre el conducto y el periodonto en molares inferiores en zona de furca, es menor a un milímetro<sup>7, 8</sup>. Por este motivo es necesario tener precaución en la fase operatoria.

Es por ello que el objetivo de este estudio fue comparar la efectividad de tres técnicas de instrumentación corono-apicales. La conformación de la preparación

del conducto debe ser determinada específicamente por su anatomía inicial. Actualmente no hay estudios referentes en nuestro medio sobre cuánta es la deformación causada por los sistemas mecánicos y manuales en zona de furca. Algunos estudios mencionan únicamente los beneficios de los instrumentos, pero la información en cuanto a su utilización segura, es limitada. El resultado que se obtenga de esta investigación es de gran importancia puesto que, ayudará a identificar cuál de estos instrumentos produce menor desgaste en la zona de peligro y aportará con conocimientos sobre el manejo seguro de esta zona cumpliendo con el objetivo de tener un acceso en línea recta. El resultado sería de gran interés para conocimiento de los endodoncistas.

#### **1.4 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

Este proyecto es factible por el acceso a las instalaciones del área de endodoncia de la Clínica Dental San Javier, donde existen todos los instrumentos necesarios para la ejecución de la investigación.

#### **1.5 OBJETIVOS**

##### **1.5 OBJETIVO GENERAL**

Comparar los cambios post instrumentación de la anatomía radicular del conducto mesial del primer molar inferior realizada con preparación mecánica (Sistema Protaper y Wave One) y manual (Sistema Protaper Manual) en zona de furca.

##### **1.5.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Medir la distancia inicial entre el límite externo del conducto y la zona de furca en el tercio coronario
2. Medir la distancia inicial entre el límite externo del conducto y la zona de furca en el tercio medio

3. Medir el espesor de dentina remanente después de la instrumentación en zona de furca en el tercio coronario.
4. Medir el espesor de dentina remanente después de la instrumentación en zona de furca en el tercio medio.
5. Determinar cuál es el sistema de instrumentación que respeta mayormente la furca.
6. Determinar cuáles son los sistemas de instrumentación que se pueden considerar como seguros.
7. Medir la extensión del sellado apical después de la obturación de los conductos
8. Establecer cuál sistema de instrumentación requiere menor tiempo.
9. Determinar qué sistema de instrumentación respeta mayormente la anatomía inicial del conducto.

## **1.6 HIPÓTESIS**

Las paredes del conducto tendrán un mayor cambio en zona de furca con el sistema Wave One debido a la técnica que utiliza, a diferencia de Protaper, que posee las limas SX, S1 Y S2 y permiten tener un ensanchamiento coronario previo hacia zona de seguridad, evitando el acercamiento hacia la furca.

## **1.7 VARIABLES**

### **1.7.1 VARIABLES DEPENDIENTE**

- **Proceso de preparación del conducto**

**Definición:** La preparación biomecánica es un acto operatorio que consiste en procurar tener acceso directo y franco a las proximidades de la unión cementodentina-conducto, logrando una adecuada extirpación de la pulpa, liberación del conducto de restos pulpares o material necrótico, preparando a continuación el conducto dentario con el fin de atribuirle una

forma cónica para la completa desinfección y recibir una fácil y perfecta obturación.

### **1.7.2 VARIABLES INDEPENDIENTES:**

- **Extensión inicial de dentina entre el conducto y la furca antes de la instrumentación en tercio coronal y medio**  
Indicador: Medida tomada en la imagen radiográfica con rejilla ampliada 36 veces a escala. Medida en milímetros tomada entre 2 puntos en línea recta, sentido horizontal. El primer punto situado en el límite externo del conducto inicial y el segundo punto en el límite de dentina en zona de furca. Usar las mismas referencias en tercio coronal y medio.
- **Extensión remanente de dentina después de la preparación en zona de furca en tercio coronal y medio**  
Indicador: Medida tomada en la imagen radiográfica con rejilla ampliada 36 veces a escala. Medida en milímetros tomada entre 2 puntos en línea recta, sentido horizontal. El primer punto situado en el límite externo de la preparación en zona de furca y el segundo punto situado en la furca. Usar las mismas referencias en tercio coronal y medio.
- **Porcentaje de deformación hacia zona de furca en tercio coronal y medio**  
Indicador: Diferencia de medidas entre: la extensión inicial del conducto hacia la furca y la extensión final después de la preparación. Se calcula el porcentaje de esta diferencia teniendo como referencia que el 100% es la extensión inicial de dentina entre el conducto y la furca.

- **Extensión del sellado apical después de la obturación**

Indicador: Medida en milímetros tomada en la imagen radiográfica con rejilla ampliada 36 veces a escala. Medida tomada entre los dos puntos extremos en sentido horizontal del sellado apical después de la obturación.

- **Tiempo de conformación de las limas**

Indicador: Tiempo registrado en segundos del proceso de instrumentación. Se tomará el tiempo únicamente cuando la lima esté ejerciendo acción dentro del conducto.

## **2. MARCO TEÓRICO**

Existe una frase que resume lo que debería ser la imagen de la idea inicial del proceso de una endodoncia “Comienza pensando en el final”. Antes de iniciar se debe visualizar, pensar y planear todas las acciones que se realizarán de modo que éstas tengan como fin la obtención de resultados óptimos y así conseguir el éxito del tratamiento <sup>9</sup>. Dentro de los principales objetivos que tiene la endodoncia, se debe reconocer el punto final de la limpieza y conformación de los conductos radiculares. Schilder definió como objetivo general de la preparación el siguiente: “El sistema de conductos radiculares debe ser limpiado y modelado: limpiado de remanentes orgánicos y modelado para recibir el relleno tridimensional con material hermético en todo el espacio del canal radicular” <sup>10</sup>.

## 2.1 OBJETIVOS DE LA ENDODONCIA

Senia <sup>11</sup> propuso algunos requisitos que se deben tomar en cuenta durante el tratamiento de conductos. El clínico debe enfatizar en ciertos aspectos para lograr el éxito:

- Remoción de todo material vital o necrótico que se encuentre dentro del sistema de conductos.
- Promover la salud periapical o perpetuar su homeostasis.
- Respeto absoluto al conducto cementario.
- Mantener la forma y posición original del foramen apical.
- Limpieza, ensanchado y modelado del sistema de conductos necesaria para recibir al material de obturación.
- Dominio de la técnica o método para la limpieza, ensanchado y modelado del sistema de conductos.
- Dominio de la técnica o método para el sellado tridimensional del sistema de conductos.

Un tratamiento de conducto puede garantizar el éxito únicamente si la secuencia en sus pasos fue realizada de manera correcta. En la fase de limpieza y remodelado se pueden identificar dos claros objetivos. Éstos se los puede dividir en biológicos y mecánicos. El objetivo biológico consiste en remover del conducto radicular la pulpa, bacterias y las endotoxinas, mientras que mecánicamente se desea eliminar la dentina restrictiva y la conformación de una preparación cuidadosamente limpia y lista para recibir el material obturador en tres dimensiones <sup>9</sup>.



Los objetivos mecánicos de la limpieza y remodelado son:

- Una preparación progresivamente cónica, ésta debe fluir y estrecharse progresivamente en apical.
- Conservación de la anatomía original del conducto radicular.
- Conservación de la posición del foramen.
- Un foramen tan pequeño como sea posible

Es significativo tomar en consideración los beneficios de realizar primero ensanchamiento de los dos tercios coronales para posteriormente trabajar en apical. El ensanchamiento previo proporciona al clínico un mejor control táctil cuando se introduce limas pequeñas ya que elimina la dentina restrictiva reduciendo significativamente la presión ejercida por las limas. Al no tener interferencias coronales, la lima actúa en la zona más apical y se adapta de mejor manera a las curvas comunes de la zona. Además un conducto ensanchado acepta mayor volumen de solución irrigadora que potencia la limpieza <sup>9</sup>.

El ensanchamiento y la conicidad de las preparaciones, favorecen la eliminación del barrillo dentinario ya que, proporcionan una mejor vía para su expulsión. Gracias a que se retira la mayor parte de: tejido pulpar, endotoxinas y bacterias, se logra una disminución de los problemas después del tratamiento, evitando impulsar irritantes hacia el área periapical. Otro beneficio que proporciona el pre-ensanchado es que, mejora la identificación de los agujeros apicales creando un acceso más recto y directo hasta la terminación apical.

En los conductos ensanchados y correctamente remodelados, las soluciones irrigadoras pueden alcanzar la terminación cuando se ensancha hasta el tamaño de una lima N. 15 o mayor. La gutapercha caliente puede compactarse con facilidad en conductos cónicos, con diámetros transversales de 0.20mm o más <sup>10</sup>. Esto quiere decir que la gutapercha termoablandada y compactada encajará en la preparación, no es necesario agrandar excesivamente la preparación para que

acepte la gutapercha sin calentar. El clínico debe conservar un agujero lo más pequeño posible.

Una correcta preparación debe ser el equilibrio consciente entre la obtención de un conducto tridimensionalmente limpio, remodelado, obturado y la máxima conservación de la estructura radicular.

Las nuevas técnicas de limpieza y modelado buscan optimizar esfuerzo y el tiempo de trabajo sin afectar la calidad de las mismas, lo cual está íntimamente relacionado a la constitución y características del material que se va a cortar y en el diseño del instrumento mismo <sup>11</sup>.

## **2.2 ANATOMIA INTERNA DEL PRIMER MOLAR**

El primer molar inferior es el primer diente posterior permanente que brota y es el más voluminoso de la arcada humana. Su corona presenta cinco cúspides, tres vestibulares y dos linguales. Por lo general posee dos raíces bien diferenciadas, una mesial y una distal, achatadas en sentido mesiodistal y amplias en sentido vestibulolingual <sup>9</sup>.

La raíz mesial por lo general tiene una curvatura más acentuada que la raíz distal que usualmente es algo curva o incluso recta. El piso de la cámara pulpar es convexo y de forma trapezoidal, con la base mayor hacia mesial y la base menor hacia distal. En las esquinas de este trapecio se encontraran las entradas de los conductos, que en su mayoría son tres: mesiovestibular, mesiolingual y distal. En ocasiones puede poseer también cuatro conductos, dos mesiales y dos distales <sup>12</sup>. La raíz distal es accesible con facilidad, sus conductos suelen ser más grandes que los de las mesiales. El conducto distal es amplio y de sección aproximadamente oval, con eje mayor en sentido vestíbulo lingual y con una ligera curvatura o incluso puede estar recto. Las raíces mesiales suelen ser

curvas, el orificio mesiobucal se localiza con frecuencia bajo la cúspide mesiobucal. Habitualmente este diente está sometido a cargas oclusales fuertes por lo que su cámara pulpar suele estar calcificada <sup>9</sup>.

En raras ocasiones existe una tercera raíz, más pequeña y más corta. Ésta se encuentra en la parte distolingual y puede presentar la forma de un gancho hacia el lado bucal, ésta raíz no es evidente en la radiografía. En la literatura se describen primeros molares inferiores con más de cuatro conductos <sup>9</sup>.

### **2.3 CURVATURA RADICULAR**

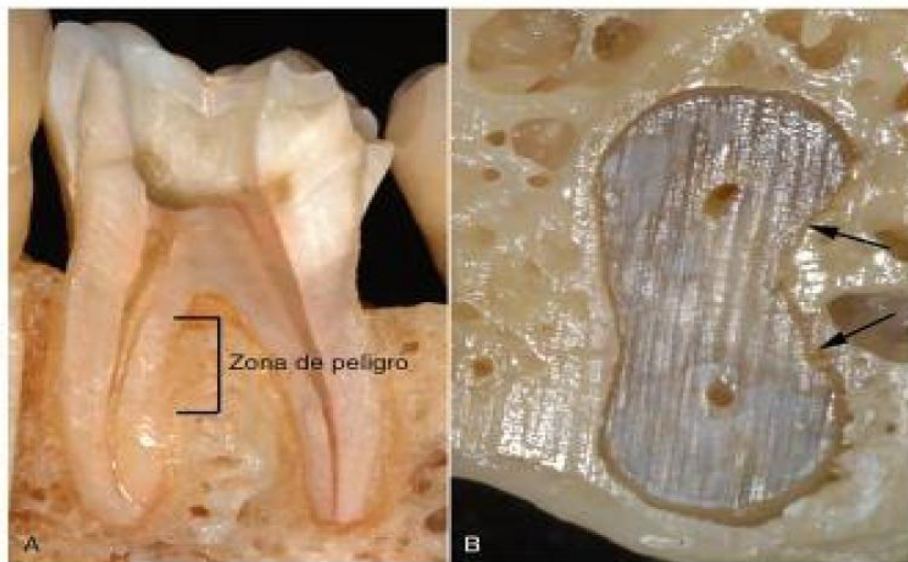
Weine y Cols <sup>13,14</sup> examinaron las alteraciones que ocurren durante la preparación en conductos curvos simulados en cubos de acrílico, utilizando instrumentos de acero. Observaron que los instrumentos de mayor calibre dentro del conducto tienden a enderezarse produciendo una remoción asimétrica o desvío del conducto en apical ocasionando accidentes como, la formación de escalones, deformación del ápice y perforaciones. Todos los instrumentos de endodoncia tienden a enderezarse o desviarse del eje del conducto (transportación) ocasionando una desigual distribución de fuerzas en determinadas aéreas del conducto radicular. En la zona apical, el instrumento se desplaza hacia el exterior de la curvatura, mientras que en el tercio coronal y medio del conducto se transporta hacia la concavidad de la curvatura <sup>8, 13,14</sup>.

La desviación del eje conducto produce una eliminación asimétrica de dentina dejando fragmentos de las paredes del conducto sin ser instrumentadas<sup>15</sup>. Mientras que, en las otras zonas puede ocasionar un desgaste excesivo de tejido a lo largo de la pared interna de la curvatura principalmente en las raíces de molares <sup>8, 16,17</sup>. Éste hecho puede dar como resultado, un debilitamiento de las paredes o una perforación en el tercio medio o coronal del conducto. Ésta

circunstancia se debe a que la pared furcal de las raíces presentan un menor espesor de dentina en esta zona denominada zona de peligro <sup>7,8</sup>.

## 2.4 ZONA DE FURCA

Abou-Rassy Cols. (1980) <sup>7</sup> describieron la zona de peligro y zona de seguridad. Describieron a la zona de peligro como un área delgada en la pared del conducto que es vulnerable al adelgazamiento consecuentemente a la preparación en banda por un limado inadecuada del conducto. Abou-Rassy Cols. (1980) <sup>7</sup> proponen la técnica de instrumentación anticurva, ésta propicia la reducción acentuada del grado de curvatura del conducto. Trabaja más hacia la zona de seguridad sin ofrecer riesgo y evitando el desgaste excesivo de la zona de peligro.



**Figura N1.** A. La región de la bifurcación de los molares a nivel de la curvatura (zona de peligro) es una zona habitual de perforaciones en banda. B. Obsérvese la concavidad (flechas) en la zona de la bifurcación de este molar inferior. Fuente: Walton R. (2010) Endodoncia: Principios y Práctica.

Tabrizzadeh y Cols.<sup>18</sup> indican que la zona de peligro es la zona de la raíz donde menos dentina existe en comparación con la zona de seguridad. El espesor medio de dentina en ésta zona a 4 mm de la entrada del conducto de las raíces mesiales de molares inferiores extraídos es de  $1.2 \pm 0.3$  mm.

Por su parte, Sauáia y Cols.<sup>19</sup> observaron bajo microscopía estereoscópica la zona de peligro en 92 raíces mesiales de molares inferiores mediante cortes transversales a 2 mm de la bifurcación, reportando que el espesor de dentina radicular en el conducto mesiovestibular varía entre 0.92 mm a 1.01 mm y el conducto mesiolingual entre 0.91 mm a 0.97mm

Según Keesler y cols. (1983)<sup>20</sup> la zona de peligro se encuentra de 4 a 6 mm debajo del piso de la cámara pulpar, a 1.5mm debajo de la furcación, y el espesor de la dentina es de 1.2 a 1.3, por esto es la zona de más alto riesgo para que ocurran perforaciones.

Existe una tendencia, en particular en los conductos curvos sin un acceso en línea recta, de eliminar dentina en la zona de peligro. Algunos autores han observado que la realización de un acceso con instrumentos rotatorios puede producir un desgaste excesivo en esta zona, o incluso una perforación. Lim y Stock<sup>21</sup> mencionan que un espesor de dentina radicular de 0.3mm es lo mínimo que debería existir después de la preparación del conducto radicular. Esto es importante ya que, provee la resistencia mínima suficiente ante las fuerzas durante la condensación lateral y fuerzas oclusales que podrían ocasionar suficiente estrés, que a su vez cause que el material de obturación fracture las paredes del conducto, las cuales ya han sido demasiado debilitadas durante la preparación.

La zona de seguridad es la porción de la pared del conducto radicular donde la espesura de la dentina es más voluminosa, lo que permite mayor desgaste

mecánico y menor riesgo de perforaciones o trepanaciones en esta región. Difiere del área de riesgo en que si es desgastada mecánicamente en exceso, no provocará el riesgo de alcanzar el periodonto. El objetivo de este trabajo fue precisamente analizar cuál de los tres sistemas de instrumentación es el que menos se acercaba a la zona de peligro, y catalogar al sistema como el más *seguro*. Es muy importante tomar en consideración las concavidades radiculares externas, de modo que el clínico instrumente lejos de la zona de peligro, eliminando las cantidades necesarias de dentina para asegurar la limpieza y a su vez conservando el máximo posible de dentina circunferencial residual, especialmente en el lado furcal de los dientes con raíces múltiples.



**Figura N2.** En la técnica de limado hay que alejar los instrumentos de la “zona de peligro” de la bifurcación y dirigirlos hacia la zona de seguridad, donde la dentina es más abundante. Fuente: Walton R. (2010) Endodoncia: Principios y Práctica.

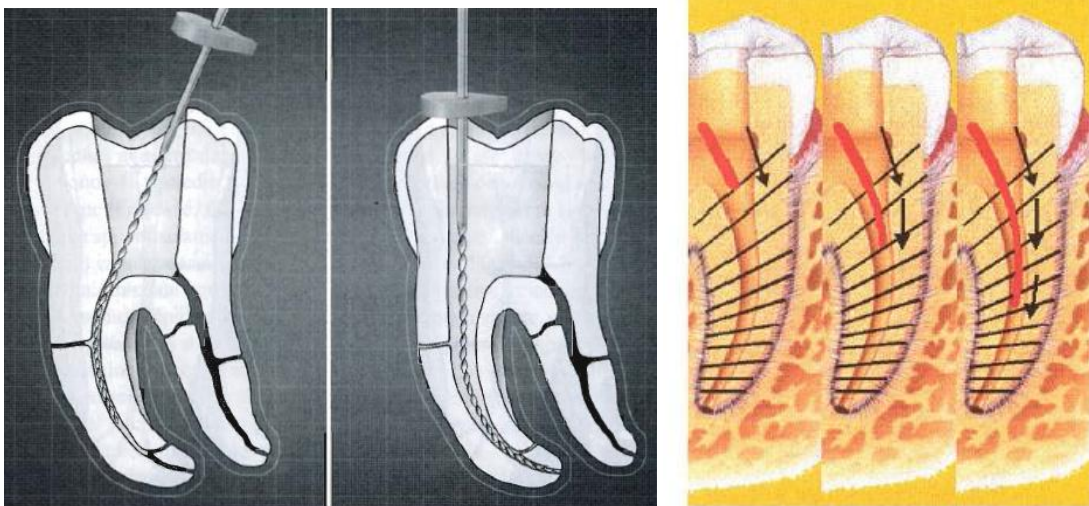
## 2.5 PREPARACIÓN DEL TERCIO CORONAL

Preparar el tercio coronal es una etapa importante ya que crea un acceso en línea recta y directa, lo que permite que los instrumentos ingresen libremente dentro del conducto. Asimismo facilita la forma cónica de la preparación con un diámetro mayor en apical el cual disminuye hacia apical <sup>22</sup>.

Goerig y Cols. <sup>23</sup> nombran algunas ventajas que se obtiene con la preparación coronal temprana.

- Otorga un acceso recto y directo hacia la región apical
- Permite eliminar las interferencias dentinarias en los tercios coronal y cervical, concediendo que la instrumentación apical se realice rápida y eficientemente.
- Ayuda a que las soluciones irrigadoras penetren profundamente
- Menor alteración de la medida de longitud de trabajo puesto que la curvatura se ha reducido.

Cunningham y Senia <sup>24</sup> observaron radiográficamente que el ángulo de la curvatura primaria se reduce significativamente después del ensanchamiento coronal en raíces mesiales de molares inferiores, esto facilita alcanzar la curvatura del conducto de una manera más delicada y sin interferencias, reduciendo así el riesgo de accidentes como: escalones, transportaciones, zip, fractura de instrumentos o pérdida de la longitud de trabajo.



**Figura N3. Eliminación previa de las interferencias. Fuente: Leonardo M.R (2002) Sistemas Rotatorios en Endodoncia**

## 2.6 ALEACIÓN DE NÍQUEL TITANIO EN ENDODONCIA

Nitinol (Nickel–Titanium Naval Ordnance Laboratory) <sup>25</sup> es una aleación de Níquel y Titanio que fue descubierta por William J. Buchler en 1963(32), quien trabajaba en el Laboratorio de Marina de los Estados Unidos. Ésta aleación se compone por un 55% de Níquel y 45% de Titanio, su característica principal es tener memoria de forma o SMA (Shape Memory Alloy) además de una alta elasticidad y resistencia a la corrosión.

Inicialmente se lo utilizó en Odontología para la confección de alambres de ortodoncia por Andreasen y Hilleman <sup>1</sup> en 1971, y posteriormente Walia, Brantly y Gerstein <sup>25</sup> indicaron su uso para la fabricación de limas endodónticas manuales en la década de los 80'. Después de realizar pruebas, los resultados indicaron que las limas de Nitinol tenían dos o tres veces la flexibilidad elástica de las limas de acero inoxidable, a la vez que una superior resistencia a la fractura por torsión horaria y antihoraria. Estos hallazgos condujeron a la idea de que las limas endodónticas de Nitinol podrían ser especialmente útiles en la preparación de conductos radiculares curvos.

