

## **Información Importante**

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

**Bibliotecas Bucaramanga**  
**Universidad Santo Tomás**

**FORMACIÓN DE FISURAS RADICULARES DEL TERCIO APICAL  
EN DIENTES HUMANOS, CAUSADAS POR LA  
INSTRUMENTACION DE DOS SISTEMAS RECIPROCANTES.  
ESTUDIO EX VIVO.**

María Cecilia Castaño Echeverry, Rodolfo Fajardo Eraso y Ciro Alexander Sánchez Ropero

Propuesta de Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Endodoncia

Director  
Dr. Jorge Armando Solano Gutiérrez  
Endodoncista

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga  
División Ciencias de la Salud

Posgrado de Endodoncia  
2016  
**Tabla de contenido**

1. Introducción .....	7
1.1 Planteamiento del Problema.....	8
1.2 Justificación.....	9
1.3 Hipótesis.....	10
2. Objetivos .....	10
2.1 Objetivo General .....	10
2.2 Objetivos Específicos .....	10
3. Marco Teórico .....	11
3.1 Marco Referencial .....	11
3.1.1 Marco Histórico.....	11
3.1.2 Marco Conceptual. ....	11
4. Diagnóstico.....	11
4.1 Tratamiento .....	12
5. Metodología .....	16
6. Información técnica.....	17
6.1 Instrumentos para la recolección de datos.....	17
6.2 Procedimiento.....	17
6.2.1 Selección y conservación de la muestra.....	17
6.2.1.1 Prueba piloto.....	18
6.2.2 Fabricación del modelo. ....	19
6.2.3 Aperturas Camerales .....	23
6.2.4 Toma de Fotografías Iniciales.....	24
6.2.5 Aleatorización de la muestra .....	24
6.2.6 Longitud de trabajo. ....	24
6.2.7 Preparación mecánica.....	25
6.2.8 Toma de Fotografías Finales. ....	28
6.2.9 Registro de resultados. ....	28
7. Estadística y tratamiento de los datos .....	28
7.2 Variables para el análisis del problema de investigación.....	28
7.2.1 Plan de análisis. ....	28
8. Consideraciones Éticas.....	29
9. Resultados .....	29
9.1 Aplicación de la prueba X <sup>2</sup> de homogeneidad.....	30
9.2 Variable “fisura apical” análisis de resultados.....	32

10. Discusión:.....	38
11. Conclusiones .....	40
Recomendaciones.....	41
Referencias Bibliográficas .....	42
Apéndices.....	46
Apéndice A Instrumento de selección de la muestra. ....	46
Apéndice B Instrumento de evaluación de los resultados.....	49
Apéndice C. Operacionalización de Variables para el análisis del problema de investigación	52
Apéndice D. Resultados evaluación Grupo A.....	52
Apéndice E. Resultados evaluación Grupo B .....	54

**Lista de Tablas**

Tabla 1 <i>Tabla Kappas</i> .....	29
Tabla 2 Prueba $\chi^2$ de homogeneidad.....	30
Tabla 3 <i>Pruebas de Chi cuadrado</i> .....	31
Tabla 4 <i>Variable Fisura Apical</i> .....	32
Tabla 5 <i>Longitud de Trabajo sin Fisura Apical para el grupo A (Wave One Gold)</i> .....	32
Tabla 6 <i>Longitud de Trabajo con Fisura Apical para el grupo A</i> .....	33
Tabla 7 <i>Longitud de Trabajo sin Fisura Apical para el grupo B (Reciproc)</i> .....	33
Tabla 8 <i>Longitud de Trabajo Con Fisura Apical para el grupo B</i> .....	34
Tabla 9 <i>Grupo Aleatorio</i> .....	34
Tabla 10 <i>Tablas para análisis</i> .....	35

### Lista de figuras

<i>Figura 1</i> De izquierda a derecha Lima R25 del sistema reciprocante Reciproc (VDW) y lima Primary del sistema reciprocante Wave One Gold (Dentsply) .....	9
<i>Figura 2</i> Partes de lima tipo K .....	13
<i>Figura 3</i> Partes de lima con aleación níquel titanio para utilizarse en motor rotatorio. ....	15
<i>Figura 4</i> Tamaño de la muestra determinado por programa Epidat. ....	17
<i>Figura 5</i> Limpieza de premolares humanos. ....	18
<i>Figura 6</i> Prueba Piloto A. Disposición de blisters de limas y motores para prueba piloto. B. Muestras montadas en modelos para prueba piloto. ....	19
<i>Figura 7</i> Esquema de muestra y modelo de trabajo. ....	20
<i>Figura 8</i> Fabricación de modelo. A. Medición y marcación de 3mm apicales. B. Montaje de la muestra en cera amarilla. C. Colocación de papel aluminio. D. Medición y corte de bandas de cera rosada. E. Confección de modelos individuales. F. Vista superior de encofrado. G. Aplicación de acrílico de autocurado. H. Sumersión de modelos en suero fisiológico para conservación y refrigeración. ....	21
<i>Figura 9</i> Continuación fabricación modelo. A. Diente con papel aluminio dentro de cubo acrílico. B. remoción del diente del cubo acrílico C.- D. Se pone silicona para simular ligamento periodontal. E. se introduce el diente en el modelo acrílico F-E. Se realiza remoción de será amarilla. ....	22
<i>Figura 10</i> Apertura Cameral. A. Acceso con fresa redonda. B. Verificación llegada a cámara pulpar C. Eliminación de techo cameral y cuernos pulpares con Endozecrya. D. Irrigación de la cámara con suero fisiológico. ....	23
<i>Figura 11</i> Toma de fotografías con cámara del Stemi 2000-C Stereo Microscopes .....	24
<i>Figura 12</i> Determinación de longitud de trabajo. A. Verificación de permeabilidad con lima 08. B. Lima 08 a ras del foramen apical (Flecha). Longitud a la que se le restó 1mm para determinar la longitud de trabajo definitiva. ....	25
<i>Figura 13</i> Preparación mecánica Sistema Reciproc lima R25. A. Irrigación con suero fisiológico. B. Lima Tipo K #10 a longitud de trabajo C. irrigación con suero fisiológico D. Preparación del conducto radicular lima R25. ....	26
<i>Figura 14</i> Preparación mecánica Sistema WaveOne Gold lima Primary. A. Irrigación con suero fisiológico. B. Lima Tipo K #15 a longitud de trabajo C. irrigación con suero fisiológico D. Preparación del conducto radicular lima Primary. ....	27
<i>Figura 15</i> Plan de análisis. ....	29
<i>Figura 16</i> Interpretación del valor del coeficiente Kappa .....	30
<i>Figura 17</i> A. Imagen preoperatoria de muestra del grupo A. B. Fotografía postoperatoria del grupo A con fisuras apicales (Flechas). C. Imagen preoperatoria de muestra del grupo B. D. Fotografía postoperatoria del grupo B con fisuras apicales (Flechas). E. Fotografía preoperatoria. F. Imagen postoperatoria sin aparición de fisuras. ....	36
<i>Figura 18.</i> A (1,2,3). Imágenes preoperatorias de muestras del grupo A (Wave One Gold). B (1,2,3). Fotografías postoperatoria del grupo A (Wave One Gold) con fisuras apicales (Flechas) .....	37

## **FORMACIÓN DE FISURAS RADICULARES DEL TERCIO APICAL, EN DIENTES HUMANOS, CAUSADAS POR LA INSTRUMENTACION DE DOS SISTEMAS RECIPROCANTES. ESTUDIO EX VIVO.**

### **1. Introducción**

La preparación del conducto radicular es uno de los pasos más importantes en el éxito del tratamiento endodóntico (1).

La introducción de nuevos sistemas de preparación mecánica a base de aleaciones de níquel titanio, han logrado una práctica endodóntica más segura reduciendo errores de procedimientos ya que estos instrumentos poseen alta eficiencia de corte y mantienen la centralidad y la anatomía original de los conductos radiculares y optimizando el tiempo de trabajo. Recientemente se introdujo a mercado el movimiento recíprocante con el objetivo de disminuir la separación de instrumentos por torsión o fatiga cíclica. Sin embargo este movimiento bidireccional en la zona apical puede producir mayor presión comparado con un sistema de rotación continua. (2)

Kuttler reportó que el conducto radicular usualmente se estrecha hacia el ápice y se expande para formar el foramen apical, por lo tanto la parte más estrecha del conducto forma la constricción apical (3). Para garantizar una desinfección adecuada de detritos y microorganismos al momento de realizar un tratamiento de conductos se considera que la constricción apical es usualmente la referencia anatómica donde la instrumentación bioquímico-mecánica y la obturación termina (4). Sin embargo el uso de instrumentos de preparación mecánica que produzcan desgaste dentinal excesivo combinado con el estrés por la cinemática de las limas ejercido de manera intensa a las paredes radiculares internas del tercio apical pueden generar pequeñas líneas de fisuras por lo cual diferentes autores reportan que potencialmente pueden llevar a una fractura vertical de la raíz afectada y por consiguiente la pérdida del órgano dental ya que en la actualidad no existe ningún tratamiento que permita mantener en función una raíz fracturada. (5) (6) (7).

La fractura radicular se produce cuando la fuerza de tensión en la pared del canal excede la resistencia a la tracción de la dentina. Sin embargo, se han realizado investigaciones de este tema durante el tratamiento de conductos radiculares, y esta fractura radicular vertical es el resultado final de la propagación de una fisura (8). La utilización de sistemas de limas rotatorios recíprocantes con nuevas aleaciones hace que debemos conocer su comportamiento en la zona apical y su posible generación de daños radiculares, por esta razón se debe evaluar el comportamiento y la incidencia de fisuras producidas por la instrumentación de dos sistemas de limas recíprocas en esta zona. El sistema Wave One Gold® presenta un nuevo tratamiento térmico en su aleación denominado almabre Gold, el cual aumenta la eficacia de corte según el fabricante, y un taper de 7%. Su corte transversal poligonal permite que el instrumento no se atornille o bloquee internamente; además el sistema tiene punta optimizada y sección transversal en paralelogramo (9). El sistema RECIPROC® presenta aleación NiTi M-Wire® que le otorga gran flexibilidad, taper de 8% regresivo, punta inactiva y sección transversal en S (10).

**1.1 Planteamiento del Problema.** Actualmente, los avances en la instrumentación rotatoria con instrumentos NiTi han dado lugar a nuevos diseños y técnicas de preparación del conducto radicular. Las características de diseño, como el núcleo de NiTi, diámetro, forma de sección transversal, ángulo de corte, y la profundidad de las estrías, pueden afectar el comportamiento de la lima (8, 11) y, por lo tanto, pueden influir en la generación de fisuras o microcracks radiculares, aumentando el riesgo de aparición de una fractura radicular vertical que es de mal pronóstico y conlleva a la pérdida del diente afectado (12). Diferentes estudios muestran que hay discrepancia en la aparición de grietas en la porción apical debido a la instrumentación durante el tratamiento de conductos (12, 13, 14, 15,16). Autores como Adorno en su estudio de 2011 documentó una relación entre la aparición de fisuras a nivel apical y los sistemas rotatorios continuos Profile, K3 y Endowave, donde se observa un total de 10 fisuras a -1 mm de la longitud de trabajo producido por los tres sistemas, 20 fisuras a nivel del foramen apical, y 21 fisuras cuando se sobrepasó 1mm del foramen apical (14). En un reciente estudio ex vivo Karatas y colaboradores, demuestran que tanto la instrumentación rotatoria continua como la instrumentación recíprocante tienen el potencial de causar microfisuras radiculares. Los autores reportaron que de un grupo de 15 dientes instrumentados con limas Wave One 40% de los dientes presentó fisuras en los últimos 3mm y TF Adaptative fue de apenas el 6% (17). Sin embargo Kansal y colaboradores concluyen en un estudio que los instrumentos con movimiento recíprocante producen menos fisuras radiculares que los instrumentos de rotación continua, donde observaron que de un total de 30 dientes por grupo encontraron que Wave One tuvo un 15% de aparición de fisuras, mientras que el sistema Protaper de rotación continua se encontró un 53% de desarrollo de fisuras (18). En tanto De Deus en su estudio con micro CT documentó fisuras previas a la instrumentación en un 27.64% de las imágenes preoperatorias y donde concluyo que hay una falta de relación de causalidad entre microfisuras dentinarias y la preparación del conducto radicular con Reciproc, Wave One y el sistema Race(19).

En la actualidad están a nuestra disposición nuevos sistemas para la instrumentación del canal radicular que hacen necesario el desarrollo de investigaciones que nos permitan conocer si el sistema que usamos es adecuado para lograr una preparación mecánica del conducto segura, evitando desgaste excesivo e innecesario que pueda traer consecuencias en la resistencia o propiedades fisicomecánicas de la dentina. Es preciso evaluar si estamos realizando endodoncias más seguras y conservadoras al mantener la centralidad del conducto, su anatomía orinal del canal y del foramen, con lo cual podemos mantener una mayor cantidad de dentina, y así disminuir los riesgos de transmisión del estrés a las superficies radiculares; por esta razón en este estudio se realizó la comparación de los sistemas recíprocantes Reciproc® (VDW) y Wave One Gold® (Dentsply Maillefer) ambos son sistemas de movimiento recíprocante.

Las limas utilizadas R25 Reciproc® (VDW) y la lima Primary Wave One Gold® (Dentsply Maillefer) son de uso único con diámetro 0.25, se diferencian en taper, sección transversal, tratamiento térmico de la aleación Fig. 1.



Figura 1 De izquierda a derecha Lima R25 del sistema reciprocante Reciproc (VDW) y lima Primary del sistema reciprocante Wave One Gold (Dentsply)

### **Pregunta de Investigación**

¿Cuál de los sistemas reciprocantes RECIPROC® (VDW) y Wave One Gold® (Dentsply Maillefer) produce aparición de fisuras radiculares del tercio apical?

**1.2 Justificación.** El objetivo de un tratamiento endodóntico es reducir de manera notoria la carga bacteriana del conducto radicular a través de una preparación bioquímico-mecánica de los canales radiculares. En los últimos años se han introducido a la práctica endodóntica instrumentos rotatorios y reciprocantes de Níquel titanio que han mejorado la práctica clínica optimizando el tiempo de trabajo y haciendo más predecibles los procedimientos, ya que son instrumentos con mayor eficiencia de corte, mayor flexibilidad y facilita una óptima conformación de los conductos radiculares. Sin embargo, durante el proceso de instrumentación mecánica se pueden presentar complicaciones indeseables tales como la transportación del conducto radicular, perforaciones, adelgazamiento de las paredes dentinales y formación de líneas de fisuras apicales producidas por el estrés causado entre el instrumento y las paredes de dentina. Estas fisuras a la dentina pueden propagarse y convertirse en una fractura vertical radicular que clínicamente representa la pérdida del órgano dental afectado (15, 16). Los autores han recomendado más investigaciones referentes a la aparición de estas fisuras radiculares o micro fracturas de la pared dentinal radicular asociados a el uso de los nuevos sistemas de limas reciprocantes (11,12, 14, 15, 16, 17,19). Por lo tanto si se encuentra una alta asociación entre el uso de sistemas rotatorios y reciprocantes con la aparición de estas fisuras se podría plantear una reevaluación del diseño o protocolos de uso específico para cada sistema de limas rotatorias, ya que el conocimiento del comportamiento de estas limas supondría una mejoría en la elección clínica de los instrumentos al enfrentarnos a cada caso de tratamiento endodóntico. Hasta el momento no se han encontrado artículos científicos sobre el estudio de desarrollo de fisuras comparando los sistemas Reciproc®

(VDW) y Wave One Gold® (Dentsply Maillefer). Por lo tanto se propone realizar un estudio ex vivo que nos permita comparar la aparición de fisuras radiculares externas asociado a la instrumentación recíprocante con los sistemas Reciproc® (VDW) y Wave One Gold® (Dentsply Maillefer), reconociendo que la formación de dichas fisuras radiculares es un factor de riesgo para el posible desarrollo de la fractura radicular vertical y esta a su vez una de las causas de pérdida dental y donde un adecuado implemento de uso de estos sistemas de limas de rotación recíprocante resulta en una menor o nula aparición del desarrollo de fisuras y por ende un menor desarrollo de fracturas verticales, evitando la exodoncia dental.

