

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**EVALUACIÓN DEL GROSOR DENTINARIO EN LA PORCIÓN CERVICAL  
CON EL USO DE 3 ABRIDORES ENDODONTICOS DE NITI Y GATES  
GLIDDEN.**

Por

ELIZABETH MADLA CRUZ

Como requisito parcial para obtener el Grado de  
MAESTRIA EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS CON ESPECIALIDAD EN  
ENDODONCIA

Noviembre, 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**EVALUACIÓN DEL GROSOR DENTINARIO EN LA PORCIÓN CERVICAL  
CON EL USO DE 3 ABRIDORES ENDODONTICOS NITI Y GATES GLIDDEN.**

Por

ELIZABETH MADLA CRUZ

Como requisito parcial para obtener el Grado de  
MAESTRIA EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS CON ESPECIALIDAD EN  
ENDODONCIA

Noviembre, 2012

**EVALUACIÓN DEL GROSOR DENTINARIO EN LA PORCIÓN CERVICAL  
CON EL USO DE 3 ABRIDORES ENDODONTICOS NITI Y GATES GLIDDEN**

**Comité de Tesis**

---

C.D.M.S. Jorge Jaime Flores Treviño  
Director de Tesis

---

C.D.E.E.M.C Idalia Rodríguez Delgado PhD  
Codirectora de Tesis

**ASESORES**

---

C.D.E.O.M.C Hilda H. Torre Martínez PhD  
Asesor Metodológico

---

M.S.P Lic. Gustavo Israel Martínez González  
Asesor Estadístico

**EVALUACIÓN DEL GROSOR DENTINARIO EN LA PORCIÓN CERVICAL  
CON EL USO DE 3 ABRIDORES ENDODONTICOS NITI Y GATES GLIDDEN**

---

C.D.M.S. JORGE JAIME FLORES TREVIÑO  
COORDINADOR DEL POSGRADO DE ENDODONCIA

---

C.D.M.E.O SERGIO EDUARDO NAKAGOSHI CEPEDA PHD  
SUBDIRECTOR DE LA DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE  
ODONTOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

**EVALUACIÓN DEL GROSOR DENTINARIO EN LA PORCIÓN CERVICAL  
CON EL USO DE 3 ABRIDORES ENDODONTICOS NITI Y GATES GLIDDEN**

**APROBACION DE LA TESIS**

LOS MIEMBROS DEL JURADO ACEPTAMOS LA INVESTIGACION Y  
APROBAMOS EL DOCUMENTO QUE AVALA LA MISMA; COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRIA EN CIENCIAS  
ODONTOLOGICAS CON ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA.

**HONORABLES MIEMROS DEL JURADO**

**PRESIDENTE**

**SECRETARIO**

**VOCAL**

## INDICE

1. Resumen.....	1
2. Introducción.....	2
3. Antecedentes.....	5
4. Marco de Referencia.....	23
5. Materiales y Métodos.....	27
6. Resultados.....	49
7. Discusión .....	68
8. Conclusiones.....	73
9. Recomendaciones.....	74
10. Referencias Bibliográficas.....	75
11. Anexos.....	82

**Nombre:** Elizabeth Madla Cruz

**Fecha de Graduación:** Julio de 2012

**Universidad Autónoma de Nuevo León**

**Facultad de Odontología**

**Maestría en Ciencias Odontológicas con Especialidad en Endodoncia**

**Páginas:** 90

**Título del Estudio:** Evaluación del grosor dentinario en la porción cervical con el Uso de 3 Abridores Endodónticos de NiTi y Fresas Gates Glidden

## **RESUMEN**

**INTRODUCCION:** El tratamiento de conductos consiste en eliminar y prevenir la periodontitis apical, dicho objetivo se logra a través de la instrumentación y la irrigación. Una instrumentación excesiva de los conductos radiculares puede debilitar las raíces significativamente del diente involucrado, siendo mas susceptible a la fractura.

**OBJETIVOS:** Comparar el grosor dentinario antes y después del uso de abridores endodónticos de Níquel Titanio: ProTaper Universal, Easy RaCe, Twisted Files y fresas Gates Glidden en la pared distal de raíces mesiales en molares mandibulares.

**MATERIALES Y METODOS:** 4 grupos de raíces mesiales con un rango de curvatura de 20° a 40° con la técnica de Schneider. 40 conductos fueron preparados con las diferentes técnicas de instrumentación y el uso de fresas Gates Glidden. Usando la modificación del cubo de resina de Bramante, se efectuó un corte transversal a 2mm y 4mm de la furcación de las raíces, se tomaron fotografías antes y después de la instrumentación, posteriormente fueron sobrepuestas las imágenes con el programa de Photoshop y finalmente se efectuaron las mediciones del grosor dentinario de la pared mesial y distal antes y después de la instrumentación con el programa Adobe Ilustrador.

**RESULTADOS:** El grupo de ProTaper Universal fue el que desgasto mas el tejido dentinario con un valor 0.323mm, seguido de Twisted Files con un valor de 0.299mm, las fresas Gates Glidden con 0.296 y el que menos desgasto fue el grupo de Easy RaCe con un valor de 0.290mm. Utilizando la prueba estadística de Anova y Tukey no se encontraron diferencia estadísticamente significativas entre los 4 grupos ( $p > .05$ ).

**CONCLUSIONES:** El espesor dentinario en la pared distal fue mas delgado en comparación al espesor en la porción mesial, se encontró mayor desgaste después de la instrumentación en la porción distal que en la porción mesial.

**Director de Tesis:** C.D.M.S. Jorge Jaime Flores Treviño \_\_\_\_\_

**Co-director de Tesis:** C.D.E.E.M.C. Idalia Rodríguez Delgado PhD \_\_\_\_\_

## INTRODUCCIÓN

El tratamiento de endodoncia consiste en eliminar y prevenir la periodontitis apical, dicho objetivo se logra tras la remoción química y mecánica del tejido orgánico, tejido necrótico, remover dentina infectada y microorganismos del sistema de conductos radicular.

La estructura anatómica de cada órgano dentario puede tener innumerables variaciones como conductos curvos, calcificados, etc. En el caso de los molares inferiores los conductos radiculares mesiales no asumen una posición central en relación con la raíz, el área entre el conducto y la furca (piso de la cámara pulpar) tiene paredes delgadas y es llamada zona de peligro.

El área de la furca en molares inferiores en un corte transversal localizado entre 2 a 3 mm por debajo de la furcación de las raíces presenta una concavidad en el 100% de los casos, haciendo dicha zona mas sensible a la perforación después del uso de instrumentos rotatorios.

El espolón de dentina en la porción cervical en molares mandibulares, se extiende de la pared proximal de la cámara pulpar y obstruye el orificio de entrada del conducto, por lo cual debe ser removido para conseguir acceso directo para la instrumentación; por lo anterior se tiene la necesidad de una ensanchamiento óptimo del tercio coronal, mas sin

embargo conservar la mayor cantidad de dentina radicular para no debilitar la estructura de la raíz y prevenir así las fracturas verticales.

Se considera como un grosor crítico un valor de 0,2 mm para el grosor dentinario de las paredes de los conductos, el enderezamiento de los conductos al eliminar el espolón dentinario con el fin de conseguir un acceso en línea recta puede conducir a un debilitamiento significativo de las paredes dentinarias.

Un riesgo inminente al momento de la conformación en la porción cervical del conducto en molares mandibulares es el adelgazamiento significativo de las paredes dentinarias o en su defecto la culminación de una perforación en banda (stripping) que conllevan al desarrollo de fracturas radiculares, convirtiéndose en un problema serio debido a que culminan con la inevitable extracción del diente o la resección de la raíz afectada.

El ensanchamiento del tercio cervical puede conseguirse utilizando fresas Gates Glidden o con abridores endodónticos de níquel titanio.

La aparición de numerosos sistemas de instrumentación mecanizada, impone la necesidad de investigar su comportamiento en los conductos radiculares con la finalidad de evaluar las ventajas del instrumento, las limitaciones y el riesgo de desgaste excesivo al final de la instrumentación.

Los objetivos establecidos en la presente investigación fueron los siguientes:

Como **OBJETIVO GENERAL** comparar el grosor dentinario antes y después de el uso de abridores endodónticos de Níquel Titanio: ProTaper Universal, Easy RaCe, Twisted Files y fresas Gates Glidden en la pared distal de raíces mesiales en molares mandibulares extraídas del humano a los 2 y 4mm por debajo de la furcación de las raíces vistos a un estereomicroscopio digital. Dentro de los **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:** comparar el grosor dentinario antes y después de el uso de abridores endodónticos de Níquel Titanio: ProTaper Universal, Easy RaCe, Twisted Files y fresas Gates Glidden en la pared mesial de raíces mesiales de molares mandibulares extraídas del humano a los 2 y 4mm por debajo de la furcación de las raíces. Identificar el diámetro inicial y posterior a la instrumentación de los conductos radiculares a los 2 y 4 mm de la furcación de las raíces y contrastar los resultados obtenidos.

El estudio fue clasificado como comparativo, prospectivo, observacional y longitudinal abierto. Se planteo la siguiente **HIPÓTESIS:** Los instrumentos de níquel titanio y las fresas Gates Glidden producen un desgaste similar a nivel de los 2mm y 4mm de la furcación de las raíces en conductos mesiales de molares mandibulares.

## ANTECEDENTES

La terapia endodóntica involucra el tratamiento de tejido pulpar vital y necrótico en pacientes que puedan conservar sus dientes naturales en función y estética. A pesar de que el éxito endodóntico depende de muchos factores, uno de los mas importantes es la preparación del conducto (*Peters y col, 2004*).

El objetivo del tratamiento endodóntico es la limpieza, desinfección y el completo sellado del sistema de conductos radiculares. La conformación del conducto es un aspecto crítico en el tratamiento de endodoncia debido a que influye en el resultado de las fases subsecuentes del tratamiento como lo es la irrigación y la obturación. Una vez que el conducto es preparado, éste debe tener una conicidad uniforme, incrementar el diámetro desde la porción apical hacia el orificio de entrada. Ésta preparación proporciona suficiente espacio para los irrigantes, la completa limpieza del conducto y una efectiva obturación (*Schilder, 1974*).

El propósito principal de la instrumentación es el desbridamiento mecánico del sistema de conductos y la creación de un espacio para permitir el paso de las sustancias antimicrobianas (*Zehnder, 2006*). El proceso de desbridamiento incluye la instrumentación mecánica en conjunto con la irrigación química, ésta técnica combinada eliminará la mayoría de las bacterias en el conducto, así como el tejido necrótico y la remoción de dentina contaminada (*Bystrom, 1983*).

Hay tres cuestiones principales que son consideradas como difíciles y controvertidos en la configuración del conducto: a) La identificación, acceso y ampliación de los conductos principales sin errores de procedimiento, b) Establecer y mantener adecuadas longitudes de trabajo a través del proceso de conformación y c) La selección de tamaños y geometrías en la preparación general que permita una adecuada desinfección y obturación (*Peters, 2004*).

### **Morfología del Conducto Radicular**

El tejido duro que rodea la pulpa dental puede adoptar una variedad de configuraciones y formas, el conocimiento profundo de la morfología dental, la interpretación cuidadosa de las radiografías anguladas, el acceso adecuado al interior del diente y su exploración son requisitos indispensables para el éxito del tratamiento. La magnificación y la iluminación constituyen ayudas necesarias (*Vertucci, 2005*).

Se ha destacado la importancia fundamental de la evaluación plena de cada radiografía antes y durante la terapia endodóntica (*Friedman y col, 1986*). Las radiografías, sin embargo, no siempre pueden determinar la morfología correcta, sobre todo cuando se toma sólo una visión buco-lingual; la evaluación del sistema de conductos radiculares es más preciso cuando se usa la información desde múltiples puntos de vista radiológicos, junto con una exploración clínica exhaustiva del interior y el exterior del diente (*Peters, 2004*).

El conocimiento de la morfología interna de la raíz es complejo y extremadamente importante con respecto la planeación y ejecución de la terapia endodóntica. Las variaciones anatómicas que existen en el sistema de conductos radicular han contribuido al fracaso del tratamiento. (*Filbo, 2009*)

La complejidad de la anatomía dental se manifiesta al inicio del procedimiento cuando el orificio de entrada o la totalidad del conducto puede pasarse por alto, además irregularidades como conductos accesorios y deltas apicales son en su mayoría

inaccesibles para la preparación mecánica; así mismo la curvatura del conducto resulta en una remoción asimétrica de dentina durante la conformación ocasionando transportación en varios grados. El conducto radicular generalmente empieza en forma de embolo en el orificio o en dirección apical y termina en el foramen que comunica con la superficie radicular alrededor de 0mm a 3mm del centro del ápice radicular. (Peters, 2004)

Se han identificaron 8 configuraciones del espacio pulpar:

Tipo I: Un conducto único se extiende desde la cámara pulpar hasta el ápice (1)

Tipo II: Dos conductos separados salen de la cámara pulpar y se unen cerca del ápice para formar un conducto(2-1).

Tipo III: Un conducto sale de la cámara pulpar y se divide en dos en la raíz; los conductos se funden después de salir para terminar como uno solo (1-2-1)

Tipo IV: Dos conductos distintos y separados se extienden desde la cámara pulpar hasta el ápice (2).

Tipo V: Un conducto sale de la cámara pulpar y se divide cerca del ápice en dos conductos distintos con forámenes apicales separados (1-2).