En la actualidad la mayoría de los instrumentos han sido modificados de manera que puedan mejorar su función en el proceso de limpieza y modelado, estos cambios se puntualizan en los siguientes aspectos <sup>26</sup>:

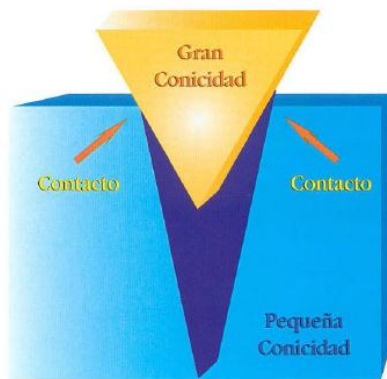
- Aumento de la flexibilidad gracias a un cambio en el diseño de las limas.
- Aumento de la flexibilidad por modificación de los metales en la fabricación de las limas.
- Instrumentos endodónticos con punta redondeada
- Posibilidad de efectuar una preparación cónica del conducto



## 2.6.1 Características de las limas NiTi:

### 1) Conicidad

La principal característica de las limas de los sistemas rotatorios es la variabilidad que presenta en sus conicidades. Esto cambió el concepto de instrumentación como consecuencia de la existencia de una mayor conicidad, únicamente la parte activa del instrumento contacta con las paredes de dentina esto proporciona un desgaste más efectivo por acción de ensanchamiento y reduce el riesgo de fractura. Podemos encontrar en el mercado conicidades .03, .04, .05, .06, .08, .10 y .12mm<sup>1</sup>



**Figura N4:** La dentina entra únicamente en contacto con la parte activa del instrumento.  
Fuente: Leonardo M.R (2002) Sistemas Rotatorios en Endodocia

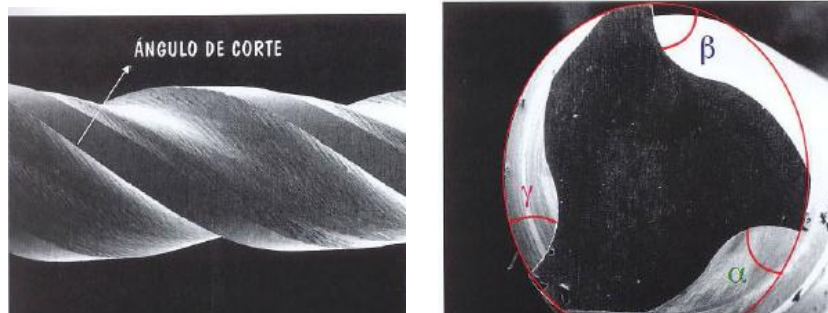
### 2) Ángulo de corte:

Es el ángulo con el cual la hoja encuentra a la superficie. En el diseño de una lima el ángulo de corte y la distancia entre las estrías son importantes. El ángulo de corte es la dirección del filo de corte si se visualiza como una superficie. Si ésta superficie se gira en la misma dirección que cuando se aplica la fuerza, el ángulo de la zona de corte es positivo. De otra manera, si la hoja realiza una acción de raspado lejos de la dirección de la fuerza, el ángulo de la zona de corte se dice que es negativo. En los instrumentos

que tienen ángulo de corte negativo, el desgaste no es tan excesivo. Esto se compensa con el aumento de la velocidad <sup>1</sup>.

El ángulo de corte positivo resulta en una acción cortante. Si el ángulo es excesivamente positivo, la hoja ajusta demasiado en la superficie y se empasta sin que puedan desalojarse las limallas.

En las limas Niti éste ángulo es ligeramente negativo por la presencia de las superficies planas, por lo tanto el desgaste no es tan intenso. A su vez esta falencia es compensada por la velocidad a la que estos instrumentos trabajan <sup>1</sup>.



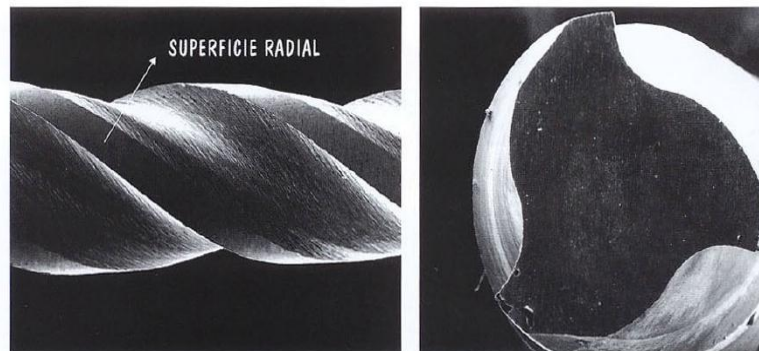
**Figura N5. Ángulo de corte**

Fuente: Leonardo M.R (2002) *Sistemas Rotatorios en Endodencia*

### **3) Superficie radial o guía lateral de penetración (*radial land*)**

Las limas de acero poseen un ángulo de corte que impide que estos instrumentos giren cuando son presionados hacia el ápice. Para solucionar este problema, los instrumentos rotatorios fabricados con níquel – titanio presentan áreas de contacto desbastadas. De esta forma, se creó lo que se llama en inglés *radial land*. El *radial land* proporciona un plano de contacto del instrumento con la pared del conducto radicular, por lo que se lo llama guía de penetración. Este plano impide que el instrumento se

imbrinque en las paredes del conducto radicular cuando se presiona el mismo hacia el ápice. Permite que al girar el instrumento en el conducto, este se deslice por las paredes dentinarias, proporcionando una función de ensanchamiento y no de limaje, concurriendo para un menor riesgo de fractura <sup>1</sup>.

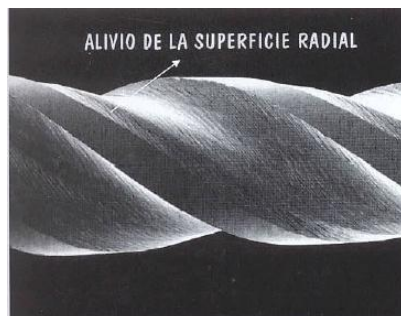


**Figura N6.** Superficie radial del instrumento K3 visto lateral y transversalmente.

Fuente: Leonardo M.R (2002) Sistemas Rotatorios en Endodoncia

#### 4) Alivio de la superficie radial:

Es observada de mejor manera en la sección transversal del instrumento, y permite un área de contacto menor con la dentina, disminuyendo así la fricción <sup>1</sup>.

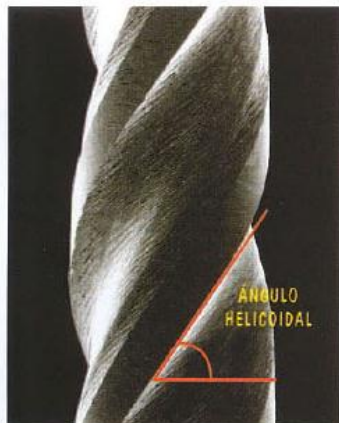


**Figura N7.** Fuente: Leonardo M.R (2002) Sistemas Rotatorios en Endodoncia

### 5) Ángulo helicoidal:

Está formado en relación con la línea transversal del eje largo del instrumento.

El ángulo helicoidal es el ángulo que se forma entre el borde de corte y el eje largo del instrumento. Mientras las limas rotatorias trabajan dentro del conducto, los restos de la dentina debe ser eliminado con rapidez y eficacia. Cuanto mayor el ángulo helicoidal, más rápido es el desgaste de la dentina, manteniendo la misma velocidad. Con el ángulo helicoidal pequeño a una misma velocidad el instrumento deberá actuar más tiempo para tener la misma eficacia de desgaste que un ángulo helicoidal grande. Se debe tener en cuenta que cuando éste ángulo es mayor que 45, el riesgo de que el instrumento se enganche en las paredes es mayor, facilitando a la fractura. En los instrumentos rotatorios éste ángulo es de 35 aproximadamente que es una graduación que compensa la velocidad con la efectividad <sup>1</sup>.

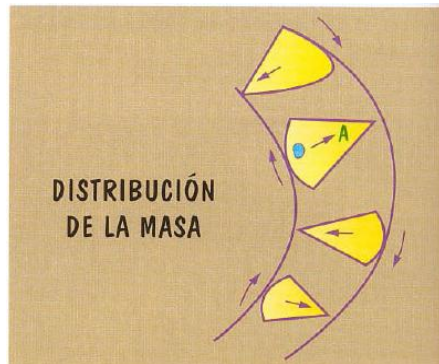


**Figura N8.** Fuente: Leonardo M.R (2002) *Sistemas Rotatorios en Endodoncia*

### 6) Distribución de la masa metálica

Ésta distribución se la puede apreciar de mejor manera en la sección transversal del instrumento y se podrá identificar que no es igual entre los mismos. Esto permite que la lima se adecúe dentro del conducto radicular y distribuya de mejor manera las fuerzas aplicadas en la dentina, esto

reduce el riesgo de fractura y evita el desgaste innecesario de toda la extensión de las paredes de dentina <sup>1</sup>.



**Figura N9. Figura N5.** Fuente: Leonardo M.R (2002) **Sistemas Rotatorios en Endodoncia**

### **7) Diseño de la punta**

La mayoría de los instrumentos rotatorios posee punta inactiva (Roane o Batt), con esto difícilmente el instrumento se desvía del trayecto original del conducto radicular <sup>1</sup>.

### **8) Área de escape**

Los instrumentos poseen en su sección transversal surcos y/o ranuras que actúan como áreas de escape. Estos espacios son ocupados por las laminillas dentinarias, consecuencia de la instrumentación radicular <sup>1</sup>.

### **9) Acabado superficial**

La existencia de un acabado superficial con pulimiento físico o químico del instrumento produce una superficie más regular que reduce el riesgo de fractura <sup>1</sup>.

### **10) Superficies planas**

Estos instrumentos presentan también áreas conocidas como superficies planas. Éstas contactan con la pared del conducto creando un efecto de ensanchamiento y actuando como una guía de penetración sin realizar un limado de las mismas, lo que reduce la posibilidad de una fractura <sup>1</sup>.

## **2.7 PROPIEDADES FISICAS DE LAS LIMAS NITI EN LOS SISTEMAS ROTATORIOS**

Los sistemas rotatorios constituyen la tercera generación en el perfeccionamiento y simplificación de la Endodoncia, estos permiten al profesional realizar un tratamiento del conducto radicular de manera más eficaz<sup>1</sup>.

Estas limas cuando se encuentran en rotación transforman su fase cristalina de austenita a martensita, propia de aleaciones superelásticas, las cuales son susceptibles a la fractura o a la deformación. Esta fractura puede ser por torsión o por fatiga de flexión, por lo que se debe poner cuidado a no sobreutilizar los instrumentos <sup>1</sup>.

Los instrumentos fabricados con la aleación de níquel titanio poseen la capacidad de recuperar su forma original después de ser sometidas a una deflexión. Además oponen muy poca resistencia a la presión, por lo que se los considera instrumentos “flexibles” con “memoria” con tendencia a recuperar su forma original recta. Las propiedades físicas de las limas obtenidas gracias a su aleación son las siguientes:

### **1. Elasticidad:**

Propiedad para retornar a su forma original, después de liberarse de una acción de deformación. Las aleaciones de NiTi cuando son sometidas a deformaciones de hasta el 10%, pueden retornar a su forma normal. Esta elasticidad hace que el instrumento a su vez sea más flexible, característica de gran beneficio en la preparación de conductos curvos <sup>1</sup>.

## **2. Resistencia a la fractura:**

Los instrumentos confeccionados con aleación NiTi se fracturan más que los fabricados con acero inoxidable. La fatiga cíclica ha sido determinada como la causa principal de fractura <sup>1</sup>.

## **3. Alta energía almacenada durante la acción en conductos radiculares curvos:**

Esto es una desventaja en los conductos que poseen grandes curvaturas ya que la energía se almacena en la porción central de la curvatura y concentra mucho stress en la lima, lo que podría causar la fractura de la misma <sup>1</sup>.

## **4. Torque**

Es la fuerza para rotar la lima en su mismo eje sin desviarse, ésta está relacionada con la conicidad del instrumento. Si el instrumento tiene mayor masa metálica, soportará mayor torque en la rotación en el conducto<sup>1</sup>.

## **2.8 MOVIMIENTOS MECANICOS**

Dentro de la instrumentación mecánica podemos referirnos a la acción que ejercen los instrumentos endodónticos dentro de los conductos radiculares. Éstas técnicas pueden ser ejecutadas a través de movimientos continuos rotacionales o alternos recíprocos. Es evidente que ambas filosofías de instrumentación promueven un tratamiento eficiente, más rápido y con menos fatiga para el operador. Ambos movimientos requieren de una preparación coronal inicial para evitar la fatiga por torsión, existe una mejora en la acción cuando se emplean lubricantes en gel <sup>13</sup>.

En el año 2008, basado en el movimiento alterno de Roane, la técnica con movimiento alterno fue introducida por YARED utilizando apenas una lima <sup>27</sup>. Se pudo observar una reducción de la fatiga cíclica de los instrumentos y una instrumentación más rápida e igualmente efectiva, como consecuencia fueron introducidas al mercado la técnica de única lima en un movimiento recíproco. Éstas limas son: Reciproc (VDW, Munich, Germany) y WaveOne (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), que utiliza aleación M-Wire para su confección.

Diversos autores realizaron estudios comparando el uso de movimientos recíprocos y rotatorios, evaluando la fatiga cíclica y la flexión de los instrumentos NiTi. Los instrumentos comprobaron tener mayor resistencia en los movimientos recíprocos comparando con los movimientos de rotación convencional <sup>28,29</sup>, mayor tiempo de vida útil del instrumento y mayor capacidad de mantener centralizado el canal <sup>30</sup>.

Además de esto los instrumentos en movimiento recíproco no causaran mayor transporte apical del que se causa utilizando el movimiento rotatorio. Este movimiento tiene menos extrusión de restos dentinarios hacia el periápice, a diferencia del movimiento rotatorio <sup>31</sup>.

En relación a la eficiencia en la reducción bacteriana dentro del interior del canal utilizando el sistema de lima única en movimiento recíproco, ALVES *et al.* <sup>32</sup> compara el sistema de lima única y la técnica rotatoria convencional y comprueba que no hay diferencia estadísticamente significativa en la reducción bacteriana, siendo ambos eficaces. En cuanto a la forma del canal, BERUTTI *et al.* <sup>33</sup> concluirían que el canal radicular sufre menos modificaciones al ser instrumentados por los movimientos recíprocos a través del sistema Wave One comparando con el sistema rotatorio ProTaper. Sin embargo puede ocurrir una disminución significativa de la longitud de trabajo después de la instrumentación



con el sistema de lima única WaveOne. Los autores concluyen que la longitud debe ser verificada antes de dar inicio a la instrumentación del tercio apical.

BERUTTI *et al* <sup>34</sup> afirman que, para la preservación de la anatomía del canal radicular cuando se utiliza el sistema WaveOne, es necesario la realización de un pasaje.

En cuanto a la extrusión de debris, según DE-DEUS *et al* <sup>35</sup> no hubo diferencia estadísticamente significativa entre el sistema rotatorio convencional y en movimiento recíprocante, BÜRKLEIN & SCHÄFER <sup>36</sup> concluyen a través de sus estudios que ambas instrumentaciones: rotatoria y recíprocante, generan gran extrusión de debris. Por esto es de gran importancia que con ambas técnicas se dé el tiempo adecuado para la adecuada irrigación del conducto.

En relación a la fatiga cíclica generada por los instrumentos durante la preparación, diversos estudios comprueban que al utilizar el movimiento recíproco, el estrés generado es menor, consecuentemente los instrumentos presentan mayor resistencia <sup>29</sup>.

La instrumentación de los canales radiculares es una etapa de gran importancia y por este motivo debe ser realizada de la manera más eficiente posible. Los estudios demuestran que la instrumentación recíproca es tan eficiente como la rotatoria en cuestión de reducción micro bacteriana <sup>37</sup> y el modelado del canal radicular <sup>38</sup>. El estrés generado en los instrumentos en el movimiento recíproco es menor al generado en el movimiento rotatorio, consecuentemente los instrumentos poseen mayor resistencia y mayor tiempo de vida útil. El clínico debe tomar en consideración que estos procedimientos son más rápidos, por lo tanto hay menor tiempo de trabajo, consecuentemente menor tiempo de irrigación por lo que, el procedimiento debe estar ayudado de soluciones irrigadoras adecuadas y sistemas auxiliares de limpieza para lograr un resultado óptimo.

## 2.9 SISTEMA WAVE ONE

El sistema Wave One NiTi (Dentsply Maillefer) fue diseñado por los Doctores Cliff Ruddle, Jonh West, Sergio Kuttler, Pierre Machtou, Julian Webber, Wilhem Pertot (50) e introducido al mercado en el año 2010. Consiste en un paquete de limas previamente esterilizadas para un uso único <sup>39</sup>. En la mayoría de los casos una lima única puede ser utilizada para lograr la preparación radicular. La lima trabaja con movimientos en sentido horario y anti horario, ejerciendo una dinámica similar de fuerzas balanceadas. El motor pre programado es capaz de producir este movimiento recíprocante. El giro en sentido anti horario es de 150 grados, éste es el responsable de hacer que la lima ingrese dentro del conducto, corte dentina y avance. Seguido de éste movimiento se ejerce un giro en sentido horario de 30 grados el cuál asegura que el instrumento se desenganche antes de que estrés excesivo torsional sea transferido a la aleación y el instrumento se pegue al canal radicular. Tres ciclos de movimientos recíprocantes continuos completaras una rotación completa en reversa y esto ayudará a que el instrumento avance dentro del canal radicular <sup>39</sup>. Estas limas poseen un ángulo de corte reverso que permite que el corte se ejerza únicamente en sentido anti horario.

Adicionalmente las limas WaveOne son fabricadas con tecnología M-Wire para mejorar la resistencia a la fractura del instrumento. M-Wire es una nueva aleación de níquel titanio preparada a través de un proceso especial térmico que aumenta la flexibilidad y resistencia a la fatiga cíclica <sup>40</sup>.

Los instrumentos están diseñados para ser utilizados una sola vez y esto le da beneficios al clínico como <sup>41</sup>:

- Eliminación de posible contaminación cruzada
- No se requiere desinfección, limpieza o esterilización puesto que ya vienen esterilizados listos para usar.

- Eliminación de riesgo de que el instrumento tenga fatiga cíclica, reduciendo el riesgo de fractura
- Unión del instrumento dentro del canal radicular a las paredes de dentina es reducido, gracias a la reducción del estrés torsional.

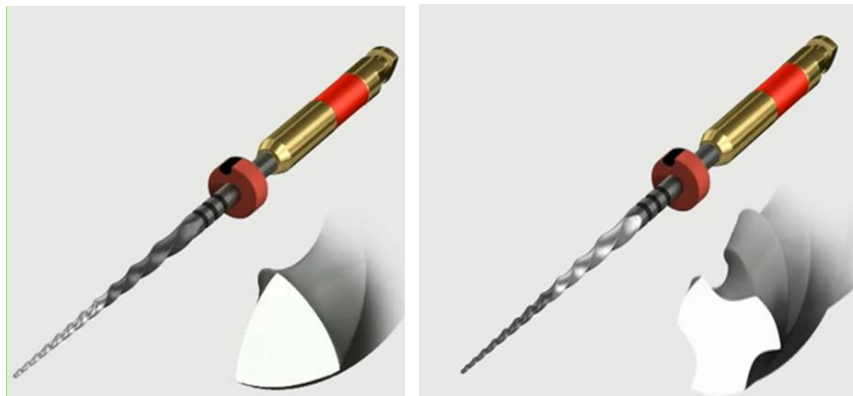
Este sistema está disponible en tres diferentes tamaños con longitudes de 21,25 y 31mm <sup>41</sup>:

- WaveOne Small: La punta de la lima es ISO 21 con una conicidad continua de 6%
- WaveOne Primary: La punta de la lima es ISO 25 con una conicidad de 8% en los 3mm apicales y luego tiene una conicidad decreciente desde la punta hacia el mango de 0.8, 0.65, 0.6, 0.55.
- WaveOne Large: La punta de la lima es ISO 40 con una conicidad de 8% en los 3mm apicales y luego tiene una conicidad decreciente desde la punta hacia el mango de 0.8, 0.65, 0.6, 0.55.



**Figura N10.** Instrumentos WaveOne: Small 21/06 (anillo amarillo); Primary 25/08 (anillo rojo); Large 40/08 (anillo negro). Fuente: Van der Vyver P. (2011) The WaveOne reciprocating endodontic system.

Las tres limas también se caracterizan por tener distintos diseños de secciones transversales en el largo del instrumento. En la punta la sección transversal presenta superficies planas de contacto al conducto. La sección transversal cambia de un triángulo convexo modificado con superficies planas a uno triangular con concavidades cerca de la base del instrumento <sup>42</sup>.



**Figura N11. Corte transversal en la punta y en la base. Fuente: Van der Vyver P. (2011) The WaveOne reciprocating endodontic system.**

## **2.10 SISTEMA PROTAPER UNIVERSAL ROTATORIO**

ProTaper (Progressive Taper) (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) es un sistema de instrumentación de NiTi diseñada por Clifford Ruddle, Pierre Machtou y John West que fue lanzado en 2001 en el congreso de la AAE (Asociación Americana de Endodoncia) <sup>43</sup>.

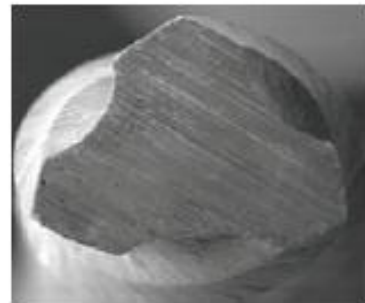
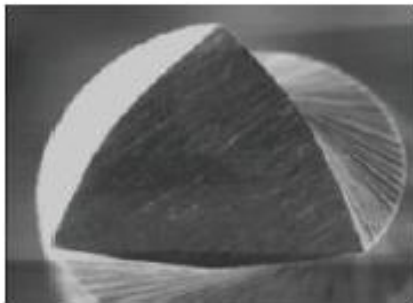
Inicialmente ProTaper estaba compuesto por un set de 6 limas; los tres primeros instrumentos para moldear los tercios cervical y medio de los canales radiculares, de ahí su nombre Shaping Files (limas modeladoras) las cuales son Shaping X (SX), Shaping 1 (S1) y Shaping 2 (S2)<sup>44</sup>.



**Figura N12. Lima ProTaper SX,S1,S2,F1,F2 YF3 Fuente: Albuquerque M. (2007) Protaper Universal**

Las tres limas restantes cumplían el objetivo de preparar el tercio apical de los canales radicular, siendo llamadas Finishing Files (limas de terminación) que son Finishing 1 (F1), Finishing 2 (F2) y Finishing 3 (F3) <sup>44</sup>.

En el 2006 para mejorar las propiedades, se modificó la sección transversal en algunas de sus limas y se amplió el sistema con dos nuevas limas de conformación apical (F4 Y F5). Dando origen a Protaper Universal<sup>44</sup>.



**Figura N13. A: Sección transversal limas S1,S2, F1 Y F2 B. Sección transversal limas F3, F4 Y F5. Fuente: Albuquerque M. (2007) ProtaperUniversal**

La lima SX mide 19mm, esta es la más pequeña y es utilizada para ensanchar el tercio coronal del conducto, no tiene banda de color para su identificación<sup>44</sup>.

La característica de este instrumento es que posee una aleación NiTi, y tiene una conicidad múltiple progresiva que produce una disminución del stress y una mejor flexibilidad y eficacia de corte <sup>43</sup>.

La punta es redondeada y segura.



**Figura N14. Punta redondeada. Fuente: Albuquerque M. (2007) ProtaperUniversal**

## **2.10 SISTEMA PROTAPER MANUAL**

La serie Protaper de limas manuales de níquel–titanio tiene un diseño único que incorpora conicidades variables en cada lima. Sus conicidades son pequeñas en dimensión apical y aumentan progresivamente en dirección a la porción coronaria. Esto aumenta la flexibilidad apical de las limas y permite que éstas realicen ensanchamiento coronario prematuro cuando son utilizadas en la secuencia recomendada <sup>46</sup>.