**1.3 Hipótesis** El presente trabajo evaluara y comparara la formación de fisuras del tercio apical radicular al utilizar dos sistemas NiTi de movimiento recíproco, Reciproc® (VDW) y Wave One Gold® (Dentsply Maillefer). En el presente estudio se espera que la aparición de fisuras desarrolladas por el sistema Wave One Gold® (Dentsply Maillefer) usando la lima Primary, sea menor en comparación con el sistema Reciproc® (VDW) usando la lima R25, debido a que el sistema Wave One Gold® presenta una punta optimizada con un nuevo tratamiento térmico en su aleación el cual aumenta la eficacia de corte, y un taper de 7%, su corte transversal poligonal reduce la separación por torsión(9);el sistema RECIPROC® presenta aleación NiTi M-Wire®, taper de 8% regresivo con punta inactiva y sección transversal en S (10).

El sistema de limas recíprocante RECIPROC® (VDW) causaría mayor aparición de fisuras en la superficie radicular externa apical que el sistema Wave One Gold® (Dentsply Maillefer).

El sistema de limas recíprocante Wave One Gold® (Dentsply Maillefer) causa menor aparición de fisuras en la superficie radicular externa apical que el sistema de limas recíprocante RECIPROC® (VDW)

## 2. Objetivos

**2.1 Objetivo General** Comparar la formación de fisuras en el tercio apical externo causada por los sistemas de instrumentación recíprocante Lima R25 Reciproc® (VDW) y Lima Primary Wave One Gold® (Dentsply Maillefer).

**2.2 Objetivos Específicos** Determinar por medio de un ensayo ex vivo si la preparación con sistema recíprocante Lima R25 Reciproc® (VDW) produce fisuras en el tercio apical externo mediante Stemi 2000-C Stereo Microscopes (Carl Zeiss Mikroskopie)

Determinar por medio de un ensayo *ex vivo* si la preparación con el sistema recíprocante Lima Primary Wave One Gold® (Dentsply Maillefer) produce fisuras en el tercio apical externo mediante Stemi 2000-C Stereo Microscopes (Carl Zeiss Mikroskopie).

### 3. Marco Teórico

#### 3.1 Marco Referencial

**3.1.1 Marco Histórico.** El término del “Síndrome de diente fisurado” fue usado primero por Cameron, (20). Las fracturas verticales radiculares pueden ocurrir principalmente en dientes con tratamientos endodónticos y con restauraciones. Este síndrome representa numerosos problemas para el paciente y el clínico, puesto que puede ser difícil de diagnosticar y puede estar asociado a injurias del tejido dentinal durante la preparación mecánica durante un tratamiento endodóntico. Recientemente se han introducido a la práctica endodóntica instrumentos rotatorios y reciprocantes con aleaciones de Níquel titanio que han mejorado la práctica clínica optimando el tiempo de trabajo operatorio y haciendo más predecibles los tratamientos, ya que son instrumentos con mayor eficiencia de corte, mayor flexibilidad y facilita una superior conformación de los conductos radiculares. Sin embargo durante el proceso de instrumentación mecánica se pueden presentar complicaciones indeseables tales como la transportación del conducto radicular, perforaciones, adelgazamiento de las paredes dentinales y formación de líneas de fisuras apicales producidas por el acumulamiento de fuerzas entre la lima y las paredes de dentina. Estas infracciones a la dentina pueden propagarse y convertirse en una fractura vertical radicular que clínicamente significa la pérdida del órgano dental afectado (11,12, 14, 15, 16,17).

**3.1.2 Marco Conceptual.** La fisura radicular puede ser definida como, líneas de fractura que aparecen en el plano vertical del diente (oclusal- cervical) en un periodo de tiempo. (15) Esto puede ser propiciado por la instrumentación de los conductos radiculares que es un factor que puede debilitar la dentina radicular. La instrumentación genera un alto estrés desde adentro del canal radicular a nivel apical del conducto y a lo largo de la pared del conducto en su superficie externa (6). Wilcox reportó que si se remueve mayor cantidad de estructura dental, es más probable que aparezca una fractura radicular, sin grietas evidentes hasta que se removió 40% - 50% de la dentina (7). Recientes estudios han reportado que no hay diferencias significativas en cuanto a contenido de humedad, resistencia y rigidez de la dentina, cambios manométricos en la dentina inter tubular radicular o fragilidad de los dientes tratados endodónticamente (21).

#### 4. Diagnóstico

La etiología de la aparición de fisuras radiculares puede ser multifactorial; excesivo trabajo en el conducto, falta de localización y trabajo de alguno de los conductos, excesiva compactación durante la condensación ya sea vertical u horizontal, traumatismo físico entre otros (2, 6, 7). El diagnóstico de las lesiones por fractura vertical no tiene signos y síntomas evidentes, pero una asociación de eventos podría darnos como resultado esta patología. Su diagnóstico incluye pruebas como (22)

- Pruebas de sensibilidad pulpar
- Prueba de transiluminación
- Sondeo periodontal
- Remoción de la restauración

- Examinación radiológica
- Cirugía exploratoria
- Uso de colorantes para la pigmentación de línea de fractura ( azul de metileno, detectores de caries)

Entre otros factores que pueden indicar una fractura vertical están los siguientes

- Dolor. Generalmente son dientes con tratamientos de conductos.
- Fístula. Generalmente existe un tracto sinuoso a nivel del tercio medio cervical o exudado por el surco gingival. No hay presencia de placa o signos de enfermedad periodontal en el resto de la boca.
- Tratamiento de conducto. Los dientes con fractura vertical, pueden presentar tratamiento de endodoncia
- Presencia de poste. Los retenedores intrarradiculares metálicos pueden ser un factor para la aparición de fracturas radiculares verticales.
- Movilidad. Pueden tener movilidad aun cuando presenten una sola línea de fractura.
- Evidencia radiográfica. En la radiografía periapical no muestra una imagen concreta que contribuya al diagnóstico, solo cuando hay una destrucción ósea de gran tamaño, la que se asocia una movilidad clínica con pus( 23, 24, 25, 26, 27,28)

En 2006 Zandbiglari et al encuentran una asociación directa entre un mayor conicidad de varios sistemas de instrumentación rotatoria continua y la formación de fisuras radiculares pero no hallaron relación entre la aparición o propagación de las fisuras después de la obturación del conducto radicular. (29). Ulusoy et al en 2007 relatan que la preparación bioquímico mecánica del conducto radicular afecta la resistencia de la raíz tratada ya que se pierde estructura dentinal importante y los irrigantes podrían producir deshidratación de los tejidos y propiciar la aparición de fisuras (30).

El diseño del instrumento puede generar puntos en el instrumento donde se genere alto estrés que puede ser transmitido a la dentina ocasionando la formación de micro fisuras. Entonces la geometría de la lima es también un factor determinante en la aparición de injurias radiculares ya que un diseño que permita una flexibilidad del instrumento a través de la anatomía radicular disminuirá la aparición de estrés en la dentina radicular y consecuentemente se reduce el riesgo de fractura radicular vertical (31). En 2014 Abou El Nasr and Abd El Kader realizaron preparaciones de grupos de premolares extraídos con la lima Primary Wave One, la lima F2 protaper Universal en movimiento recíprocante y en rotación continua y pudieron concluir que la aleación del instrumento juega un papel crucial en el daño potencial de la raíz por aparición de microcracks independientemente del movimiento continuo o recíprocante, por lo tanto encontraron que el grupo de premolares preparado con Wave One Primary presentó el menor porcentaje de fisuras de la superficie radicular. (32)

El Pronóstico del diente diagnosticado con una fractura radicular vertical verdadera es pobre y la exodoncia del diente debe ser considerada (33)

**4.1 Tratamiento.** El único tratamiento predecible es la eliminación de la raíz fracturada o la extracción del diente. En los dientes multirradiculares, la eliminación de la raíz fracturada puede ser realizada por la amputación de la raíz o hemisección. Los investigadores están estudiando nuevos tratamientos, pero sin un método para salvar la raíz fracturada con resultado práctico o efectivo. (34)

La asociación americana de endodoncia recomienda la prevención, debido a que las causas de fractura radicular vertical son bien conocidos, la prevención no es difícil. Las reglas principales de la seguridad son los siguientes:

Evitar la eliminación excesiva de dentina intrarradicular; y minimizar las fuerzas de acuñamiento internos.

La Compactación y condensación de materiales de obturación del conducto radicular debe ser cuidadosamente controlada. Los postes debilitan las raíces y no deben usarse a menos que sean necesarios para retener una corona (35).

El tratamiento endodóntico ha sido asociado a las fracturas radiculares verticales (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) los objetivos de la endodoncia mediante la instrumentación biomecánica son la completa remoción de tejido, detritos y microorganismos (32). Nuevos sistemas de limas salen al mercado y estos difieren unos de otros en su diseño de hojas de corte, el grado de conicidad, aleación y configuración de la punta, lo cual da ventajas clínicas de estas técnicas sobre la instrumentación manual. (5) La instrumentación continua puede generar fricción y estrés sobre el conducto radicular. (6, 16). Lo cual puede influenciar la formación de micro fisuras. En cuanto a esto algunos autores prefieren una mínima conicidad del canal que una instrumentación apical agresiva, y otros sugieren que el conducto radicular se debe conformar con 6 o 7 limas más grandes que la primera lima apical que nos de tracción apical (15). los patrones de estrés generados y su distribución en el área apical podría llegar a generar fracturas y propagación de fracturas (6)

En cuanto a las limas manuales que se utilizan en el tratamiento endodóntico estas están constituidas por cuatro partes las cuales son: mango, intermedio, parte activa y guía de penetración la cual difiere en cada tipo de instrumento siendo originalmente fabricados por Kerr Manufacturing Company en 1915. (37) Fig. 2. De aquí se establecieron normas para la fabricación de estos mediante la especificación número 28 de la Asociación Dental Americana para las limas dentro de estas especificaciones tenemos: material acero inoxidable, longitudes de 18,21,25,28,31 mm, longitud de la parte activa 16mm, mango con color indicativo del tamaño de la lima(38).



Figura 2 Partes de lima tipo K

Desde la década de los 60's, la práctica endodóntica dispone de contra ángulos para la instrumentación mecanizada de los conductos radiculares con limas de acero inoxidable lo cual tenía grandes peligros como la perforación, fractura de instrumento o falsas vías, a partir de 1980 sale al mercado odontológico sistemas de instrumentación sónica y ultrasónica y después llegan los instrumentos de níquel titanio, los cuales tienen características como flexibilidad, nuevos diseños y punta inactiva y con la utilización de motores con control de torque, resurge la instrumentación mecanizada (39). Fig 3.

La mayoría de las aleaciones de NiTi utilizadas para los instrumentos endodónticos están hechas en una proporción 1:1 atómica, que es aproximadamente igual a 56% en peso de níquel y 44% en peso de titanio (40, 41, 42).

No obstante, los ajustes sutiles en la relación de estos dos elementos causan un cambio dramático en la transformación temperatura, que tiene un efecto significativo en sus propiedades mecánicas. El contenido de níquel de una aleación NiTi tiene una gran influencia en la transformación temperaturas; un aumento de 0,1% bajará la fase de temperatura de transformación por 12 ° C (43). En la fase de constitución de las limas endodónticas de NiTi, la temperatura juega un papel importante en la determinación de las propiedades mecánicas de las limas. Las temperaturas y la transformación características de las fases cristalinas que se encuentran en los diversos instrumentos son una indicación de que diferentes procedimientos de tratamiento térmico se han utilizado durante la construcción de precisión. Las temperaturas de transformación en el que la estructura cristalina cambia, van desde austenita a martensita o viceversa. Si la temperatura está por encima de austenita final, la aleación NiTi es completamente austenítica, posee características superiores de superelasticidad. Si la temperatura está por debajo de martensita final, la aleación posee un efecto de memoria de forma, debido a la fase de constitución totalmente martensita. La presencia de martensita facilita la transformación martensítica inducida por el estrés, que se produce a tensiones aplicadas inferiores. (44).

Los instrumentos rotatorios para la preparación del conducto radicular hechos de NiTi se han utilizado para la preparación de conductos radiculares estrechos, curvos; mientras que se mantiene a la anatomía original. (45, 46) Johnson y colaboradores desarrollaron una nueva aleación la cual denominaron NITI M Wire (Sportswire LLC, Langley, OK, EE.UU.) Fig. 4; se desarrolló un a través de un procedimiento de procesamiento térmico-mecánico, los creadores reportan que este procesamiento térmico-mecánico mejoró significativamente la resistencia a la fatiga de la rotativa de los instrumentos en comparación con los fabricados de aleación convencional de NITI (47, 48).



Figura 3 Partes de lima con aleación níquel titanio para utilizarse en motor rotatorio.

Alapati et al. (49) observaron que M-Wire tenía temperaturas más altas de transformación, en comparación con un alambre de NiTi tratado convencionalmente empleado para la fabricación de instrumentos de NiTi. Estos resultados fueron confirmados en un estudio de caracterización más reciente (50), que mostró además que el M-Wire tenía una aparente menor elástica módulo, así como menor estrés de transformación y menor histéresis mecánica. De acuerdo con la ciencia de los materiales (51), en aleaciones de NiTi, hay una composición equiatómica en fase austenita la fase de alta temperatura; por lo general, es una solución sólida ordenada con la estructura B2 y, tras el enfriamiento, se transforma en la fase de martensita, con la estructura de B19. Dependiendo de su tratamiento termo mecánico, la aleación puede presentar, una fase martensítica intermedia, llamada la fase R, que se pueden formar antes de la transformación de la austenita en B19 martensita (47, 48, 49, 50)

En el mercado actual encontramos sistemas reciprocante con concepto de lima única entre estos tenemos a Reicproc® (VDW) y Wave One Gold®. A continuación se dan las características de cada sistema.

### **Sistema de limas Wave One Gold. (Dentsply Maillefer Ballaigues Suiza)**

El novedoso sistema reciprocante Wave One Gold consta de 4 limas Small 20/.07, Primary 25/.07, Medium 35/.06, Large 45/.05 están fabricados en una aleación Ni-ti con un tratamiento térmico Gold lo que le confiere un 50% más de resistencia a la fatiga cíclica y un 80% más de flexibilidad que Wave One convencional. Wave One Gold cubre la mayoría de las morfologías y acorta el tiempo de trabajo. Su sección transversal evolucionada con 1 ó 2 puntos de contacto, y una punta optimizada. Wave One Gold fue desarrollado por Sergio Kutler, Clifford Ruddle, Wilhelm Pertot, Julian Webber y el equipo Dentsply en Ballaigues Suiza. Tiene una amplitud de movimiento  $170^{\circ}/50^{\circ}$  y realiza 350 revoluciones por minuto. El sistema viene en envases tipo blíster esterilizados listos para su uso. El movimiento reciprocante es el mismo que el del antiguo Wave One por lo que puede usarse el mismo motor con el mismo movimiento recíproco y programa que se venía usando. Las limas están disponibles en 3 longitudes, 21, 25 y 31mm. Tiene un mango corto de 11mm para facilitar acceso a dientes posteriores. Todas las limas disponen de conicidad variable en su proporción activa para mejora la flexibilidad y permitir una preparación más conservadora del sistema de conductos radiculares en la zona coronal. El

sistema cuenta con complementos como lo son puntas de papel y conos de gutapercha correspondientes al tamaño de los instrumentos según el fabricante en su folleto. El instrumento Primary 25/07 es usado en la mayoría de los casos (9)

### **Sistema de limas Reciproc® (VDW GmbH, Munich, Germany).**

El sistema Reciproc consta de tres instrumentos R25, R40, R50. Están fabricados con Mwire Ni-Ti lo que ofrece mayor flexibilidad y resistencia a la fatiga cíclica que los instrumentos tradicionales NiTi. Su sección transversal tiene forma de S, tiene su conicidad regresiva y la punta es no cortante. Se basa en la preparación de conductos con un único instrumento, en movimiento recíprocante y sin la necesidad de utilizar limas manuales para el ensanchamiento o negociación previa del conducto (51, 52). Los instrumentos son utilizados a 10 ciclos de reciprocación por segundo, esto equivale aproximadamente a 300 revoluciones por minuto.