Tipo VI: Dos conductos separados salen de la cámara pulpa, se funden en el cuerpo de la raíz y vuelven a dividirse del ápice para salir como dos (2-1-2).

Tipo VII: Un conducto sale de la cámara pulpar, se divide y después vuelve a unirse en el cuerpo de la raíz, y finalmente se divide otra vez en dos conductos distintos cerca del ápice (1-2-1-2)

Tipo VIII: Tres conductos distintos y separados se extienden desde la cámara pulpar hasta el ápice. (Vertucci y col, 1974)

La relación de los dos orificios de los conductos, uno al otro es significativo; cuanto más cerca estén el uno al otro es mayor es la posibilidad de que los dos conductos se unan en algún momento (Peters, 2004).

Antes de comenzar el tratamiento, no se puede determinar con precisión el número real de los conductos radiculares presentes; la anatomía del piso de la cámara pulpar y la

pared proporcionan una guía para determinar la morfología que está realmente presente (Peters, 2004). La unión cemento-esmalte es el punto de referencia anatómicos más importantes para determinar la ubicación de la cámara pulpar y los orificios de los conductos (Vertucci, 1974).

El primer molar inferior es el primero en erupcionar entre los dientes posteriores permanentes, éste diente es el que requiere con más frecuencia el tratamiento de conductos radiculares (Krasner, 2004).

Molares mandibulares usualmente tienen dos raíces, sin embargo ocasionalmente tres raíces están presentes con dos o tres conductos en mesial y uno, dos o tres conductos en la raíz distal; ocasionalmente tienen una raíz distolingual adicional (Peters, 2004).

En 41 estudios se ha identificado la incidencia de la tercera raíz en un 13% fuertemente correlacionada con el origen étnico de la población estudiada (Valencia de Pablo y col, 2010).

La incidencia del conducto medio-mesial está presente en el rango de 1% al 15% encontrado entre el conducto mesibucal y mesiolingual. La raíz distal puede contener un conducto llamado conducto distal o bien poseer un conducto distobucal y distolingual (Peters, 2004).

Una variante en la configuración de los conductos es la denominada “forma de C” la mayoría de los conductos en forma de C se encuentran en los segundos molares inferiores, sin embargo ha habido reportes en primeros molares inferiores y primer premolar inferior (Cooke y Cox, 1979). Las molares en forma de C son llamadas por su morfología transversal de su raíz y del conducto (Peters, 2004).

Han demostrado que los conductos mesiales de las molares inferiores no asumen una posición central en relación con la raíz; el área entre el conducto y la furca es de paredes delgadas y es llamada “zona de riesgo” (Abou-Rass y col, 1980).

La medición de la pared distal de raíces mesiales y la pared mesial de raíces distales de molares mandibulares varia según la longitud radicular; en un estudio donde se pretendió comparar el grosor dentinario a los 2 mm por debajo de la furcación de las raíces mesiales de molares mandibulares; donde se clasificaron como conductos largos (24.14mm +/- 0.85mm), conductos medianos (22.10 +/- 0.65) y conductos cortos (19.97 +/- 0.75); se reportó que en los dientes largos tienen más delgada la pared del conducto hacia la zona de la furca (*Sauáia TS y col, 2010*).

El área de la furca de molares inferiores en un corte transversal localizado entre 2mm a 3 mm por debajo de la furcación de las raíces, presenta una concavidad en el 100% de los casos en la raíz mesial y 99% para la raíz distal. Otros autores han descrito que una distancia de 3mm a 4mm por debajo de la entrada de los conductos es el área más sensible a la perforación de las raíces mesiales de molares inferiores después de el uso de instrumentos rotatorios (*Coutinho-Filho, 2008*).

La superficie distal de la raíz mesial y la superficie mesial de la raíz distal de los molares inferiores debido a la concavidad que poseen, convierte éstas paredes muy delgadas, una instrumentación muy exhaustiva puede ocasionar una zona de perforación en la raíz (*Peters, 2004*), la profundidad de la concavidad radicular es más pronunciada en molares longitud larga (24mm) en comparación con molares de longitud corta (19mm) (*Sauáia y col, 2010*).

La conexión intraconducto o la anastomosis transversal de los conductos se conoce como “istmos” y se enfatiza la importancia de la preparación y obturación de éstos durante el tratamiento. Los istmos son estrechamientos o formas acintadas que se comunican entre dos conductos que contienen pulpa y tejido derivado de la pulpa, pueden funcionar como reservorio bacteriano. Una raíz que contenga dos o más conductos tiene un potencial de contener istmos (*Cambruzzi y Marshall, 1983*). Se ha encontrado una alta incidencia de istmos en la raíz mesibucal de los molares inferiores (*Weller y col, 1995*).

Se han identificaron 5 tipos de istmos que se pueden presentar:

Tipo I: Dos o tres conductos sin comunicación.

Tipo II: Dos conductos con una definida comunicación entre ellos.

Tipo III: Tres conductos con una definida comunicación entre ellos.

Tipo IV: Los conductos se extienden dentro del área del istmo.

Tipo V: Comunicación verdadera a todo lo largo del istmo.

El tipo mas frecuente de istmos encontrado en raíces mesiales de molares inferiores es el de tipo V (*Hsu y Kim, 1997*).

Un completo conocimiento de la morfología del conducto es esencial para el éxito clínico de cualquier terapia endodóntica (*Cunningham, 1992*). Las radiografías periapicales son un recurso esencial para el tratamiento endodóntico debido a la identificación de diferentes aspectos observados en la radiografía que incluye la complejidad de la anatomía entre otras cosas; sin embargo proporcionan solo dos dimensiones de estructuras de tres dimensiones (*Estrela, 2008*).

Recientemente se ha incorporado el uso de la Tomografía en el área de la endodoncia, debido a que permitir una reconstrucción tridimensional de la morfología interna y externa del diente (*Michetti, 2010*). La evaluación con la Tomografía de Cone Beam ha demostrado una exacta localización y anatomía del sistema de conductos, y es una herramienta adicional para la exploración de la anatomía radicular (*Patel y col, 2007*).

Los métodos de análisis de curvaturas resultan de gran utilidad al brindar información mas precisa del nivel de complejidad, permitiendo realizar una correcta selección del instrumento al momento de preparar conductos curvos (*Peters, 2004*).

Un método para obtener el grado de curvatura consiste en trazar una línea paralela al eje longitudinal del conducto en el tercio coronal, una segunda línea trazada desde el foramen apical hasta que se intersecta el punto donde la primera línea deja el eje axial del conducto y finalmente se mide el ángulo formado. Se clasifican como rectos con 5° o

menos grados, moderados de 10° a 20° y severos de 25° a 79° (*Schneider, 1971*).

Los conductos que exceden de 30° de curvatura dejan complicaciones en la preparación del conducto y el caso se vuelve mas complejo, algunas complicaciones, resultado de la preparación de la curva del conducto, son debidas a la deformación del instrumento ocasionando un estrés en el mismo. El estrés por tensión desde las partes no curvas y el estrés por compresión que ocurre en las partes curvas del conducto, cuando la curvatura se incrementa se distorsiona una porción de la lima y aumenta el riesgo de fractura del instrumento dentro del conducto (*Günday, 2005*).

Se ha estudiado el grado de curvatura de las raíces mesiales de molares inferiores y el efecto que sufren al instrumentar sobre las curvas con instrumentos rotatorios en la porción coronal de la raíz. El promedio de grado de curvatura para los conductos mesiobucal es de 28.7 y para los conductos mesiolingual de 27.2 (*Cunningham y Senia, 1992*).

Se ha señalado que la forma de cualquier curvatura del conducto radicular puede ser más precisa mediante dos parámetros, el ángulo de curvatura y el radio de curvatura. El radio se definió como la de un círculo que coincide con el camino recorrido por el área de la mayor parte de la curvatura abrupta; un radio pequeño (menor o igual a 4mm) como curvatura severa; radio intermedio (entre 4 y 8 mm) como una curva moderada y radio grande (mayor de 8 mm) como una curvatura leve (*Pruett y col, 1997*).

Casi todos los conductos poseen una curvatura en una dirección buco-lingual (*Cunningham, 1992*) éstas curvaturas pueden plantear problemas en la configuración y los procedimientos de limpieza, ya que no son evidentes en una radiografía estándar (*Peters, 2004*).

## **Consideraciones en la Preparación de los Conductos Radiculares en la Proci3n Cervical**

Como se ha mencionado anteriormente, la instrumentaci3n mecánica del sistema de conductos radiculares es una fase importante de la preparaci3n del conducto radicular, ya que crea el espacio que permite la llegada de irrigantes y medicamentos antibacterianos para erradicar bacterias y eliminar los subproductos bacterianos. Sin embargo, sigue siendo una de las tareas más difíciles en la terapia endod3ntica (*Hülsmann y col, 2005*).

Los aspectos principales de la preparaci3n del conducto radicular son la prevenci3n de la enfermedad perirradicular y / o promoci3n de la curaci3n en los casos en que la enfermedad ya existe a trav3s de: a) Eliminaci3n los tejidos blandos y duros infectados, b) Proporcionar acceso a las soluciones de irrigaci3n y desinfecci3n hasta la zona apical, c) Preservaci3n de la integridad y localizaci3n del foramen apical, d) Evitar daño iatrogénico al sistema de conductos y a la estructura radicular, e) Proveer la facilidad para la obturaci3n, f) Evitar la irritaci3n y/o infecci3n de los tejidos perirradiculares, g) Preservaci3n de la dentina para la funcionalidad a largo plazo del diente (*Hülsmann y col, 2005*).

Los objetivos biol3gicos se dirigen a que la forma de la preparaci3n y la eficacia antimicrobiana estén íntimamente relacionados entre si a trav3s de la remoci3n de dentina infectada y el uso de irrigantes. Son 4 los objetivos propuestos por *Schilder*: a) Confinamiento de la instrumentaci3n de las raíces, b) No forzar el derbi con tejido necr3tico mas allá del foramen, c) Remover todo el tejido del espacio del conducto radicular, d) Creaci3n de un suficiente espacio para la medicaci3n intraconducto (*Schilder, 1974*).

Los objetivos mecánicos incluyen como importante considerar completamente los conductos originales en la preparaci3n, lo cual no es posible con las técnicas actuales. Evitar los errores de preparaci3n como las deformaciones y las perforaciones; quizás

éstos factores no afecten por si mismos el éxito del tratamiento, mas sin embargo pueden hacer que partes del sistema de conductos radiculares sean inaccesibles a la desinfección (Cohen, 2008).

La preparación endodóntica de cualquier diente debe consistir en tres procesos: acceso coronal, acceso radicular y la instrumentación apical (Georing, 1982). El acceso coronal y radicular se realiza para obtener un acceso directo en línea hacia al tercio apical del conducto (Georing, 1982 y Pettiette , 1999).

El espolón de dentina en molares mandibulares que se extiende de la pared proximal de la cámara y que obstruye el orificio del conducto debe ser removida con fresas redondas y puede ser completado efectivamente y rápido con limas Hedström y fresas Gates Glidden (Georing, 1982), o bien con abridores endodónticos de níquel titanio. La eliminación de interferencias dentinarias en el tercio cervical permite que la instrumentación apical sea realizada de manera mas rápida y eficiente (Shoji, 1974).

La instrumentación en el tercio coronal antes de la instrumentación del tercio apical permite: a) Acceso recto al tercio apical, b) Eliminar interferencias de dentina encontradas en los 2 tercios coroneales del conducto permitiendo una instrumentación rápida y eficiente, c) El tejido pulpar, lodo dentinario y microorganismos son removidos antes de la instrumentación del tercio apical, d) La ampliación durante el acceso radicular permite una mayor profundidad del irrigante y e) La longitud de trabajo sufre menos cambios durante la subsecuente instrumentación del tercio apical debido a que la curvatura del conducto fue reducida antes de establecer la cavometría (Georing, 1982).

El acceso en línea recta involucra el uso de fresas de diamante cónicas, fresas Gates Glidden, Fresas Pecho Reamers o como lo indica la tendencia actual con abridores endodónticos de níquel titanio, para remover la dentina de la estructura coronal de la raíz hacia la zona de seguridad de molares y premolares. Éstas zonas son descritas en direcciones bucal y lingual, superficie proximal en la superficie coronal de la raíz (Geroing, 1982).

El acceso en línea recta de los dientes posteriores se evalúa con limas, en éstos dientes multirradiculares, los mangos de la lima idealmente deben estar paralelas, no siempre es del todo posible, pero por lo menos el mango de la lima no debe desviarse al esmalte en la pared opuesta. El acceso en línea recta para un conducto con raíz curva proporciona la oportunidad de preparar la curvatura apical con mayor eficiencia (Walton, 1994).

En los inicios de la preparación cervical al principio de la conformación se recomendaba con el uso de un escariador # 1 Peeso a una profundidad de aproximadamente 4 mm para aumentar el tercio cervical del canal y facilitar la instrumentación. El objetivo era reducir escalones y extrusión de los desechos hacia apical; se reportaba que el uso de instrumentos rotatorios de grueso calibre produciría una preparación escalonada mas sin embargo aumentaba el riesgo de perforación (Abou-Rass y Jastrab, 1975 y Abou-Rass y col, 1980).

La técnica Crown Down propuesta por Marshall y Pappin, efectuada con el uso de Fresas Gates Glidden minimiza la extrusión de debri a los tejidos perirradiculares; inicialmente el uso Fresas Gates Glidden seguido de la instrumentación gradual desde el orificio del conducto hasta la longitud de trabajo (Morgan L y Montgomery, 1984). La técnica de Crown Down dada por instrumentos con conicidad ha sido aceptada y se ha convertido en una norma racional en la practica endodóntica (Riitiano, 2005).