La eficiencia de corte también es mejorada con la sección transversal triangular única y el ángulo helicoidal de la parte activa, que también le confiere mayor resistencia a la tracción sin comprometer su flexibilidad <sup>46</sup>.

Se utilizan con un movimiento rotacional en sentido horario, si el instrumento engancha en dentina se recomienda rotarlo en sentido anti-horario, retirar el

instrumento y limpiar las estrías. Se deben repetir los movimientos rotaciones hasta que alcance la longitud de trabajo deseada. Inicialmente se busca tener un acceso en línea recta. Este sistema posee 6 instrumentos con las mismas características que los que posee Protaper Universal rotatorio.

Las limas Protaper manuales hicieron que el sistema fuera más versátil, pues ofrece control y previsibilidad superiores y permite preparar canales radiculares anatómicamente superiores y de forma más eficiente que cualquier otra lima manual de acero inoxidable <sup>46</sup>.

Estas limas manuales del sistema ProTaper, cuando son utilizadas en técnicas de ensanchamiento tradicional o en “fuerzas balanceadas” modificada, tienen la ventaja de ser capaces de complementar otras limas rotatorias de níquel – titanio en la preparación de anatomías y de aquellas conformaciones más complejas del canal radicular, brindándole al operador mejor sensibilidad táctil de las varias complejidades anatómicas del canal radicular.

Ventajas del sistema:

- Acceso más recto en la porción apical del conducto
- Elimina las constricciones dentinarias a nivel cervical
- Menor riesgo de transporte apical
- Mejor irrigación
- Mejor adaptación del cono principal
- Menos tiempo de preparación biomecánica



**Figura N12. Limas ProTaper Manuales SX,S1,S2,F1,F2 YF3. Fuente: Tseng. P. (2008)**  
**Preparación del canal radicular con limas ProTaper Manual**

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Materiales**

##### **3.1.1 Lugar de la investigación:**

El estudio se llevó a efecto en la Clínica Dental San Javier, área de Endodoncia. Ubicada en Kennedy Norte Mz. 401 villa 2.

##### **3.1.2 Periodo de investigación: 4 meses**

La investigación se realizó en un periodo comprendido entre el mes de mayo y agosto 2014.



Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Revisión bibliográfica	x	x	X	X
Actividad de prueba piloto	x			
Ejecución de la investigación	x	x		
Registro de tabulación de datos			X	
Resultados, conclusiones y entrega de documento				x

**Tabla N1**

### **3.1.3 Recursos empleados:**

#### **3.1.3.1 Recursos humanos:**

- Investigador: María Isabel Barragán Núñez
- Tutor del Trabajo de Graduación: Dra. Jenny Chávez, docente de cátedra de Endodoncia en la Universidad Católica Santiago de Guayaquil
- Especialista en endodoncia: Dra. Jenny Guerrero
- Asesor en metodología de la investigación y estadístico: Dr. Xavier Landívar.

#### **3.1.3.2 Recursos físicos:**

- 30 Primeros molares inferiores con ángulos de curvaturas menores a 35 grados según el método de Schneider<sup>47</sup>.

- Posicionador para tomar radiografías
- 30 Cajas plásticas de 2,5cm x 2,5cm
- Reprosil Putty Silicona por adición
- Cronómetro
- Rx inicial de las muestras
- Rx conductometría
- Rx de obturación
- Caja de limas Maillefer N.15
- 5 Limas Primary del Sistema Wave One
- 2 juegos de limas del Sistema Protaper Rotatorio
- 2 juegos de limas del Sistema Protaper Manual
- Campos desechables
- Guantes de látex
- Explorador endodóntico DG16 Maillefer®
- Turbina NSK
- Fresa Truncocónica 401
- Fresa Endozeta
- Jeringa y aguja navitip®
- Hipoclorito de sodio al 5%
- EDTA EUFAR al 17%
- Precurvador de limas
- Pinza algodонера
- Conos de papel Zipperer® de segunda serie
- Conos de gutapercha N.20 ZZipperer
- Gutapercha MTWO VDW
- Hoja de bisturí N. 15
- Espátula de cemento
- Cemento obturador a base de hidróxido de calcio (Sealapex®)

- Papel Plano
- Lupas Bioart 2x5
- Regla Milimetrada
- Programa Photoshop
- Negatoscopio
- Microscopio Vasconcello
- Cámara de fotos Cannon IT
- Computadora Dell Intel®.
- Radiovisiógrafo dental Shick Technologies versión 3.5.
- Motor para instrumentación mecánica Destply Mayllefer

#### **3.1.4 Universo:**

El universo de éste experimento lo conformaron 50 primeros molares inferiores extraídos en el transcurso de dos meses, previos al periodo de inicio de la investigación en el área odontológica de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Universidad de Guayaquil y Universidad Central de Quito.

#### **3.1.5 Muestra:**

La muestra de este experimento la conformaron 30 primeros molares inferiores humanos que cumplieron con los criterios de inclusión.

##### **3.1.5.1 Criterios de inclusión de la muestra:**

- Primeros molares inferiores con curvaturas menores a 35 grados de acuerdo al coeficiente de curvatura de S. W. Schneider <sup>47</sup> para estandarizar la muestra.
- Primeros molares inferiores con foramen independiente
- Canales radiculares finos
- Límite de los conductos bien apreciados en las tomas radiográficas

- Conductos radiculares independientes
- Piezas con ápices completamente formados
- Piezas con ápices sin reabsorciones
- Molares permeables

#### **3.1.5.2 Criterios de exclusión de la muestra:**

- Molares con raíces fusionadas
- Molares con cierre apical y formación radicular incompleta
- Molares con caries radicular
- Molares con canales radiculares calcificados y/o atrésicos
- Molares con tratamiento endodóntico previo
- Molares inferiores con curvaturas mayores a 35 grados
- Primeros premolares inferiores con conductos mesiales bifurcados

#### **3.1.5.3 Criterios de eliminación:**

Se eliminó de este estudio a todos los molares que presentaban alguno de los criterios de exclusión de la muestra.

### **3.2 Métodos:**

#### **3.2.1 Tipo de investigación: Longitudinal**

Fue un estudio In-Vitro de carácter comparativo en 30 primeros molares inferiores.

#### **3.2.2 Diseño de investigación:**

Fue un estudio de tipo comparativo entre tres sistemas de instrumentación de conducto, donde se analizaron los cambios después de la instrumentación.

### 3.2.2.1 Procedimientos:

En este modelo experimental in vitro se utilizaron los conductos mesiales de 30 molares inferiores con curvaturas menores a  $35^\circ$  determinando mediante el método de Schneider<sup>47</sup>. Para calcular la angulación de la raíz se trazó una línea tangente desde el inicio del conducto (A) hasta el punto de máxima curvatura (B) y posteriormente otra línea que pasará por el ápice (C) hasta el punto de máxima curvatura. Se midió el ángulo que formaban estas dos líneas.

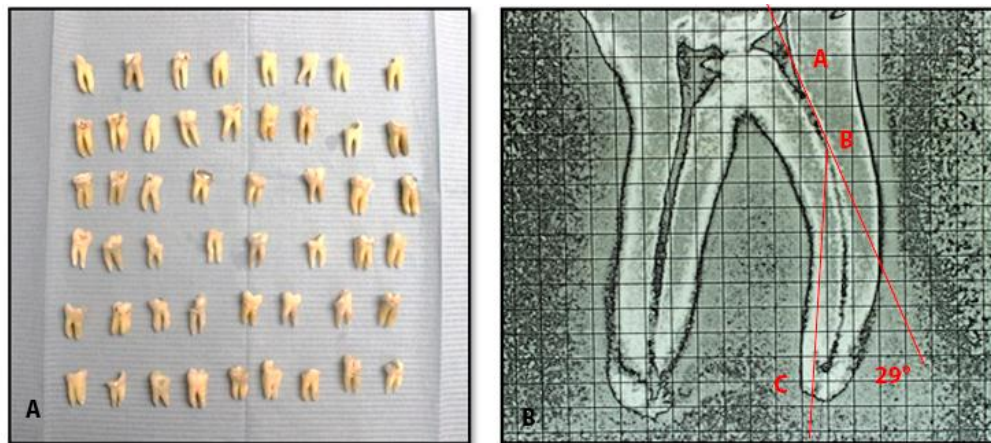


Fig. No. 16 A) Universo B) Método de Schneider para establecer el grado de curvatura.

Fuente: Barragán M. - (2014)

Las unidades experimentales se distribuyeron aleatoriamente en tres grupos (I) Instrumentación mecanizada con sistema Wave One, (II) Instrumentación mecanizada con sistema Protaper Universal Rotatorio y (III) Instrumentación Manual con sistema Protaper Manual. Cada diente fue adaptado en cajas plásticas de 2,5 cm<sup>2</sup> con Reprosil® Putty silicona por adición. Se esperó 24 horas para que culmine su cambio dimensional. Las cajas plásticas fueron numeradas en la parte posterior para identificar a la muestra.

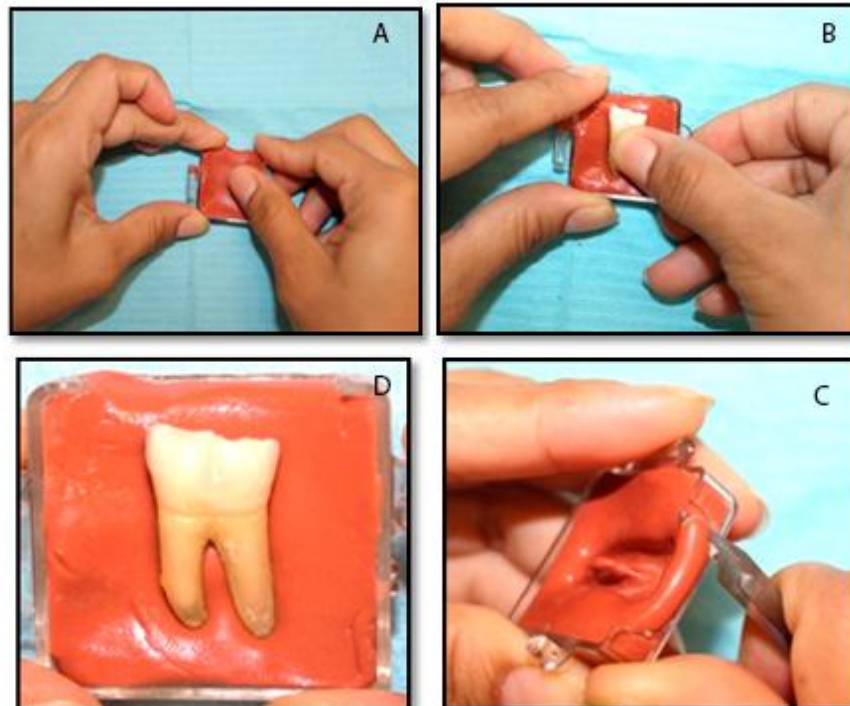
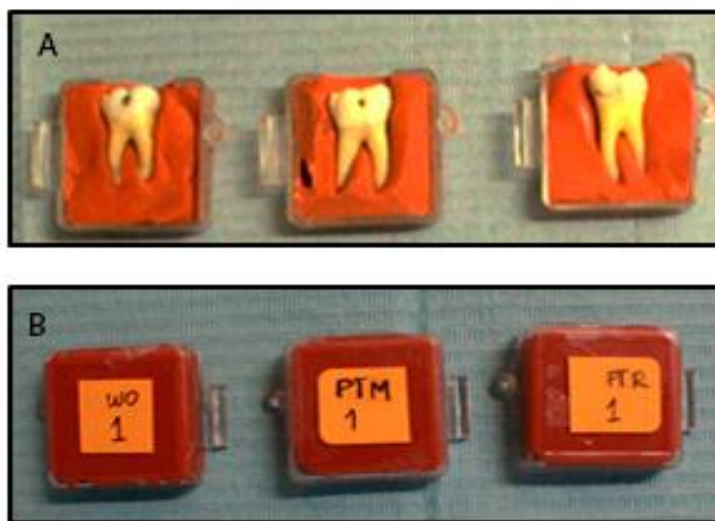


Figura N.17. Adaptación de la muestra en el molde fabricado en la caja plástica. A) Manipulación de la silicona dentro de la caja plástica adaptándola en toda su extensión. B) Posicionamiento de la pieza dentaria C) Pieza dentaria posicionada D) Recorte de la silicona con hoja de bisturí N.15 para permitir la salida de la lima y poder realizar la toma radiográfica de conductometría. Fuente: Barragán M. - (2014)



Figura No. 18 A) 30 cajas plásticas numeradas B) Vista interna de la silueta dejada por el diente, que servirá como guía para el futuro reposicionamiento de la pieza dental. Fuente: Barragán M. - (2014)



**Figura No.19 A) Tres muestras posicionadas en las cajas B) Identificación de cada muestra mediante numeración. WO:Wave One PTM: Protaper Manual PTR: Protaper Rotatorio. Fuente: Barragán M. - (2014)**

Para la toma radiográfica preoperatoria se utilizó un posicionador, el cual se adaptó con silicona por adición Reprisil® - Dentsply Putty. Ésta adaptación permitió que el radiovisiógrafo marca Schick versión 3.0 y las cajas plásticas de los dientes, ocuparan siempre el mismo lugar respecto al cono. Por esto las tomas radiográficas fueron siempre en la misma dirección y angulación, asegurando así la inexistencia de distorsión. Este posicionador se adaptó al cono del equipo radiográfico para que la toma sea siempre en la misma angulación.



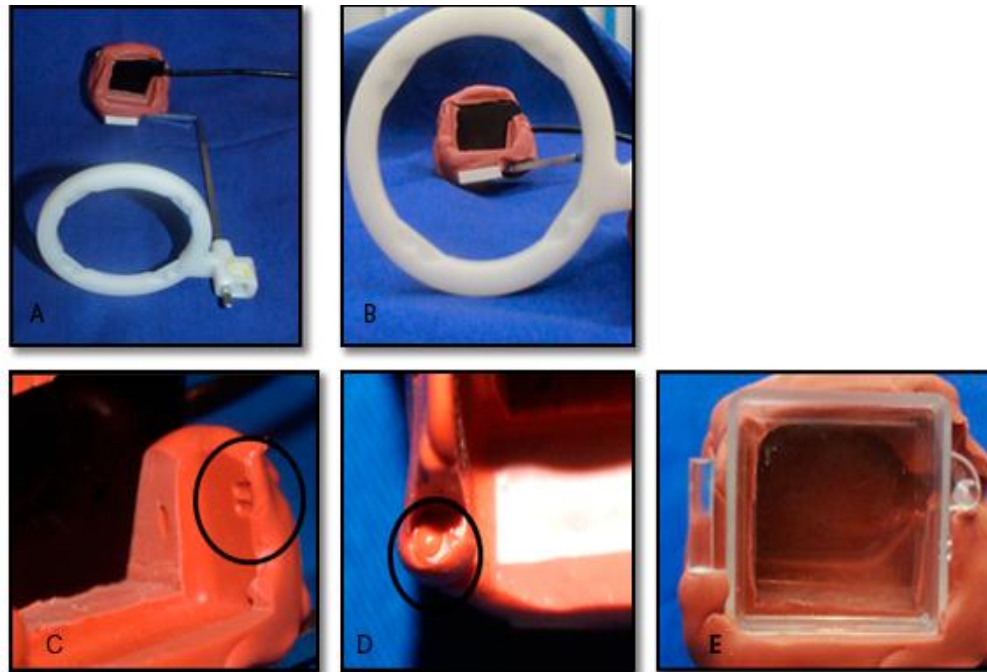


Figura N.20 A) Posicionador radiografico, radiovisiógrafo adaptado con silicona por adision B) Enfoque ortoradial con el posicionador C) Orificios en lado izquierdo del molde que guian el reposicionamiento de la caja plástica D) Marcas en el lado derecho del molde que guian el reposicionamiento de la caja plástica E) Caja plástica correctamente adaptada y estabilizada en el posicionador radiográfico. Fuente: Barragán M. - (2014)

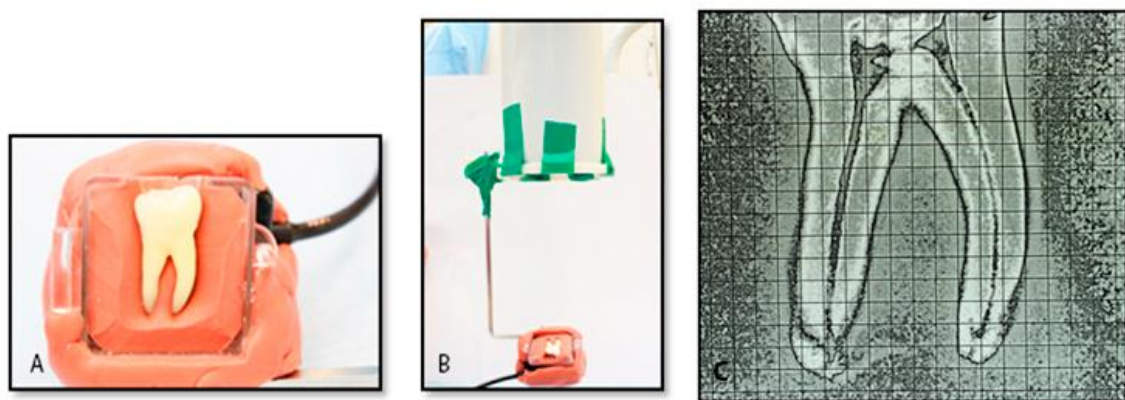
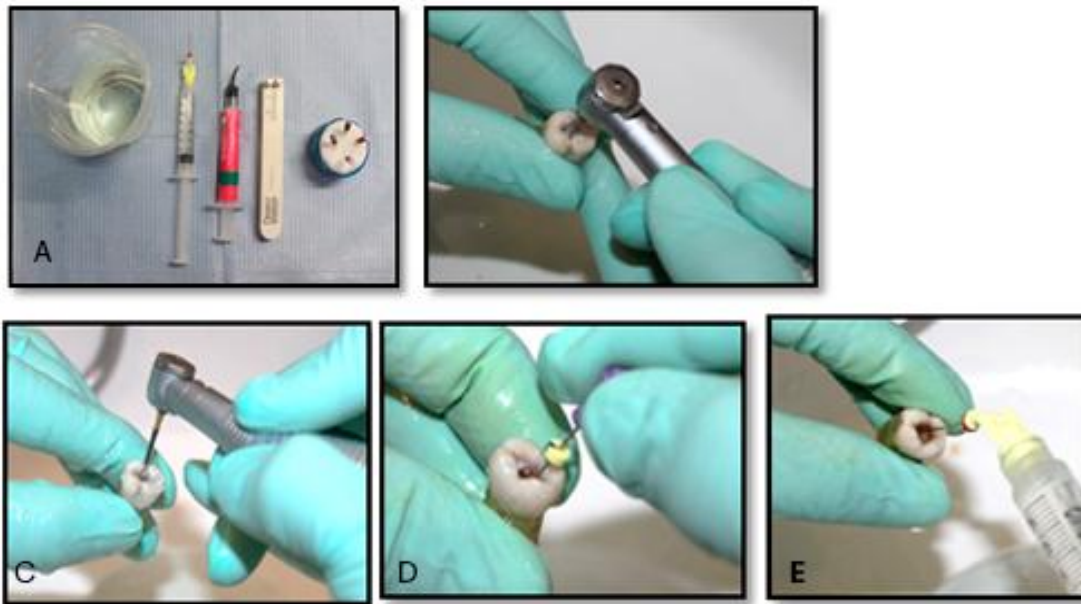


Figura No.21 A) Diente posicionado con radiovisiógrafo en la parte posterior listo para toma radiográfica. B) Posicionador adaptado con cinta de tela adhesiva al cono del equipo radiográfico C) Imagen radiográfica visualizada con el programa Schik Fuente: Barragán M. - (2014)



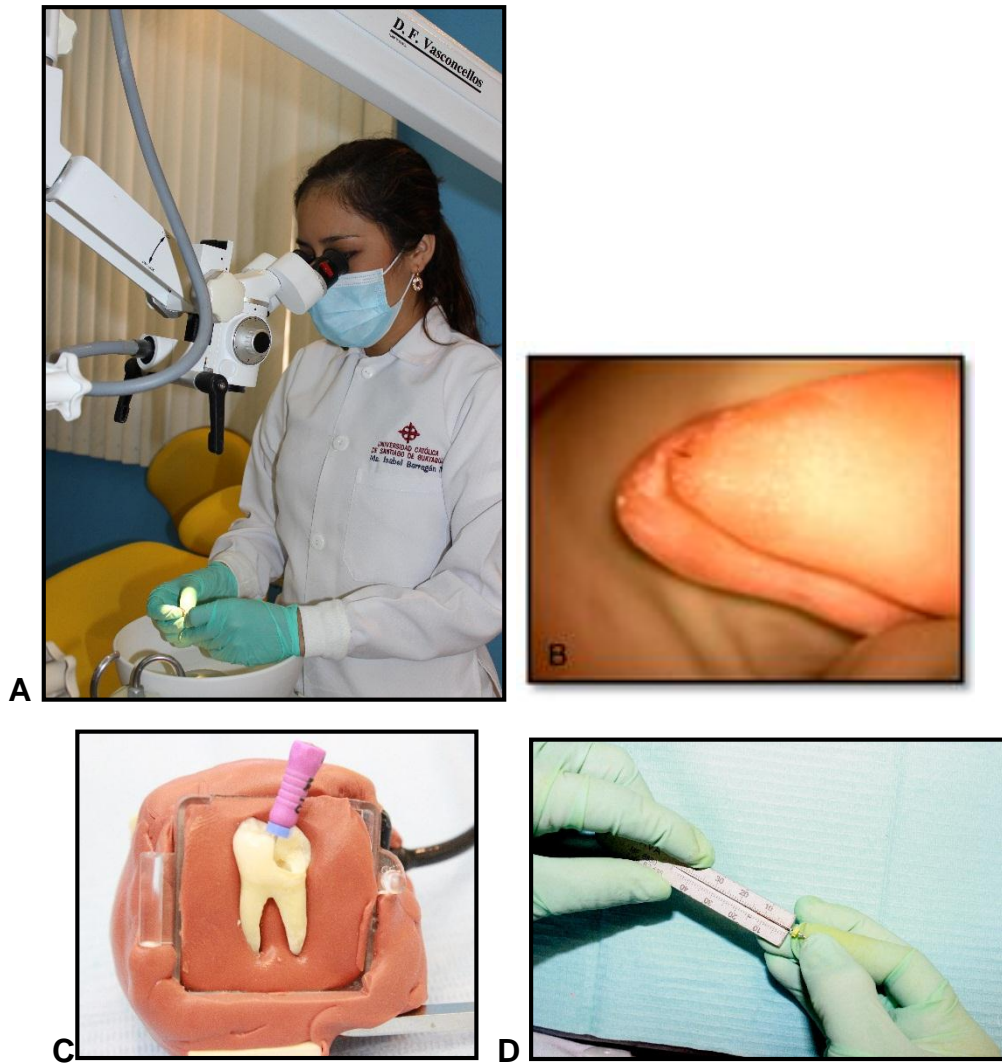
En cada unidad experimental se realizó la siguiente secuencia operatoria:

1. Radiografía preoperatoria y apertura. Para el acceso endodóntico se utilizó fresas redonda de diamante N.4 y fresa Endozeta.
2. Irrigación del conducto radicular con hipoclorito de sodio al 5%, usando una jeringa con aguja navitip.
3. Cateterismo con limas K N. 10 (Denstply Maillefer), previamente precurvadas para permeabilización del conducto.