Los fabricantes del sistema relatan que este se puede utilizar en todo tipo de conductos; incluso en los más estrechos y con curvaturas marcadas. El instrumento está diseñado para uso único, ya que la banda de goma del vástago se deforma al ser esterilizado, esto hace que no se pueda colocar de nuevo el instrumento en el motor. Tiene una amplitud de movimiento de 150°/30°.

Su sección transversal tiene forma de S, tiene su conicidad regresiva y la punta es no cortante. El sistema cuenta con complementos como lo son puntas de papel correspondiente a los tres instrumentos y conos de gutapercha en fase alfa del tamaño de los tres instrumentos. El instrumento R25 25/08 es usado en la mayoría de los casos (10).

## **5. Metodología**

- **Tipo de estudio:** Experimental Ex vivo
- **Población:** Dientes premolares uniradiculares con único conducto del Banco de dientes de la Clínica de la Universidad Santo Tomas Sede Floridablanca
- **Muestra:** 110 Premolares uniradiculares con único conducto del Banco de dientes de la Universidad Santo Tomas Sede Floridablanca
- **Tamaño de la muestra:** Se usó el programa Epidat 3.1 para estimar el tamaño de muestra. Asumiendo una proporción de fisuras con el método A (Reciproc) de 18% y de 5% con el método B (Wave One Gold), una potencia del 80% y un nivel de confianza de 95%. El tamaño de muestra es de 97 unidades observacionales. Por lo anterior, se asignarán 50 unidades dentales en cada uno de los grupos de experimentación.
- **Criterios de selección:** Las muestras seleccionadas para este estudio fueron dientes humanos premolares uniradiculares superiores e inferiores extraídos por motivos ortodónticos, elegidos por conveniencia y accesibilidad del grupo investigador.

- **Criterios de inclusión:** Se incluyeron los premolares unirradiculares que sean permeables pasivamente con una Lima Tipo K número 08.

- **Criterios de exclusión:** Se descartaron los premolares con fisuras evidentes en la superficie radicular, caries radiculares y premolares con ápices abiertos.

## 6. Información técnica

**6.1 Instrumentos para la recolección de datos.** El estudio se realizó en la clínica de Endodoncia piso 3 de la Universidad Santo Tomas de Floridablanca. Instrumento para selección de la muestra (Apéndice A). Instrumento de evaluación de resultados. (Apéndice B).

## 6.2 Procedimiento

**6.2.1 Selección y conservación de la muestra.** Se utilizó el programa Epidat (Fig5) para determinar el número de la muestra. Se recolectaron 146 dientes premolares unirradiculares sanos (sin caries, sin restauraciones, sin antecedentes de enfermedad periodontal) superiores e inferiores extraídos por motivos ortodónticos de la clínica de la Universidad Santo Tomás sede Floridablanca Santander.

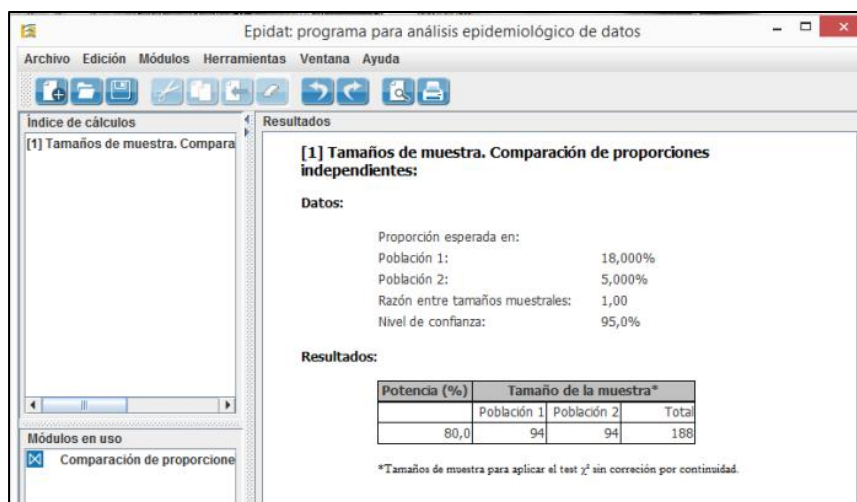


Figura 4 Tamaño de la muestra determinado por programa Epidat.

Los dientes fueron almacenados en 2 recipientes plásticos de 32 Oz. 17cm de largo-15,6 cm de ancho- 8cm de alto (Vanyplas S.A.-Bogotá Colombia) con solución isotónica de cloruro de sodio 500ml (suero fisiológico Quibi S.A.-Bogotá Colombia) a temperatura ambiente durante 2 meses; la solución de suero fisiológico se cambió cada 2 días para evitar contaminación de la muestra. La limpieza de la muestra se realizó en el laboratorio de la Universidad Santo Tomas sede Floridablanca Santander con suero fisiológico de manera profusa y cepillo de dientes PRO

900 (PROCTER & GAMBLE COLOMBIA). Fig 6. La muestra siempre estuvo hidratada en solución isotónica de cloruro de sodio incluso durante el lavado; una vez se habían eliminado los restos de tejidos se cambió la solución de suero fisiológico. Se realizó la selección de las unidades muestrales mediante la observación de cada uno de los especímenes en estéreo microscopio 40X Stemi 2000-C ( Stereo Microscope Carl Zeiss company Alemania); para ello, cada uno de los dientes se tiñó con azul de metileno ( Farmacéutica león – Bucaramanga Colombia ) y microbrush (Brand microbrush usa) y se dejaron sumergidos en suero fisiológico después de 1 minuto se realizó lavado profuso con suero fisiológico; cada uno de los tres investigadores observó de manera independiente cada uno de los dientes. Se evaluó a 3 mm apicales en las superficies vestibular, mesial, palatino, distal y apical; mediante un instrumento de evaluación; cada uno de los investigadores de manera individual consignaba la presencia o ausencia de fisuras. Se asignaron valores de 0 (cero) para la ausencia de fisuras y 1 (uno) presencia de fisuras. Si dos de los tres investigadores coincidían en no existía una fisura previa el diente era incluido en la muestra final de los 110 dientes (Anexo 1); si dos de los tres investigadores consideraban que había una fisura previa éste diente era descartado y no formaría parte de la muestra. Una vez se obtuvieron 110 dientes se procedió a tomar radiografías periapicales de cada uno de los especímenes para descartar calcificaciones (Radiovisiografo Shick Sirona Dental Company USA)



Figura 5 Limpieza de premolares humanos.

#### 6.2.1.1 Prueba piloto

Cada investigador realizó 4 modelos de trabajo (Cubo conteniendo una muestra) para verificar la reproducibilidad del protocolo de fabricación. Estos modelos se utilizaron para la calibración de cada uno de los tres investigadores por parte del director del trabajo de grado para revisar y definir los protocolos de preparación mecánica con cada sistema reciprocante y se finalizó con la elección de un único operador quien fue el encargado de las aperturas camerales y de realizar la instrumentación.



*Figura 6* Prueba Piloto A. Disposición de blisters de limas y motores para prueba piloto. B. Muestras montadas en modelos para prueba piloto.

**6.2.2 Fabricación del modelo.** Se diseñó cubo en acrílico transparente de auto polimerización (veracril new estetic – Guarne Colombia), en preclínicas de la Universidad Santo Tomás sede Floridablanca Santander ;para obtener la misma posición en todas la fotografías para realizar el cubo se realizó encofrado con cera rosada y cera de amarilla de rodetes (laboratorio Dentalia - barranquilla Colombia), los cubos se prepararon de manera personalizada para cada diente considerando que todos tenían una medida diferente, se usó como base la cera amarilla y el resto del encofrado con la cera rosada. (Fig 6). El proceso de fabricación se describe detalladamente a continuación: Fig 7

- Con dentímetro (Dentsply Maillefer) se midieron 3mm y se marcaron con portaminas (Minas 0,5mm Faber Castell).
- Previamente con un calibrador (Muelle Iwanson No 1 para metal Hu Friedy USA) se especificó que dos capas de papel aluminio lograban simular aproximadamente 0,25mm de grosor. Se cubrieron las muestras con papel aluminio y se dejó libre la porción apical marcada con anterioridad.
- Se introdujo la muestra en cera amarilla para rodete (Laboratorio Dentalia Barranquilla Colombia) hasta la indicación de los 3mm de la porción apical.
- Se realizó un encofrado cúbico con cera rosada (Laboratorio Dentalia Barranquilla Colombia) con un ancho aproximado de 1,25 mm por cada lado, que descansaba sobre la cera amarilla. La altura del encofrado fue variable entre los límites de la unión amelocementaria y la marca de los 3mm apicales de cada muestra.
- Se hizo un vaciado del encofrado con acrílico de autopolimerización (Veracril New Stetic- Guarne Colombia) en fase arenosa hasta la unión amelocementaria, en una proporción de una medida de polvo por tres medidas de líquido. Un vaso dappen de vidrio (Dochem China) se utilizó como medidor. El polímero y el monómero se mezclaron en vaso dappen de silicona tamaño extra grande (Angelus Company – Brasil) con espátula de cemento CS246 (Hu Friedy USA). Cada encofrado con acrílico fue llevado a un recipiente con suero fisiológico para evitar

deshidratación de la muestra y facilitar la refrigeración durante el proceso de autorcurado del acrílico.

- Después de 40 minutos se retiró la muestra del cubo acrílico y se eliminó el papel aluminio de la superficie del diente.
- Se retiró la cera rosada del cubo acrílico formado y se conservó la cera amarilla en la base del cubo.
- Con ayuda de una pistola dispenser D2, puntas y cánulas amarillas (Zhermack Italia) Se aplicó silicona liviana (Kerr Company) en el espacio dejado por el papel aluminio en el cubo de acrílico y a continuación se introdujo nuevamente el premolar.
- Posterior a la polimerización de la silicona liviana se retiró el rodete de cera amarilla y se rotuló la muestra en la superficie vestibular del cubo y en la superficie vestibular de la corona con números consecutivos del 1 al 100 y G1 hasta G10 para el grupo control con marcador Sharpie Negro (Illinois USA).
- Se mantuvo cada muestra en 500ml de suero fisiológico para continuar la conservación

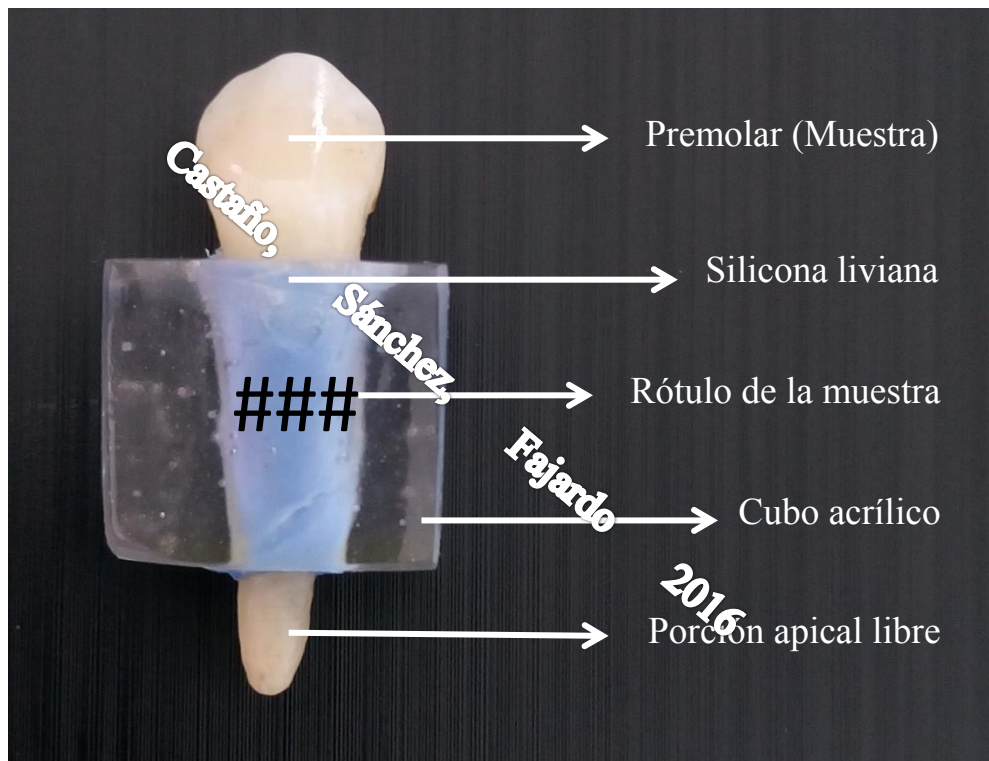
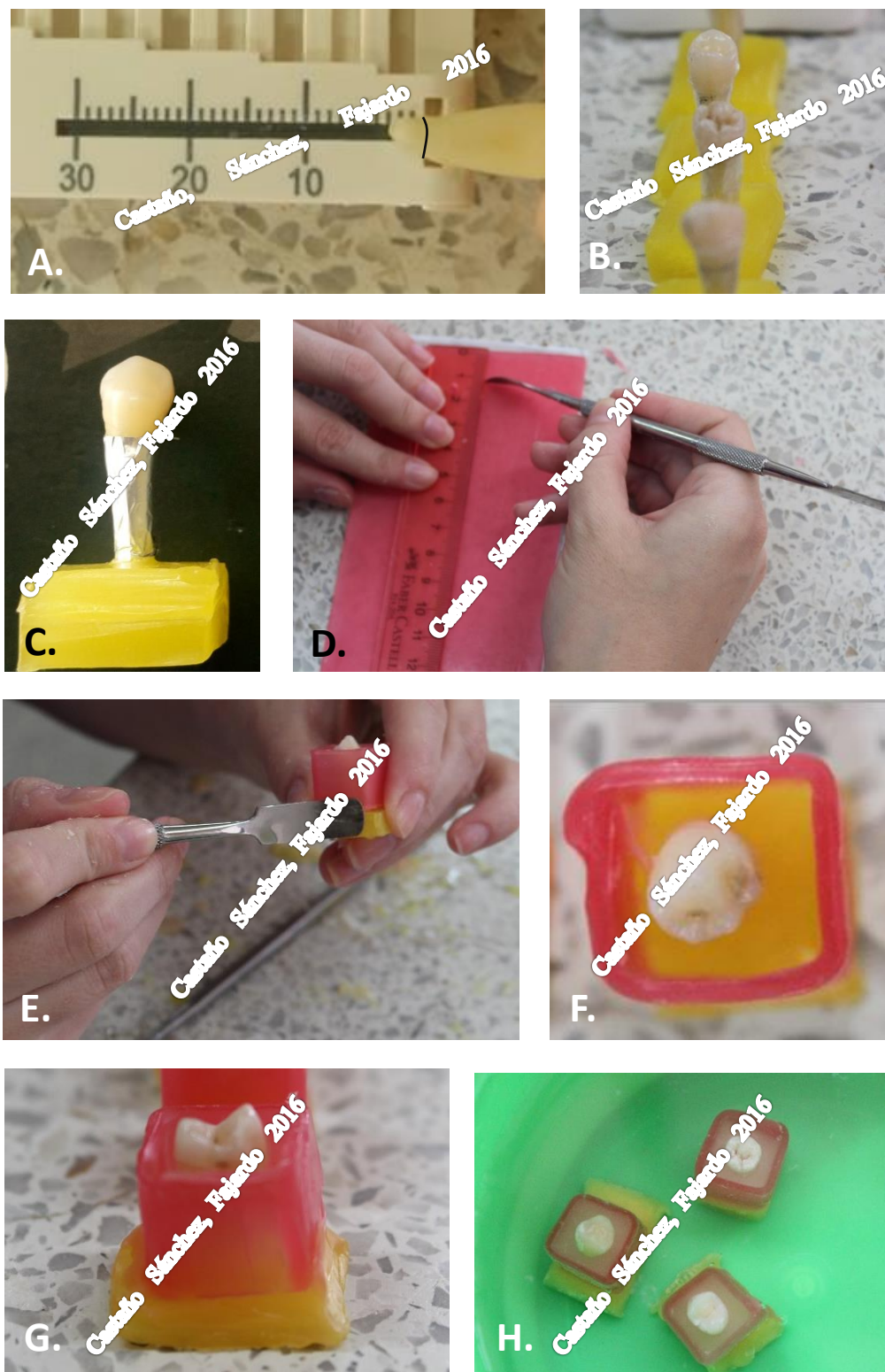
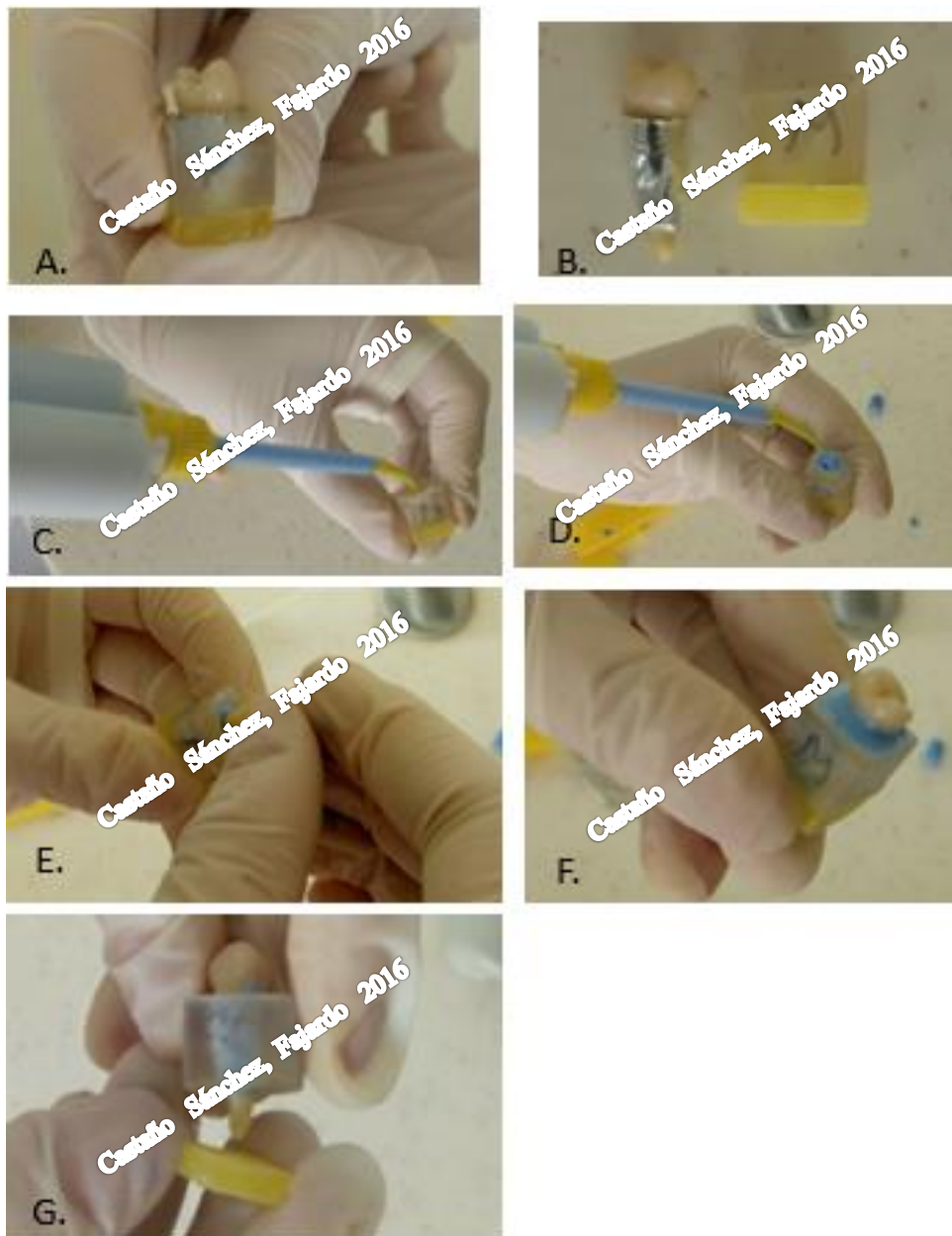