Una técnica de limado anticurvatura para preparar conductos curvos, definieron los siguientes términos: a) *Tope apical* como el limitante apical de la preparación del conducto radicular localizado aproximadamente a un milímetro del ápice radiográfico donde se confina la instrumentación y la obturación, b) *Limado anticurvatura* como la directa preparación hacia el espolón dentinario o hacia la zona de seguridad lejos de las porciones delgadas del conducto o zona de riesgo donde pueden ocurrir perforaciones en banda en las paredes del conducto, c) *Stripping* como adelgazamiento de la dentina hacia el borde del cemento, que puede convertirse en una perforación y d) *Zona de riesgo*

como el área de la pared del conducto radicular que es vulnerable a provocar una perforación en banda (stripping) debido al limado en dicha zona (*Abous-Rass, 1980*).

El limado anticurvatura es dirigido hacia las porciones de paredes gruesas del conducto (zona de seguridad) lejos de las zonas más delgadas del conducto para evitar una perforación durante el procedimiento de ampliación del tercio cervical. Debido a la tendencia de enderezamiento de las limas dentro de los conductos curvos da como resultado una sobreinstrumentación en el área contraria a la curva, hacia la convexidad del conducto o hacia la zona de la furca (*Peters, 2004*).

El método anticurvatura es necesario para prevenir perforaciones o debilitamiento de la estructura radicular debido a lo mencionado anteriormente, basándose radiográficamente y un análisis topográfico de la anatomía del conducto. Por lo tanto, los conductos curvos deben ser enderezados tanto como sea posible para facilitar la limpieza, diseño y limado en la porción apical (*Abou-Rass, 1980*).

Se ha encontrado una reducción estadísticamente significativa en la reducción del riesgo de perforación con un limado anticurvatura (*Lim y Stock, 1989*). Una instrumentación de la porción cervical y media es con un movimiento de cepillado hacia las paredes del conducto. Con una remoción selectiva de dentina evitando el debilitamiento de las paredes del conducto y la perforación en las áreas más delgadas debe ser evitada (*Riitiano, 2005*).

La delgada pared de dentina remanente seguida de varios procedimientos de instrumentación puede ser el factor iatrogénico más importante correlacionado con la futura resistencia a la fractura (*Coutinho-Filho, 2008*). Conservar la mayor cantidad posible de dentina radicular para no debilitar la estructura de la raíz y prevenir así las fracturas verticales, considerando un grosor crítico de 0,2mm; el acceso en línea recta con el fin de conseguir enderezamiento de los conductos puede conducir a una conservación mínima del grosor de la pared del conducto; mas sin embargo se ve la necesidad de una preparación adecuada de la cavidad de acceso y un ensanchamiento

óptimo del tercio coronal (*Cohen, 2008*); durante la terapia endodóntica se consiguen varias ventajas y funciones al ampliar el tercio cervical; permite la remoción de interferencias del tercio cervical y medio así mismo ofrece al operador mejor control en la instrumentación del tercio apical (*Schilder, 1974*). Finalmente dos objetivos mecánicos principales son el calibre apical y el límite apical de la preparación con respecto a la anatomía apical (*Cohen, 2008*).

Una sobreinstrumentación en el tercio cervical debe ser evitada debido a que puede debilitar el diente y por ende resultar en una perforación; una perforación del conducto hacia el sitio de la zona peligro puede ser prevenido limitando el movimiento de cepillado solo hacia el área del espolón dentinario. La remoción de la dentina dirigida lejos de la furca previene perforaciones y dan un acceso en línea recta hacia el tercio apical del conducto (*Georing, 1982*).

*Carvalho y col* explican la diferencia entre el acero inoxidable y los instrumentos de Níquel-Titanio diciendo que los instrumentos de Níquel-Titanio tienden a permanecer más centrados en el conducto radicular en comparación con las limas de acero inoxidable que son relativamente inflexibles, esta propiedad se ha demostrado que contribuyen al desarrollo de adelgazamiento y limitada crítica en la zona de peligro en el intento de la conformación. El riesgo de las limas de acero inoxidable se ve agravada en conductos estrechos con la limitante anatómica de no poder ampliar el diámetro apical.

La mayoría de los conductos son curvos, mientras que los instrumentos endodónticos son fabricados a partir de piezas de metal rectas; esto se traduce en una distribución desigual de la fuerza en ciertas zonas de contacto (*Kyomen, 1994*), y una tendencia de que el instrumento se enderece en el interior del conducto radicular. (*Willey, 1992*). En consecuencia, las zonas apicales del conducto tienden a estar sobreinstrumentadas hacia la parte externa de la curva, mientras que las zonas más coronales son transportadas hacia la concavidad o hacia la furca en dientes multirradiculares (*Kartal, 1997*).

## **Instrumentos y Técnicas para la Conformación del Conducto Radicular**

### **Fresas Gates Glidden**

Las Fresas Gates Glidden suelen funcionar bien para el ensanchamiento previo del tercio coronal del conducto, si se utilizan en forma incorrecta pueden reducir de forma significativa el grosor de la pared radicular.

Se fabrican en juegos numerados del 1 al 6 (corresponden a los diámetros 0.5 a 1.5 mm), disponibles en varias longitudes. Cada instrumento tienen una parte no cortante larga y fina con paredes paralelas. Son instrumentos de corte lateral con puntas de seguridad, se pueden usar para cortar dentina conforme son retiradas del conductos (en el movimiento hacia afuera). Se han propuesto dos secuencias del procedimiento: la técnica de descenso por pasos, donde se comienza con una fresa grande y se progresa con mas pequeñas o a la inversa con al técnica paso hacia atrás.

Las fresas Gates Glidden se pueden emplear con seguridad entre 750 y 1,5000 rpm; funcionan mejor cuando se usan con motores eléctricos con reducción de torque que al utilizarlos con motores de aire comprimido (*Cohen, 2008*).

Las fresas Gates Glidden número 1 son demasiado pequeñas para ser eficaces y se rompen con facilidad, los tamaños 5 y 6 son demasiado grandes. Las fresas números 2 o 3 se corren a media velocidad y con ligera fuerza en el conducto para permitir que hagan su propio camino, se deben de insertar en la misma dirección en la que sale el conducto de la cámara pulpar; importante considerar que éstas fresas se trabajan siempre lejos de la zona de peligro. No se hace intento de obtener acceso en línea recta con una fresa numero 3. El número 4 sigue hasta la profundidad aproximada a la que llego la fresa numero 3.

La fresa Gates Glidden no. 2 es colocada 14 a 16 mm tomando como punto de referencia la superficie oclusal introduciendo al conducto con poca presión apical. La

fresa Gates Glidden no. 3 se extiende de 11 a 13 mm hacia el conducto con dirección apical y lateral alejada de la zona de la furca, el no. 3 amplía el conducto de 3 a 4 mm apicales del orificio del conducto. Las fresas Gates Glidden no. 4 pueden ser usadas en conductos muy amplios. Las fresas Gates Glidden cuando se fracturan, suele separarse usualmente cercano a la pieza de mano y se pueden retirar con facilidad del conducto (*Georing, 1982*).

Debido a su bajo costo y su alto poder de corte asociado a su fácil manejo, las fresas Gates Glidden son ampliamente usadas para la instrumentación en la preparación cervical de los conductos (*Filho, 2008*).

### **Instrumentos de Níquel Titanio**

Desde principio de la década de 1990 se han introducido en la práctica de la endodoncia varios sistemas de instrumentos fabricados de Níquel-Titanio. Las características de diseño específicas varían, como el tamaño de la punta, la conicidad, la sección transversal, el ángulo helicoidal y la distancia entre las estrías (*Cohen, 2008*).

Los avances en los instrumentos rotatorios de níquel titanio han dado lugar a nuevos conceptos en su diseño y técnicas de preparación del conducto, exhiben un rendimiento superior sobre la instrumentación manual. Los conductos conformados con instrumentos de níquel titanio muestran un incremento en limpieza y conformación, menos transportación apical del conducto y una disminución de perforaciones (*Portenier y col, 1998*). Los conductos son conformados más circulares y permanecen más centrados (*Park H y col, 2001*)

Dos propiedades de la aleación de Níquel-Titanio tienen interés en endodoncia: la superelasticidad y alta resistencia a la fatiga cíclica. Estas dos propiedades permiten usar con éxito instrumentos de rotación continua en los conductos radiculares curvos. Han disminuido sustancialmente la incidencia de varios problemas clínicos, como bloqueos

escalones, transportes y perforaciones; sin embargo tienen tendencia a fracturarse con más facilidad que los instrumentos manuales (*Cohen, 2008*).

### **Instrumentos Rotatorios ProTaper**

El sistema de Instrumentación rotatoria ProTaper Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) tienen un diseño que incrementa el porcentaje de conicidad en su longitud, éste diseño tiene como objetivo reducir las cargas de torsión, fatiga del instrumento y disminución potencial de fractura (*Blum y Ruddule, 2003*).

El Sistema de ProTaper Universal comprende 6 instrumentos, tres limas de conformación y tres limas de acabado. La sección transversal de la lima muestra una lima tipo K modificada con bordes cortantes afilados y sin apoyos radiales, esa configuración crea un núcleo estable y proporciona flexibilidad suficiente para las limas mas pequeñas. La sección transversal de la lima F3 esta ligeramente aliviada para aumentar la flexibilidad. El factor de diseño único es la conicidad variable a lo largo del eje longitudinal del instrumento. Las tres limas de conformación tienen conicidades que aumentan en sentido coronal y en las tres limas de acabado se observa un patrón inverso.

Las limas de conformación n. 1 y n. 2 tienen diámetros en la punta de 0,185 y 0,2 mm, respectivamente; hojas de corte de 14 mm de longitud y puntas parcialmente activas. Las limas de acabado (F1, F2 y F3) tienen diámetros en la punta de 0.2, 0.25 y 0.3, no tienen puntas cortantes.

La sección transversal triangular convexa de los instrumentos reduce las áreas de contacto entre la lima y la dentina. Se ha mejorado de forma segura equilibrando la distancia entre las estrías y el ángulo helicoidal, para evitar que el instrumento se enrosque en el conducto. Los instrumentos están codificados mediante anillos de colores en los mangos. Se pueden utilizar a una velocidad de 300 rpm (*Unal y col, 2009*).

## **Instrumentos Rotatorios RaCe**

La lima RaCe empezó a fabricarse en 1999 y es distribuida actualmente por Brasseler (FKG Dentaire, La-Chaux-de-Fonds, Switzerland). El nombre significa *reamer with alternating cutting edges* (ensanchador con bordes cortantes alternos). Tiene una sección transversal triangular, en la microscopia óptica de la lima muestra áreas retorcidas alternado con áreas rectas; este diseño reduce la tendencia de la lima a enroscarse en el conducto radicular y a la par se reduce el torque. (*Paque y col, 2005*)

La calidad de la superficie de la lima RaCe ha sido mejorada mediante un pulido eléctrico. Las puntas son redondas no cortantes, y los instrumentos están codificados por mangos de colores y anillos grabados en su superficie (*Cohen, 2008*).

## **Instrumentos Rotatorios Twisted Files**

Los instrumentos rotatorios Twisted Files (SybronEndo Orange, CA) con una renovación en su fabricación por medio de la torsión de una pieza en bruto en combinación con un tratamiento térmico para mejorar la superelasticidad y aumentar la resistencia a la fatiga cíclica (*TF: The Twisted File Brochure. Orange, CA: Sybron Endo;2008*). Los instrumentos de Twisted Files se crean tomando un alambre de Níquel Titanio en la estructura cristalina austenita y transformarla en una fase diferente de la estructura cristalina (fase-R) por un proceso de calentamiento y enfriamiento. En la fase-R, el níquel titanio puede torcerse. Una vez torcido, la lima se calienta y se enfría de nuevo para mantener su nueva forma y convertir de nuevo en la estructura de austenita cristalina, que es superelástica una vez estresado. El nuevo proceso por el cual se fabrican las limas Twisted Files tiene por objeto respetar la estructura del grano para una máxima resistencia evitando la formación de microfracturas durante su fabricación (*Gambarini, 2008*).

## **Errores Ocasionados Durante la Preparación Cervical del Conducto Radicular: Perforación en Banda (*Stripping Perforation*)**

Las perforaciones en banda se refiere a un adelgazamiento de la pared del conducto radicular con una eventual perforación (*Gutman, 1992*) son resultado de un exceso en la conformación y de enderezamiento a lo largo de la cara interna de la curvatura del conducto radicular. Éstas perforaciones a la mitad de la raíz son asociadas con la destrucción del cemento radicular y la irritación del ligamento periodontal y son difíciles de sellar. Las paredes radiculares al aspecto furcal de las raíces son a menudo extremadamente delgada y por lo tanto fueron llamadas "zonas de peligro" (*Weine y col, 1976*).

Usualmente ocurren en la porción distal de conductos mesiales de molares mandibulares y en mesial para los conductos distales, cerca de la zona de la furca, ocasionado por una inapropiada técnica de obturación con un previo acceso al conducto radicular curvo (*Kessler, 1983*). La mayor parte de las perforaciones en banda ocurren en la porción del tercio coronal en la superficie cercana a la furca, se debe prestar atención al desarrollo de lesiones periodontales en dicha región (*Biggs, 1988*).