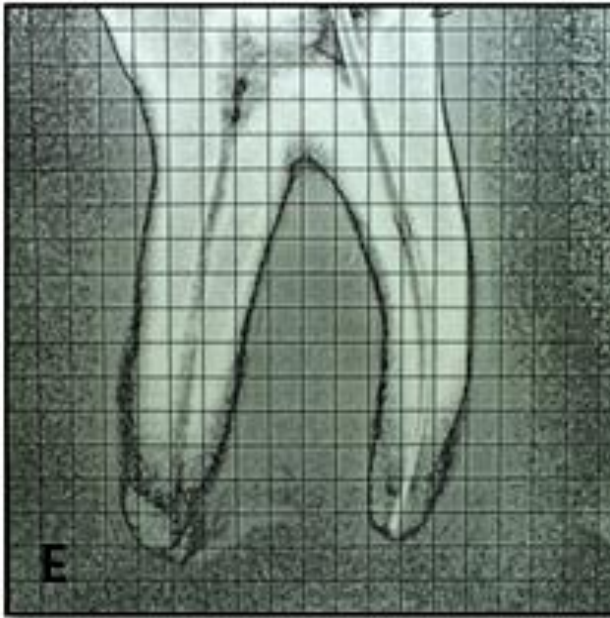


**Figura No.22 A) Hipoclorito de sodio al 5%, jeringa con punta Navitip, EDTA, precurvador de limas, Limas K N. 10 y 15. B) Apertura coronaria con fresa redonda de diamante N.4 C) Eliminación de tejido dentario del techo de la cámara pulpar con fresa Endo Z para lograr una apertura divergente hacia oclusal D) Exploración del conducto con Lima K N.10 E) Irrigación profusa con NAOCL al 5%. Fuente: Barragán M. - (2014)**

4. Para determinar la longitud de trabajo se introdujo la lima N.10 hasta que sobresaliera 1mm por el ápice. Se realizó la observación de la lima a través del microscopio Vasocello y se tomó la radiografía de conductometría observando que la lima quedara al nivel del forámen.



**Figura No.23 A) Investigadora observando los ápices dentales a través del microscópio Vasconcello B) Imagen tomada desde el microscópio Vasconcello con aumento 3x donde se aprecia la salida de la lima K N.10 a través del forámen. C) Toma de medida de longitud de trabajo D) Muestra colocada en el posicionador lista para toma radiográfica de conductometría Fuente: Barragán M. - (2014)**



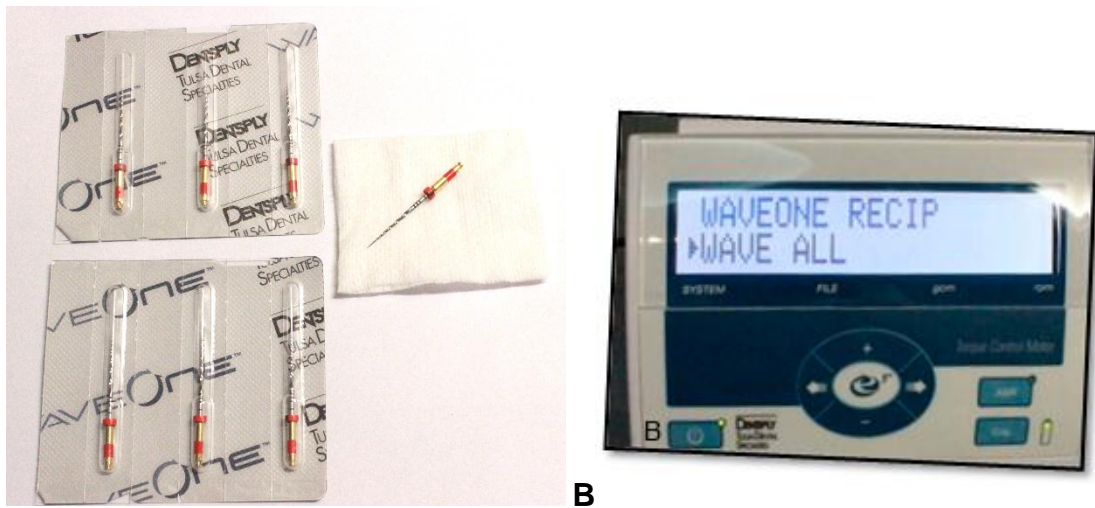
**Figura No24. Radiografía de conductometría.**  
**Fuente: Barragán M. - (2014)**

5. Los tres grupos fueron instrumentados de acuerdo a las especificaciones que indica el fabricante e irrigados profusamente después de cada instrumentación.

En las muestras instrumentadas con el sistema Wave One se utilizó una lima por cada dos conductos, es decir un total de 5 limas Primary, la secuencia operativa fue la siguiente:

1. Permeabilizar el conducto con una lima manual N.015 Maillefer a longitud de trabajo
2. Iniciar la preparación con la lima WaveOne Primary, realizar un movimiento de picoteo suave hacia adentro ejerciendo movimientos de picoteo, con avances de 2-3 mm. de profundidad, hasta que la lima WaveOne avance en forma pasiva, y se note resistencia.
3. Sacar la lima WaveOne Primary, eliminar los restos de dentina e inspeccionar las espiras cortantes, irrigar y repetir los pasos 3 y 5 hasta haber conformado los dos tercios coronales del conducto radicular.

4. Reintroducir la lima hasta llegar a la longitud de trabajo, con movimientos de picoteo.
5. Irrigar profusamente con hipoclorito de sodio al 5% después de cada instrumentación



**Figura No.25 A) Paquete de limas Wave One Primary B) Motor Denstply Maillefer activado el movimiento recíprocante con velocidad y torque pre-ajustado por el motor. Fuente: Barragán M. - (2014)**

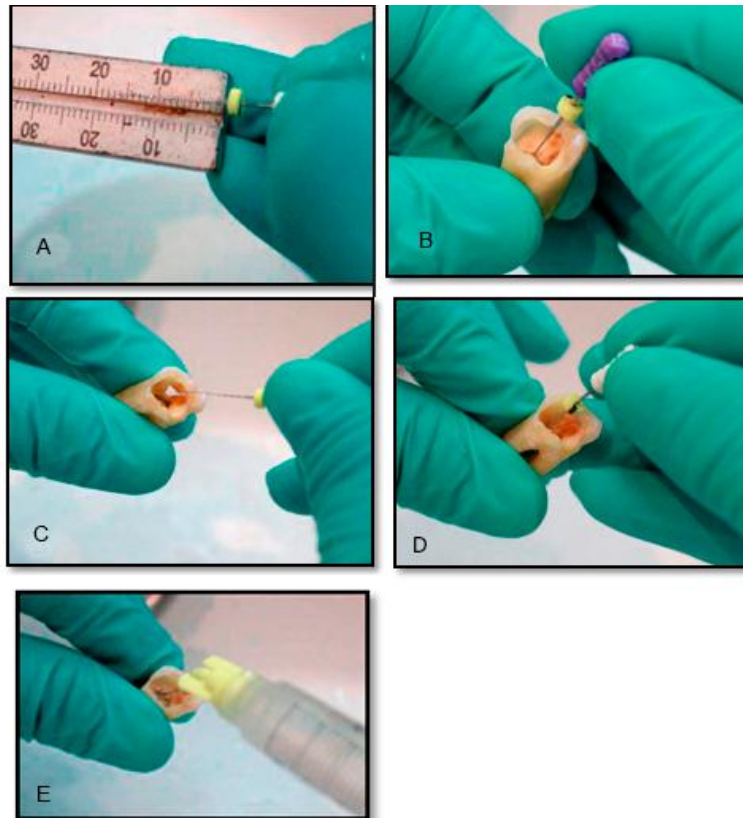
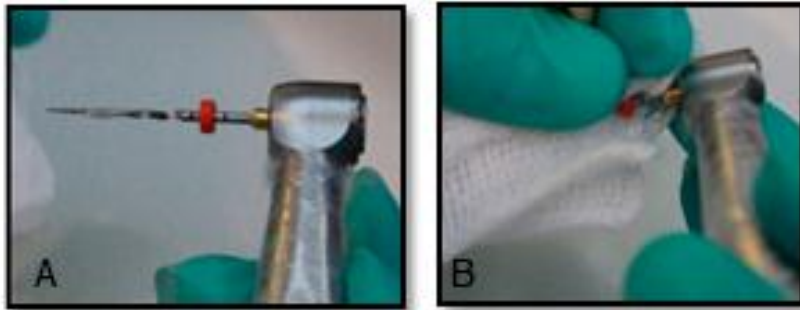


Figura No. 26 Creacion de un pasaje dentro del conducto A) Colocacion del tope a longitud de trabajo B) Permeabilización del conducto con lima K N.10, creando un pasaje C) Introduccion de la lima K N.15 con EDTA en gel D) Agrandamiento de la ruta de acceso con instrumentacion manual con lima K N. 15 E) Irrigación profusa después de cada instrumentación. Fuente: Barragán M. - (2014)



Figura No.27. Instrumentación con sistema Wave One A) Colocación del tope a longitud de trabajo en lima Wave One Primary B) Introduccion de la lima dentro del conducto, movimiento de *picoteo* C) Retirada de la lima. Fuente: Barragán M. - (2014)





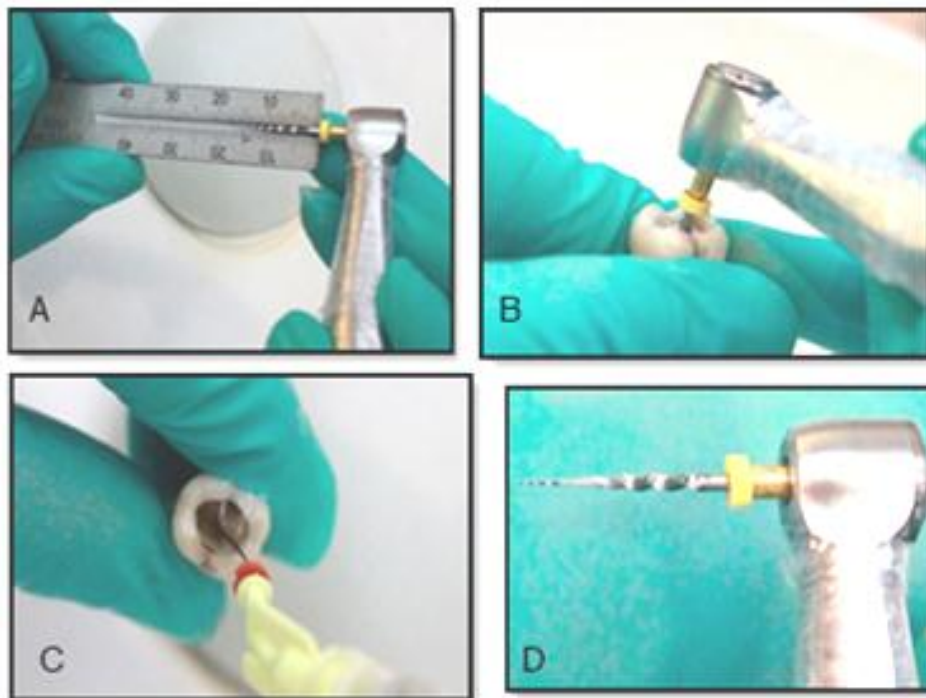
**Figura No.28 Limpieza de limalla dentinaria atrapada en la lima A) Limalla dentinaria en la lima, por efecto de la preparación B) Limpieza con gasa embebida con NaOCl al 5% .  
Fuente: Barragán M. - (2014)**

#### **Sistema Protaper Rotatorio:**

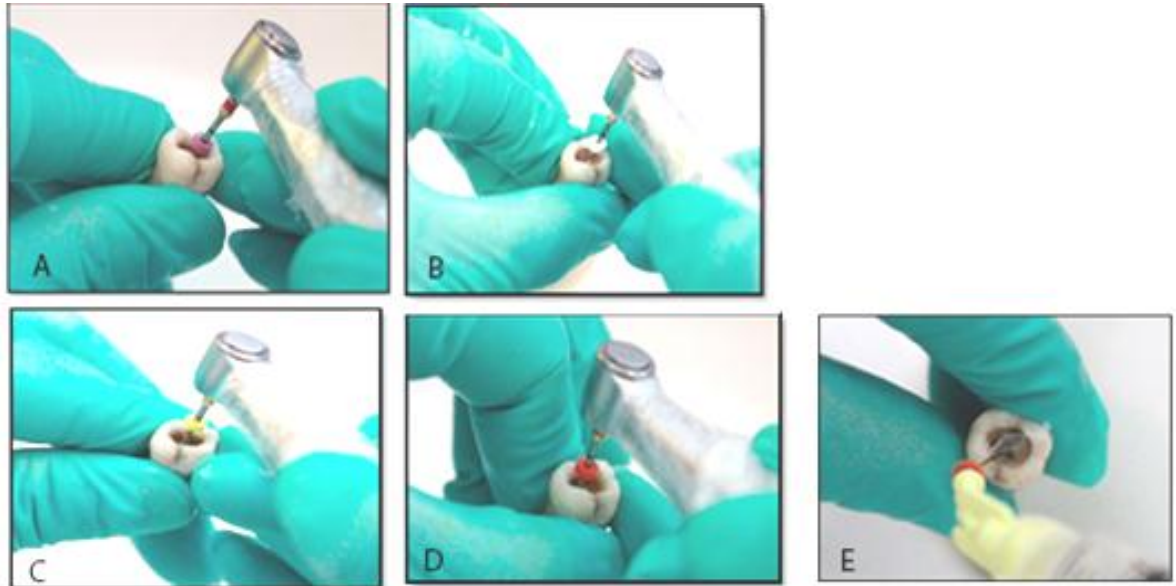
1. Permeabilizar el conducto con una lima manual N. 15 Maillefer.
2. Fase coronaria con lima SX, realizar movimientos de cepillado en dirigidos a la zona de seguridad
3. Usar la lima de preparación S1 con movimiento de cepillado hasta la misma distancia que llegó la lima manual N.15.
4. Usar la lima de preparación S2 con movimiento de cepillado hasta alcanzar la longitud de trabajo.
5. Usar la lima de acabado F1 (movimiento de no cepillado) llegando en cada inserción a mayor profundidad hasta alcanzar la longitud de trabajo.
6. Terminar la preparación con la lima F2 de acabado con el mismo movimiento de no cepillado
7. Irrigación profusa con hipoclorito de sodio al 5%



**Figura No.29 Instrumentos necesarios para el sistema Protaper Universal A) Dos juegos de limas Protaper Universal B) Motor Densply Maillefer programado para trabajar con sistema Protaper Universal. Fuente: Barragán M. - (2014)**



**Figura No. 30 Ensanchamiento de tercio coronario. A) Verificación de medida a longitud de trabajo B) Introducción de lima SX dentro del conducto C) Irrigación profusa con NaOCl después de cada instrumentación D) Limalla dentinaria atrapada en la lima, posterior limpieza de ésta. Fuente: Barragán M. - (2014)**



**Figura No. 31. Instrumentación mecánica con sistema Protaper Universal A) Instrumentación con lima S1 B) Instrumentación con lima S2 C) Instrumentación con lima F1 D) Instrumentación con lima F2. Fuente: Barragán M. - (2014)**

### **Sistema Protaper Manual:**

La secuencia de ProTaper Manual

1. Ensanchar la parte coronal. Uno a dos tercios coronarios del canal se ensanchan, utilizando las limas ProTaper SX, S1, S2 con movimientos de limado:

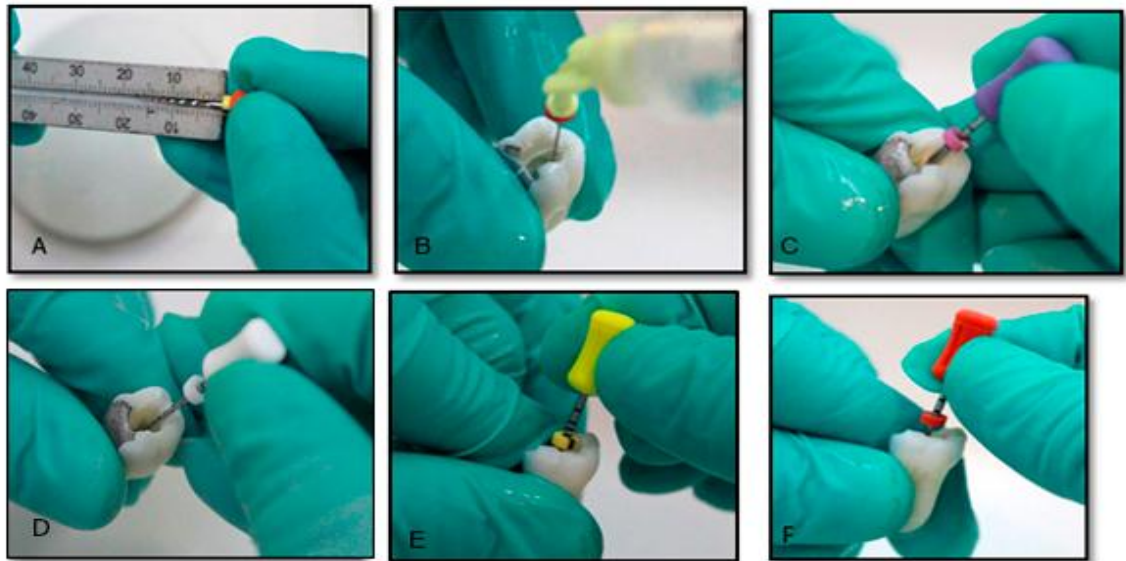
#### Movimientos de limado

- a) Llevar la lima apicalmente hasta que se adapte a las paredes del canal radicular.
- b) Girar la lima en sentido horario en 3/4 o 1 vuelta; girar en sentido anti horario media vuelta para destrabar la lima remover la lima, limpiar la parte activa.
- c) Repetir hasta que la longitud de trabajo deseada sea alcanzada.



2. Preparación apical. Utilizar las limas Finishing de ProTaper Manual secuencia F1 y F2 con el mismo movimiento hasta la longitud de trabajo.
3. Irrigación profusa después de cada limado con hipoclorito de sodio al 5%

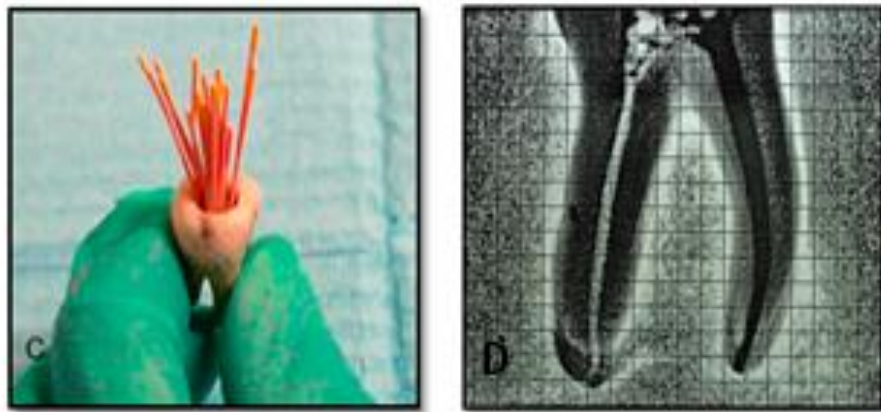
En los tres grupos se utilizó como irrigación final se utilizó EDTA EUFAR al 17%.



**Figura No.32 Instrumentación manual sistema Protaper Universal A) Verificación de medida para instrumentación coronal B) Irrigación profusa con NaOCL al 5% después de cada instrumentación C) Instrumentación manual con lima S1 B) Instrumentación manual con lima S2 C) Instrumentación manual con lima F1 D) Instrumentación manual con lima F2. Fuente: Barragán M. - (2014)**

Los procedimientos de instrumentación fueron cronometrados y se tomó el tiempo únicamente cuando la lima estaba actuando dentro del conducto.

Todos los conductos fueron secados con conos de papel Zipperer y obturados con la técnica de condensación lateral. Se utilizaron conos principales del mismo sistema de instrumentación y conos accesorios N.20 Zipperer.