Figura 7 Esquema de muestra y modelo de trabajo



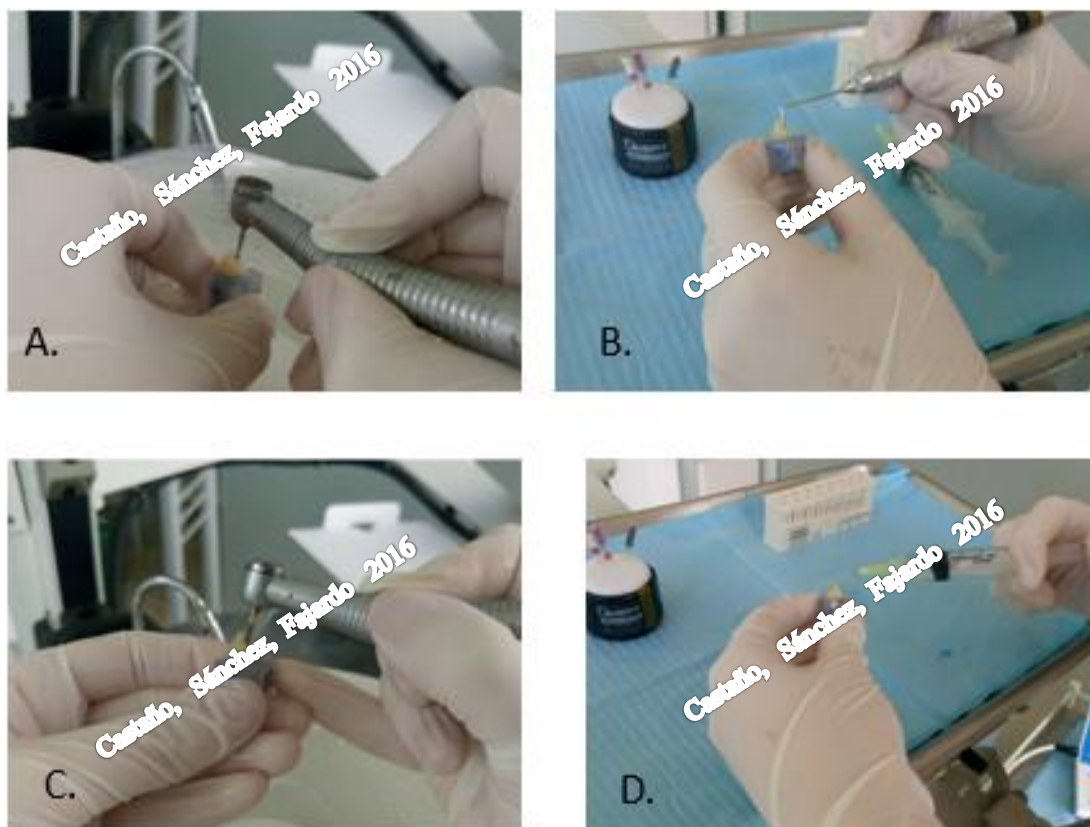
*Figura 8* Fabricación de modelo. A. Medición y marcación de 3mm apicales. B. Montaje de la muestra en cera amarilla. C. Colocación de papel aluminio. D. Medición y corte de bandas de cera rosada. E. Confección de modelos individuales. F. Vista superior de encofrado. G. Aplicación de acrílico de autocurado. H. Sumersión de modelos en suero fisiológico para conservación y refrigeración.



*Figura 9* Continuación fabricación modelo. A. Diente con papel aluminio dentro de cubo acrílico. B. remoción del diente del cubo acrílico C.- D. Se pone silicona para simular ligamento periodontal. E. se introduce el diente en el modelo acrílico F-E. Se realiza remoción de cera amarilla

**6.2.3 Aperturas Camerales** Se realizaron aperturas por un solo investigador del equipo de trabajo, quien previamente había recibido entrenamiento para llevar a cabo esta actividad. La apertura fue realizada con abundante refrigeración en las clínicas de la Universidad Santo Tomás sede Floridablanca Santander, se utilizó pieza de mano de alta velocidad NSK A001 (NSK-Tokio Japón), fresas redondas de diamante 1014 new stetic (new stetic – Guarne Colombia). La fresa se introdujo penetrando esmalte y dentina. Al llegar a la cámara pulpar, se usó fresa

Endozecria (Densply maillefer – Suiza) se eliminó techo pulpar, se ubicó la entrada a el conducto, con explorador endodóntico DG16/17 (Hu Fried company – USA). Se sumergió la muestra inmediatamente en suero fisiológico, se llevó al laboratorio de la Universidad Santo Tomás sede Floridablanca Santander donde se realizó patencia con limas tipo K 06, 08 y 10 de 25mmde longitud (Densply – Maillefer). Se verificó longitud de trabajo con limas 08 con estéreo microscopio. Se observó que la lima estuviera a ras del foramen mayor, se ajustó tope de plástico con referencia a la cúspide vestibular, se retiró la lima y se midió con miniendoblock (densply maillefer – Suiza). A esta medida se le restó 1mm de longitud para obtener la medida de longitud de trabajo. Inmediatamente la muestra se sumergió de nuevo en solución salina.



*Figura 10* Apertura Cameral. A. Acceso con fresa redonda. B. Verificación llegada a cámara pulpar C. Eliminación de techo cameral y cuernos pulpares con Endozecrya. D. Irrigación de la cámara con suero fisiológico

**6.2.4 Toma de Fotografías Iniciales.** A través del Software ZEN CORE 2 se sincronizó la cámara del Stemi 2000-C Stereo Microscopes (Carl Zeiss Company Alemania), a un computador portátil (Asus X550C China). Se incorporó una fuente de luz LED de 7 watts (Philips Holanda) a una distancia de 25cm del sitio donde se coloca la muestra para ser examinada. Se aplicó a cada muestra azul de metileno (Farmaceutica León- Bucaramanga Colombia) con un brush (Brand Microbrush USA) y se dejaron sumergidos en suero fisiológico. Después de un minuto se realizó

un lavado profuso con suero fisiológico. Se hicieron 5 fotografías por cada muestra: superficie mesial, superficie distal, superficie palatina y superficie vestibular a un aumento de 25X que permitió ver 3mm apicales, y una fotografía a 40X del foramen radicular. El cubo acrílico de cada muestra propició una distancia constante e individual a la que los objetivos del microscopio fueron ajustados. Se utilizó papel propalcote negro (Kimberly Clark USA) para crear contraste entre la muestra y el fondo. Cada grupo de fotografías por muestra fue guardado en una carpeta con el número de identificación respectivo.

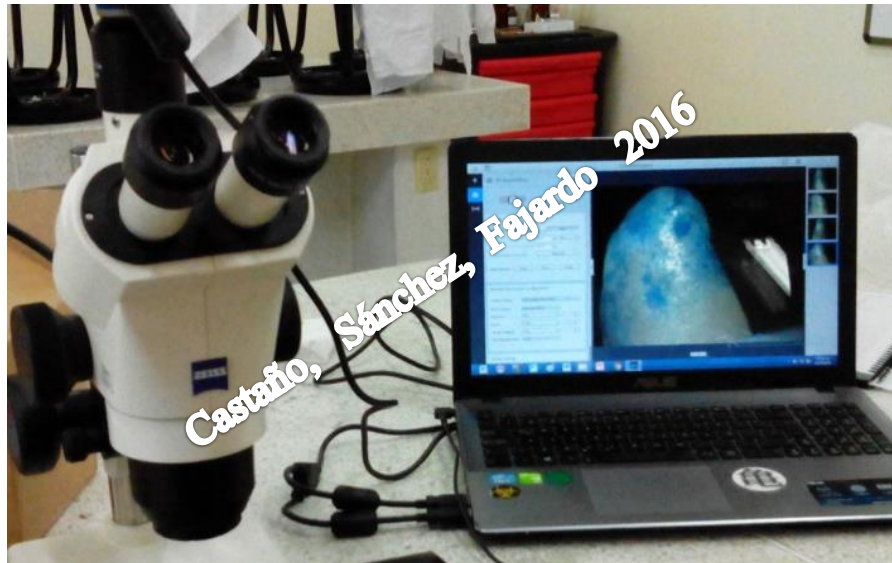
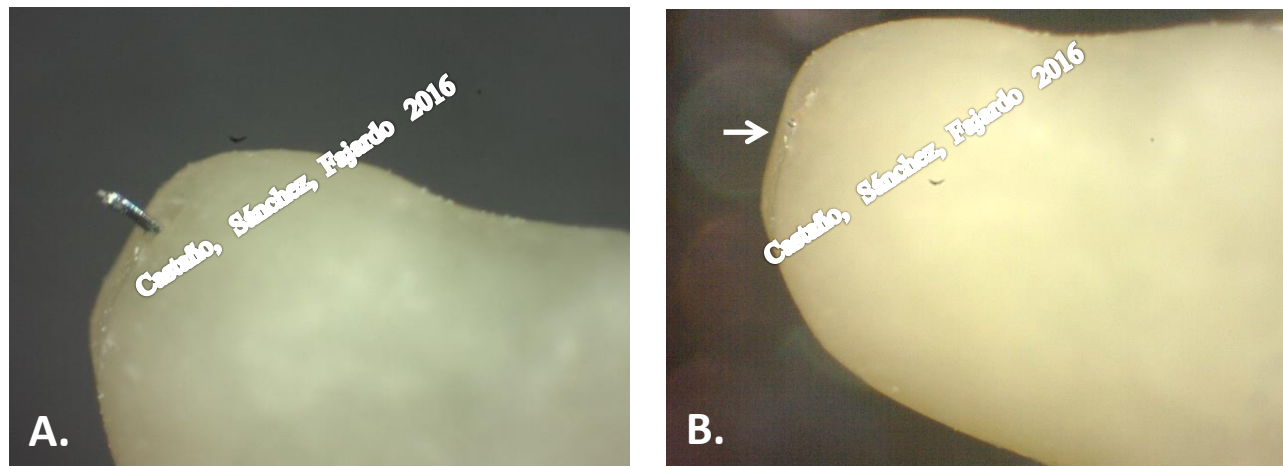


Figura 11 Toma de fotografías con cámara del Stemi 2000-C Stereo Microscopes.

**6.2.5 Aleatorización de la muestra** La muestra total estuvo conformada con 110 dientes lo cuales pasaron por un proceso de selección donde se examinaron para la verificación de ausencia de fisuras sobre sus superficies externas radiculares y donde se permeabilizaron conductos y se tomaron longitudes de trabajo. Dicho examen visual se realizó bajo estereomicroscopio. Al estar ya seleccionadas, dichas muestras previamente se enumeraron de 1- 100. La asignación de las muestras a los dos grupos de tratamiento del presente estudio fue realizada en el programa Microsoft Office Profesional plus 2013 mediante la generación de números aleatorios. El grupo A se asignó a Wave One Gold y grupo B a Reciproc quedando cada grupo con 50 dientes. Los 10 dientes restantes se separaron también de forma aleatoria para verificar que la manera de almacenamiento no hubiese influido en la aparición de fisuras el cual será el grupo C, o grupo control.

**6.2.6 Longitud de trabajo.** A continuación bajo el estero microscopio 40X Stemi 2000-C (Carl Zeiss Mikroskopie), se insertó una lima K número 06-08-10 Flexofile (Maillefer®) hasta que fuera visible en el foramen y se estableció la longitud de trabajo restando 1mm a dicha longitud basados en la metodología usada para determinar la longitud de trabajo en la publicación de Adorno et al en 2011(6). Se mide la longitud en un Endoblock (Dentsply -Maillefer), se colocaron topes de silicona adicionales a la lima y se rectificó la longitud para evitar el movimiento del tope individual. Dichas longitudes se registraron en una hoja del programa Microsoft Office Excel Profesional plus 2013.