La configuración de éste tipo de perforaciones es larga y ovalada en combinación con remanentes de dentina y cemento muy delgados y dicha perforación requiere de un sellado adecuado para evitar la posterior contaminación del conducto y el desarrollo de lesiones óseas en dicha zona (*Allam, 1996*).

## **Fractura Radicular**

Las fracturas radiculares son un problema serio debido a que culminan con la inevitable extracción del diente o la resección de la raíz afectada, procedimientos endodónticos y restaurativos (colocación de poste) se han sugerido como factores precipitantes a las fracturas radiculares (*Lam y col, 2005*).

La prevalencia de fracturas radiculares no es igualmente distribuida sobre los diferentes tipos de dientes. Los dientes posteriores reciben mayor carga en relación con los dientes anteriores. Es aceptado que la remoción excesiva de la cantidad de dentina radicular compromete la raíz y su conservación está directamente relacionado con la resistencia radicular (*Lertchirakarn, 2002*).

La anatomía dental, el espesor de las paredes dentinarias del conducto, el diámetro del conducto radicular, los instrumentos y técnicas de conformación de los conductos junto con el diámetro apical, son variables que podrían estar implicados en el aumento al riesgo de fracturas durante y después de la terapia endodóntica. La reducción en el espesor de la pared de dentina es un factor muy importante para el aumento de la susceptibilidad a la fractura radicular (*Chankhrit, 2005*), así mismo altas fuerzas de compactación podría fracturar las paredes delgadas del conducto debilitadas previamente por la instrumentación (*Tang y col, 2010*).

La preservación dentaria es el factor más importante para garantizar un buen pronóstico, independiente del tipo de rehabilitación seleccionado para cada situación. Los estudios muestran que las paredes dentinarias radiculares más gruesas, preservadas durante los tratamientos de endodoncia aumentan significativamente la resistencia a la fractura de dientes tratados endodónticamente (*Vallejo y col, 2011*).

## MARCO DE REFERENCIA

*Bramante y col en 1987* presentó un método objetivo para el estudio de la morfología anatómica de los conductos radiculares antes y después de la instrumentación utilizando resina acrílica.

*Schneider en 1971* propuso una metodología medida en grados para medir la curvatura de las raíces, se procede a una toma de radiografía en ambos sentidos (bucolingual y mesio-distal), se dibuja una línea paralela al eje axial del conducto; una segunda línea es dibujada del ápice a la intersección con la primera, el ángulo formado con la intersección de esas dos líneas, se clasifican como conductos rectos de 5 o menos grados, moderados de 10 a 20 grados y severos de 35 a 70 grados.

*Abou Rass y col en 1980* publicó una técnica de preparación del conducto radicular con el método anticurvatura, acentuando la precaución de la denominada zona de peligro como la porción delgada de la pared del conducto radicular que la convierte en una zona vulnerable a perforación en banda por un exceso de instrumentación. La zona de seguridad considerada como la porción de pared dentinaria gruesa, además de no ofrecer riesgo de perforación, propicia la reducción acentuada del grado de curvatura del conducto.

*Trujillo y col en 2005* compararon el grosor de la pared radicular antes y después de la instrumentación con Profile y Greater Taper donde concluyeron que el desbridamiento y la desinfección de los conductos deben realizarse evitando el adelgazamiento excesivo en las paredes dentinarias ya que un adelgazamiento excesivo puede causar problemas de perforación y comunicación con el periodonto en la zona de peligro.

*Kessler y col en 1983* reportaron que la zona de peligro se encuentra de 4 a 6 mm por debajo del piso de la cámara pulpar, a 1.5mm por debajo de la furcación de las raíces y el espesor de dentina es de 1.2 a 1.3, por lo anterior convierte a dicha zona vulnerable a un alto riesgo para que ocurran las perforaciones.

De acuerdo con los estudios de *Wu y col en 2005*, el riesgo de perforación de la furca existe por que antes de la instrumentación el espesor de la pared distal de raíces mesiales de molares mandibulares podría ser inferior a 0.50mm.

*García Filho y col en 2003* registraron en 200 raíces de molares inferiores el espesor promedio en la zona de peligro antes de la instrumentación en 0.79 +/- 0.18mm. El 13% de las raíces median entre 0.5 – 0.59 mm, un 2% entre 0.4-0.49mm y un 0.5% entre 0.3-0.39mm. De ahí que los espesores preoperatorios son un factor determinante en el mínimo espesor de la pared después de la preparación.

*Lim y Stock en 1987* reportaron que el grosor de 0.2 a 0.3 de remanente dentinario en la pared del conducto, donde la resistencia de la dentina excederá con las fuerzas de condensación ocasionando una perforación o fractura radicular.

*McCann y col en 1990*, evaluaron el grosor remanente de dentina/cemento después de la instrumentación con la técnica de Step-Back (grupo 1) y la instrumentación ultrasónica (grupo 2); el 13.3% del grupo 1 y el 13.9% del grupo 2 se mostró con perforación radicular.

*Mahran y EboEl-Fotouh en el 2008* utilizaron la tomografía computarizada multicorte (CT) para comparar el efecto de ProTaper, Hero Shaper, y Gates Glidden en el grosor de la dentina cervical de la pared distal de los conductos mesiales de los molares mandibulares durante su instrumentación; resultando en ProTaper removió significativamente menos dentina cervical de la pared distal (zona de riesgo) que las limas Hero y fresas Gates-Glidden.

*Garala y col en 2003* reportaron la evaluación de los espesores residuales de dentina tras la utilización de dos sistemas rotatorios de níquel titanio Profile y Hero 642, los resultados arrojaron no poseer diferencias significativas al empleo de los dos sistemas rotatorios.

En un estudio *ex vivo* realizado por Sanfelice y col en el 2010 donde se utilizó la tomografía computarizada de Cone Beam para evaluar la cantidad de remoción en la dentina de la pared distal del conducto mesial del primeros molares inferiores causadas por cuatro instrumentos utilizados en el tercio cervical: ProTaper, K3, Gates Glidden y Axxess Ángeles. Los resultados arrojaron que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de estudio. Todos los instrumentos utilizados para la preparación cervical fueron seguros y no dañaron la estructura de la dentina de la pared distal (zona de peligro) de los conductos radiculares mesiales de molares inferiores.

*Duarte y col en el 2011*, evaluaron el efecto que tienen sobre la dentina de la porción cervical en conductos mesiales de molares inferiores utilizando Gates-Glidden y los abridores de conducto; no encontraron diferencia estadísticamente significativa entre ambos instrumentos en las paredes mesial y distal de los 2 grupos, mas sin embargo ambos instrumentos produjeron adelgazamiento de las paredes por los que su uso en conductos mesiales mandibulares debe ser cuidadoso.

*Coutinho-Filho y col en el 2008* evaluaron el remanente de dentina/cemento debido al adelgazamiento provocado por fresas Gates-Glidden con la técnica Crown Down y usadas en forma seriada, en conductos mesiales de molares mandibulares, encontrando

que el adelgazamiento fue mayor utilizando fresas Gates-Glidden con la técnica Crown Cown (GG 4, GG3 y GG2) que usadas en forma secuencial(GG 2, GG3 y GG4).

En un estudio *in vitro* utilizando tomografía computarizada donde se pretendió evaluar la desviación del eje central de 3 sistemas rotatorios, los resultados estadísticos demostraron que los conductos radiculares mesiales de molares inferiores instrumentados con la técnica de Lightspeed usando fresas Gates Glidden #2, y #3 para la ampliación del tercio coronal presentó mayor desgaste dentinario hacia la zona de peligro comparado por la técnica de Porfile empleando Orifice Shaper #3 y #2. Durante la valoración de los conductos estrechos a la evaluación post-instrumentación realizada con cualquier técnica utilizada en el estudio, los resultados fueron que el instrumento siempre se comportó con tendencia hacia la zona de la furca. (Jiménez GCL, 2010)

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Universo del estudio.**

Primeros y segundos molares inferiores recién extraídos del humano.

### **Tamaño de la muestra**

Considerando que la muestra debe ser representativa del universo de donde es elegida, debe reunir todas las condiciones o características de dicha población, de manera que sea lo más pequeña posible sin sacrificar exactitud ni precisión.

La muestra que fue aplicada para el desarrollo del presente proyecto debe reproducir la características del universo, por ello se determinará cuantos elementos se deben incluir en la muestra y hasta que punto pueden generalizarse a la población. Ambas características convergen en la exactitud y precisión para evitar incurrir en errores al momento de obtener los resultados y realizar inferencia con ellos.

La muestra que fue desarrollada se diseñó de manera tal que se ubique dentro de los límites permitidos de error, así como en proporciones establecidas por la estadística para la confiabilidad de su estimación.

El cálculo que se aplicó dependió de algunos elementos como la amplitud del universo, si éste es o no infinito, del nivel de confianza elegido, del error de estimación, de la proporción que se encuentran en el universo las características estudiadas (valor p) y de la ausencia de distorsión.

### **Determinación del tamaño de la muestra**

Considerando que las variables a evaluar las Técnicas de instrumentación de para el tercio coronal usando fresas Gates Glidden, RaCe, ProTaper y Twisted Files; que se utilizaran para la instrumentación del tercio coronal de conductos mesiales de primeras y segundas molares inferiores, la identificación del valor final se estimará bajo la observación de la siguiente fórmula.

$$n = \frac{z^2 pq}{e^2}$$

Donde:

N= Tamaño de la población

n= número buscado de elementos de la muestra

z= nivel de confiabilidad elegido 1-á

p= Proporción de piezas con mayor reducción

q= 1-p

e= error de estimación permitido

Los valores observados que serán integrados a la estimación de ésta fórmula son:

z=1.96 (Para 95% de Confiabilidad)

p=0.11

q=0.89

e=0.097

Sustituyendo los valores anteriores la estimación quedaría conformada de la siguiente manera:

$$n = \frac{(1.96)^2(0.89)(0.11)}{(0.97)^2} \quad n=39.97 \approx 40$$

Por lo tanto la muestra estará conformada por un total de 40 conductos tratados endodónticamente y distribuidas en los siguientes grupos:

a) Grupo 1: 10 Conductos mesiales de molares mandibulares instrumentados con la técnica de instrumentación rotatoria Protaper Universal.

b) Grupo 2: 10 Conductos mesiales de molares mandibulares instrumentados con la técnica de instrumentación rotatoria Easy RaCe.

c) Grupo 3: 10 Conductos mesiales de molares inferiores mandibulares con la técnica de instrumentación rotatoria Twisted Files.

d) Grupo 4: 10 conductos mesiales de molares mandibulares instrumentados con Fresas Gates Glidden.

Estudio Comparativo, 4 grupos, con un numero de 10 casos por grupo. Forma de asignación de los casos a los grupos de estudio: Aleatoriamente.

## **CRITERIOS DE SELECCIÓN**

### **Criterios de Inclusión.**

Las especímenes incluidos en el estudio fueron primeras y segundas molares inferiores extraídas del humano, debidamente conservadas; raíz mesial intacta al examen clínico con ápices completamente formados, conductos viables con una lima K #10. En cuanto al examen radiográfico en sentido bucolingual y mesiodistal, conductos no calcificados y separados por lo menos en su tercio cervical y medio; con un grado de curvatura de 20° a 40° según la clasificación de Schneider. Todos los especímenes recolectados en clínicas del IMSS de mayo a diciembre del 2010.

### **Criterios de Exclusión.**

Molares que en su raíz mesial fracturada, resorción radicular, incompleta formación de la raíz, ápices inmaduros, conductos con tratamiento endodóntico previo, conductos calcificados o estrechos o una curvatura mayor de 40 grados de acuerdo al método de Schneider.

### **Criterios de Eliminación.**

Instrumentos o dientes fracturados dentro del conducto radicular durante el procedimiento.

### **Definición de Variables**

Las variables independientes son las técnicas de instrumentación de Protaper Universal, Easy RaCe, Twisted Files, Fresas Gates Glidden; utilizando una escala de medición en milímetros.

Las variables dependientes son los conductos en el tercio cervical de los primeros y segundos molares inferiores sobre los cuales se medirá la cantidad de remoción de tejido dentinario ocasionado por los instrumentos endodónticos a lo 2mm y 4mm por debajo de la furcación de las raíces.

### **Preparación de los Especímenes**

Se recolectaron 20 molares mandibulares inferiores extraídos del humano que conservaran la integridad de sus raíces, los cuales fueron almacenados en solución fisiológica con cinco gotas de hipoclorito de sodio, para eliminar el tejido remanente y preservar la permeabilidad de la dentina.

Se limpió la superficie externa de la raíz, eliminando fragmentos de tejido y cálculos mediante un raspado radicular utilizando curetas periodontales Gracery #13 y # 14 (Hu-Friedy Mfg. Co., Chicago, IL, USA).