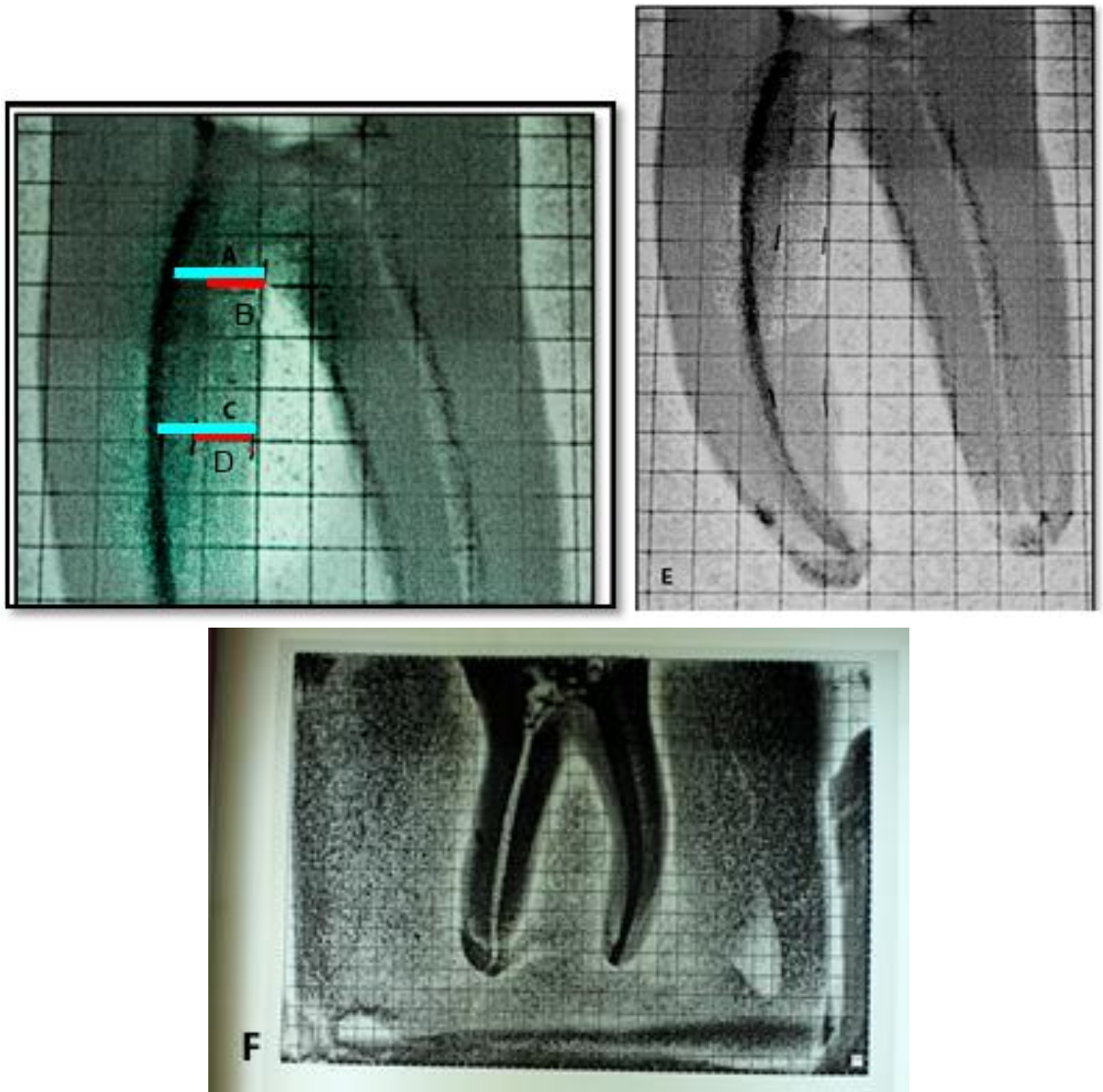
**Figura No.33 Obturación del conducto mesial A) Obturación con técnica lateral. B) Radiografía donde se aprecia el conducto obturado. Fuente: Barragán M. - (2014)**

Posteriormente se reposicionó cada pieza dental en el molde de silicona para ubicarla en la misma posición que la toma inicial. Se realizó la toma postoperatoria de las 30 piezas dentales. Se analizaron las imágenes en el programa de Radiografía dental Shick Technologies versión 3.5.150 y se ajustó el brillo, la nitidez, el contraste y la revelación de cada imagen para obtener los contrastes requeridos para la sobre posición de imágenes. A su vez se insertó en cada diente, rejillas de 1mm por cuadrícula de acuerdo al tamaño real del diente. Se colocó las rejillas en las 3 tomas radiográficas: Preoperatoria, conductometría y postoperatoria.

Las imágenes obtenidas fueron posteriormente editadas con el programa Photoshop. Se sobre posicionaron las imágenes de la radiografía inicial y final de la preparación para el posterior análisis de la deformación.

Se obtuvo imágenes a escala que eran 36 veces mayor a las medidas reales. Se imprimieron las imágenes en papel plano. Las imágenes impresas fueron analizadas sobre un negatoscopio para tener mejor visualización de los límites de la preparación. Se utilizaron lupas Bioart 2,5x y se realizó la medida de los cambios pre y postoperatorios.

Sobreponiendo las imágenes antes y después de la preparación fue posible medir los cambios en el área de la furca en tercio coronal y medio. Se delimitó las áreas de desgaste producidas por la acción de los instrumentos y estos cambios fueron analizados porcentualmente. Los datos fueron obtenidos de la diferencia entre la extensión inicial de dentina y el remanente de dentina post instrumentación en zona de furca. Se midió también la amplitud del sellado apical, para determinar la existencia de transportación.



**Figura No.34. Método de medición de las diferencias post instrumentación en imagen de radiografía inicial y final sobreposicionada A) Línea celeste que indica la distancia entre el límite interno del conducto inicial y la furca en tercio coronario B) Línea roja celeste que indica la distancia entre el límite interno del conducto obturado y la furca en tercio coronario C) Línea celeste que indica la distancia entre el límite interno del conducto inicial y la furca en tercio medio D) Línea roja celeste que indica la distancia entre el límite interno del conducto obturado y la furca en tercio coronario en tercio medio E) Imagen completa de las radiografías sobreposicionadas F) Radiografía impresa en papel plano y colocada**

sobre un negatoscopio para una correcta diferenciación de los límites. Fuente: Barragán M. - (2014)

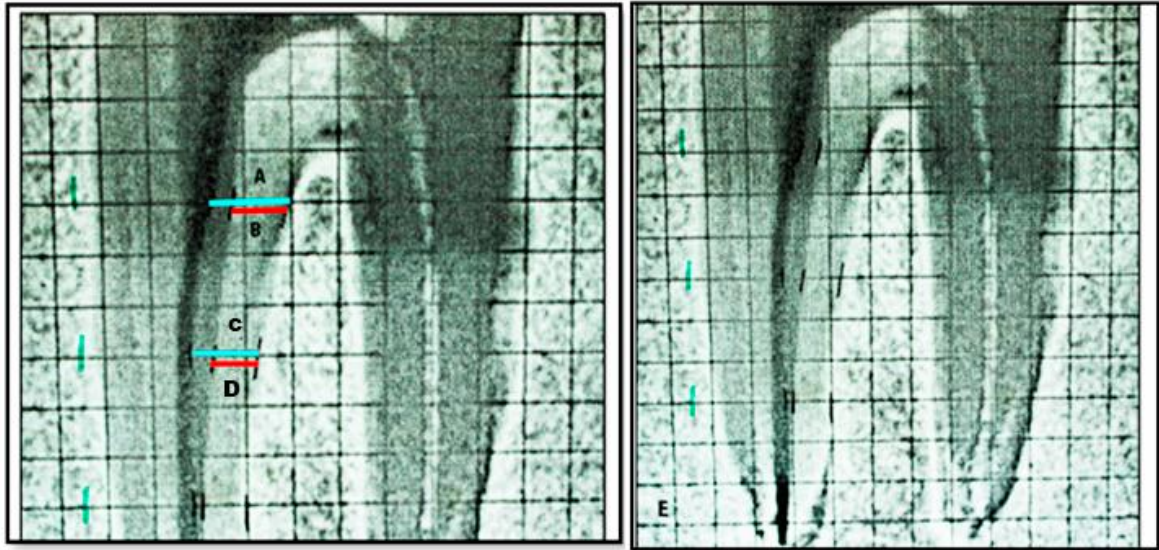
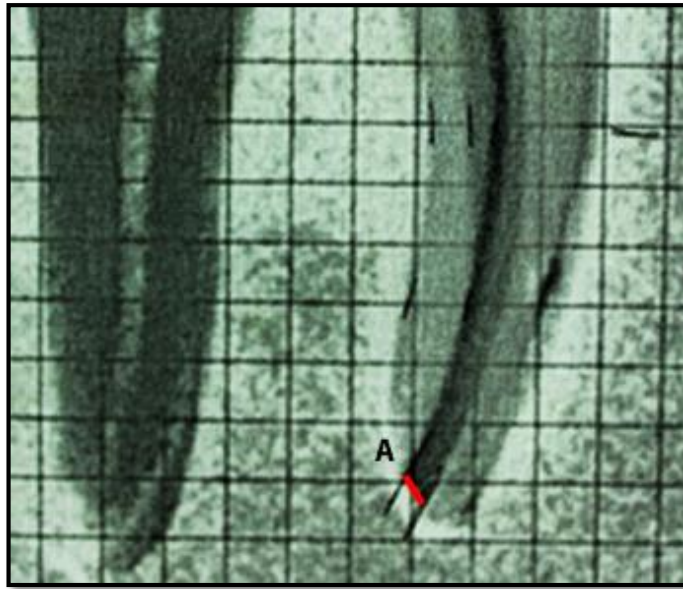


Figura No. 35. Método de medición de las diferencias post instrumentación en imagen de radiografía inicial y final sobreposicionada A) Línea celeste que indica la distancia entre el límite interno del conducto inicial y la furca en tercio coronario B) Línea roja celeste que indica la distancia entre el límite interno del conducto obturado y la furca en tercio coronario C) Línea celeste que indica la distancia entre el límite interno del conducto inicial y la furca en tercio medio D) Línea roja celeste que indica la distancia entre el límite interno del conducto obturado y la furca en tercio coronario en tercio medio. Fuente: Barragán M. - (2014)





**Figura No.36 .** Extension del sellado apical despues de la obturación. A) Línea roja que indica la distancia entre los límites externos de la obturación en sector apical. Fuente: Barragán M. - (2014)

### **3.2.2.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO:**

Después de la recolección de los datos, los grupos fueron analizados estadísticamente a través del software IBM\* SPSS Statistics Version 22. Para realizar la comparación de los procedimientos se utilizó el análisis de la varianza (ANOVA) con intervalo de confianza del 95% y considerando valores de  $p < 0.05$  estadísticamente significativos. Para comparar las técnicas se tuvieron en cuenta tres variables: a) porcentaje del espesor remanente de dentina en zona de furca post instrumentación, en tercio coronal y medio b) transporte apical c) tiempo de conformación de limas, registrando únicamente el tiempo en el que la lima estaba dentro del conducto.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 ACERCAMIENTO PORCENTUAL A ZONA DE FURCA EN EL TERCIO CORONAL

Sistema	Wave One	ProTaper Rotatorio	ProTaper Manual
Media	38,73	25,66	35,62
Error estándar de la media	2,49	3,75	3,52
Límite inferior	33,85	18,32	26,71
Límite superior	43,61	33,00	42,52

P: 0.024

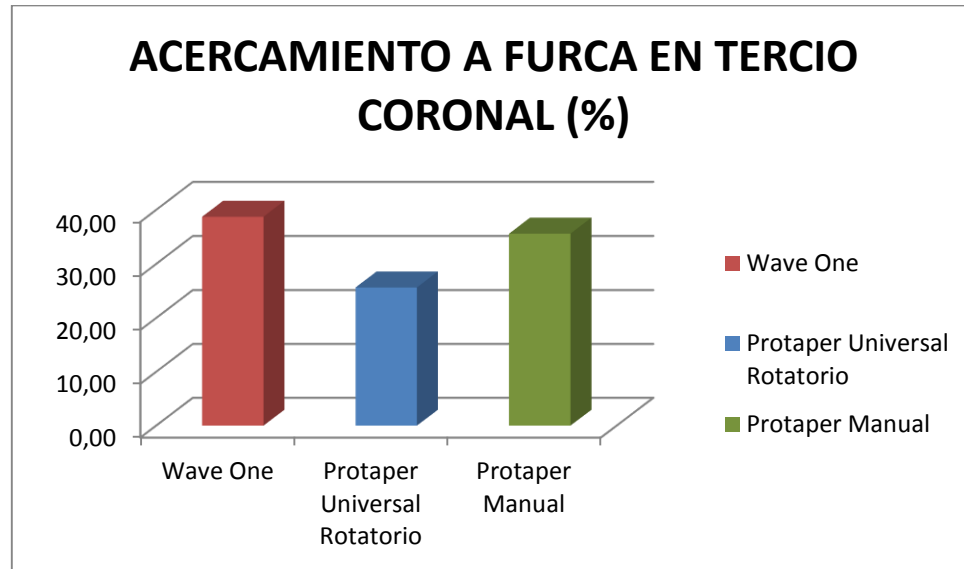
Tabla N. 1

### ANALISIS POST HOC

SISTEMA		Diferencia de medias	Error estándar	p	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Wave One	P.T. Rotatorio	13,07	4,66	0,024	1,50	24,63
	P.T. Manual	3,11	4,66	0,78	-8,45	14,67
P.T. Manual	P.T. Rotatorio	9,96	4,66	0,10	-1,60	21,52

\*La diferencia de medidas es significativa en el nivel 0.05

Tabla N 2



**Figura No.37. Acercamiento a furca en tercio coronal.**

### **Análisis y discusión**

De acuerdo con el análisis de la varianza (ANOVA), no hubo diferencias significativas en el acercamiento hacia zona de furca en tercio coronario entre el sistema Protaper Manual y Protaper Rotatorio, tampoco hubo entre Wave One y Protaper Manual. Sin embargo hubo diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre la técnica ejercida con el sistema Wave One y Sistema Protaper Rotatorio. Wave One se acercó en un 13,07% más que Protaper Rotatorio hacia la furca.

Estos resultados también indican que ninguno de los sistemas se acercó en más de un 50% a la zona de furca incluso sus límites superiores fueron inferiores a 50, considerando un riesgo el acercamiento en un 75% como lo indica Lim y Stock<sup>27</sup> quienes mencionan que el espesor de dentina mínima de debería existir en zona de furca después de la preparación del conducto radicular es de 0.3, representando un 25%.

En esta investigación se encontró mayor reducción de dentina cervical hacia furca, en el grupo instrumentado por WaveOne. Esto puede deberse a la falta de



un ensanchado coronal previo a diferencia del sistema ProTaper que posee sus limas “shapping” que eliminan específicamente las interferencias gracias a un movimiento en dirección a la zona de seguridad. Este resultado ratifica la afirmación de BERUTI<sup>43</sup> que indica que para la preservación de la anatomía del canal radicular cuando se utiliza el sistema WaveOne, es necesario la realización de una permeabilización del conducto y se recomienda un ensanchado coronal previo.

Estos resultados también podrían estar sujetos a la falta de experiencia del operador en procedimientos de lima única, que requieren una mayor curva de aprendizaje para el control del ensanchamiento coronal con movimientos de picoteo en el caso de WaveOne.

A pesar de esto sigue siendo menor la curva de aprendizaje de los sistemas mecanizados en relación a la curva de aprendizaje de las limas manuales con conicidad 0.02.

#### **4.2 ACERCAMIENTO PORCENTUAL A ZONA DE FURCA EN EL TERCIO MEDIO**

<b>Sistema</b>	<b>Wave One</b>	<b>ProTaper Rotatorio</b>	<b>ProTaper Manual</b>
<b>Media</b>	<b>34,39</b>	<b>20,39</b>	<b>31,74</b>
<b>Error estándar de la media</b>	<b>1,97</b>	<b>3,64</b>	<b>4,22</b>
<b>Límite inferior</b>	<b>30,53</b>	<b>13,26</b>	<b>23,47</b>
<b>Límite superior</b>	<b>38,25</b>	<b>27,51</b>	<b>40,01</b>

**P: 0,017**

**Tabla N.3**

#### **ANALISIS POST HOC**

SISTEMA		Diferencia de medias	Error estándar	P	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Wave One	P.T. Rotatorio	14,004	4,82331	0,019	2,045	25,96
	P.T. Manual	2,6500	4,82331	0,848	-9,3090	14,6090
P.T. Manual	P.T. Rotatorio	11,35400	4,82331	0,065	-0,6050	23,3130

Tabla N.4

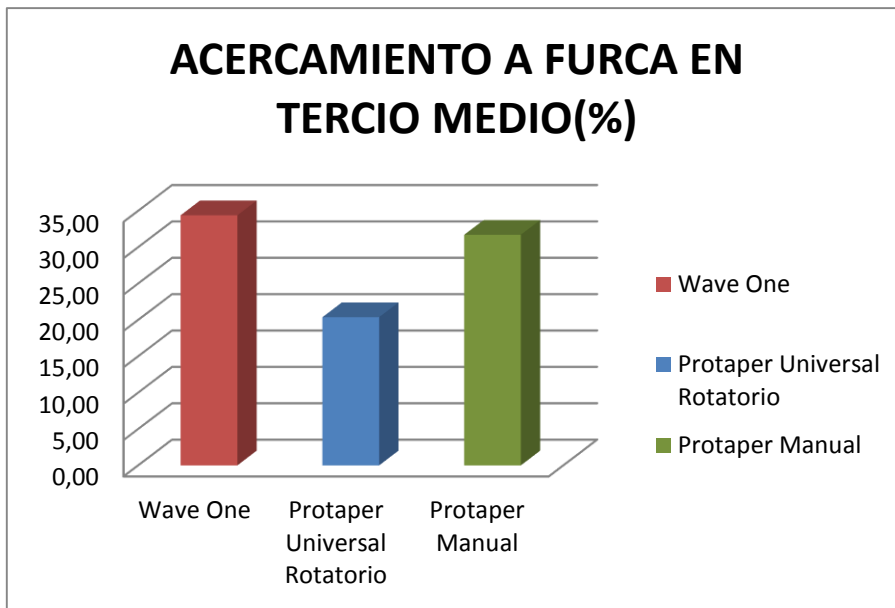


Figura No.38. Acercamiento a furca en tercio medio.

## **Análisis y discusión**

De acuerdo con el análisis de la varianza (ANOVA), no hubo diferencias significativas en el acercamiento hacia zona de furca en tercio coronario entre el sistema Protaper Manual y Protaper Rotatorio, tampoco hubo entre Wave One y Protaper Manual. Sin embargo hubo diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre la técnica ejercida con el sistema Wave One y Sistema Protaper Rotatorio. Wave One se acercó en un 14% más que Protaper Rotatorio hacia la furca.

Estos resultados también indican que ninguno de los sistemas se acercó en más de un 50% a la zona de furca incluso sus límites superiores fueron inferiores a 50, considerando a todos los sistemas seguros.

Los resultados se asemejan a los obtenidos en el acercamiento en tercio cervical, por lo que se relacionan los aspectos tratados anteriormente.

### **4.3 TRANSPORTACIÓN APICAL**

<b>Sistema</b>	<b>Wave One</b>	<b>ProTaper Rotatorio</b>	<b>ProTaper Manual</b>
<b>Media</b>	<b>0,30</b>	<b>0.26</b>	<b>0.37</b>
<b>Error estándar de la media</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>
<b>Límite inferior</b>	<b>0,28</b>	<b>0,24</b>	<b>0,32</b>
<b>Límite superior</b>	<b>0,32</b>	<b>0,27</b>	<b>0,42</b>

**P:0.00014**

**Tabla N.5**

## ANALISIS POST HOC

SISTEMA		Diferencia de medias	Error estándar	p	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Wave One	P.T. Rotatorio	14,004	4,82331	0,019	2,045	25,96
P.T. Manual	Wave One	0,072	0,02302	0,011	0,0149	0,1291
	P.T. Rotatorio	0,114	0,02302	0,000	0,0569	0,1711

Tabla N.6

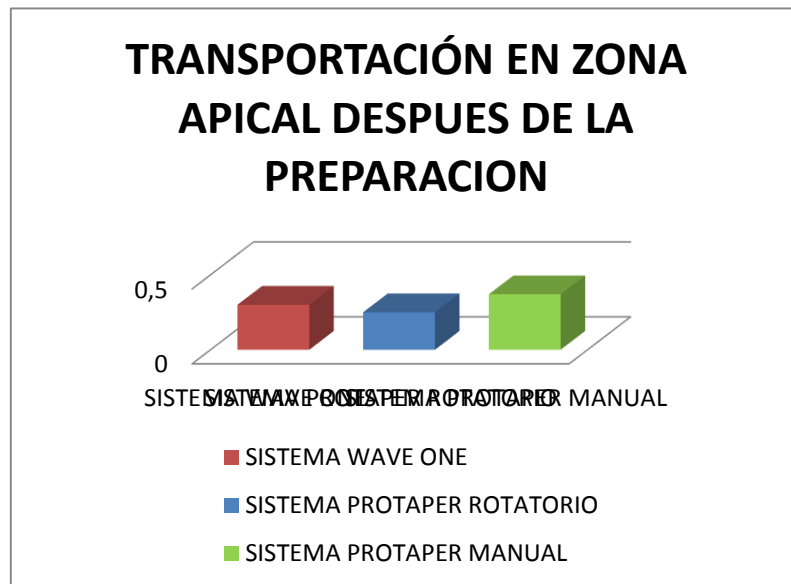


Figura No 39. Transportación apical (medida en milímetros)

## **Análisis y discusión**

Para determinar la existencia de una transportación, se tomaron en consideración a los valores superiores a 0.25mm, puesto que la lima final fue de ese calibre en apical. De acuerdo con el análisis de la varianza (ANOVA), no hubo diferencias significativas en cuando a extensión del sellado apical entre el sistema Wave One y Protaper Rotatorio en donde Protaper mantuvo una extensión de 25mm, es decir no transportó. Sin embargo la técnica utilizada con Protaper Manual tuvo diferencias significativas comparada con ambas técnicas  $p (<0.05)$ , indicando transportación evidente. Estos resultados se asemejan al estudio realizado por Aracena Rojas<sup>48</sup> quien concluye que Protaper rotatorio generó menos transporte apical comparado con la técnica manual de fuerzas balanceadas.

La dentina ofrece cierta resistencia al ser cortada, por lo que el centrado de la instrumentación se va perdiendo a medida que nos acercamos más a la región apical, así lo muestran algunos autores. En el estudio de Paredes Jorge<sup>49</sup> en donde se comparó la técnica de fuerzas balanceadas con sistemas rotatorios. Se concluyó que el grupo de fuerzas balanceadas mostró peor comportamiento que los otros sistemas en tercio apical.

En el estudio de J-Y BLUM (1997)<sup>50</sup> se analizaron las fuerzas ejecutadas por estudiantes durante la preparación del canal radicular con técnica de fuerzas balanceadas y se observó que, los estudiantes introducen primero el instrumento con fuerzas vertical, luego realizan el movimiento rotacional. Esta acción induce a un torque de gran intensidad, pudiendo deformar el forámen. Esto indica que se el clínico debe ser muy juicioso en el momento de aplicar técnica de fuerzas balanceadas puesto que, se tiene menor control sobre la presión, torque y regularidad de los movimientos. También existe una tendencia a realizar presión hacia apical y si existe una curvatura pronunciada, se podría generar un transporte.

#### 4.4 TIEMPO DE INSTRUMENTACIÓN

SISTEMA		Diferencia de medias	Error estándar	p	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Wave One	P.T. Rotatorio	26	17	0,277	-15	67
P.T. Manual	Wave One	225	17	0,00	184	266
	P.T. Rotatorio	199	17	0,000	158	240

Tabla N. 7

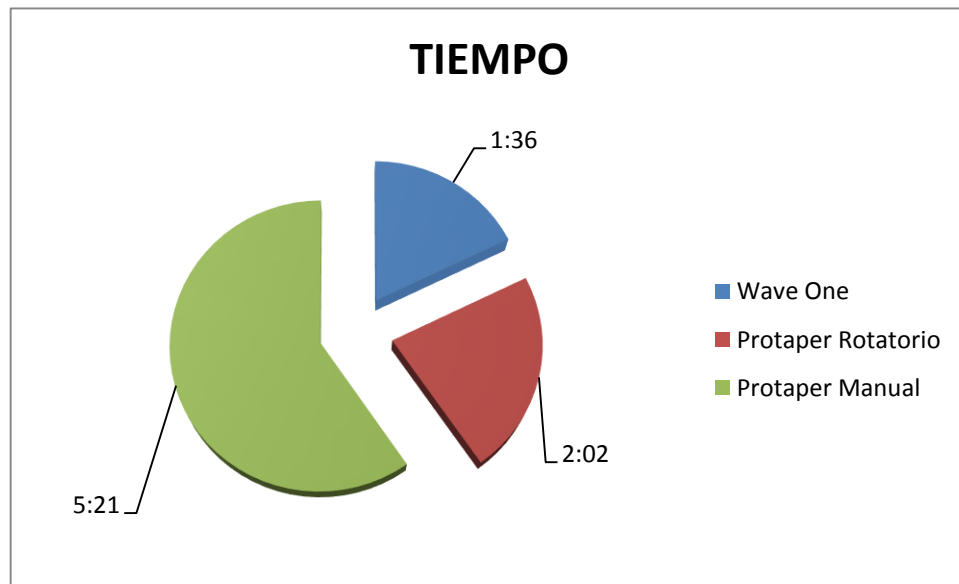


Figura No. 40 Tiempo.