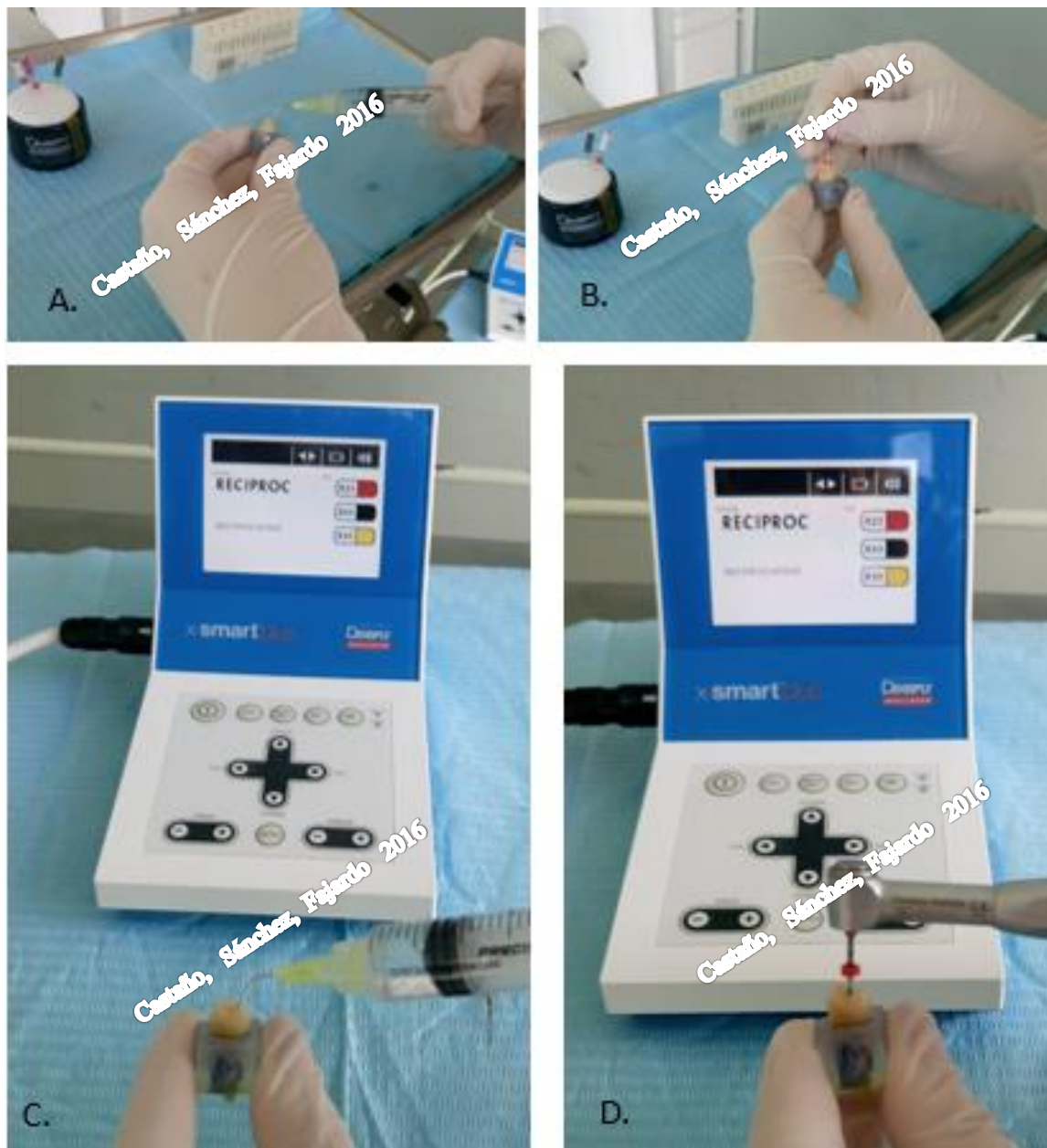


*Figura 12* Determinación de longitud de trabajo. A. Verificación de permeabilidad con lima 08. B. Lima 08 a ras del foramen apical (Flecha). Longitud a la que se le restó 1mm para determinar la longitud de trabajo definitiva.

### 6.2.7 Preparación mecánica

#### 6.2.7.1 Sistema Reciproc lima R25 (VDW) Procedimiento

- Permeabilización de conducto lima tipo K #10 a longitud de trabajo
- Irrigación con suero fisiológico
- Irrigante (Suero fisiológico) en la cavidad de acceso al conducto radicular
- Se coloca lima R25 en el motor y se coloca el programa Reciproc
- Se Introdujo el instrumento Reciproc en el conducto. Activándolo cuando se encontraba en la entrada del conducto radicular
  - Se desplazó el instrumento con movimientos lentos de picoteo hacia adentro y afuera. La amplitud de los movimientos fue de aproximadamente 3mm. Se aplicó ligera presión. 1 movimiento de picoteo de entrada y salida = 1 picoteo
  - Después de realizar 3 picoteos, retiramos el instrumento del conducto, quitamos los restos del espacio interior realizando la limpieza en el clean stand
  - Irrigación con suero fisiológico
  - Se utilizó una lima tipo k # 10, para asegurarse de que el conducto esté libre hasta aprox. un 30% más allá de la sección de conducto preparada
  - Se continuó de este modo con el instrumento Reciproc hasta que se hayan alcanzado aproximadamente 2/3 de la longitud de trabajo. Tres picoteos e irrigación.
  - Se continuo con el instrumento Reciproc hasta que se haya alcanzado toda la longitud de trabajo, tan pronto se alcanzó la longitud de trabajo se retiró el instrumento del conducto radicular.
  - Se verificó con cono de gutapercha Reciproc R25 la preparación a la longitud de trabajo y la presencia tug back para confirmar que la preparación mecánica fue realizada a la longitud de trabajo estimada.

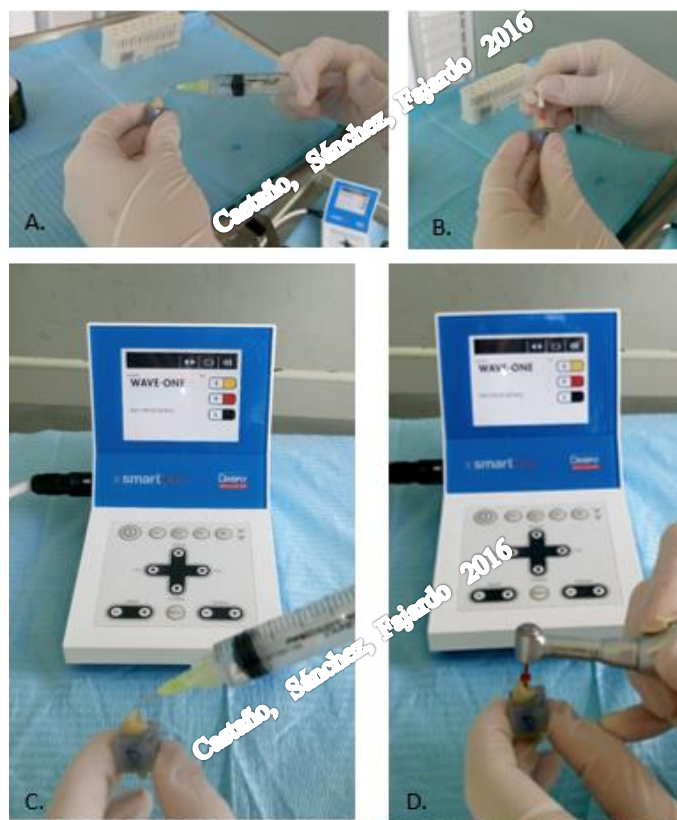


*Figura 13* Preparación mecánica Sistema Reciproc lima R25. A. Irrigación con suero fisiológico. B. Lima Tipo K #10 a longitud de trabajo C. irrigación con suero fisiológico D. Preparación del conducto radicular lima R25

#### 6.2.7.2 Sistema Wave One Gold (Dentsply) Procedimiento

- Se estableció un acceso cameral y radicular recto
- Se verificó con lima tipo k #10, el acceso sin obstrucciones hasta la longitud de trabajo
- Se amplió hasta una lima tipo k # 15, a longitud de trabajo.

- Se inunda la cámara pulpar con suero fisiológico, y se inicia procedimiento con lima Wave One Gold Primary, colocando previamente el programa correspondiente a Wave One.
- Se aplicó un ligera presión y se dejó que la lima Primary progresara pasivamente a través del canal. Después de tres conformaciones o picoteos, se remueve la lima y se irriga con suero fisiológico.
- Se recapituló con una lima tipo K #10, hasta la longitud de trabajo.
- Se llevó la lima Primary a la longitud de trabajo. En una, dos o tres picoteos, los necesarios, irrigando entre ellos con suero fisiológico.
- Se retiró el instrumento al llegar a longitud de trabajo
- Se verificó con cono de gutapercha Wave One Gold Primary la preparación a la longitud de trabajo y la presencia tug back para confirmar que la preparación mecánica fue realizada a la longitud de trabajo estimada.



*Figura 14* Preparación mecánica Sistema WaveOne Gold lima Primary. A. Irrigación con suero fisiológico. B. Lima Tipo K #15 a longitud de trabajo C. irrigación con suero fisiológico D. Preparación del conducto radicular lima Primary

**6.2.8 Toma de Fotografías Finales.** A través del Software ZEN CORE 2 se sincronizó la cámara del Stemi 2000-C Stereo Microscopes (Carl ZeissMikroskopie), a un computador portátil (Asus

X550C China). Se incorporó una fuente de luz LED de 7 watts (Philips Holanda) a una distancia de 25cm del sitio donde se coloca la muestra para ser examinada. Se aplicó a cada muestra azul de metileno (Farmaceutica León- Bucaramanga Colombia) con un brush (Brand Microbrush USA) y se dejaron sumergidos en suero fisiológico. Después de un minuto se realizó un lavado profuso con suero fisiológico. Se hicieron 5 fotografías por cada muestra: superficie mesial, superficie distal, superficie palatina y superficie vestibular a un aumento de 25X que permitía ver 3mm apicales, y una fotografía a 40X del foramen radicular. El cubo acrílico de cada muestra propició una distancia constante e individual a la que los objetivos del microscopio fueron ajustados de manera similar a las fotografías iniciales. Se utilizó papel propalcote negro (Kimberly Clark USA) para crear contraste entre la muestra y el fondo. Cada grupo de fotografías por muestra fue guardado en una carpeta con el número de dicha muestra.

**6.2.9 Registro de resultados.** Cada investigador realizó una comparación con 2 computadores de las fotografías iniciales y finales de cada muestra desconociendo con cuál Sistema de limas había sido preparado. Los resultados fueron registrados en un instrumento consignando la presencia o ausencia de fisuras. (Ver apéndice B) Se registró la aparición de un crack cuando dos de los tres investigadores coincidían en dicha apreciación. La información fue digitada en una hoja de Microsoft Excel que tenía la información del número de la muestra, la longitud de trabajo y el sistema de preparación recíprocante para su análisis estadístico.

## **7. Estadística y tratamiento de los datos:**

### **7.2 Variables para el análisis del problema de investigación.** Ver apéndice C

**7.2.1 Plan de análisis.** Para la descripción de las variables cualitativas como tipo de lima y la presencia de microfisuras entre otros, se usarán medidas de frecuencia y porcentaje. Se considerará que los grupos de tratamiento son distintos entre ellos cuando el valor de  $p$  sea  $\leq 0,05$ . De encontrarse diferencias entre los grupos, se utilizará el test de comparaciones múltiples de Dunnet para identificar los grupos en donde están dichas diferencias. Teniendo en cuenta que cada estudiante realizará una observación individual para evaluar la presencia de microfracturas, se aplicará prueba Kappa para conocer reproducibilidad entre los observadores. Fig. 7

Variable dependiente	Variables independientes	Escala de medición (dependiente-independiente)	Prueba estadística
<i>Aparición de fisura</i>	<i>Lima Reciprocante</i>	Nominal-Nominal	Chi <sup>2</sup> Test Exacto de Fisher

Figura 15 Plan de análisis.

### 8. Consideraciones Éticas.

En este estudio se realizó una intervención sobre dientes que habían sido donados al banco de dientes de la Facultad de Odontología de la Universidad Santo Tomas Bucaramanga. Es un estudio Ex vivo Según Resolución # 008430 de 1993 por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, este estudio se clasifica como:

“Investigación sin riesgo: son aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participen en el estudio, entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifiquen ni traten aspectos sensitivos de su conducta”

### 9. Resultados

Tabla 1 *Tabla Kappas*

Comparación	Kappa	IC 95%
Observadores 1 vs 2	0.77	0.58-0.96
Observadores 1 vs 3	0.69	0.46-0.92
Observadores 2 vs 3	0.50	0.24-0.75
Los tres observadores	0.65	0.61-0.85

Interpretación: el índice kappa es un coeficiente que permite identificar el grado de acuerdo entre dos o más variables. Los valores van desde cero (cuando no hay acuerdo) y 1 (cuando el acuerdo es perfecto). Algunos autores han propuesto una interpretación del kappa como sigue:

Tabla 1. Interpretación del valor del coeficiente Kappa

VALOR DE KAPPA	NIVEL DE REPRODUCIBILIDAD
0,81 - 1,00	Perfecto
0,61 - 0,80	Sustancial
0,41 - 0,60	Moderado
0,21 - 0,40	Ligera
< 0,20	Pobre

Fuente: Seigel D, Podgor M, Remaley A. Am J Epidemiol. 1992; 135 (5): 571- 8.]

Figura 16 Interpretación del valor del coeficiente Kappa

De acuerdo esto, diríamos que el acuerdo entre los observadores fue en general sustancial cuando se evalúan los tres al tiempo. Pero entre los observadores 2 y 3 el acuerdo fue moderado.

**9.1 Aplicación de la prueba X<sup>2</sup> de homogeneidad.** De acuerdo a los resultados (Apéndice D Resultados Wave One Gold, Apéndice D Resultados Recipro), la aplicación de la prueba chi cuadrado de homogeneidad se aplica a los dos grupos aleatorios, donde se han observado la presencia de fisura apical con la utilización de dos sistemas recíprocos.

Tabla 2 Prueba X<sup>2</sup> de homogeneidad

Tabla cruzada Fisuras*Grupo Aleatorio					
		Grupo Aleatorio		Total	
		A	B		
Fisuras	Sin fisura apical	Recuento	44	45	<b>89</b>
		% dentro de Grupo Aleatorio	88,0%	90,0%	<b>89,0%</b>
	Con fisura apical	Recuento	6	5	<b>11</b>
		% dentro de Grupo Aleatorio	12,0%	10,0%	<b>11,0%</b>
Total		Recuento	50	50	<b>100</b>
		% dentro de Grupo Aleatorio	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

Un 12% de las muestras tratadas con el sistema A, presentan fisuras apicales posteriores al tratamiento, frente a un 10% de las muestras tratado con el sistema B.

a. Formulación de Hipótesis

Ho. La presencia de fisuras en la instrumentación del conducto radicular no difiere con la utilización de los sistemas en los grupos aleatorios

H1. La presencia de fisuras en la instrumentación del conducto radicular difiere con la utilización de los sistemas en los grupos aleatorios

#### b. Nivel de significancia

La decisión se toma utilizando el valor p (p-valor): si el valor p es inferior al nivel de significancia, entonces la hipótesis nula es rechazada. Cuanto menor sea el valor p, más significativo será el resultado.

Vamos a utilizar un nivel de significancia estadísticamente aceptado del 0,05 (5%). Para chi cuadrado  $X^2=3,84$

#### c. Resultado de la prueba

Tabla 3 *Pruebas de Chi cuadrado*

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>				
		Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado Pearson	de	,102 <sup>a</sup>	1	,749
Corrección continuidad <sup>b</sup>	de	,000	1	1,000
Razón verosimilitud	de	,102	1	,749
Prueba exacta de Fisher				
Asociación lineal por lineal		,101	1	,750
N de casos válidos		100		

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 5,50.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

En primer lugar, verificamos que no haya más de un 20% de casillas con valores menores que 5 en nuestra tabla de contingencia, de hecho, no tenemos ningún valor inferior al parámetro requerido por la prueba y el resultado es 0.0% (tenemos el menor valor que son 5 fisuras en el grupo B)

## Estimación de p-valor

Aplicada la prueba  $\chi^2$  de Homogeneidad el nivel de significancia o p-valor es:

P-valor  $0,749 > 0,05$

Con relación al Estadístico tenemos que  $\chi^2=0,103 < 3,84$

## Decisión

Dado que el nivel de significancia de la prueba (p-valor) es mayor al nivel de significancia estadística, se acepta la hipótesis nula y se concluye que la presencia de fisuras en la instrumentación del conducto radicular **no** difiere con la utilización de los sistemas en los grupos aleatorios.