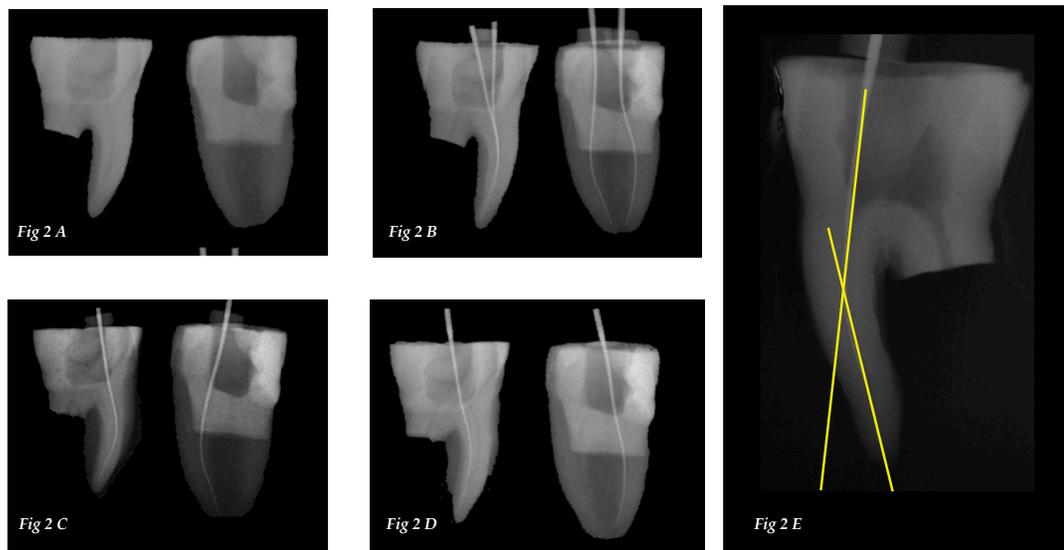
Se removió la caries y cualquier tipo de restauración de las muestras; posteriormente se realizó el acceso a la entrada de los conductos, de manera convencional utilizando lupas endodónticas de 2.5x de aumento, con una fresa de carburo de bola #4 con una pieza de alta velocidad seguido por una fresa Endo-Z para el acabado final de la trepanación; las superficies oclusales fueron desgastadas, con el fin de crear un punto de referencia uniforme al establecer la longitud de trabajo; en el caso de que las muestras no tuvieran alguna pared, éstas fueron reconstruidas con ionómero de vidrio (GC Corporation Tokyo, Japon) y por último la exploración con una lima K #10 (Dentsplay Maillefer) para verificar la vialidad de los conductos; se determinó la longitud de trabajo observando la punta de la lima en el limite del foramen y a dicha medida se le restó un milímetro (*figura 1*).



*Figura 1.* 20 molares mandibulares seleccionadas en para el presente estudio, se eliminó la raíz mesial, la trepanación se realizó con una fresa de bola no. 4 y una fresa Endo-Z, se desgastaron las cúspides y se reconstruyeron con ionómero de vidrio aquellas paredes de coronarias ausentes.

Se tomaron dos radiografías (Kodak Insight Switzerland), la primera exposición fue en sentido vestibulo-lingual y la segunda radiografía en sentido mesio-distal con un instrumento K # 10 (Denstply Maillefer) en cada conducto.

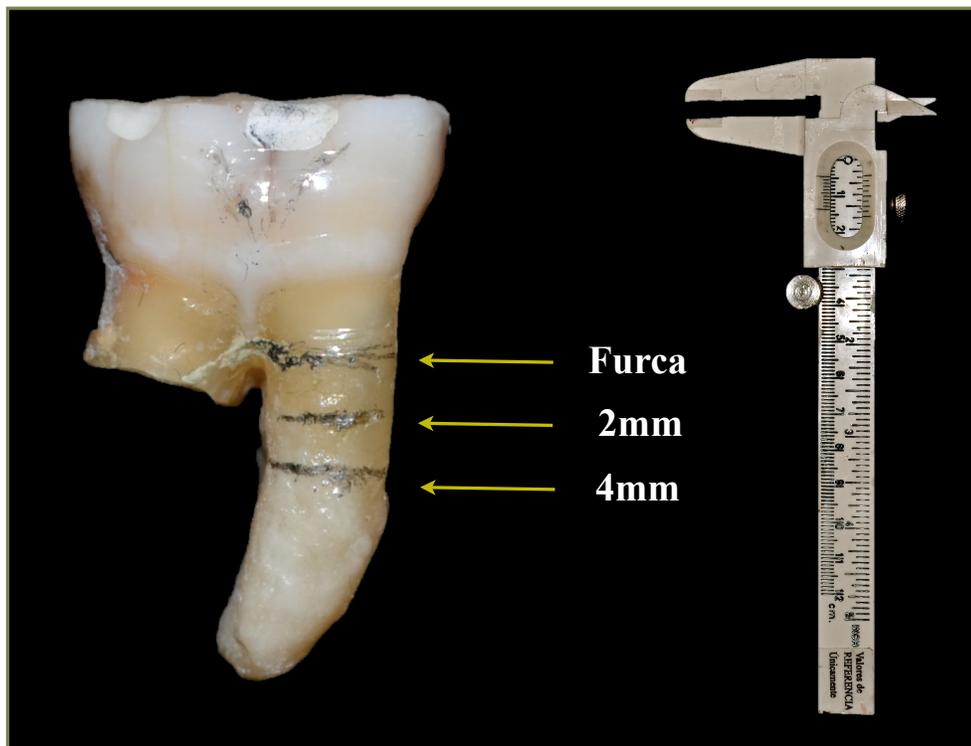
Para obtener el grado de curvatura, se procedió a dos exposiciones más, la primera con un instrumento K #10 en el conducto mesio-vestibular y la segunda toma en el conducto mesio-lingual. Una vez digitalizadas las radiografías (Kodak Insight Switzerland) se trazaron dos líneas; una línea siguiendo el eje longitudinal del conducto y una segunda línea desde el ápice radiográfico hasta la intersección con la primera línea donde el conducto inicia su curvatura, posteriormente se midió el ángulo formado por los dos trazos con un transportador. Los datos fueron registrados en una tabla (*Figura 2*).



*Figura 2 A.* Radiografía en sentido vestibulo-lingual y en sentido mesio-distal. *Figura 2 B* Radiografía de la longitud de trabajo en sentido vestibulo-lingual y en sentido mesio-distal para confirmar que sean conductos independientes. *Figura 2 C* Radiografía de longitud de trabajo del conducto bucal. *Figura 2 D* Radiografía de la longitud de trabajo del conducto lingual. *Figura 2 E* trazado para obtener el grado de curvatura.

## Montaje de los Especímenes en la Resina Epóxica

Se trazaron sobre la porción vestibular de la raíz mesial tres líneas transversales con un lápiz del No. 02, la primera línea fue justo en la zona de la furcación de las raíces que sirvió de guía para colocar las otras dos líneas a los 2 mm y 4 mm por debajo de la furcación de las raíces para orientar los futuros cortes una vez montados los especímenes en la resina (*figura 3*).



*Figura 3.* Se trazaron 3 líneas en la porción vestibular de la raíz mesial, una al nivel de la furca para posteriormente 2mm por debajo y a los 4 mm con la ayuda de un vernier.

Posteriormente se colocó un sellado apical de la raíz mesial con cera rosa, así mismo en el área de amputación de la raíz distal y en la cara oclusal con el fin de evitar que se introdujera la resina acrílica industrial en la cual se embebieron los órganos dentarios, así mismo se colocó un soporte de cera rosa en la superficie coronal para fijar la pieza dental en la resina evitando que se sumergiera por completo al momento de montar la pieza dental en el cubo (*figura 4*).



*Figura 4.* Se colocó un sellado en la porción apical con cera rosa para evitar que se introdujera la resina epóxica y posteriormente se colocó una base de cera en la porción coronal para que sirviera de soporte al momento de montar el diente en el cubo.

Se utilizó un cubo a base de aluminio según las especificaciones de la técnica de Bramante modificada, que consiste en 4 paredes de las cuales 2 presentan ranuras que sirvieron de retención y 2 más con superficies lisas (*figura 5*). Como base se utilizó una loseta de vidrio, glicerina como aislante aplicado en las caras internas del cubo para evitar complicaciones al momento de desensamblarlo y plastilina para sellar los espacios por donde pudiera escaparse la resina.

Posteriormente se vació la resina acrílica cristal dentro del cubo y por último se introdujo la pieza dental a una angulación de 90° con respecto al piso en una base de base de cera rosa con el fin soportar la muestra sin que se introdujera por completo.

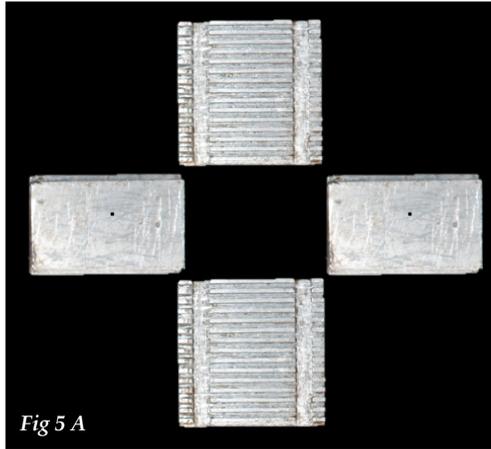


Fig 5 A

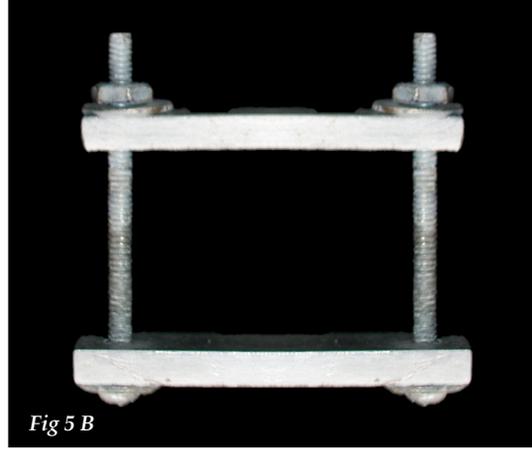


Fig 5 B

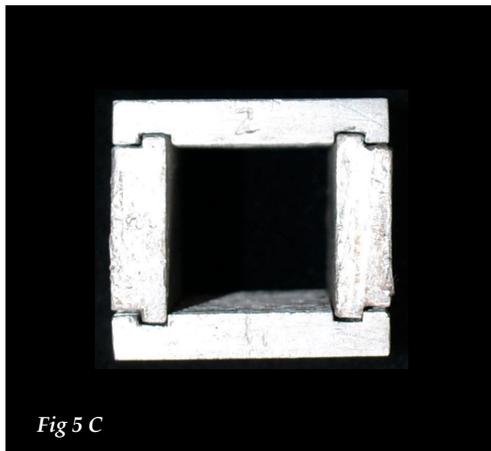


Fig 5 C

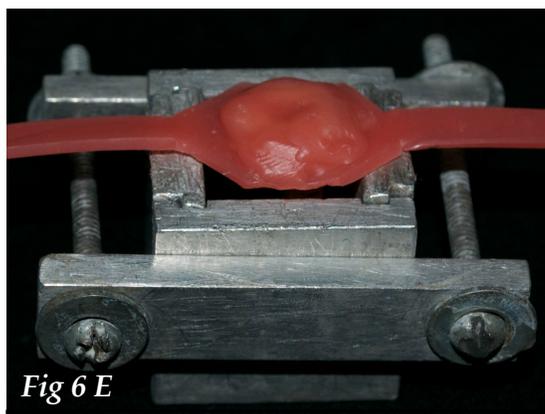
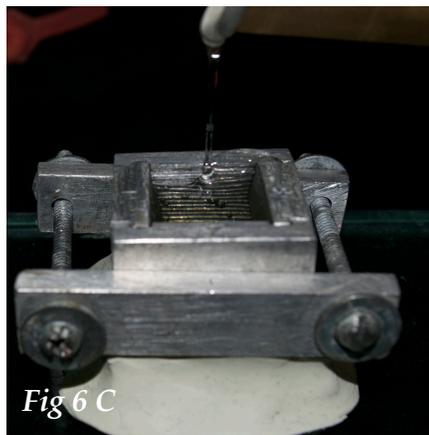
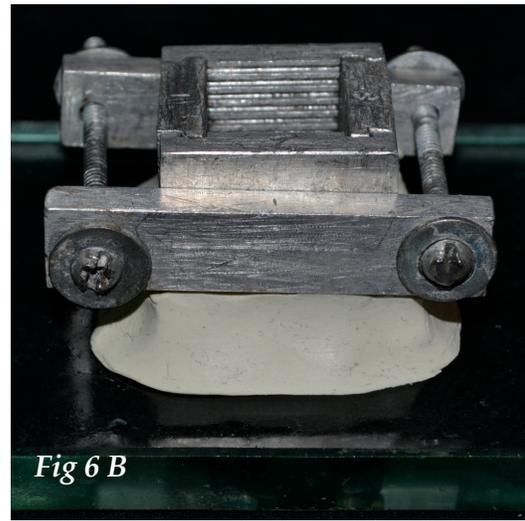
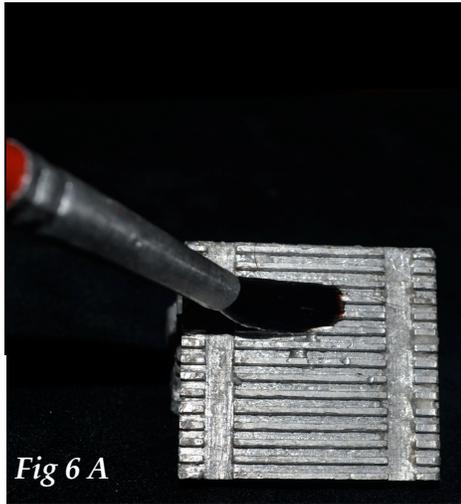


Fig 5 D

Figura 5 A. Cubo desmontable de aluminio, el cual consiste en dos paredes lisas y otras 2 con ranuras para la retención. Figura 5 B Prensa que se utilizó para sostener las paredes del cubo. Figura 5 C Cubo montado con sus 4 paredes . Figura 2 D Cubo montado con las 4 paredes y la prensa para sostenerlo.