## **ANALISIS Y DISCUSION:**

El tiempo que se tomó en consideración en este trabajo fue únicamente el tiempo de conformación de limas, es decir, únicamente cuando la lima trabajaba dentro del conducto. Éste se lo cronometró y se lo registro en segundos. Existe una diferencia altamente significativa entre los procedimientos realizados con sistemas mecanizados y la técnica manual. El sistema Protaper Manual necesitó más tiempo para lograr la conformación. No se encontró diferencia estadísticamente significativa entre el sistema Wave One y Protaper Rotatorio. Sin embargo no se tomó en consideración procedimientos que requieren también tiempo como: irrigación, colocación de quelante, activación del hipoclorito con ultrasonido en el caso de trabajar en pacientes, cambio manual de limas, ya que se trató de estandarizar el tiempo de “trabajo de la lima dentro del conducto”. Por lo tanto si sumando el tiempo de conformación de la lima independientemente y el tiempo de los procedimientos anteriormente mencionados, el resultado será un mayor tiempo total de la preparación biomecánica. Sin embargo, al utilizar sistemas mecánicas ésta será de igual manera significativamente más rápida.

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Uno de los objetivos del tratamiento de conductos radiculares es lograr una adecuada instrumentación que ha sido facilitada gracias al avance tecnológico y científico incorporando instrumental. No existe hasta el momento ningún instrumento considerado como el mejor en endodoncia ya que ninguno puede suplir completamente, todas las necesidades del clínico. Todos tienen ventajas y limitaciones, el clínico debe saber utilizarlos de manera segura y eficaz.

El propósito de ese trabajo fue realizar un estudio comparativo que se asemeje a la condición clínica, por lo que se evaluaron in vitro piezas dentarias humanas la eficacia de técnicas de endodoncia mecanizada, con los sistemas Protaper (Dentsply/Maillefer Ballaigues, Suiza) y la manual con sistema Protaper.

Tomando en consideración que el espesor de dentina en zona de furca es menor en comparación al resto de lugares, el clínico debe tener cuidado al ejecutar la técnica de instrumentación para obtener un alto rango de éxito en endodoncia.

Los resultados de este estudio pudieron dar las siguientes conclusiones:

### **5.1 .1 ACERCAMIENTO A ZONA DE FURCA EN TERCIO CORONARIO Y MEDIO**

- Ningún sistema se acercó en más de un 50% a la zona de furca por lo tanto los tres sistemas se los puede considerar como seguros ya que no invaden furca ni en tercio coronario ni medio.
- Wave One tuvo un mayor porcentaje de acercamiento hacia la furca que los sistemas Protaper. Esto puede ser causado por los protocolos de instrumentación que difieren en cada sistema. Wave One no requiere de un pre ensanchamiento coronal y su ingreso es con movimiento de picoteo a diferencia de los sistemas Protaper que en su sistema tienen limas



específicas que actúan en la parte coronal y su movimiento de cepillado es hacia la zona de seguridad por lo tanto es más controlable.

- Wave One es una técnica de una sola lima que requiere de una mayor curva de aprendizaje para controlar el ensanchamiento coronal.

### **5.1.2 TRANSPORTE APICAL**

- No existe diferencia significativa entre el sistema Wave One y Protaper Manual en cuanto a la amplitud del sellado apical en la obturación. Por lo que se puede considerar a ambos como confiables manteniendo la conicidad apical de la lima 25.08 en el foramen, sin generar mayores transportaciones.
- El sistema Protaper manual causó mayor transportación en apical, por lo que se puede concluir que la instrumentación manual no tiene un buen control sobre la presión y torque que se realizan.

### **5.1.3 TIEMPO DE CONFORMACIÓN DE LIMAS**

- Los sistemas mecanizados mostraron una diferencia estadísticamente significativa respecto a la preparación manual. El tiempo de conformación de limas con los sistemas mecanizados es mucho menor.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

Después de haber culminado con este proyecto se recomienda lo siguiente:

- Realizar la investigación con una muestra mayor de piezas dentales y compararlos con otros sistemas.
- Tener una adecuada curva de aprendizaje para la instrumentación mecanizada
- Incluir tomas radiográficas en sentido vestíbulo lingual para analizar los cambios en ese sentido.
- Medir los cambios del conducto hacia la zona de seguridad para analizar cómo actúan las limas en ese sentido.

- Ejercer el proyecto con piezas dentales que tengan una mayor curvatura (método de Schneider) para analizar el comportamiento de las limas en conductos curvos.
- Los procedimientos pueden ser realizados por un especialista.
- Las tomas radiográficas pueden ser realizadas en 3D para tener una medición más acertada.
- El clínico puede usar la rejilla para medir esta zona clínicamente y tomar en consideración el espesor de dentina que tiene para trabajar.

## **BIBLIOGRAFÍA**

<sup>1</sup> Leonardo, MR, Renato de Toledo Leonardo. Sistemas Rotatorios en Endodoncia: Instrumentos de Níquel-Titanio. Sao Paulo, Editorial: Artes Médicas. 2002.

<sup>2</sup>Barbakow P, Lutz. F. The Light Speed preparaion thechnique evaluated by swiss clinicias after attending continuing education courses. Int. Endod J. 1999; 30: 46-50

<sup>3</sup> Leonardo, MR. Tratamiento de los conductos radiculares. 4<sup>a</sup> ed. Editorial Panamericana; 1994.

<sup>4</sup> Macías So. Garcia Al. Dias Mm. Forma y diámetro de los conductos en molares infeiores. Rev Odontologica Mex. 2004; 8: 24-31.

<sup>5</sup> Wu MK, Wesselink PR. A primary observation on the preparation and obturation of oval Canals. Int Endod J 2001;34:485-91.

<sup>6</sup> Trujillo Torres EH, Hurtado Vingardi G. Comparación del grosor de la pared radicular pre y posinstrumentación con Profile y Greater Taper. Rev Esp Endod 2005;2:122-9.

<sup>7</sup> Abous- Rass M, Frank Al, Glick DH. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. J Am Dent Assoc. 1980 101:792-4.

<sup>8</sup> Hulsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: Shaping goals, techniques and means. Endodontic Topics. 2005; 10: 30-76.

<sup>9</sup> Stephen Cohen, Richard C. Burns. Vias de la pulpa . Madrid: Mosby, 2004.

<sup>10</sup> Schilder H: Filling root Canals in three dimensions, Dent Clin North Am 1995. 723.

<sup>11</sup> Senia SE. Canal Diameter: The forgotten dimensión. Dent Today 2001;5: 60-4.

<sup>12</sup> Técnicas y fundamentos. Configuración del diente.

<sup>13</sup> Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. J Endod. 1975 ;1:255-62

- <sup>14</sup> Weine FS, Kelly RF, Bray KE. Effect of preparation with endodontic handpieces on original canal shape. *J Endod.* 1976; 2: 298-303.
- <sup>15</sup> Paqué F, Ganahl D, Peters OA. Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. *J Endod.* 2009; 35: 1056-9.
- <sup>16</sup> Ove A. Peters. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: A review. *J Endod.* 2004; 38:559-6
- <sup>17</sup> Harmann MS, Fontanella VR, Vanni JR, Fornari VJ, Fornari VJ, Barletta FB. CT. Evaluation of apical canal transportation associated with stainless steel hand files, oscillatory technique and pro taper rotary system. *Braz Dent J.* 2011; 22:288-93.
- <sup>18</sup> Tabrizzadeh M, Reuben J, Khalesi M, Mousavinasab M, Ezabadi MG. Evaluation of radicular dentin thickness of danger zone in mandibular first molars. *J Dent(Tehran)* 2010;7:196-9
- <sup>19</sup> Sauaia Ts, Gomes BP, Pinheiro E, Zaia AA, Ferra Z CC, Souza-Filho FJ, Valdrighi L. Thickness of dentine in mesial roots of mandibular molars with different lengths. *Int Endod J.* 2010; 43:555-9.
- <sup>20</sup> Keesler JR, Peters DD, Lorton L. Comparison of the relative risk of molar root perforations using various endodontic instrumentation techniques. *J Endod* 1983;9:439-47.
- <sup>21</sup> Lim SS, Stock CJ. The risk of perforation in the curved canal: Anticurvature filing compared with the stepback technique. *Int Endod J.* 1987; 20: 33-9.
- <sup>22</sup> Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1974;18: 269–96
- <sup>23</sup> Goerig AC, Michelich RJ, Schultz HH. Instrumentation of root canals in molar using the step - down technique. *J Endod* 1982; 8:550-4.
- <sup>24</sup> Cunningham CJ, Senia ES. A three-dimensional study of canal curvatures in the mesial roots of mandibular molars. *J Endod.* 1992; 18:294-300
- <sup>25</sup> Civjan S., Huget E. F., Desimon L. B., (1975) "Potential applications of certain nickel-titanium (Nitinol) alloys", *J Dent Res*; 54(1): 89 –96.
- <sup>26</sup> Wildeu WL, Senia ES. A new root canal instrument and instrumentation technique: a preliminary report. *Oral Surg Oral Med Oral PaTH Endod* 1995; 79: 492-6

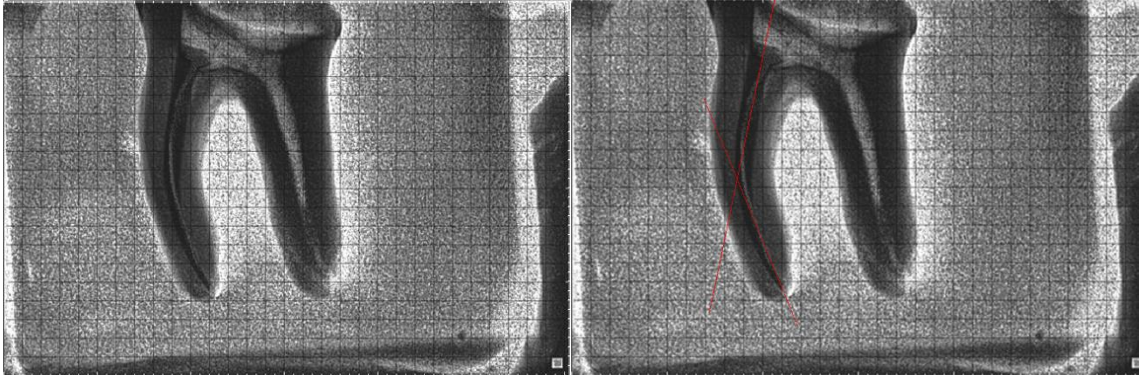
- <sup>27</sup> Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int. Endod. J.* 2008; 41 (4): 339-44.37- You, S. Y., Bae, K. S., Baek, S. H. et al. Lifespan of one nickel-titanium rotary file with reciprocating motion in curved root canals. *J. Endod.* 2010; 36 (12): 1991-4.
- <sup>28</sup> Castelló-Escrivá, R. Alegre – Domingo, T., Faus - Matoses. In Vitro Comparison of Cyclic Fatigue Resistance of ProTaper, WaveOne, and Twisted Files. *J. Endod.* 2012; article in press.
- <sup>29</sup> De-Deus G., Moreira E. J., Lopes, H. P. et al. Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement. *Int. Endod. J.* 2010; 43 (12): 1063-8.
- <sup>30</sup> Franco V. Fabiani C. Taschieri S. Et al. Investigation on the shaping ability of nickel-titanium files when used with a reciprocating motion. *J. Endod.* 2011; 37 (10): 1398-401.
- <sup>31</sup> De-Deus, G., Brandao, M. C., Barino, B. et al. Assessment of apically extruded debris produced by the single-file ProTaper F2 technique under reciprocating movement. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 2010; 110 (3): 390-4.
- <sup>32</sup> Alves F. R. Rocas I.N Almeida, B.M Et al. Quantitative molecular and culture analyses of bacterial elimination in oval-shaped root canals by a single-file instrumentation technique. *Int. Endod. J.* 2012; 45 (9): 871-7.
- <sup>33</sup> Berutti, E., Paolino, D. S., Chiandussi, G. et al. Root canal anatomy preservation of WaveOne reciprocating files with or without glide path. *J. Endod.* 2012; 38 (1): 101-4.
- <sup>34</sup> Berutti E. Chiandussi G, Paolino D. S. et al. Canal shaping with WaveOne Primary reciprocating files and ProTaper system: a comparative study. *J. Endod.* 2012; 38 (4): 505-9.
- <sup>35</sup> De-Deus, G Brandao M. C., Barino, B. et al. Assessment of apically extruded debris produced by the single-file ProTaper F2 technique under reciprocating movement. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 2010; 110 (3): 390-4
- <sup>36</sup> Burklein S, Schafer E. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J. Endod.* 2012; 38 (6): 850-2.

- <sup>37</sup>Alves F. R. Rocas, I.N, Almeida B.M et al. Quantitative molecular and culture analyses of bacterial elimination in oval-shaped root canals by a single-file instrumentation technique. *Int. Endod. J.* 2012; 45 (9): 871-7.
- <sup>38</sup> Franco V. Fabiani C. Taschieri S. et al. Investigation on the shaping ability of nickel-titanium files when used with a reciprocating motion. *J. Endod.* 2011; 37 (10): 1398-401.
- <sup>39</sup> Webber J, Machtou P, Pertot W, Kuttler S, Ruddle C, West J. The WaveOne single-file reciprocating system. *Roots* 2011; 1: 28-33.
- <sup>40</sup> Gambarini G, Grande NM, Plotino G, Somma F, Garala M, De Luca M, Testarelli M. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods. *J Endod* 2008; 34: 146-9.
- <sup>41</sup> Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J* 2008; 41:339-44.
- <sup>42</sup> Bürklein S, Hinschitza K, Dammaschke T, Schäfer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *Int Endod Journal* 2012; 45: 449-61.
- <sup>43</sup> Albuquerque Matos M., De Ribot J. Ma., Roig Cayón M., (2007) "ProTaper Universal", *Rev Oper Dent Endod*; 5(79).
- <sup>44</sup> Tulsa Dental Products (2001) "ProTaper manufacturer's instructions for use" Tulsa Dental Products.
- <sup>45</sup><http://www.dentsply.co.uk/Products/Endodontics/Endodontic-Files/Rotary-Files/ProTaper-Universal-Rotary.aspx> Visitado 15 de Junio del 2014.
- <sup>46</sup> <http://www.dentsplyargentina.com.ar/ProTaper%20Manual.pdf>. Tseng Patrick S. (2008) Preparación del canal radicular con limas ProTaper Manual. Visitado Junio 15 del 2014.
- <sup>47</sup> Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Path Oral Med* 1971; 32: 271-5.

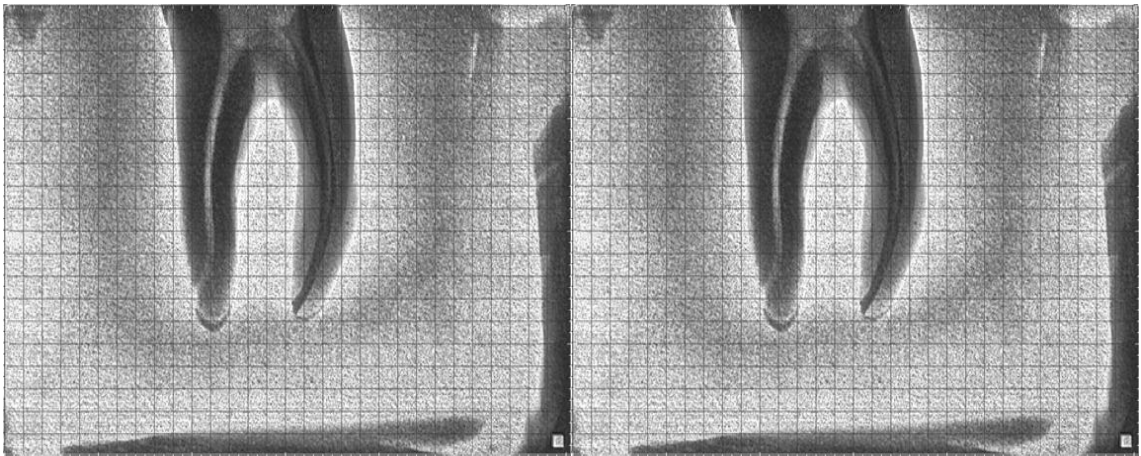
## ANEXOS

### ANEXO 1

Sobreposicion de imágenes radiográficas de piezas preparadas con sistema Wave One

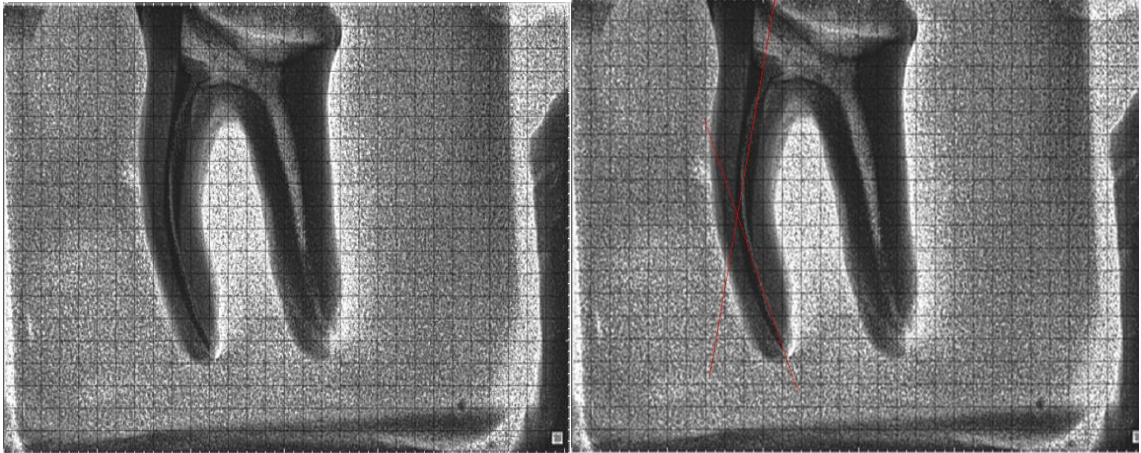


**Diente N1. Instrumentado con Sistema Wave One**

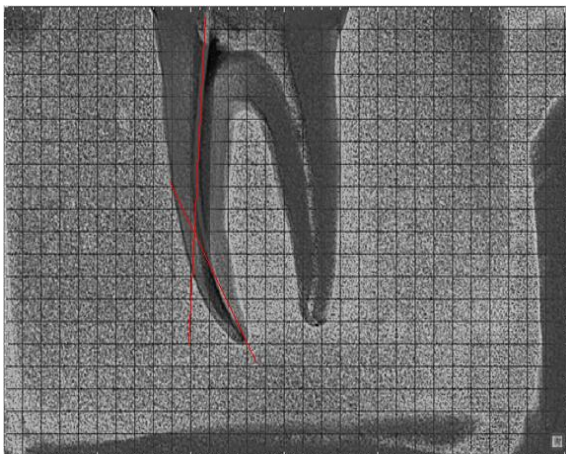
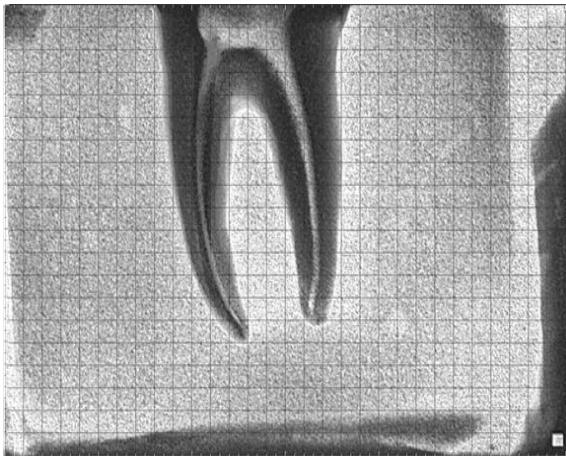