Por ser variables cualitativas nominales dicotómicas no es posible un análisis exploratorio.

**9.2 Variable “fisura apical” análisis de resultados.** Para los dos grupos aleatorios que de acuerdo a la prueba t-student, el Sistema Reciprocante de instrumentación de conductos es homogéneo en ambos sistemas, se presentaron un total de 11 fisuras durante el trabajo realizado.

Tabla 4 *Variable Fisura Apical*

Fisura Apical	Grupo Aleatorio			
	A		B	
	Recuento	%	Recuento	%
Sin Fisura	44	88,0%	45	90,0%
Con Fisura	6	12,0%	5	10,0%

Podemos observar que un 12% del trabajo realizado por el sistema perteneciente al grupo A tuvo fisuras, contra un 10 % del sistema perteneciente al grupo B

Para el grupo A, en la variable “longitud de trabajo” un 88% del trabajo no presentó ninguna fisura apical, el promedio de la longitud del trabajo para este grupo fue de 20.4318, con una desviación estándar o dispersión de los datos respecto a su media de 1.5832, la longitud de trabajo mínima para este grupo fue de 17.00 y la máxima longitud de 24.5

(Desviación estándar indica que los datos se ubican 1.6488 a la derecha y a la izquierda de la media que es 20.5455)

Tabla 5 *Longitud de Trabajo sin Fisura Apical para el grupo A (Wave One Gold)*

		Descriptivos		Estadístico	Error estándar
<b>A</b>	Long de Trabajo	Sin fisura	Media	20,4318	0,24858
			Mediana	20,5000	
			Desviación estándar	1,58331	
			Mínimo	17,00	
			Máximo	24,50	

Para el grupo A (Wave One Gold), en la variable “longitud de trabajo” un 12% del trabajo presentó fisura apical, el promedio de la longitud del trabajo para este grupo fue de 21.1667, con una desviación estándar o dispersión de los datos respecto a su media de 1.2909, la longitud de trabajo mínima para este grupo fue de 19.00 y la máxima longitud de 22.5

Tabla 6 *Longitud de Trabajo con Fisura Apical para el grupo A*

		Descriptivos		Estadístico	Error estándar
<b>A</b>	Long de Trabajo	Con Fisura	Media	21,1667	0,24721
			Mediana	21,5000	
			Desviación estándar	1,29099	
			Mínimo	19,00	
			Máximo	22,50	

Para el grupo B (Reciproc), en la variable “longitud de trabajo” un 90% del trabajo no presentó ninguna fisura apical, el promedio de la longitud del trabajo para este grupo fue de 20.3000, con una desviación estándar o dispersión de los datos respecto a su media de 1.3116, la longitud de trabajo mínima para este grupo fue de 17.00 y la máxima longitud de 23.00

Tabla 7 *Longitud de Trabajo sin Fisura Apical para el grupo B (Reciproc)*

		Descriptivos		Estadístico	Error estándar
<b>B</b>	Long de Trabajo	Sin fisura	Media	20,3000	0,19810
			Mediana	20,0000	
			Desviación estándar	1,31166	
			Mínimo	17,00	
			Máximo	23,00	

Para el grupo B, en la variable “longitud de trabajo” un 10% del trabajo presentó fisura apical, el promedio de la longitud del trabajo para este grupo fue de 20.5000, con una desviación estándar o dispersión de los datos respecto a su media de 1.4142, la longitud de trabajo mínima para este grupo fue de 19.50 y la máxima longitud 23.00

Tabla 8 *Longitud de Trabajo Con Fisura Apical para el grupo B*

		Descriptivos		Estadístico	Error estándar
<b>B</b>	Long de Trabajo	Con Fisura	Media	20,5000	0,50990
			Mediana	20,0000	
			Desviación estándar	1,41421	
			Mínimo	19,50	
			Máximo	23,00	

De lo anterior podemos concluir que la fisura apical se presenta para longitudes de trabajo que promedian los 20.1166, los datos son más consistentes en el grupo de trabajo A(Wave One Gold) dado que su dispersión es menor apenas del 0.60553, en comparación con el 1.14 el grupo B (Reciproc).

Se observó que para el grupo A el 16% de muestras que presentaron fisuras fueron premolares superiores y el 7,7% fueron premolares inferiores. En el grupo B el 14,3% de muestras que presentaron fisuras fueron premolares inferiores y 4,5% fueron premolares superiores:

Tabla 9 *Grupo Aleatorio*

<b>Grupo Aleatorio</b>									
A					B				
Posición					Posición				
superior			inferior		superior			inferior	
Recuento	%	Recuento	%	Recuento	%	Recuento	%	Recuento	%
<b>Sin fisura</b>	20	83,3%	24	92,3%	21	95,5%	24	85,7%	
<b>Con Fisura</b>	4	16,7%	2	7,7%	1	4,5%	4	14,3%	

Tabla 10 *Tablas para análisis*

		Grupo Aleatorio	
		A	B
		Long de Trabajo	Long de Trabajo
		Media	Media
Fisura Apical	Sin fisura	20,43	20,30
	Con Fisura	21,17	20,50

		Grupo Aleatorio			
		A		B	
		Recuento	% del N total de columna	Recuento	% del N total de columna
Fisura Apical	Sin fisura	44	88,0%	45	90,0%
	Con Fisura	6	12,0%	5	10,0%

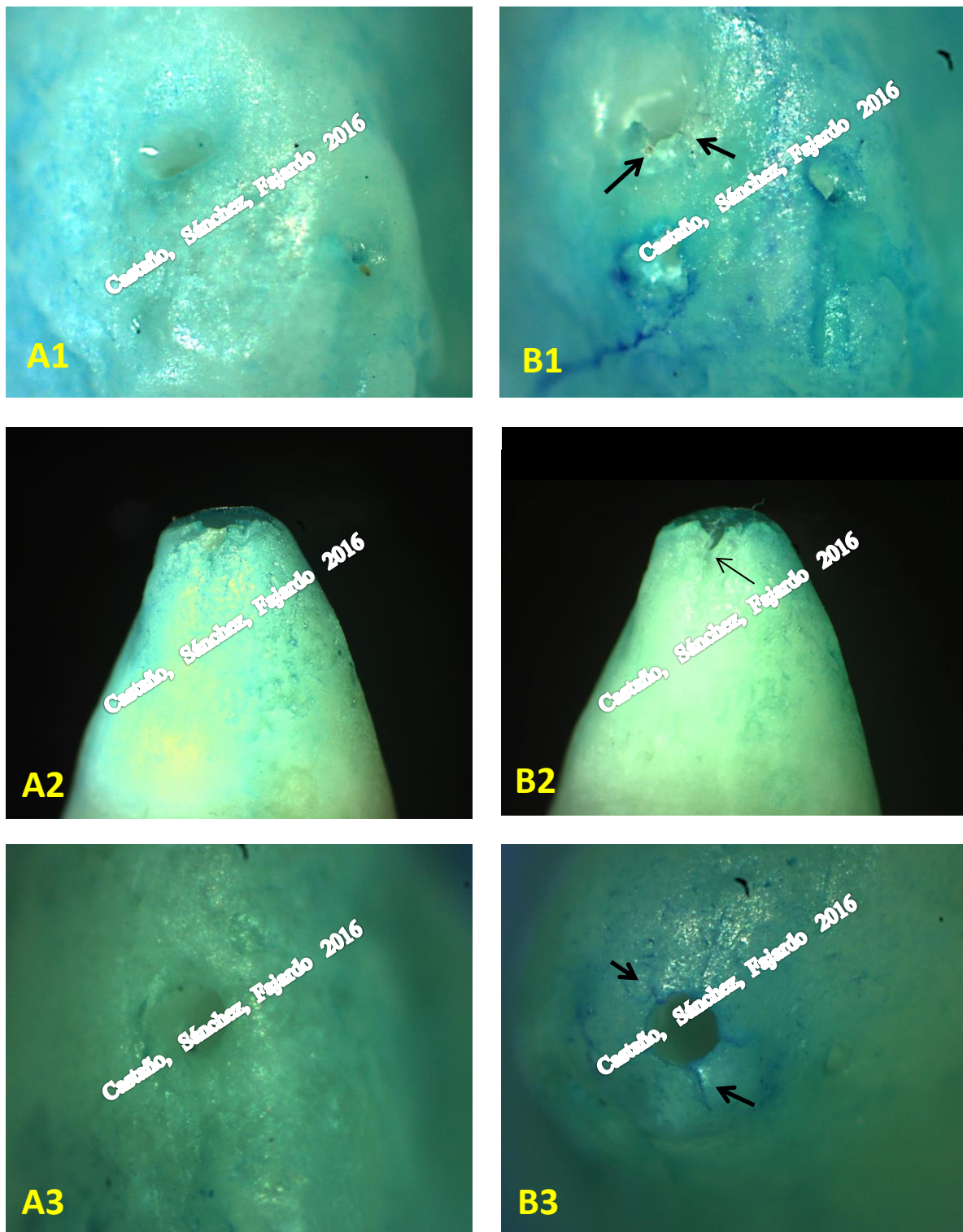


Figura 17. A (1,2,3). Imágenes preoperatorias de muestras del grupo A (Wave One Gold

d). B (1,2,3). Fotografías postoperatoria del grupo A (Wave One Gold) con fisuras apicales (Flechas).

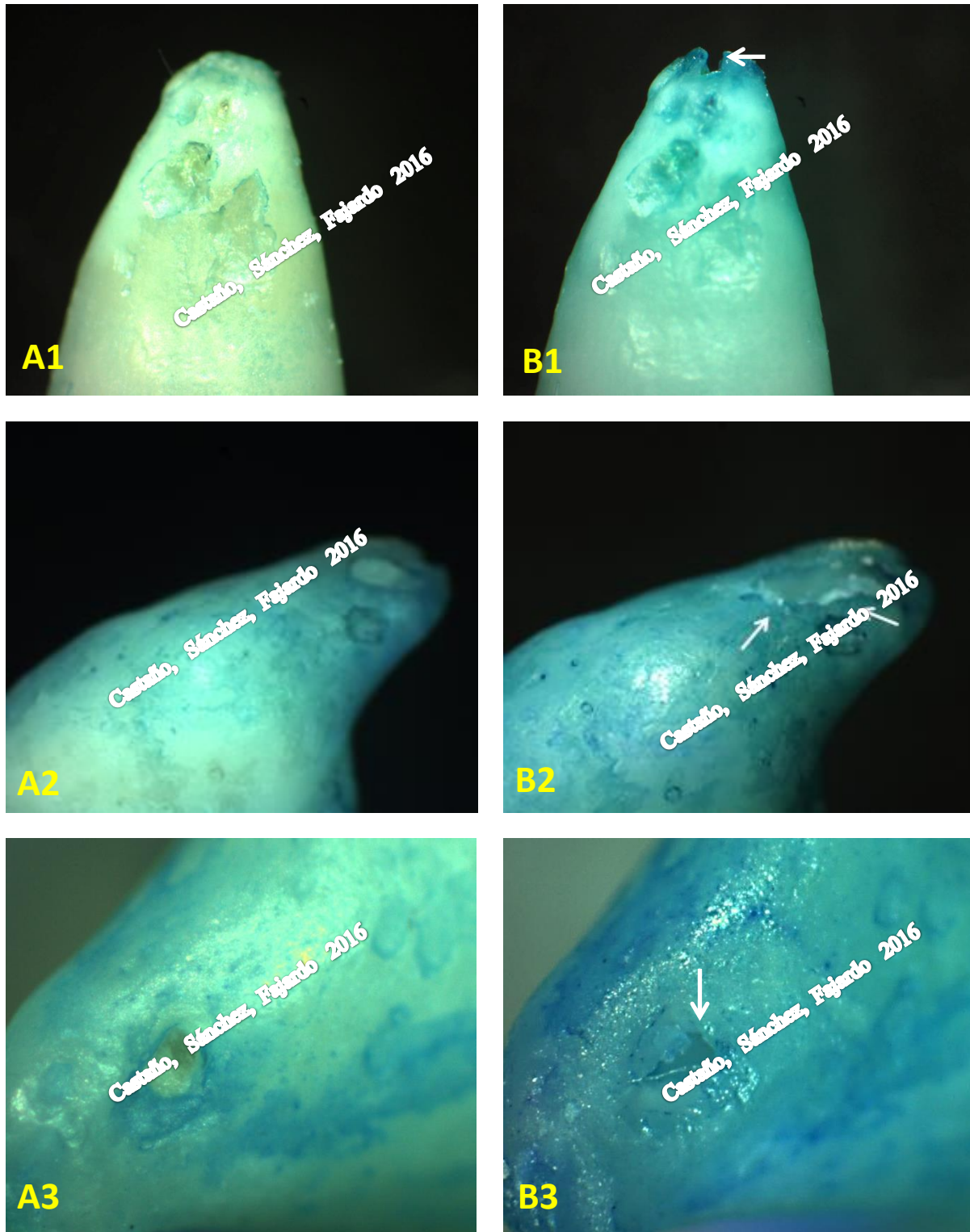


Figura 18. A (1,2,3). Imágenes preoperatorias de muestras del grupo A (Wave One Gold). B (1,2,3). Fotografías postoperatoria del grupo A (Wave One Gold) con fisuras apicales (Flechas).

## 10. Discusión:

La instrumentación del conducto radicular es uno de los pasos más importantes en el éxito del tratamiento endodóntico ya que retira tejidos contaminados y facilita el paso de irrigantes dentro del canal radicular (1, 11, 16). Numerosos estudios *ex vivo* han insinuado que el uso de instrumentos de preparación mecánica y manual producen un desgaste de la dentina radicular que combinado con el estrés ejercido de manera intensa a las paredes del conducto por el movimiento de las limas, puede generar líneas de fisuras(5) las cuales podrían propagarse y generar fracturas verticales al sumarles factores como la modificación del módulo elástico de la dentina por la irrigación con hipoclorito de sodio(8), fuerzas ejercidas durante el proceso de obturación o estrés generado por un retenedor intrarradicular(6). Capar y Col demostraron que diferentes sistemas de limas mecánicas no conservaron la curvatura del conducto y produjeron una transportación similar en la preparación de los conductos mesiales con curvaturas de los molares inferiores donde la lima Reciproc (VDW) mostró un rendimiento superior en comparación con OneShape (Micro Mega), TF Adaptive (SybronEndo) y Protaper Universal (Dentsply Maillefer) en el cambio volumétrico de la dentina del conducto radicular. No reportaron una diferencia estadísticamente significativa entre la lima Primary Wave One (Dentsply Maillefer) y la lima R25 de Reciproc (VDW).

Sim y Col en el 2001 demostraron que el hipoclorito de sodio al 5,25% reduce la resistencia flexural y el módulo elástico de la dentina. (53) Bier y Col en 2009 usaron Protaper Universal (Dentsply Maillefer), Profile (Dentsply Maillefer), GT (Dentsply Maillefer), S-Apex (FKG) y limas K (Dentsply Maillefer) para instrumentar los conductos de 260 premolares unirradiculares sanos que posteriormente fueron seccionados en diferentes longitudes apicales con discos y explorados con estereomicroscopio encontrando defectos dentinales en un 16% cuando usaron Protaper Universal (Dentsply Maillefer), 8% con Profile (Dentsply Maillefer) y 4% con GT (Dentsply Maillefer). No encontraron defectos dentinales en el grupo control, ni el grupo tratado con limas manuales y S-Apex (FKG), concluyendo que dentro las limitaciones y condiciones de su trabajo, el uso de algunos instrumentos rotatorios con aleaciones de níquel titanio pueden favorecer el incremento de aparición de defectos dentinales. (Fisuras y líneas de fracturas) (5) en los resultados de nuestro trabajo se entontaron que un total de 11% de las muestras tratadas con Reciproc (VDW) y Wave One Gold (Dentsply Maillefer) presentaron fisuras apicales, correspondiente a una cifra inferior al porcentaje de los resultados Protaper Universal (Dentsply Maillefer), pero superior a los sistemas Profile (Dentsply Maillefer) y GT (Dentsply Maillefer). De manera similar Adorno y Col instrumentaron con limas K (Dentsply Maillefer) e irrigaron con hipoclorito de sodio a 40 premolares birradiculares que fueron obturados, lijados y observados con estereomicroscopio. Concluyeron que los procedimientos endodónticos generan estrés que pueden iniciar o propagar fisuras radiculares (8). En nuestro estudio de manera similar se encontró que la instrumentación mecánica con limas reciprocantes puede provocar la aparición de fisuras apicales ya que no se utilizó hipoclorito de sodio como irrigante que pudiese cambiar el modulo elástico de la dentina.