Para la preparación de la resina, con un bascula gramera se colocó un vaso encerado y se colocó a 0 gramos con el vaso encerado, para que el peso no afecte el componente de la mezcla. Con la bascula en 0grs, se colocaron 50 grs de resina, se añadieron 10grs de monómero y se mezclaron los dos componentes, una vez conseguida la mezcla uniforme se añadieron 50 gotas de promotor y se mezcló por un minuto hasta conseguir una mezcla uniforme, posteriormente se agregaron 30 gotas de catalizador, mezclando durante un minuto, se vibró la mezcla para eliminar burbujas de aire, se dejó reposar por unos segundos y se vertió poco a poco en el interior del cubo ya montado en su base, verificando que no se derramara la resina y que no bajara de nivel (figura 6). Se colocó la muestra en el cubo de forma que la cara bucal estuviera próxima a una cara lisa del cubo; una vez polimerizada la resina, se libero la prensa y se desmoldó el cubo de resina;

se marco una línea vertical en el cubo sobre lo que correspondería a la porción vestibular del espécimen con el fin de facilitar el ensamblaje posterior del cubo.



*Figura 6 A.* Colocación de glicerina en las paredes del cubo. *Figura 6 B* Cubo montado con la prensa sobre una loseta de vidrio y plastilina para evitar la fuga de la resina. *Figura 6 C* Colocación de la resina en el cubo. *Figura 6 D* Colocación del órgano dentario en el cubo de aluminio utilizando una base de cera rosa para evitar que se sumergiera por completo. *Figura 6 E* Montaje del diente en el cubo. *Figura 6 F* Báscula gramera que se utilizó en el estudio.

## Cortes transversales del Cubo

Cada muestra se secciono basándose en la línea que se trazo sobre la raíz mesial con un lapicero a los 2 y 4 mm de la furcación de las raíces utilizando un disco 15 High Concentration (Buehler LTD, Evaston, IL, USA) en una máquina Isomet de baja velocidad (Buelher LTD, *figura 7 y 8*). Una vez efectuados los cortes del cubo de resina se identificó el conducto mesiobucal y se marco con un marcado indeleble (*figura 9*).

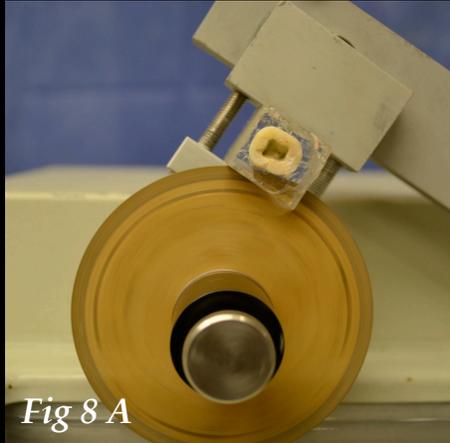


Fig 7 A

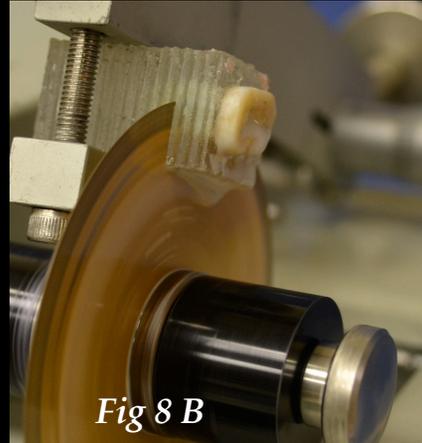


Fig 7 B

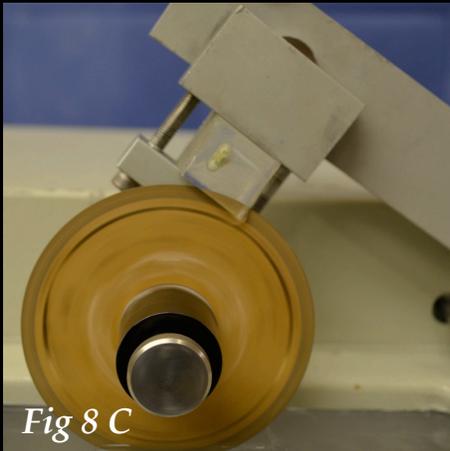
*Figura 7 A.* Máquina Isomet de baja velocidad (Buehler LTD) en la cual se efectuaron los cortes transversales del cubo de resina. *Figura 7 B* disco 15 High Concentration (Buehler LTD, Evaston, IL, USA) que se utilizó para efectuar los cortes.



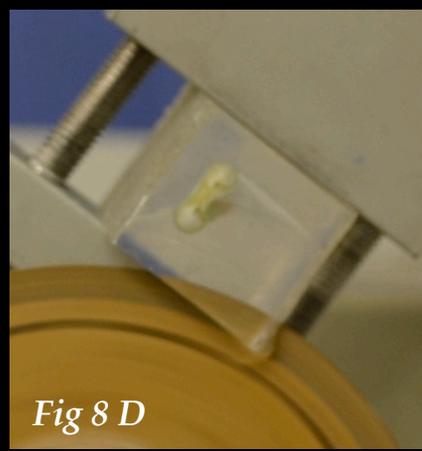
*Fig 8 A*



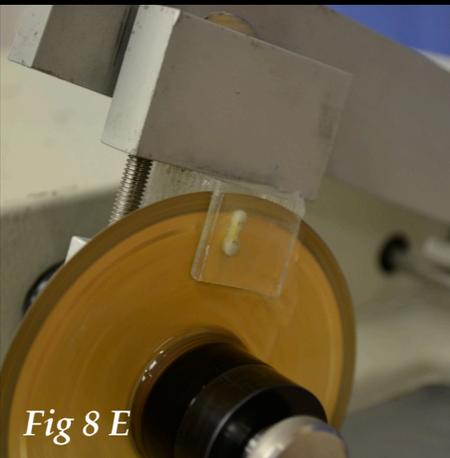
*Fig 8 B*



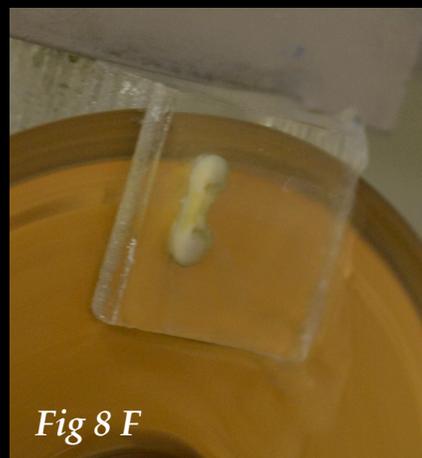
*Fig 8 C*



*Fig 8 D*

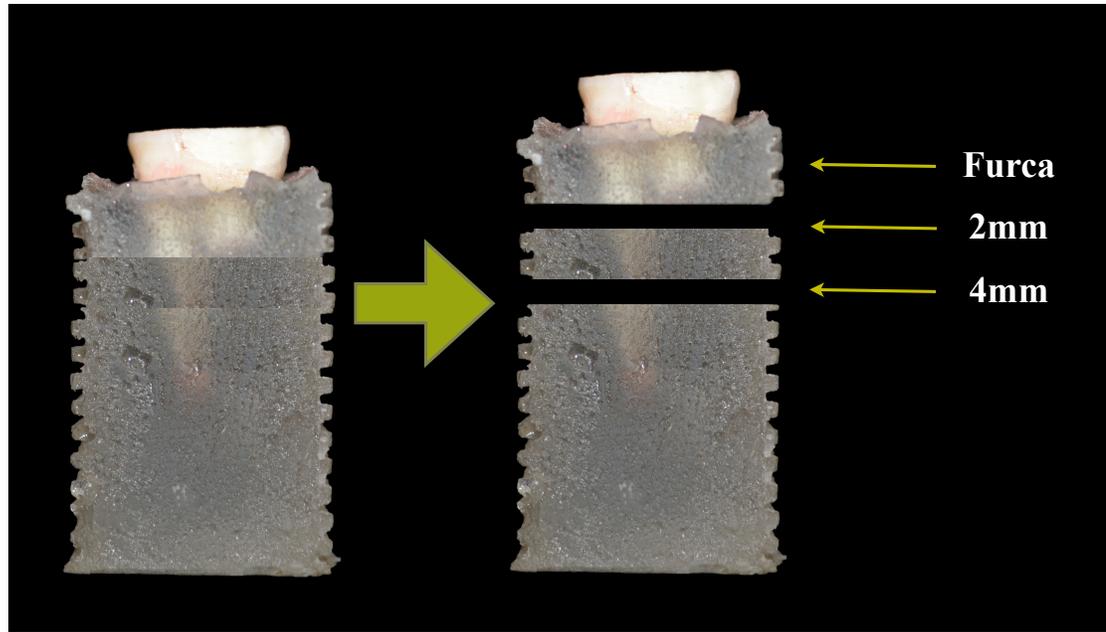


*Fig 8 E*



*Fig 8 F*

*Figura 8 A. Corte del cubo a los 2mm. Figura 8 B Corte avanzado del cubo a los 2mm. Figura 8 C Corte del cubo a los 4mm . Figura 8 D Acercamiento del corte a los 4mm Figura 8 E Corte avanzado del cubo a los 4mm.*



*Figura 9* Cubo de resina donde esta montado el órgano dentario sin cortar y después de los dos cortes a 2mm y 4mm de la furcación de las raíces

### Técnica Fotográfica

Se usó un estereomicroscopio digital calibrado marca Motic con cámara fotográfica y software (Motic Image 2000 Software, Motic Digital Micros Optic Industrial Group Co, France), se utilizó un rango de magnificación de 10x a 20x (*figura 10*). Se tomaron los registros fotográficos de cada corte antes de instrumentar el conducto y se registró la magnificación y distancia del lente para que posterior a la instrumentación, registrar una nueva toma y que ésta fuera idéntica a la anterior.

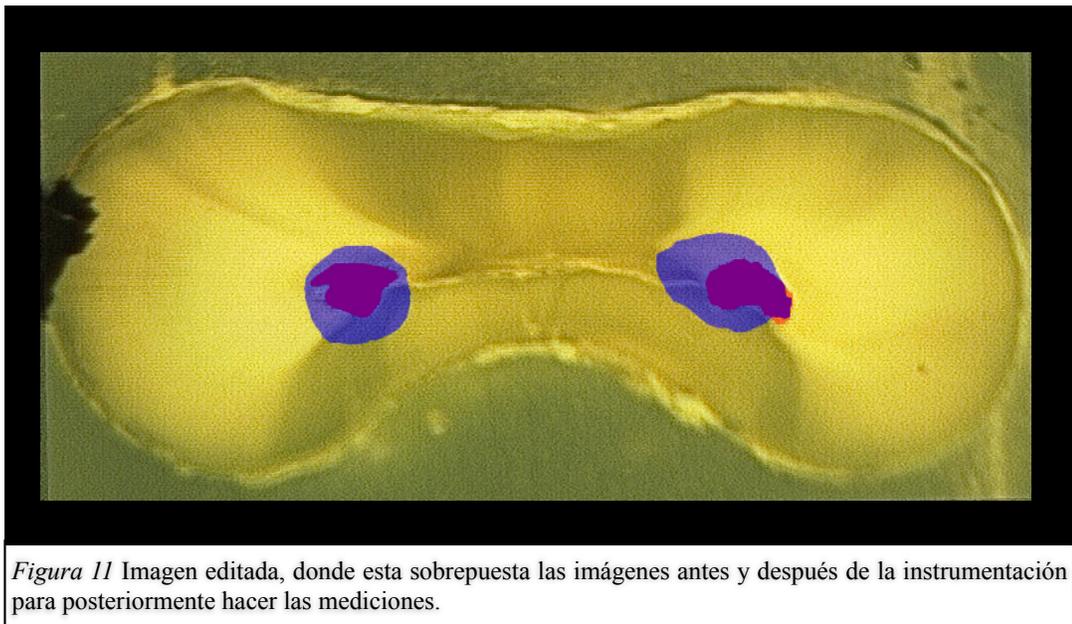


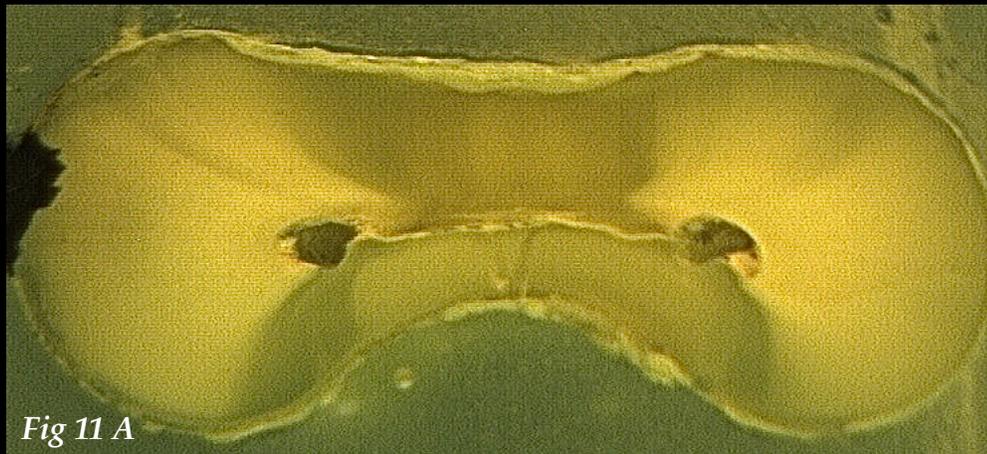
*Figura 10* Estereomicroscopio digital calibrado marca Motic con cámara fotográfica y software (Motic Image 2000 Software, Motic Digital Micros Optic Industrial Group Co, France).