**Diente N2. Instrumentado con Sistema Wave One**



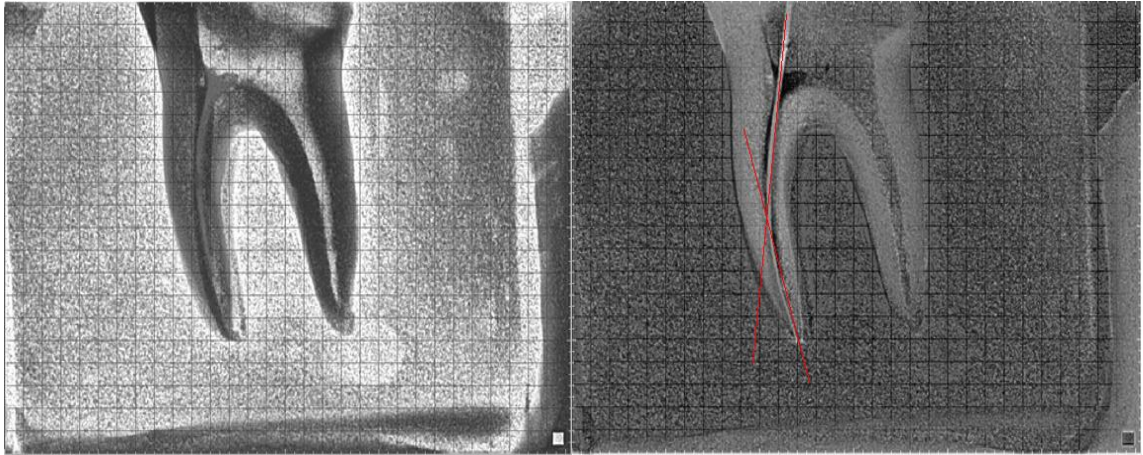


**Diente N3. Instrumentado con Sistema Wave One**

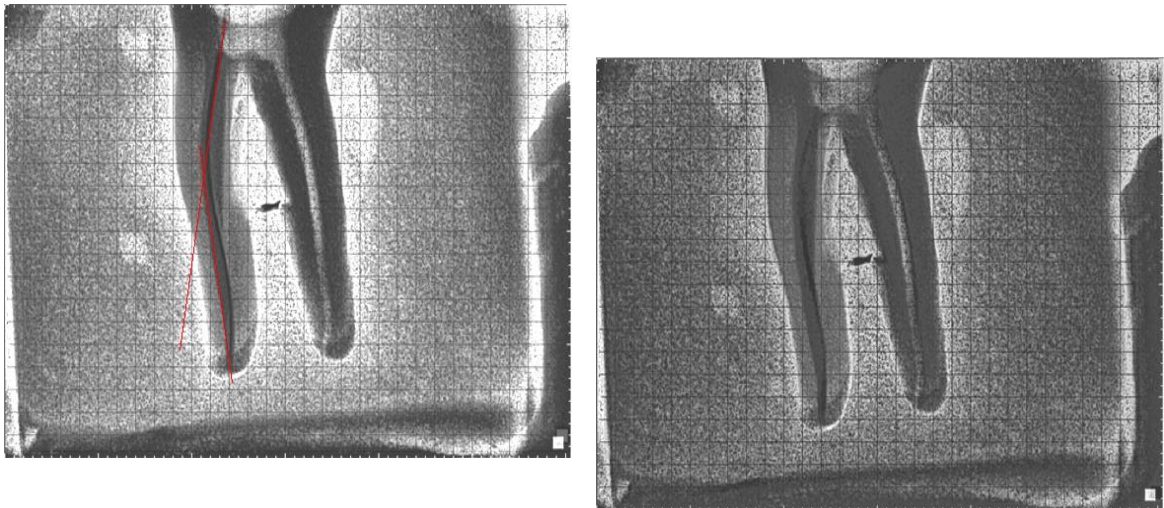


**Diente N4. Instrumentado con Sistema Wave One**

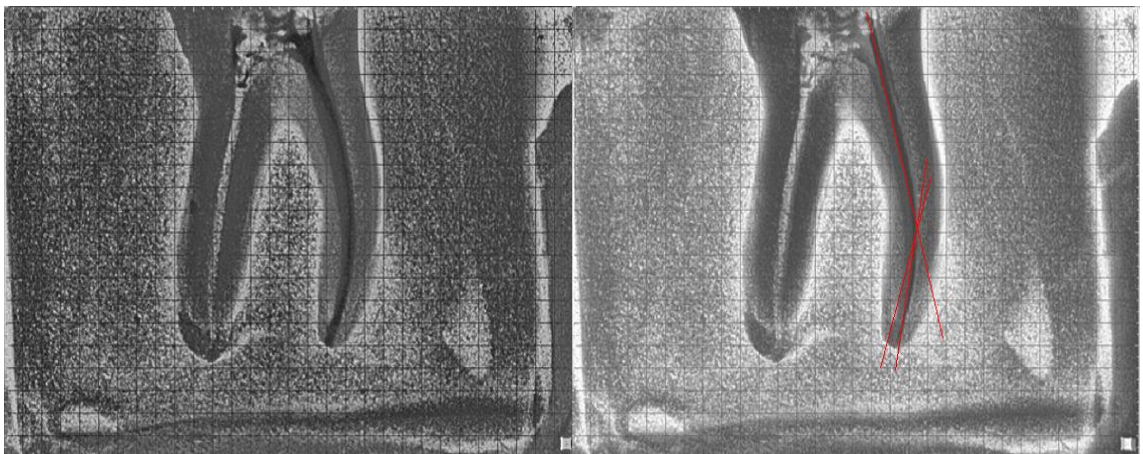




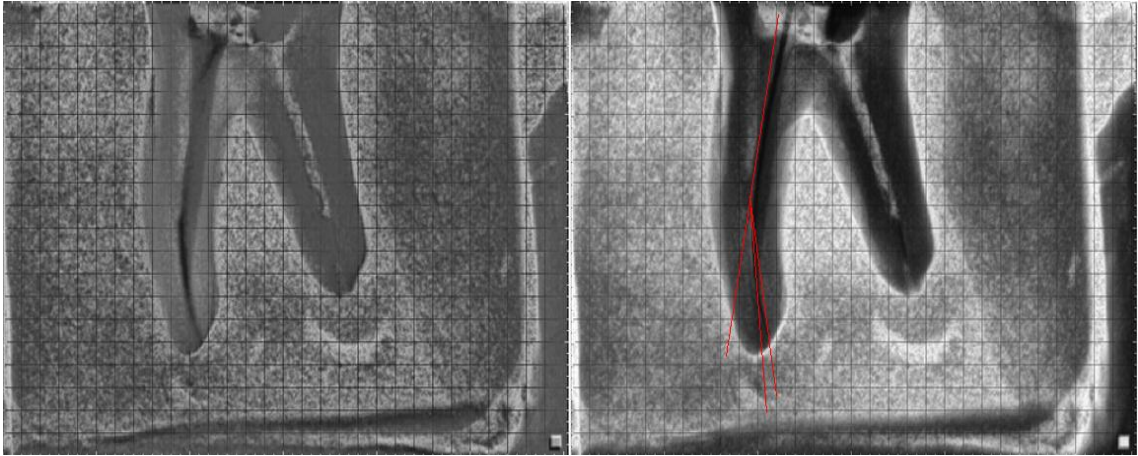
**Diente N5. Instrumentado con Sistema Wave One**



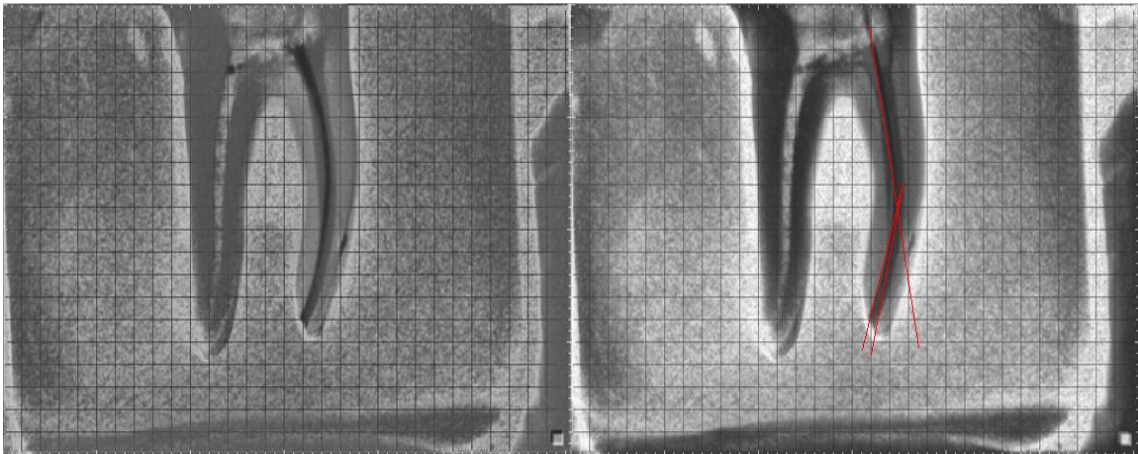
**Diente N6. Instrumentado con Sistema Wave One**



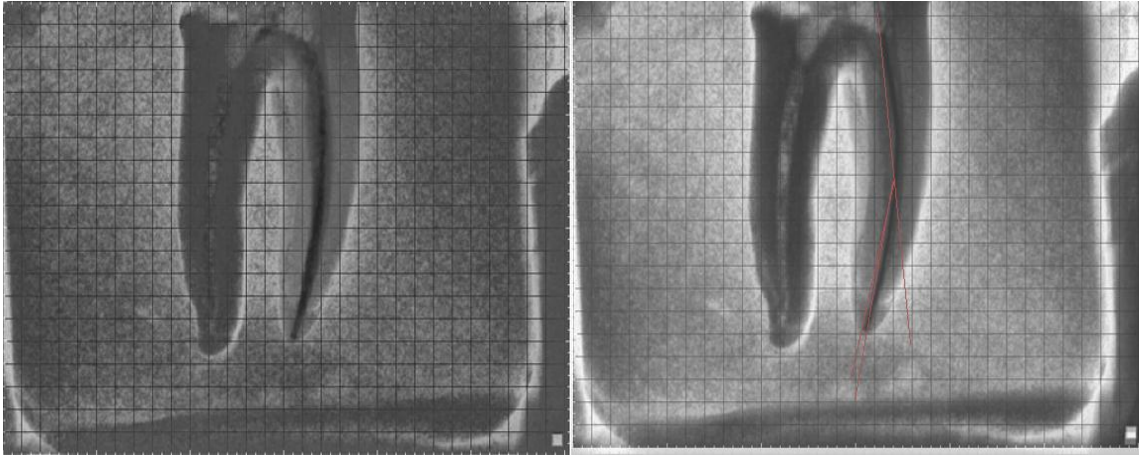
**Diente N7. Instrumentado con Sistema Wave One**



**Diente N8. Instrumentado con Sistema Wave One**



**Diente N9. Instrumentado con Sistema Wave One**

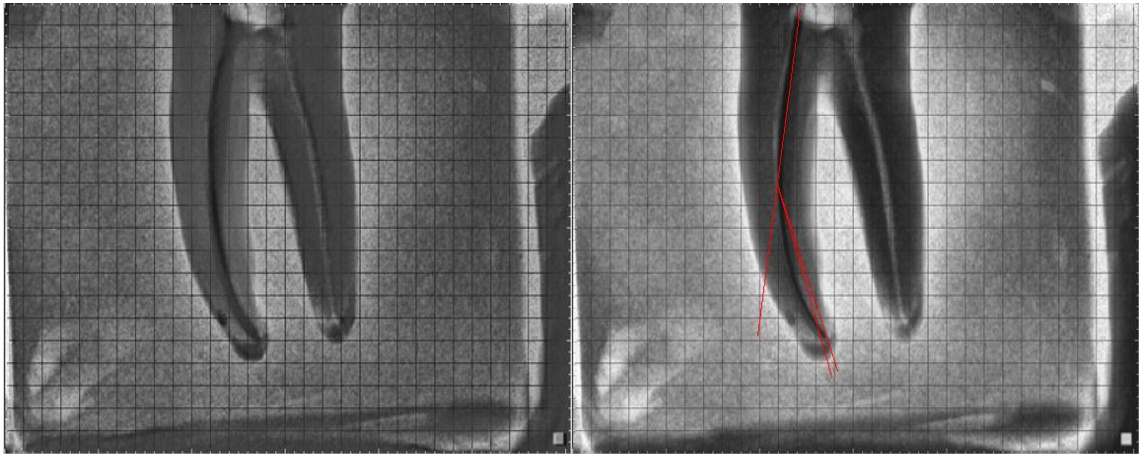


**Diente N10. Instrumentado con Sistema Wave One**

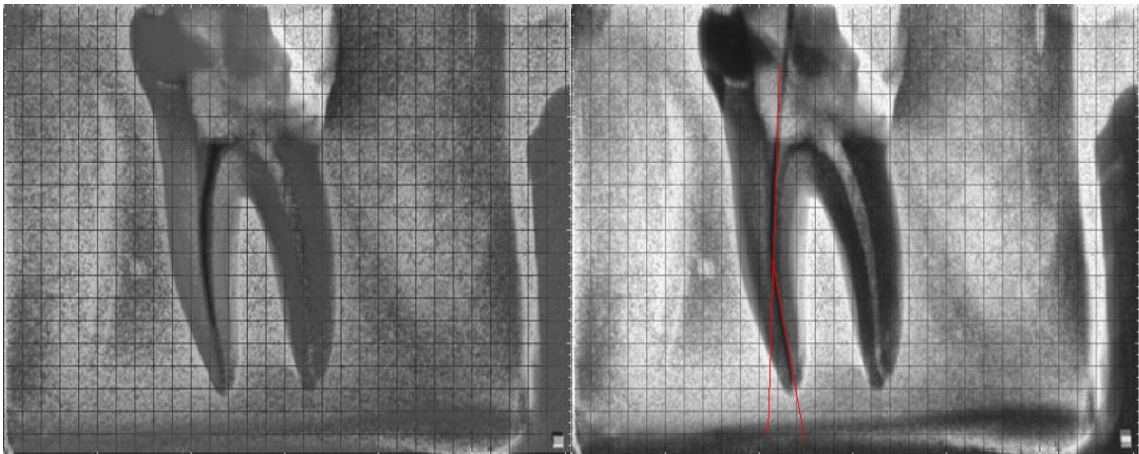


## ANEXO 2

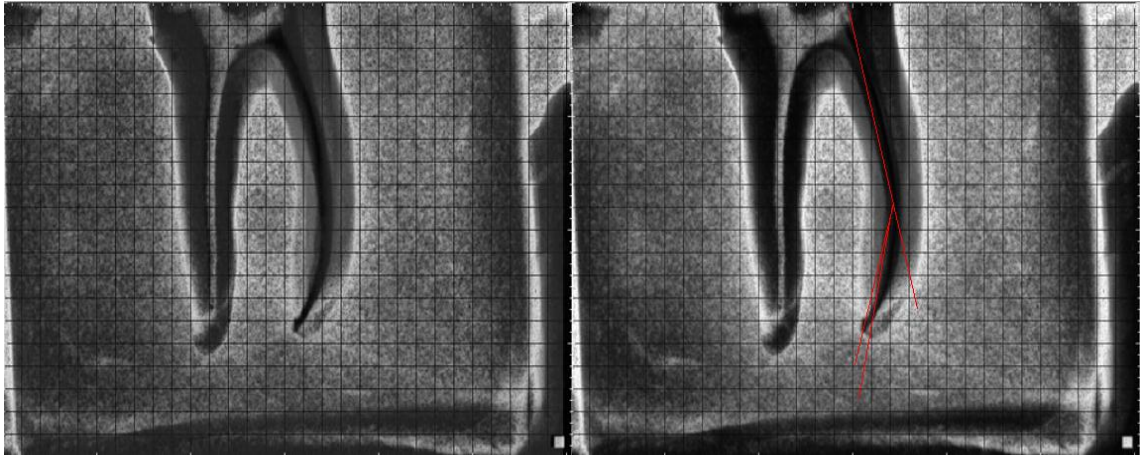
**Sobreposicion de imágenes radiográficas de piezas preparadas con sistema Protaper Universal Rotatorio**



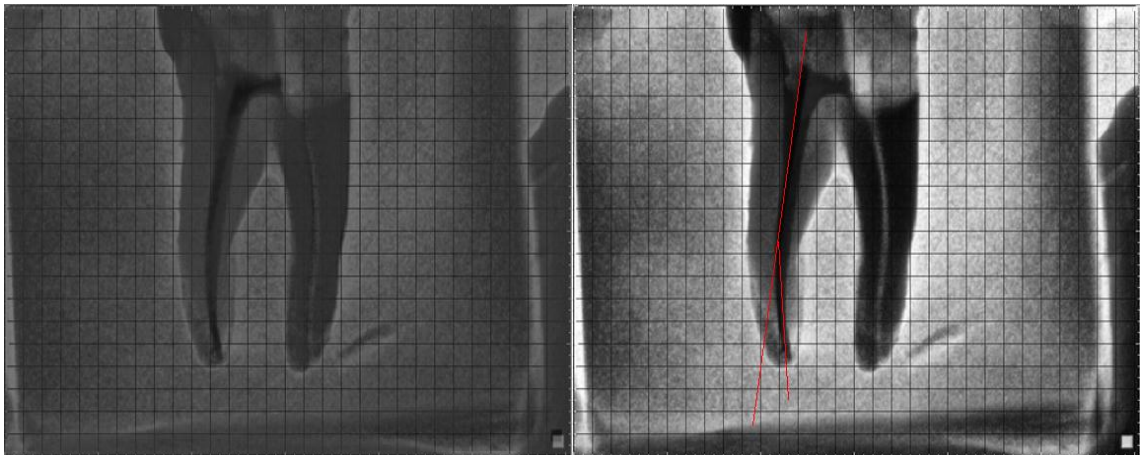
**Diente N1. Instrumentado con Protaper Universal Rotatorio**



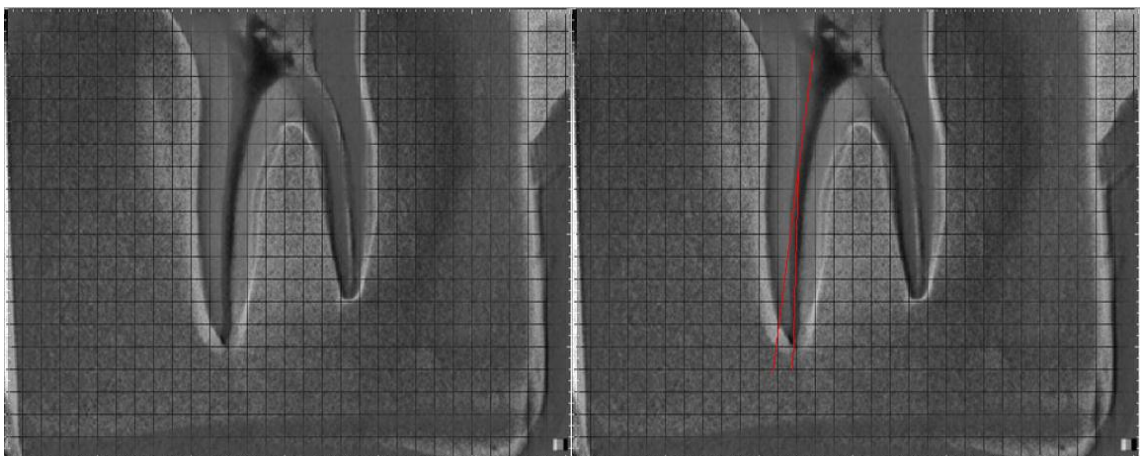
**Diente N2. Instrumentado con Protaper Universal Rotatorio**



**Diente N3. Instrumentado con Protaper Universal Rotatorio**

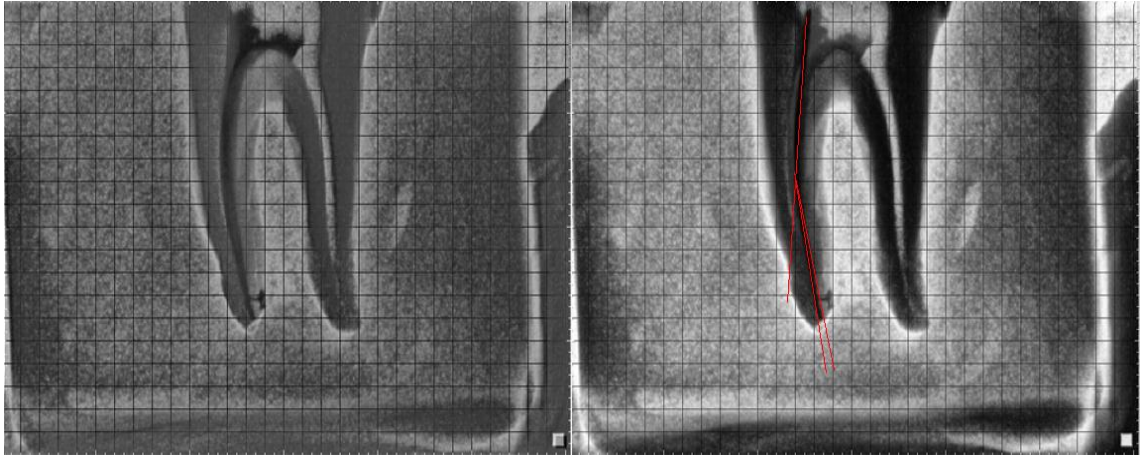


**Diente N4. Instrumentado con Protaper Universal Rotatorio**

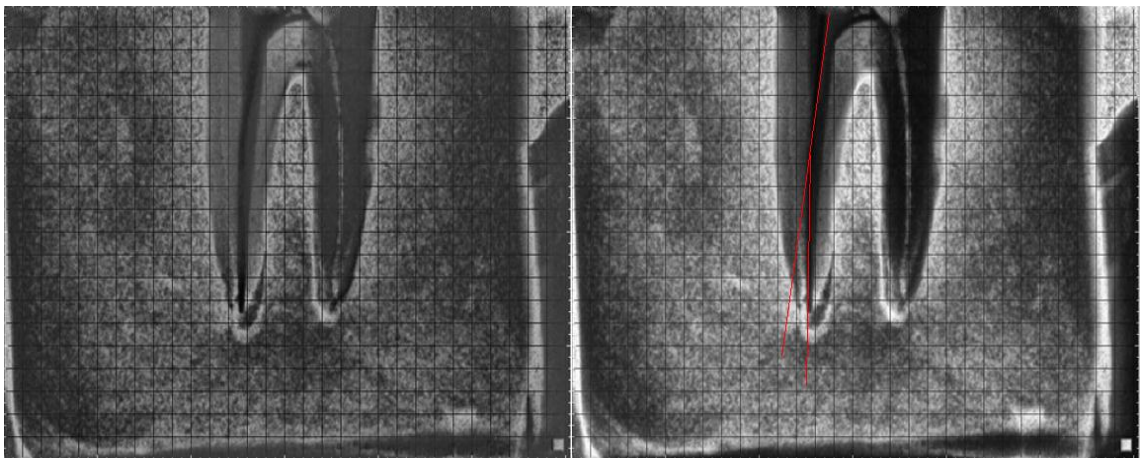


**Diente N5. Instrumentado con Protaper Universal Rotatorio**

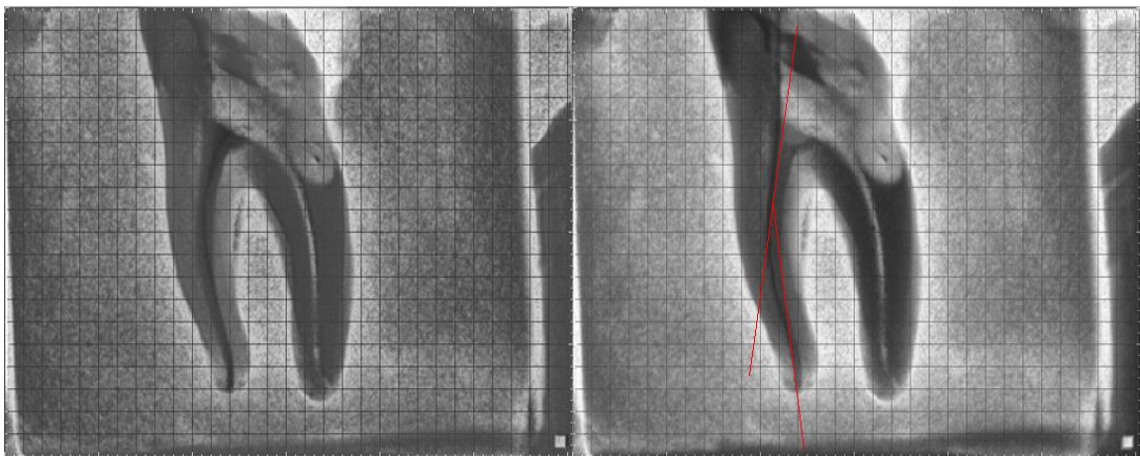




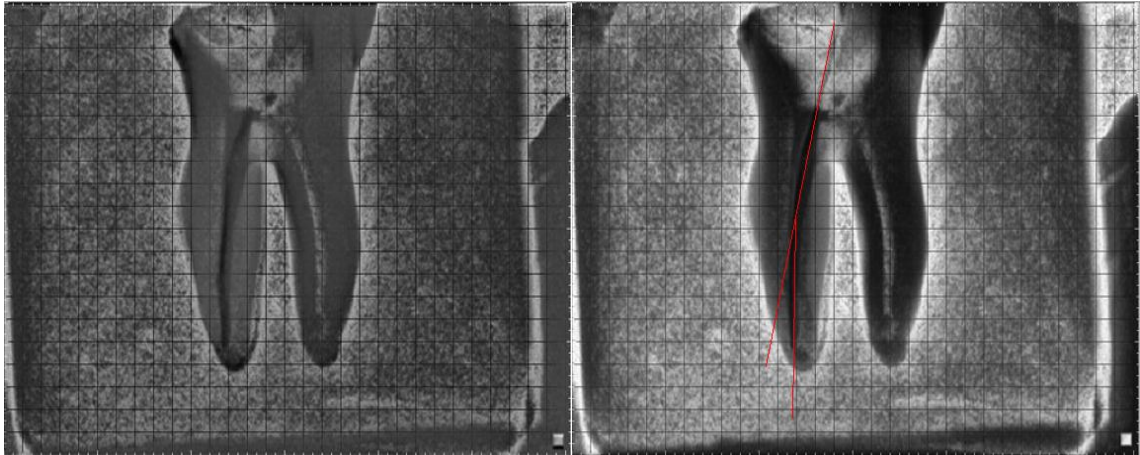
**Diente N6. Instrumentado con Protaper Universal Rotatorio**