Otros trabajos documentan la importancia de una reproducción artificial del periodonto con el objetivo de asemejar un poco más la realidad clínica a los estudios *ex vivo*. Acogiendo esta metodología en 2009 Adorno y Col removieron la corona de premolares a 2mm de la línea amelocementaria, los colocaron en cilindros de resina acrílica separando la raíz con silicona

liviana para simular el ligamento periodontal y posteriormente los seccionaron para observar la aparición de fisuras en el estereomicroscopio (6). Otro reporte de Adorno y Col en 2011 usando el sistema K3 (SybronEndo), Profile (Dentsply Maillefer) y Endowave (Morita), modifica el modelo de la muestra, dejando 3mm radiculares libres de acrílico y silicona suponiendo la pérdida ósea causada por periodontitis apical o un quiste periapical. Yoldaz y Col en 2012 compararon Protaper Universal (Dentsply Maillefer), TF (SybronEndo), Hero Shaper (Micro Mega), SAF (ReDentNova) y limas K (Dentsply Maillefer) en 140 premolares usando una metodología semejante a la publicación de Adorno y Col en 2011.

Recientemente De Deus y Col realizaron estudios con micro tomografía computarizada de molares mandibulares concluyendo que la instrumentación mecánica de los conductos usando los sistemas Protaper Next (Dentsply Maillefer), TF Adaptive (SybronEndo), Wave One (Dentsply Maillefer), Reciproc (vbw) y Bio Race (fkg) no causaron fisuras o propagación de fisuras previas (19,54).

Hasta la fecha no se encontró literatura científica que documente la aparición de fisuras radiculares comparando los sistemas rotatorios recíprocos Wave One Gold (Dentsply Maillefer) y Reciproc (VDW). En nuestro estudio se utilizaron 110 premolares unirradiculares superiores e inferiores sanos extraídos por motivos ortodónticos, (Grupo A n=50, Grupo B n=50 y Grupo control n=10) modificando la preparación de la muestra dejando la corona dental para evitar manipulación excesiva que pudiese propiciar la aparición de fisuras radiculares no asociadas propiamente a la preparación mecánica del conducto (8). No se realizó irrigación con hipoclorito de sodio para evitar modificaciones a la calidad de la dentina radicular de los premolares por lo que fue usado suero fisiológico como irrigante y como medio de conservación de la muestra. Para dar reproducibilidad y exactitud en la toma de fotografías previas y finales de las muestras con estereomicroscopio (Stemi 2000-C Carl Zeiss) se decidió fabricar un cubo de acrílico individualizado por cada premolar usando silicona liviana para simular el ligamento periodontal y sólo se evaluó la superficie radicular externa sin realizar ningún tipo de corte, lijado o manipulación de esa dentina. Un grupo control n=10 demostró que el modelo de la muestra fue seguro ya que no se presentó la aparición de fisuras. Al evitar estos factores que pudiesen intervenir en los resultados, se realizó una asociación entre la instrumentación y la aparición total de fisuras apicales del 11% usando Wave One Gold (Dentsply Maillefer) Grupo A y Reciproc (VDW) Grupo B.

En cuanto a la aparición de fisuras por sistema de instrumentación, el Grupo A obtuvo 12% de fisuras radiculares, mientras el grupo B presentó 10%, demostrando que la presencia de fisuras asociadas a la instrumentación del conducto radicular no difirió comparando a los dos grupos.

Bier y Col reportaron en un estudio ex vivo que Protaper Universal presentó un 16% de fisuras apicales externas e internas en comparación a ProFile (Dentsply Maillefer), GT (Dentsply Maillefer) y S-Apex (FKG) (5). Karatas y Col documentaron en el 2015 que Protaper Next (Dentsply Maillefer) y TF Adaptive (SybronEndo) producen significativamente menos cracks que Wave One (Dentsply Maillefer) y Protaper Universal (Dentsply Maillefer) evaluando el tercio apical usando 75 incisivos centrales (17). Por el contrario Kansal y Col reportaron que Wave One (Dentsply Maillefer) provocó solo un 15% de fisuras apicales y Protaper Universal (Dentsply Maillefer) un 53% y la lima F2 de Protaper Universal (Dentsply Maillefer) en movimiento recíproco causó un 26% de fisuras apicales. En 2014 una publicación de Abou El Nasr y Col concluyen que la aleación es el factor más importante para determinar el daño potencial a la dentina (32). En discrepancia, en nuestro estudio pese a comparar 2 aleaciones con

diferente tratamiento térmico de níquel titanio (Grupo A = Gold-Wire, Grupo B = M-Wire) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la aparición de fisuras en el tercio apical externo.

La longitud de trabajo en nuestro estudio se estableció de acuerdo a los resultados de Adorno y Col en 2009 donde determinaron que la preparación mecánica a 1mm menos del foramen mayor tomada como longitud de trabajo, causaba menos probabilidad de aparición de fisuras a nivel del tercio apical comparada con la instrumentación a ras del foramen mayor (6). En nuestro trabajo a través un Test de Student se determinó que las longitudes de trabajo entre el grupo A y B fueron comparables y por lo tanto las limas usadas estuvieron expuestas a muestras individualizadas pero similares. En longitudes de trabajo que promediaron 20,1166 mm encontramos mayor aparición de fisuras apicales.

Este estudio evaluó la aparición de fisuras apicales causada exclusivamente por la instrumentación mecánica recíproca con Wave One Gold (Dentsply Maillefer) y Reciproc (VDW) ya que no se realizó irrigación con EDTA, Clorhexidina o NaOCl, ni activación de la sustancia irrigante (Suero fisiológico) que pudiesen modificar las propiedades físicas y mecánicas de la dentina radicular.

Recientemente Rose y col publicaron los resultados de un trabajo ex vivo en el cual instrumentaron molares de cerdos en las mandíbulas, argumentando que el periodonto natural era un factor protector para la aparición de fisuras apicales. Sus resultados concluyen que no hay formación de fisuras apicales con la instrumentación de Protaper Universal (Dentsply Maillefer), Wave One (Dentsply Maillefer) y Profile GT (Dentsply Maillefer) (55). Sin embargo los molares porcinos difieren notablemente en diámetro del canal radicular y morfología al compararlos con molares humanos. Además para la evaluación de los molares tratados hicieron recesión del primer milímetro apical destruyendo la muestra y descartando la posibilidad de aparición de fisuras apicales en ese milímetro de tejido removido. En nuestro trabajo se usaron dientes humanos y se evaluó la misma superficie apical antes y después de la instrumentación sin destruir la muestra en un modelo que recreó la situación clínica de un premolar humano con periodontitis apical ya que se dejaron libres los 3mm apicales.

## 11. Conclusiones

- La instrumentación con Wave One Gold (Dentsply Maillefer) y Reciproc (VDW) causó un total de 11% de formación de fisuras radiculares.
- La preparación mecánica de los conductos radiculares con la lima R25 (Reciproc VDW) causó 10% de fisuras a nivel de la superficie radicular externa.
- La preparación mecánica de los conductos radiculares con la lima Primary (Wave One Gold Dentsply Maillefer) causó 12% de fisuras a nivel de la superficie radicular externa.
- No se encontró diferencia estadísticamente significativa en la aparición de fisuras del tercio apical externo comparando los sistemas recíprocos Wave One Gold (Dentsply Maillefer) y Reciproc (VDW) pese a las diferencias de diseño, sección transversal, aleación de níquel titanio y conicidad.

- Bajo las condiciones y las limitaciones del presente estudio ex vivo, concluimos que la instrumentación recíproca con instrumentos de diferentes aleaciones de níquel titanio, puede favorecer la aparición de fisuras en el tercio apical externo.

### **Recomendaciones.**

Se requieren investigaciones que evalúen la aparición de fisuras apicales relacionadas con los demás factores como los agentes irrigantes endodónticos tales como el hipoclorito de sodio, ácido etilendiaminotetraacético, clorexhidina o el alcohol. Se recomienda valorar si las técnicas de activación de irrigantes endodónticos con la *passive ultrasonic irrigation* o la activación sónica pueden representar un estrés adicional a la dentina radicular. Se debe evaluar si las técnicas de obturación como la condensación lateral, vertical u ola continua de calor pueden potenciar la aparición o propagación de fisuras radiculares y revisar la importancia de las técnicas de restauración definitivas de dientes endodonciados.

### Referencias Bibliográficas

- (1) Peters OA. Current Challenges and Concepts in the Preparation of Root Canal Systems: A Review. *J Endod* 2004;30(8):559-567.
- (2) Capar ID, Ertas H, Ok E, Arslan H, Ertas ET. Comparative Study of Different Novel Nickel-Titanium Rotary Systems for Root Canal Preparation in Severely Curved Root Canals. *Journal of Endodontics* 2014 June;40(6):852-856.
- (3) Kuttler Y. Microscopic investigation of root apexes. *J Am Dent Assoc* 1955;50(5):544-552
- (4) Martins JNR, Marques D, Mata A, Caramês J. Clinical Efficacy of Electronic Apex Locators: Systematic Review. *J Endod* 2014;40(6):759-777
- (5) Bier CAS, Shemesh H, Tanomaru-Filho M, Wesselink PR, Wu M. The Ability of Different Nickel-Titanium Rotary Instruments To Induce Dentinal Damage During Canal Preparation. *J Endod* 2009;35(2):236-238.
- (6) Adorno CG, Yoshioka T, Suda H. The Effect of Root Preparation Technique and Instrumentation Length on the Development of Apical Root Cracks. *J Endod* 2009; 35(3):389-392.
- (7) Wilcox LR, Roskelley C, Sutton T. The relationship of root canal enlargement to finger-spreader induced vertical root fracture. *J Endod* 1997;23(8):533-534.
- (8) Adorno CG, Yoshioka T, Jindan P, Kobayashi C, Suda H. The effect of endodontic procedures on apical crack initiation and propagation ex vivo. *Int Endod J* 2013;46(8):763-768
- (9) Dentsply.com (Citado 29 de noviembre de 2015) Disponible en ([https://www.dentsply.com/content/dam/dentsply/pim/manufacture/Endodontics/Obturation/Paper\\_Points/WaveOne\\_Gold\\_Absorbent\\_Points/W1G-Brochure-EN-00wopby-en-1508.pdf](https://www.dentsply.com/content/dam/dentsply/pim/manufacture/Endodontics/Obturation/Paper_Points/WaveOne_Gold_Absorbent_Points/W1G-Brochure-EN-00wopby-en-1508.pdf) )
- (10) Es.vdw-dental.com (Citado 29 de noviembre de 2015) Disponible en [http://www.es.vdw-dental.com/fileadmin/redaktion/z-es/downloads/RECIPROC\\_User\\_Brochure\\_es\\_view.pdf](http://www.es.vdw-dental.com/fileadmin/redaktion/z-es/downloads/RECIPROC_User_Brochure_es_view.pdf)
- (11) Hata G, Uemura M, Kato AS, Imura N, Novo NF, Toda T. A Comparison of Shaping Ability Using ProFile, GT File, and Flex-R Endodontic Instruments in Simulated Canals. *J Endod* 2002;28(4):316-321.
- (12). Winter W, Karl M. Dehydration-induced shrinkage of dentin as a potential cause of vertical root fractures. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials* 2012;14:1-6.

- (13) Kim HC, Kim HJ, Lee CJ, Kim BM, Park JK, Versluis A. Mechanical response of nickel-titanium instruments with different cross-sectional designs during shaping of simulated curved canals. *Int Endod J* 2009;42(7):593-602
- (14) Adorno CG, Yoshioka T, Suda H. Crack Initiation on the Apical Root Surface Caused by Three Different Nickel-Titanium Rotary Files at Different Working Lengths. *J Endod* 2011;37(4):522-525.
- (15) Seo D, Yi Y, Shin S, Park J. Analysis of Factors Associated with Cracked Teeth. *J Endod* 2012;38(3):288-292.
- (16) Yoldas O, Yilmaz S, Atakan G, Kuden C, Kasan Z. Dentinal Microcrack Formation during Root Canal Preparations by Different NiTi Rotary Instruments and the Self-Adjusting File. *J Endod* 2012;38(2):232-235.
- (17) Karataş E, Gündüz HA, Kırıcı DÖ, Arslan H, Topçu MÇ, Yeter KY. Dentinal Crack Formation during Root Canal Preparations by the Twisted File Adaptive, ProTaper Next, ProTaper Universal, and WaveOne Instruments. *J Endod* 2015;41(2):261-264.
- (18) Kansal R, Rajput A, Talwar S, Roongta R, Verma M. Assessment of Dentinal Damage during Canal Preparation Using Reciprocating and Rotary Files. *J Endod* 2014;40(9):1443-1444
- (19) De-Deus G, Silva, Emmanuel João Nogueira Leal, Marins J, Souza E, Neves AdA, Gonçalves Belladonna F, et al. Lack of Causal Relationship between Dentinal Microcracks and Root Canal Preparation with Reciprocation Systems. *J Endod* 2014;40(9):1447-1450.
- (20) Cameron CE. Cracked-tooth syndrome. *J Am Dent Assoc* 1964;68(3):405-411
- (21) Ingle, John I. *Endodoncia*. 5a ed. McGraw Hill - Interamericana. México D.F. 2004. 981
- (22) Arias A, Lee YH, Peters CI, Gluskin AH, Peters OA. Comparison of 2 Canal Preparation Techniques in the Induction of Microcracks: A Pilot Study with Cadaver Mandibles. *J Endod* 2014;40(7):982-985.
- (23) Abou-Rass M. Crack lines: the precursors of tooth fractures - their diagnosis and treatment. *Quintessence Int Dent Dig* 1983;14(4):437-447.
- (24) Vire DE. Failure of endodontically treated teeth: Classification and evaluation. *J Endod* 1991;17(7):338-342
- (25) Youssefzadeh S, Gahleitner A, Dorffner R, Bernhart T, Kainberger FM. Dental vertical root fractures: Value of CT in detection. *Radiology* 1999;210(2):545-549.
- (26) Hannig C, Dullin C, Hülsmann M, Heidrich G. Three-dimensional, non-destructive visualization of vertical root fractures using flat panel volume detector computer tomography: An ex vivo in vitro case report. *Int Endod J* 2005;38(12):904-913