## Edición de las Imágenes en el Programa Photoshop CS

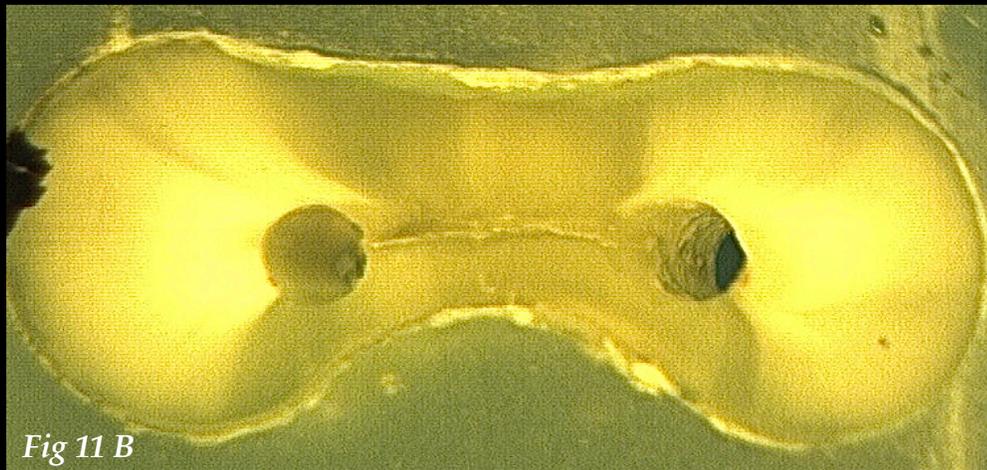
Las imágenes se superpusieron con el Programa de Photoshop CS, en el cual se abrieron las imágenes antes y después de la instrumentación. Se trabajó sobre la imagen que correspondía antes de la instrumentación, con la herramienta de lazo se seleccionó todo el contorno de los conductos y se coloreó el área, posteriormente se trabajó en una nueva capa con la imagen después de la instrumentación y se delimitó el área del conducto después de la instrumentación y fue coloreada el área con un color diferente, finalmente se bajó la opacidad de ésta última imagen para poder ser superponerla con la primera imagen, y finalmente se fusionaron las imágenes para generar una nueva imagen con las dos superpuestas.

Sobre la nueva imagen superpuesta del antes y después de la instrumentación se harán las mediciones de la pared distal y mesial del conducto antes y después de la instrumentación (*figura 11, 12 y 13*).



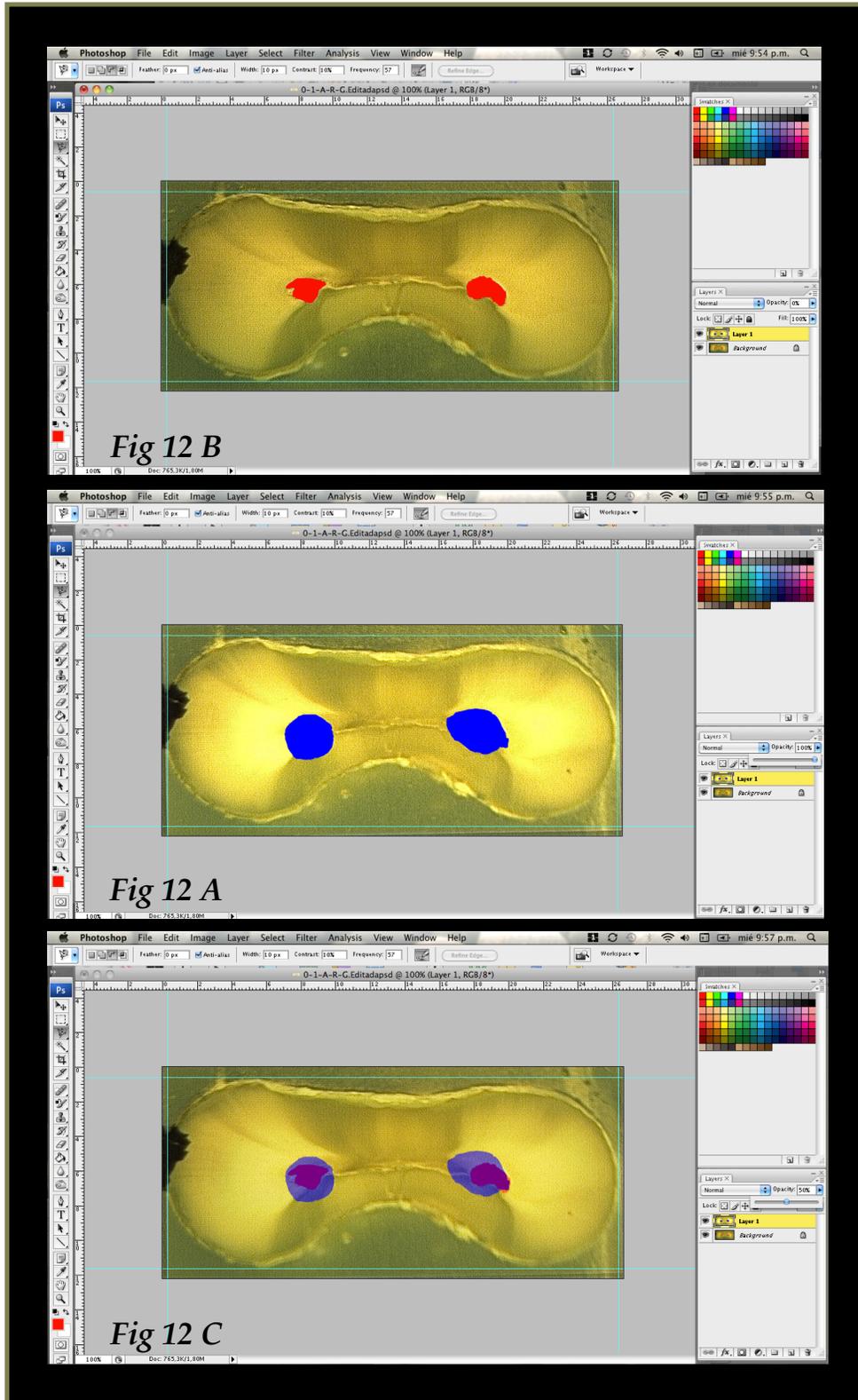


*Fig 11 A*



*Fig 11 B*

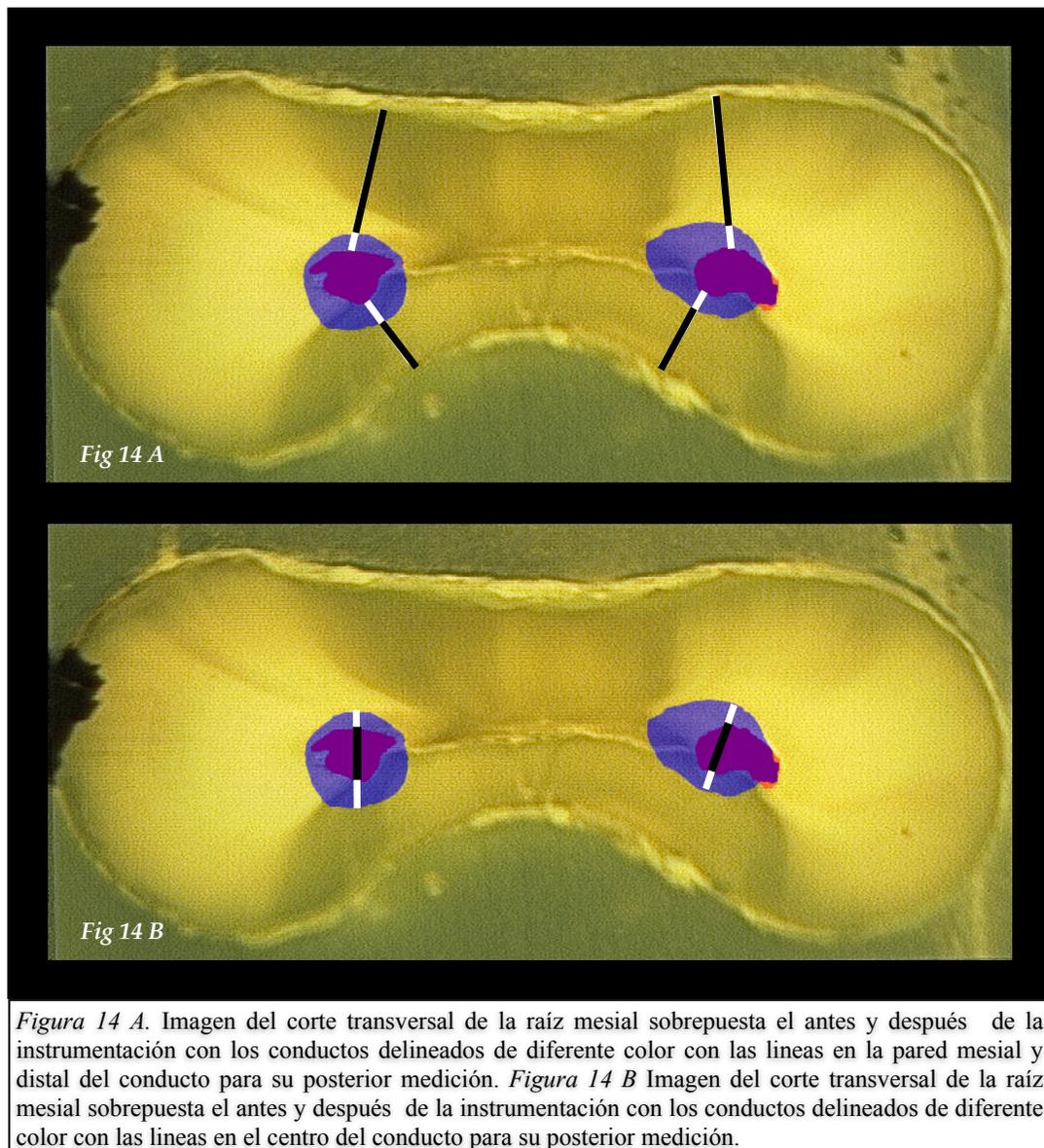
*Figura 11A.* Imagen del corte transversal de la raíz mesial capturada por el estereomicroscopio digital antes de instrumentar. *Figura 11 B* Imagen del corte transversal de la raíz mesial capturada por el estereomicroscopio digital después de instrumentar.



*Figura 12 A* Pantalla de Photoshop contorneado el conducto antes de instrumentar. *Figura 12 B* Pantalla de Photoshop contorneado el conducto después de la instrumentación *Figura 12 C* Pantalla de Photoshop sobrepuestas las imágenes antes y después de la instrumentación.

## Medición del grosor dentinario

Para la obtención de la medición del grosor dentinario se trazó una línea entre el conducto y la porción de dentina más cercana a la furca como lo proponen *Terry y col en 1995* antes y después de la instrumentación tanto en la pared mesial como en la pared distal, para no variar en la colocación de ambas líneas éstas fueron sobrepuestas una sobre la otra con colores diferentes para asegurar que la medida antes y después fuera exactamente en el mismo sitio (*figura 14*) posteriormente se efectuaron las mediciones utilizando el software Adobe Illustrator (Adobe Systems Inc) que permite dar mediciones en milímetros (*figura 15*).



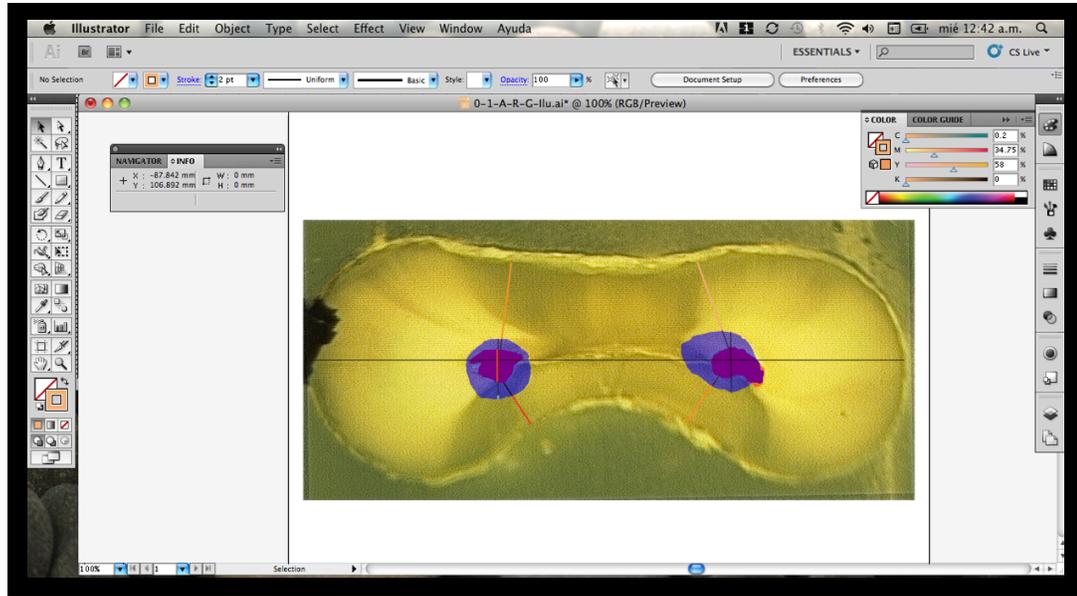


Figura 15 Pantalla del Illustrator sobre la cual se trabajó para sobreponer para hacer las mediciones correspondientes a las paredes mesial y distal antes y después de instrumentar así como el diámetro del conducto.