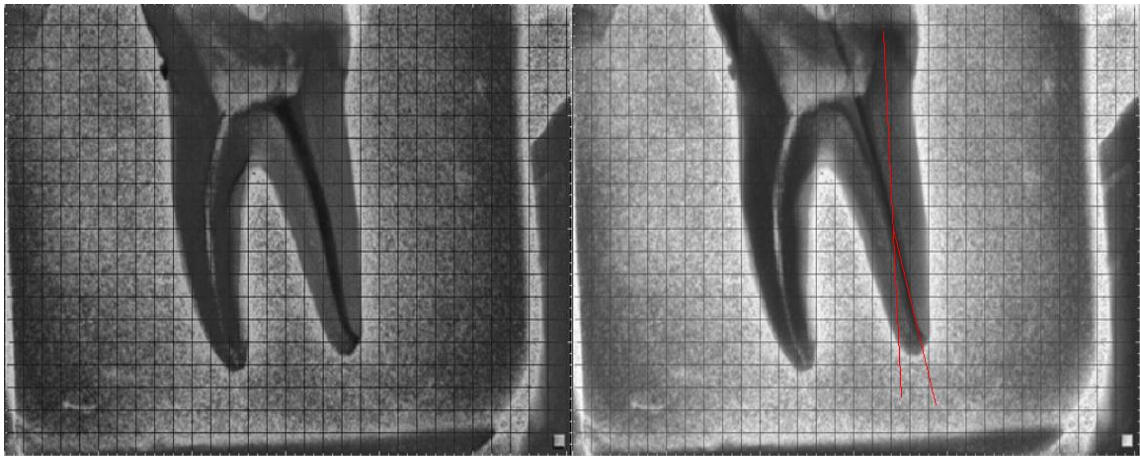
**Diente N7. Instrumentado con Protaper Universal Rotatorio**



**Diente N8. Instrumentado con Protaper Universal Rotatorio**



**Diente N9. Instrumentado con Protaper Universal Rotatorio**

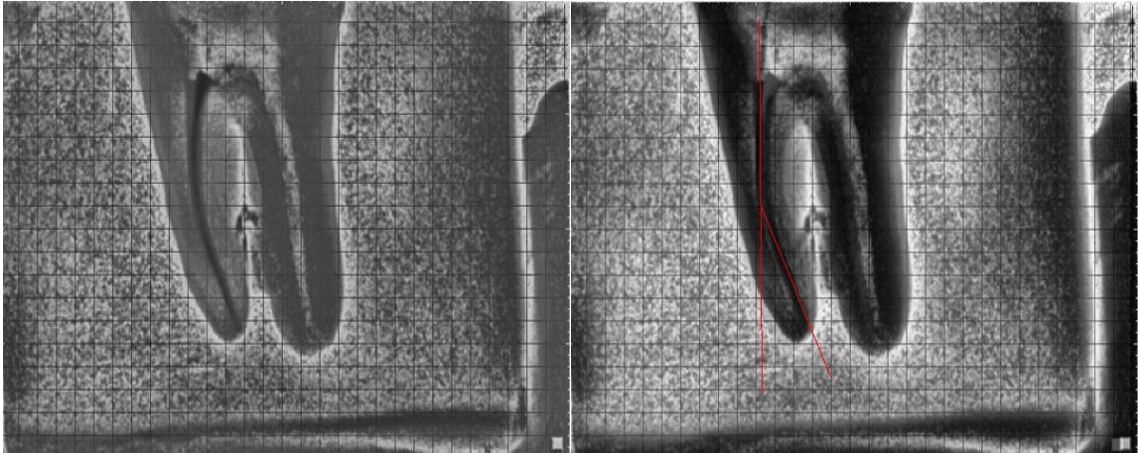


**Diente N10. Instrumentado con Protaper Universal Rotatorio**

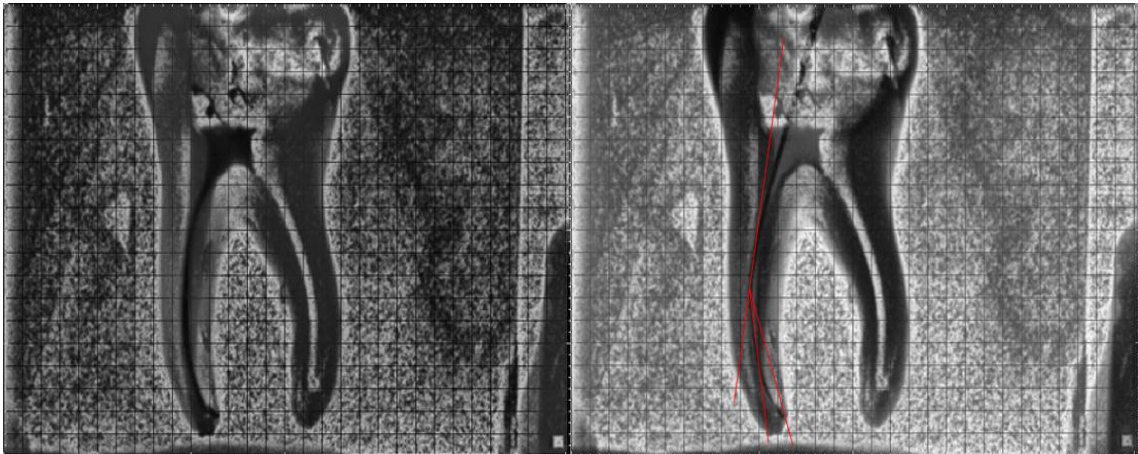


### ANEXO 3

#### Sobreposicion de imágenes radiográficas de piezas preparadas con sistema Protaper Manual

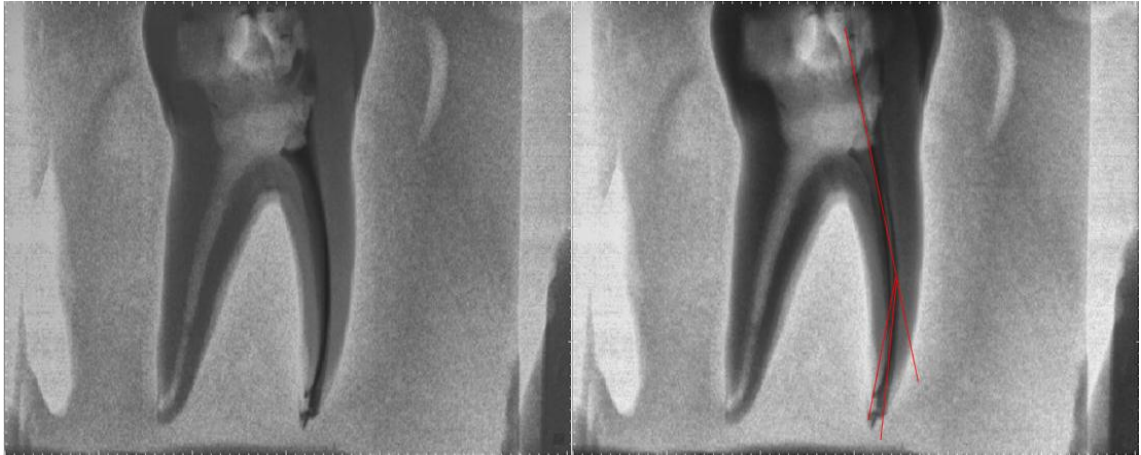


**Diente N1. Instrumentado con Sistema Protaper Manual**

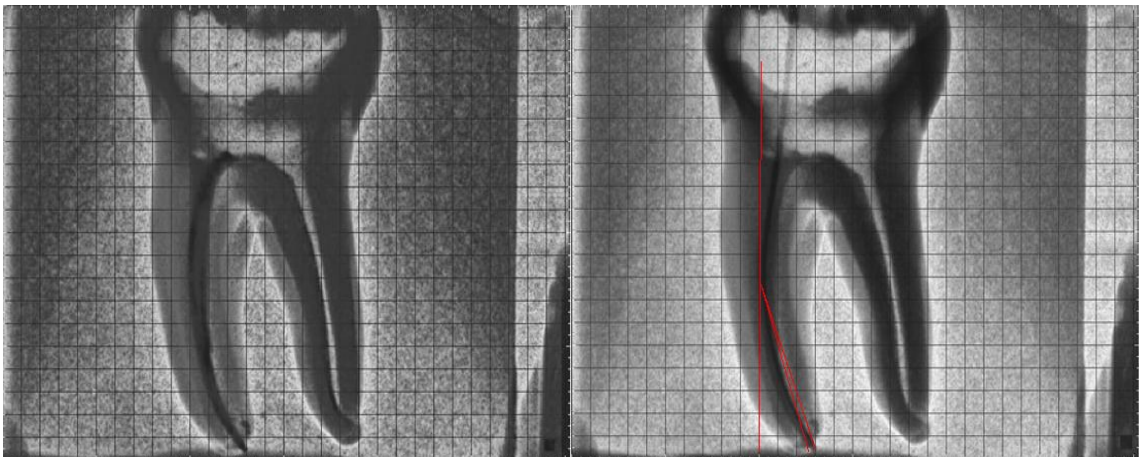


**Diente N2. Instrumentado con Sistema Protaper Manual**

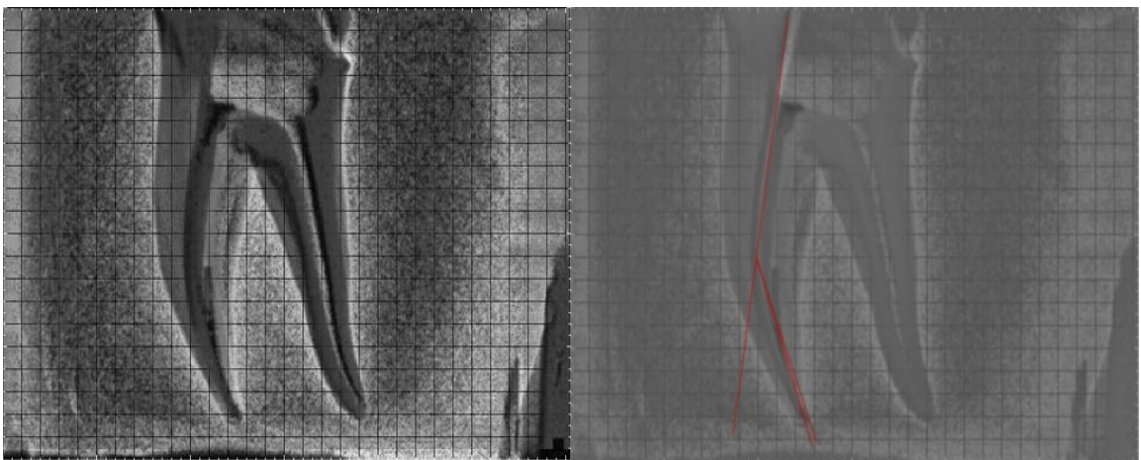




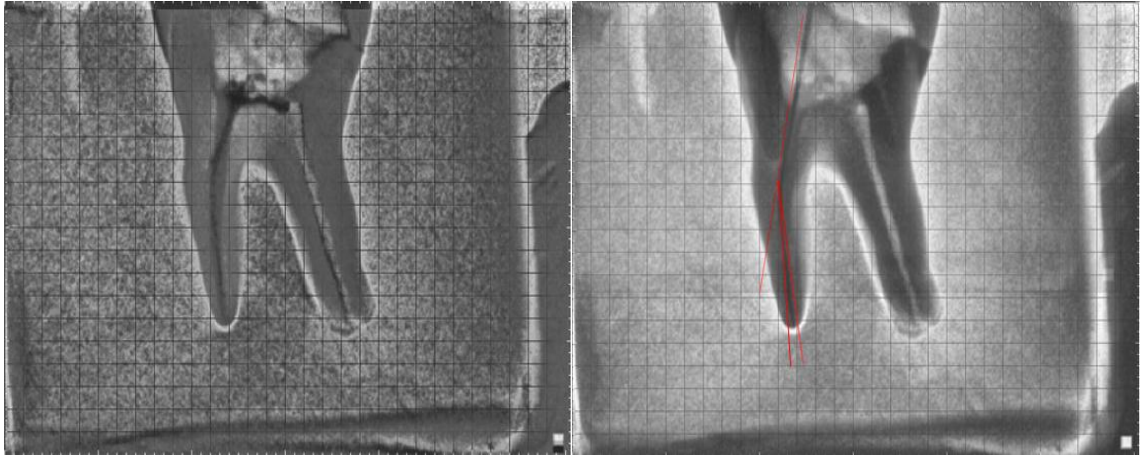
**Diente N3. Instrumentado con Sistema Protaper Manual**



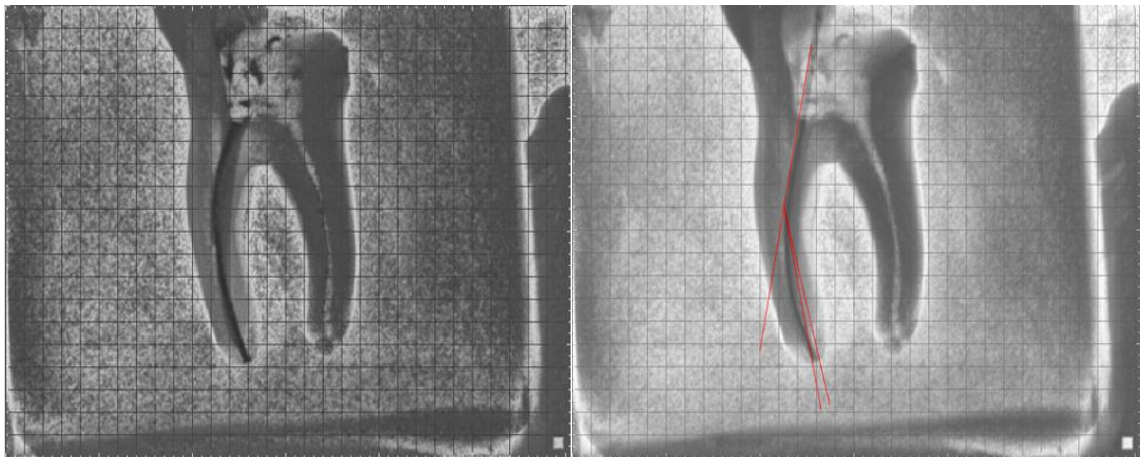
**Diente N4. Instrumentado con Sistema Protaper Manual**



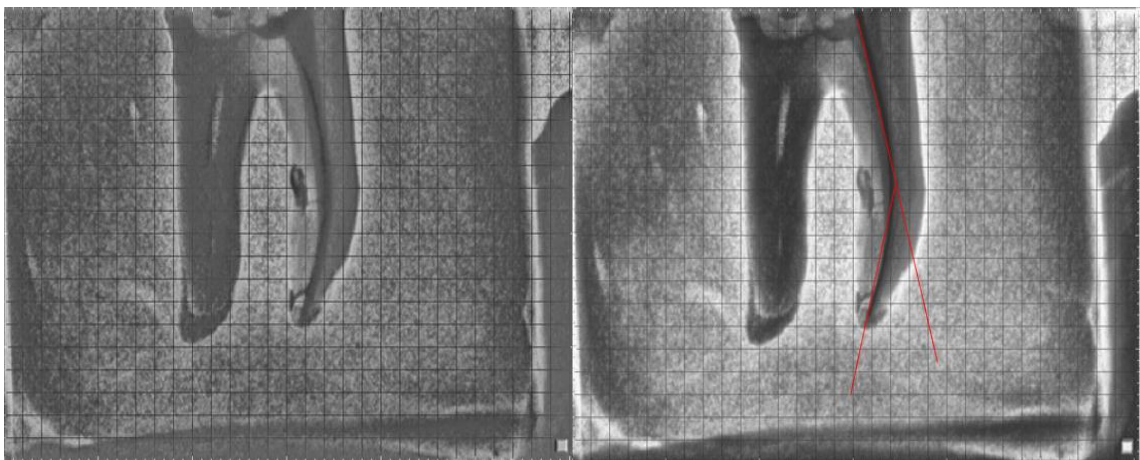
**Diente N5. Instrumentado con Sistema Protaper Manual**



**Diente N6. Instrumentado con Sistema Protaper Manual**

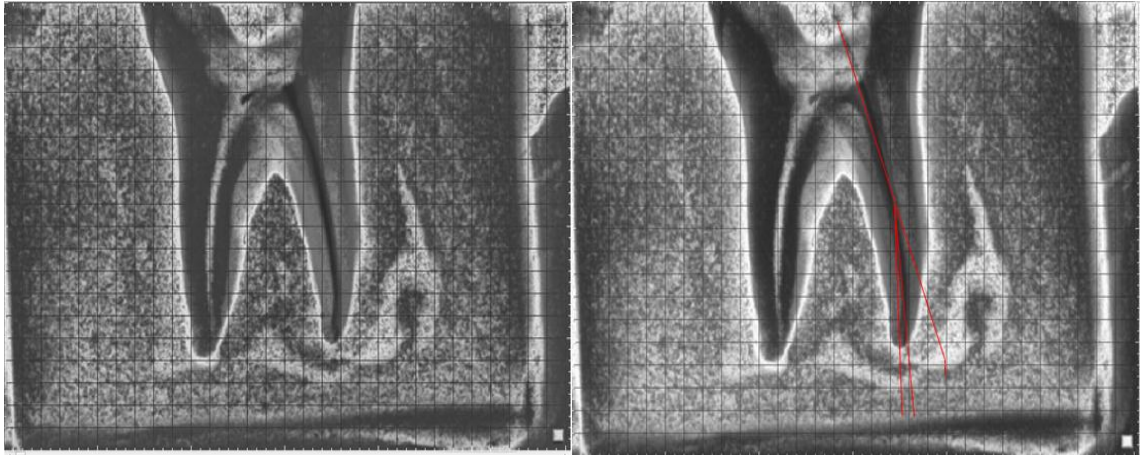


**Diente N7. Instrumentado con Sistema Protaper Manual**

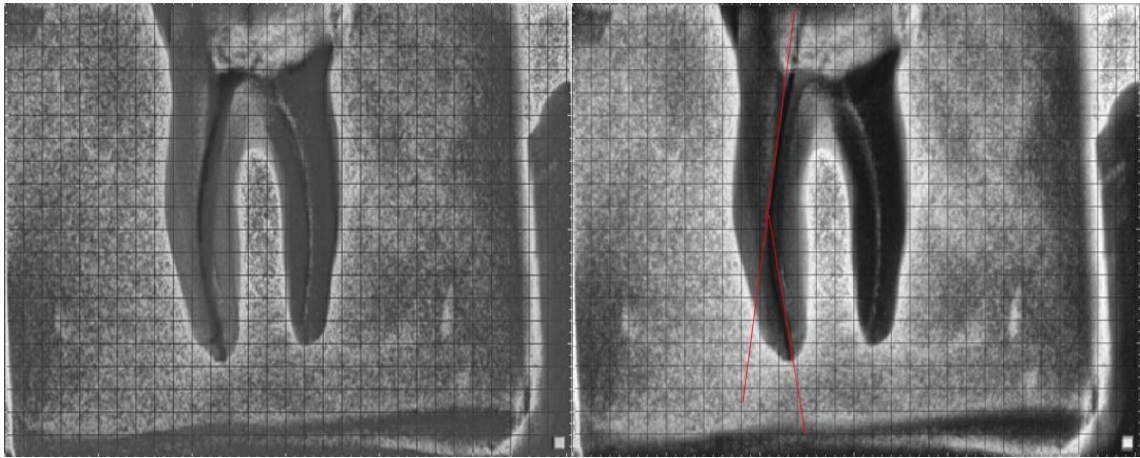


**Diente N8. Instrumentado con Sistema Protaper Manual**





**Diente N9. Instrumentado con Sistema Protaper Manual**



**Diente N 10 Instrumentado con Sistema Protaper Manual**

## ANEXO 4

Tabla de Registro de Datos

<b>SISTEMA:</b>					
<b>N. de pieza dental</b>	<b>Distancia inicial entre conducto y furca (mm)</b>	<b>Distancia final entre conducto y furca (mm)</b>	<b>Porcentaje de acercamiento (%)</b>	<b>Transportación (mm)</b>	<b>Tiempo (segundos)</b>
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

## ANEXO 5

**Tabla de Resultado de datos**

	ACERCAMIENTO A FURCA EN TERCIO CORONAL (%)	ACERCAMIENTO A FURCA EN TERCIO MEDIO(%)	EXTENSION DE LA PREPARACION EN ZONA APICAL DESPUES DE LA OBTURACIÓN (mm)	TIEMPO DE INSTRUMENTACIÓN
<b>Sistema Wave One</b>				
Diente 1	36,3	25	0,33	105
Diente 2	42,8	28,5	0,28	150
Diente 3	28,5	33,3	0,25	120
Diente 4	40	33,3	0,25	125
Diente 5	49,5	42,8	0,33	120
Diente 6	36,3	44,4	0,3	92
Diente 7	40	40	0,35	72
Diente 8	30	33,3	0,33	70
Diente 9	36,3	33,3	0,25	50
Diente 10	40	30	0,33	55
<b>Sistema Protaper Universal Rotatorio</b>				
Diente 1	20	12,5	0,25	123
Diente 2	25	16,6	0,33	98
Diente 3	15,3	50	0,25	71
Diente 4	11,11	14,2	0,25	102
Diente 5	40	25	0,25	118
Diente 6	30	25	0,25	150
Diente 7	42,8	14,2	0,25	200
Diente 8	40	18,18	0,25	89
Diente 9	14,2	10	0,25	169
Diente 10	18,18	18,18	0,25	99
<b>Sistema Protaper Manual</b>				
Diente 1	40	44,4	0,5	270
Diente 2	45,4	37,5	0,33	345
Diente 3	26,6	23	0,33	362
Diente 4	26,6	20	0,33	280
Diente 5	42,8	25	0,5	342
Diente 6	50	60	0,33	374
Diente 7	18,18	28,5	0,4	290
Diente 8	22,2	14,2	0,33	315
Diente 9	40	36,3	0,4	285
Diente 10	44,4	28,5	0,33	348