- (27) Tamse A. Iatrogenic vertical root fractures in endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol* 1988;4(5):190-196
- (28) Tamse A, Fuss Z, Lustig J, Kaplavi J. An evaluation of endodontically treated vertically fractured teeth. *J Endod* 1999;25(7):506-508
- (29) Zandbiglari T, Davids H, Schäfer E. Influence of instrument taper on the resistance to fracture of endodontically treated roots. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 2006;101(1):126-131.
- (30) Ulusoy ÖİA, Genç Ö, Arslan S, Alaçam T, Görgül G. Fracture resistance of roots obturated with three different materials. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 2007;104(5):705-708
- (31) Kim H, Lee M, Yum J, Versluis A, Lee C, Kim B. Potential Relationship between Design of Nickel-Titanium Rotary Instruments and Vertical Root Fracture. *J Endod* 2010;36(7):1195-1199.
- (32) Abou El Nasr, Hend Mahmoud, Abd El Kader, Karim Galal. Dentinal Damage and Fracture Resistance of Oval Roots Prepared with Single-file Systems Using Different Kinematics. *J Endod* 2014;40(6):849-851.
- (33) Testori T, Badino M, Castagnola M. Vertical root fractures in endodontically treated teeth: a clinical survey of 36 cases. *J Endod* 1993;19(2):87-91
- (34) Ricucci D, Siqueira Jr. JF, Loghin S, Berman LH. The Cracked Tooth: Histopathologic and Histobacteriologic Aspects. *J Endod* 2015;41(3):343-352.
- (35) Cracking the cracked tooth code: detection and treatment of various longitudinal tooth fractures. *Endodontics: Colleagues for Excellence*. American Association of Endodontists, 2008 (Summer): 1–8. Available at: [http://www.aae.org/uploaded\\_files/publications\\_and\\_research/endodontics\\_colleagues\\_for\\_excellence\\_newsletter/ecfesum08.pdf](http://www.aae.org/uploaded_files/publications_and_research/endodontics_colleagues_for_excellence_newsletter/ecfesum08.pdf). Accessed January 28, 2015.
- (36) Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1974;18(2):269-296
- (37) Soares, Ilson José, and F. Endodoncia Goldberg. "Técnica y fundamentos." Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana (2002): 65-67
- (38) Tobón D. Manual Básico de Endodoncia, 1º Edición, Medellín Colombia. Edit. corporación para investigaciones biológicas 2003: 1-23, 65-98.
- (39) Cohen S, Burns R. "instrumentos, materiales y dispositivos." *Vías de la Pulpa* Octava Edición. 2002. edición en español ElServier España S.A 523-527
- (40) Hülsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics* 2005;10(1):30-76

- (41) Bryant, Thompson, Al-Omari, Dummer. Shaping ability of ProFile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals: Part 2. *Int Endod J* 1998;31(4):282-289.
- (42) Otsuka K, Ren X. Physical metallurgy of Ti–Ni-based shape memory alloys. *Progress in Materials Science* 2005;50(5):511-678
- (43) Peters OA, Paqu F. Current developments in rotary root canal instrument technology and clinical use: A review. *Quintessence Int* 2010;41(6)
- (44) Gao Y, Shotton V, Wilkinson K, Phillips G, Ben Johnson W. Effects of Raw Material and Rotational Speed on the Cyclic Fatigue of ProFile Vortex Rotary Instruments. *J Endod* 2010;36(7):1205-1209.
- (45) Johnson E, Lloyd A, Kuttler S, Namerow K. Comparison between a Novel Nickel-Titanium Alloy and 508 Nitinol on the Cyclic Fatigue Life of ProFile 25/.04 Rotary Instruments. *J Endod* 2008;34(11):1406-1409.
- (46) Gere JM. *Mechanics of Materials* 5th edn (Pacific Grove, CA: Brooks/Cole). 2001.
- (47) Alapati SB, Brantley WA, Iijima M, Clark WAT, Kovarik L, Buie C, et al. Metallurgical Characterization of a New Nickel-Titanium Wire for Rotary Endodontic Instruments. *J Endod* 2009;35(11):1589-1593
- (48) Vieira EP, França EC, Martins RC, Buono VTL, Bahia MGA. Influence of multiple clinical use on fatigue resistance of ProTaper rotary nickel-titanium instruments. *Int Endod J* 2008;41(2):163-172.
- (49) Ye J, Gao Y. Metallurgical Characterization of M-Wire Nickel-Titanium Shape Memory Alloy Used for Endodontic Rotary Instruments during Low-cycle Fatigue. *J Endod* 2012;38(1):105-107
- (50) Pereira ESJ, Peixoto IFC, Viana ACD, Oliveira II, Gonzalez BM, Buono VTL, et al. Physical and mechanical properties of a thermomechanically treated NiTi wire used in the manufacture of rotary endodontic instruments. *Int Endod J* 2012;45(5):469-474
- (51) Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J* 2008;41(4):339-344
- (52) Yared, Ghassan. "Canal preparation with only one reciprocating in-strament without prior hand filing: A new concept." (2011)- [http://www.vdw-dental.com/fileadmin/redaktion/downloads/presse/yared\\_reciproc\\_concept\\_en.pdf](http://www.vdw-dental.com/fileadmin/redaktion/downloads/presse/yared_reciproc_concept_en.pdf)
- (53) Sim TPC, Knowles JC, Ng Y, Shelton J, Gulabivala K. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. *Int Endod J* 2001;34(2):120-132.

(54) De-Deus G, Belladonna FG, Souza EM, Silva, Emmanuel João Nogueira Leal, Neves AdA, Alves H, et al. Micro-computed Tomographic Assessment on the Effect of ProTaper Next and Twisted File Adaptive Systems on Dentinal Cracks. J Endod 2015;41(7):1116-1119.

(55) Rose Elizabeth, Svec Timothy. An Evaluation of Apical Cracks in Teeth Undergoing Orthograde Root Canal Instrumentation JOE — Volume 41, Number 12, December 2015

## Apéndices.

### Apéndice A Instrumento de selección de la muestra.

Anexo 1. Selección de la muestra.					
Observador 1		Observador 2		Observador 3	
1.	0	1.	0	1.	0
2.	0	2.	0	2.	0
3.	0	3.	0	3.	0
4.	0	4.	0	4.	0
5.	0	5.	0	5.	0
6.	0	6.	0	6.	0
7.	1	7.	1	7.	1
8.	0	8.	0	8.	0
9.	0	9.	0	9.	0
10.	1	10.	0	10.	1
11.	1	11.	0	11.	1
12.	0	12.	0	12.	0
13.	0	13.	0	13.	0
14.	1	14.	1	14.	1
15.	0	15.	0	15.	0
16.	0	16.	0	16.	0
17.	0	17.	0	17.	0
18.	0	18.	0	18.	0
19.	0	19.	0	19.	0
20.	1	20.	0	20.	1
21.	0	21.	0	21.	0
22.	0	22.	0	22.	0
23.	0	23.	0	23.	0
24.	0	24.	0	24.	0
25.	0	25.	0	25.	0
26.	1	26.	1	26.	1
27.	0	27.	0	27.	0

28.	0	28.	0	28.	0
29.	0	29.	0	29.	0
30.	0	30.	0	30.	0
31.	1	31.	1	31.	1
32.	0	32.	0	32.	0
33.	0	33.	0	33.	0
34.	0	34.	0	34.	0
35.	0	35.	0	35.	0
36.	0	36.	0	36.	0
37.	1	37.	1	37.	1
38.	0	38.	0	38.	0
39.	0	39.	0	39.	0
40.	0	40.	0	40.	0
41.	0	41.	0	41.	0
42.	0	42.	0	42.	0
43.	1	43.	0	43.	1
44.	0	44.	0	44.	0
45.	0	45.	0	45.	0
46.	0	46.	0	46.	0
47.	0	47.	0	47.	0
48.	1	48.	1	48.	0
49.	0	49.	0	49.	0
50.	0	50.	0	50.	0
51.	0	51.	0	51.	0
52.	1	52.	1	52.	0
53.	0	53.	0	53.	0
54.	0	54.	0	54.	0
55.	1	55.	1	55.	1
56.	1	56.	1	56.	0
57.	0	57.	0	57.	0
58.	0	58.	0	58.	0
59.	1	59.	1	59.	1
60.	1	60.	1	60.	1
61.	0	61.	0	61.	0
62.	0	62.	0	62.	0
63.	0	63.	0	63.	0
64.	0	64.	0	64.	0
65.	1	65.	1	65.	1
66.	0	66.	0	66.	0
67.	0	67.	0	67.	0
68.	0	68.	0	68.	0
69.	0	69.	0	69.	0
70.	1	70.	1	70.	0
71.	0	71.	0	71.	0
72.	0	72.	0	72.	0

73.	0	73.	0	73.	0
74.	0	74.	0	74.	0
75.	0	75.	1	75.	1
76.	0	76.	0	76.	0
77.	0	77.	0	77.	0
78.	0	78.	0	78.	0
79.	0	79.	0	79.	0
80.	1	80.	1	80.	1
81.	0	81.	0	81.	0
82.	0	82.	0	82.	0
83.	0	83.	0	83.	0
84.	0	84.	0	84.	0
85.	1	85.	1	85.	1
86.	0	86.	0	86.	0
87.	0	87.	0	87.	0
88.	0	88.	0	88.	0
89.	0	89.	0	89.	0
90.	0	90.	0	90.	0
91.	0	91.	0	91.	0
92.	1	92.	1	92.	0
93.	0	93.	0	93.	0
94.	0	94.	0	94.	0
95.	0	95.	0	95.	0
96.	0	96.	0	96.	0
97.	1	97.	1	97.	1
98.	0	98.	0	98.	0
99.	0	99.	0	99.	0
100.	0	100.	0	100.	0
101.	1	101.	0	101.	1
102.	0	102.	0	102.	0
103.	0	103.	0	103.	0
104.	1	104.	1	104.	0
105.	0	105.	0	105.	0
106.	0	106.	0	106.	0
107.	0	107.	0	107.	0
108.	1	108.	1	108.	1
109.	0	109.	0	109.	0
110.	0	110.	0	110.	0
111.	0	111.	0	111.	0
112.	1	112.	1	112.	1
113.	0	113.	0	113.	0
114.	0	114.	0	114.	0
115.	0	115.	0	115.	0
116.	1	116.	1	116.	1
117.	0	117.	0	117.	0

118.	0	118.	0	118.	0
119.	0	119.	0	119.	0
120.	1	120.	1	120.	1
121.	0	121.	0	121.	0
122.	0	122.	0	122.	0
123.	1	123.	1	123.	0
124.	0	124.	0	124.	0
125.	0	125.	0	125.	0
126.	1	126.	1	126.	0
127.	0	127.	0	127.	0
128.	0	128.	0	128.	0
129.	0	129.	0	129.	0
130.	1	130.	0	130.	1
131.	0	131.	0	131.	0
132.	0	132.	0	132.	0
133.	0	133.	0	133.	0
134.	1	134.	1	134.	1
135.	0	135.	0	135.	0
136.	0	136.	0	136.	0
137.	1	137.	1	137.	1
138.	0	138.	0	138.	0
139.	0	139.	0	139.	0
140.	0	140.	0	140.	0
141.	1	141.	1	141.	1
142.	1	142.	1	142.	1
143.	0	143.	0	143.	0
144.	0	144.	0	144.	0
145.	1	145.	1	145.	1
146.	0	146.	0	146.	0
147.	1	147.	1	147.	0

### Apéndice B Instrumento de evaluación de los resultados.

Evaluador 1		Evaluador 2		Evaluador 3		Longitud de trabajo. (mm)
# de muestra	Fisura	# de muestra	Fisura	# de muestra	Fisura	
1	0	1	0	1	0	22
2	0	2	0	2	0	20.5
3	0	3	0	3	0	19
4	0	4	0	4	0	20
5	1	5	1	5	1	22
6	1	6	1	6	1	22.5
7	0	7	0	7	1	20
8	0	8	0	8	0	18.5
9	0	9	0	9	1	20

10	0	10	0	10	0	20.5
11	0	11	0	11	0	21
12	0	12	0	12	0	22
13	0	13	0	13	0	20.5
14	0	14	0	14	0	18
15	0	15	0	15	0	18
16	0	16	0	16	0	21
17	0	17	0	17	0	18.5
18	0	18	0	18	0	23
19	0	19	0	19	0	21
20	0	20	0	20	0	17
21	0	21	0	21	0	18
22	0	22	0	22	0	21.5
23	0	23	1	23	0	19
24	0	24	0	24	0	21
25	1	25	0	25	1	23
26	0	26	1	26	0	20
27	0	27	0	27	0	20
28	0	28	0	28	0	20
29	0	29	0	29	0	22
30	0	30	0	30	0	21
31	0	31	0	31	0	21
32	0	32	0	32	0	21
33	0	33	0	33	0	21
34	1	34	1	34	1	20
35	0	35	0	35	0	17
36	0	36	1	36	0	19
37	0	37	0	37	0	20.5
38	0	38	0	38	0	22
39	0	39	0	39	0	20
40	0	40	0	40	0	19
41	0	41	0	41	0	22
42	1	42	1	42	1	20
43	1	43	1	43	1	19.5
44	0	44	0	44	0	21.5
45	0	45	0	45	0	17
46	0	46	0	46	1	19.5
47	0	47	0	47	0	20
48	0	48	0	48	0	20
49	0	49	0	49	0	20
50	0	50	0	50	0	21
51	0	51	0	51	0	19
52	1	52	1	52	0	20
53	0	53	0	53	0	20.5
54	0	54	0	54	0	19.5

55	0	55	0	55	0	21
56	0	56	0	56	0	20.5
57	0	57	0	57	0	22.5
58	0	58	0	58	0	20.5
59	0	59	0	59	0	24.5
60	1	60	1	60	1	21
61	0	61	0	61	0	21.5
62	0	62	0	62	0	20
63	0	63	0	63	0	21
64	0	64	0	64	0	22.5
65	0	65	0	65	0	19
66	0	66	0	66	0	20.5
67	0	67	0	67	0	20
68	0	68	0	68	0	19.5
69	0	69	0	69	0	33
70	0	70	0	70	0	20
71	0	71	0	71	0	19.5
72	0	72	0	72	0	22.5
73	0	73	0	73	0	21
74	0	74	0	74	0	20
75	0	75	0	75	0	19
76	0	76	0	76	0	22
77	0	77	1	77	0	20
78	0	78	0	78	0	22
79	0	79	0	79	0	23
80	0	80	0	80	0	20
81	0	81	0	81	0	19.5
82	0	82	0	82	0	21
83	0	83	0	83	0	22.5
84	0	84	0	84	0	19
85	0	85	0	85	0	19
86	0	86	0	86	0	20.5
87	1	87	1	87	0	20.5
88	0	88	0	88	0	19.5
89	0	89	0	89	0	21.5
90	0	90	0	90	0	20
91	0	91	0	91	0	21
92	0	92	0	92	0	20.5
93	0	93	0	93	0	21
94	0	94	0	94	0	19
95	0	95	0	95	0	17
96	0	96	0	96	0	20
97	0	97	0	97	0	21
98	1	98	1	98	1	22
99	0	99	0	99	0	22

100	1	100	1	100	0	19
-----	---	-----	---	-----	---	----

### Apéndice C. Operacionalización de Variables para el análisis del problema de investigación

Variable	Definición conceptual	Definición operativa	Naturaleza	Escala medición	Valor que asume la variable	Objetivo
<i>Lima Reciprocante</i>	Sistema Reciprocante de instrumentación de conductos	Sistema rotatorio de limas que se utiliza para la instrumentación del conducto radicular	Cualitativa	Nominal	Reciproc Wave One gold	O.G
<i>Micro fractura apical</i>	Línea de fractura	Aparición o no de línea de fractura en superficie externa apical	Cualitativa	Nominal	1: con Microfisura 2: sin microfisura	O.G

### Apéndice D. Resultados evaluación Grupo A

Resultados aparición fisuras instrumentación Grupo A Wave One Gold	
Número de la muestra	Presencia de Fisura
2	0
5	1
6	1
10	0
11	0
13	0
14	0
20	0
21	0
22	0

24	0
27	0
28	0
29	0
30	0
31	0
33	0
38	0
39	0
40	0
44	0
45	0
47	0
48	0
50	0
54	0
55	0
56	0
59	0
60	1
63	0
66	0
69	0
74	0
75	0
76	0
79	0
82	0
83	0
84	0
87	1
88	0
90	0
92	0
93	0
94	0
95	0
98	1
99	0
100	1

Resultados aparición de fisuras Grupo B Sistema Reciproc	
Número de la muestra	Presencia de fisura
1	0
3	0
4	0
7	0
8	0
9	0
12	0
15	0
16	0
17	0
18	0
19	0
23	0
25	1
26	0
32	0
34	1
35	0
36	0
37	0
41	0
42	1
43	1
46	0
49	0
51	0
52	1
53	0
57	0
58	0
61	0
62	0
64	0

**Apendice E. Resultados evaluación grupo B**

65	0
67	0
68	0
70	0
71	0
72	0
73	0
77	0
78	0
80	0
81	0
85	0
86	0
89	0
91	0
96	0
97	0