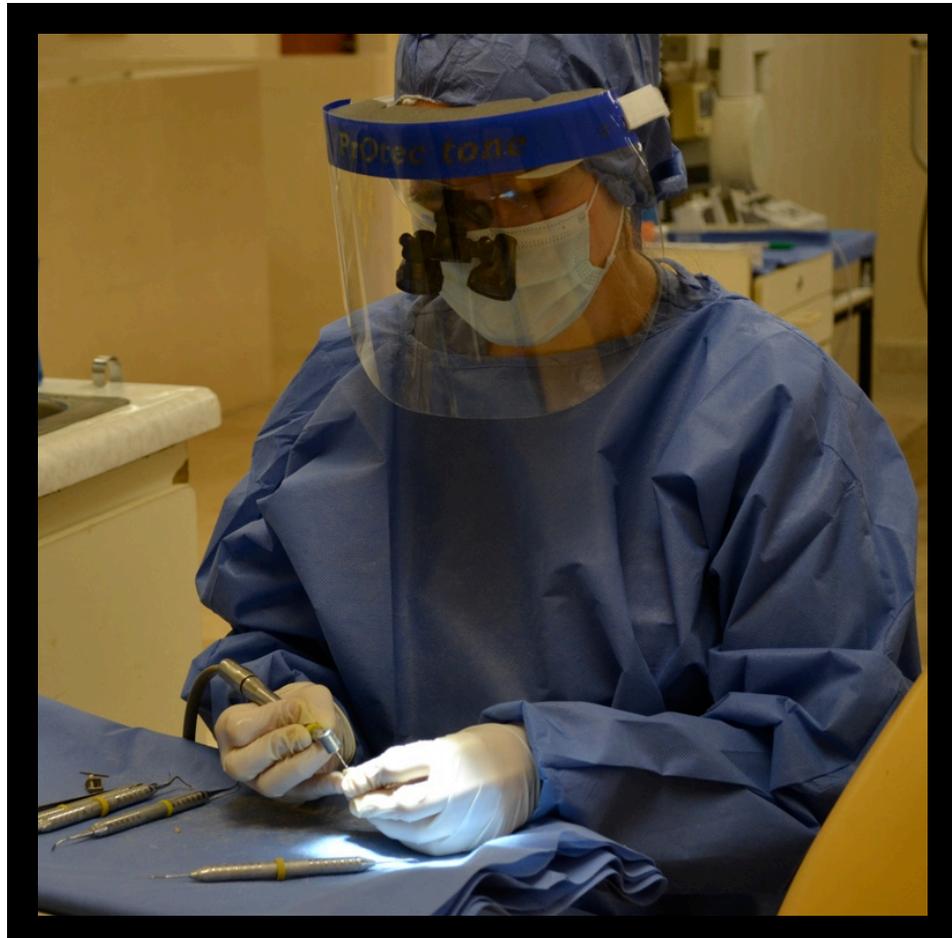
## Técnica de Instrumentación

Se distribuyeron las muestras en 4 grupos de manera aleatoria en grupos de 10 molares, de los cuales 5 conductos fueron bucales y los otros 5 fueron conductos linguales, se estandarizaron a un diámetro apical de 25, se conformaron los conductos de acuerdo a la técnica de instrumentación de cada grupo, utilizando un micromotor endodóntico (Endo-Mate NSK NAKANISHI INC Jp) (figura 16).



Figura 16 Micromotor Endodóntico Endo-Mate NSK Nakanishi Inc.

Todos los conductos fueron instrumentados por el mismo operador (*figura 17*) y siguiendo las indicaciones del fabricante, quedando de la siguiente manera:



*Figura 17 A.* La instrumentación fue efectuada por el mismo operador, bajo magnificación con unas lupas endodónticas de 2.5 aumentos.

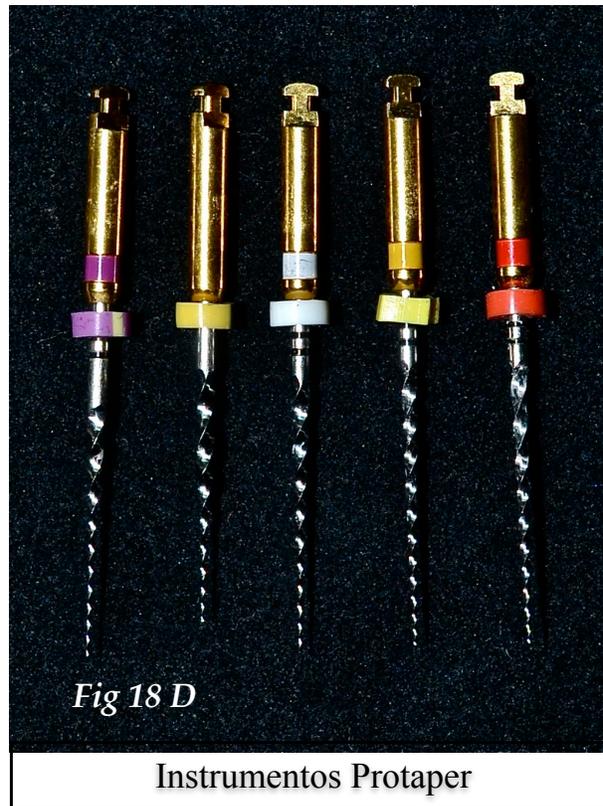
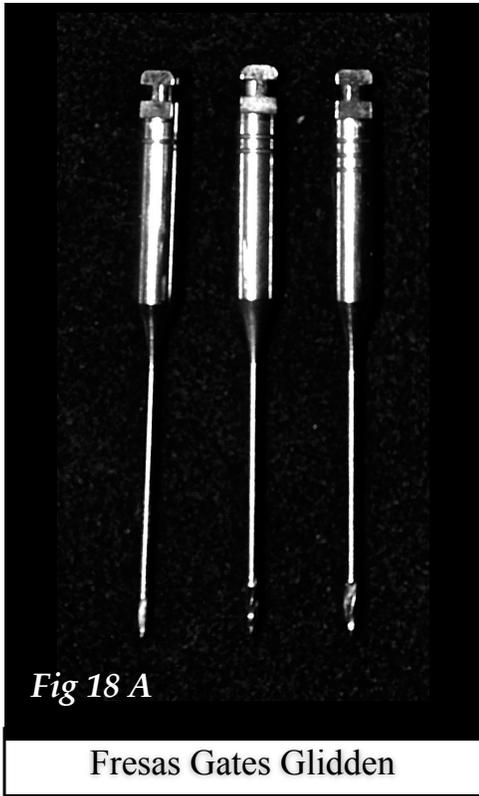
**Grupo 1:** 10 conductos mesiales de molares mandibulares, instrumentados con abridores de Protaper (Dentsplay-Maillefer) (*figura 16 D*). Los conductos se instrumentaron con limas K no. 15 a la longitud de trabajo, posteriormente se inicio la conformación en el orden de S1, SX y S2 con movimientos de pincel a lo largo de toda la longitud del tercio cervical a una velocidad de 300 rmp, finalizando con los instrumentos F1 (#20) y F2 (#25), efectuando la técnica como lo indica el fabricante.

**Grupo 2:** 10 Conductos mesiales de molares mandibulares instrumentados con Easy Race TM (Brasseler USA) (*figura 16 B*). Los conductos se instrumentaron con limas K no. 15 a la longitud de trabajo, posteriormente se inició la conformación con los instrumentos Pre-RaCe # 40 conicidad 0.10 solo hasta el punto donde se sintiera resistencia con una presión suave, seguido por el # 35 conicidad 0.08 con la finalidad de conseguir el acceso directo al conducto, seguido del instrumento # 25 conicidad 0.06, éste último a la longitud de trabajo; a una velocidad de 500rpm, como lo indica el fabricante.

**Grupo 3:** 10 Conductos mesiales de molares mandibulares con Twisted Files (TF; SybronEndo, Orange, CA) (*figura 16 C*) a una velocidad de 500 rpm. Los conductos se instrumentaron con limas K no. 15 a la longitud de trabajo, posteriormente la preparación de la porción cervical con los instrumentos #25 con conicidad 0.10 seguido de #25 con conicidad 0.08 y finalmente el instrumento #25 con conicidad 0.06 a la longitud de trabajo.

**Grupo 4:** 10 Conductos mesiales de molares mandibulares instrumentados con Fresas Gates Glidden (*figura 16 A*) 1, 2 hasta donde se encontrara resistencia y finalmente la no.3 solo se introdujo al conducto la mitad de la parte activa para conseguir mayor apertura del conducto, posteriormente volvió a instrumentar con la no. 2 y 3 para conseguir una mayor profundidad de penetración y lograr una mejor conformación del tercio cervical. La técnica de uso de Fresas Gates Glidden con la técnica anticurvatura a una velocidad 800 rpm.

Durante la instrumentación, entre cada instrumento se estuvo irrigando los conductos con NaOCl al 2.5% con una jeringa Endo Eze para la limpieza de restos de dentina. Todos los conductos fueron instrumentados por el mismo operador y siguiendo las indicaciones del fabricante.



## **Análisis Estadístico**

Es un estudio comparativo, la diferencia a encontrar entre los grupos es menor a 0.05. Número de 4 grupos de 10 muestras cada uno. Con nivel alfa de 0.05 y con una **confiabilidad de 95%**

Para evaluar el espesor de la pared dentinaria con los diferentes abridores endodónticos se aplicaron las pruebas estadísticas: **ANOVA y TUKEY.**

La prueba ANOVA es una prueba paramétrica y como tal requiere una serie de supuestos para poder ser aplicada correctamente. Denominada ANOVA o análisis de la varianza, sirve no solo para estudiar las dispersiones o varianzas de los grupos, sino para estudiar sus medias y la posibilidad de crear subconjuntos de grupos con medias iguales.

El análisis de la varianza (ANOVA) es una técnica estadística de contraste de hipótesis. La técnica TUKEY se puede considerar como una técnica de comparaciones múltiples y a la vez de rangos. Es un test que se suele utilizar cuando se quiere comparar cada grupo con todos los demás y el número de números es alto. En una prueba conservadora (mantiene bajo el error de tipo I, sacrificando la capacidad de detectar diferencias existentes).

Para comparar el espesor dentinario de las paredes del conducto antes y después de la instrumentación se aplicó la prueba de **t de student**, así mismo se aplicó dicha prueba para comparar el espesor dentinario a los 2mm y 4mm.

## RESULTADOS

Se aplicó la prueba t de student para la evaluación del espesor dentinario en la pared mesial antes y después de la instrumentación así como también para la comparación de la instrumentación a los 2mm y a los 4mm de cada uno de los grupos.

Espesor Dentinario de la Pared Mesial a los 2mm								
Instrumentos	Protaper Universal		Easy Race		Twisted Files		Gates Glidden	
2 mm	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Media	1.301	1.213	1.305	1.186	1.290	1.204	1.277	1.194
Mediana	1.246	1.192	1.300	1.171	1.323	1.219	1.249	1.163
Desviación estándar	0.175	0.201	0.165	0.203	0.147	0.117	0.140	0.155
Rango	0.457	0.635	0.524	0.677	0.515	0.377	0.432	0.509
Mínimo	1.106	0.843	1.080	0.885	0.987	0.987	1.093	0.978
Máximo	1.563	1.478	1.604	1.562	1.502	1.364	1.525	1.487
IC <sub>95%</sub>	1.175	1.069	1.186	1.041	1.185	1.120	1.177	1.083
	1.426	1.357	1.423	1.332	1.395	1.288	1.378	1.305
Prueba t Antes-Después	0.011		0.000		0.001		0.004	
Prueba t 2mm-4mm	0.000	0.002	0.000	0.000	0.006	0.004	0.003	0.002

**Tabla 1.** Estadística descriptiva de las evaluaciones del espesor dentinario de la pared mesial de los conductos, antes y después de la instrumentación a los 2mm.

La tabla 1 muestra las mediciones del espesor dentinario en pared mesial a los 2mm por debajo de la furcación de las raíces, antes y después de la instrumentación con los diferentes abridores endodónticos utilizados en el presente estudio.

Los resultados arrojaron una diferencia estadísticamente significativa entre los espesores dentinarios antes y después de la instrumentación para los 4 grupos a los 2mm. Los instrumentos de ProTaper Universal, el promedio del espesor inicial fue de 1.301mm y posterior a la instrumentación fue de 1.213mm ( $p=0.011$ ); Los instrumentos de Easy RaCe el promedio del espesor inicial fue de 1.305mm y posterior a la instrumentación fue de 1.186mm ( $p=0.000$ ); los instrumentos de Twisted Files el promedio del espesor inicial fue de 1.290mm y posterior a la instrumentación fue de 1.204mm ( $p=0.001$ ); y finalmente las fresas Gates Glidden el promedio del espesor inicial fue de 1.277 mm y posterior a la instrumentación fue de 1.194mm ( $p=0.004$ ).

Los instrumentos de ProTaper Universal dejaron el espesor dentinario mas grueso en la pared mesial después de la instrumentación a los 2mm con valor promedio de 1.213mm, seguido por Twisted Files con 1.204mm, las fresas Gates Glidden con 1.194mm y finalmente Easy Race dejó la pared mas delgada con un valor de 1.187mm.

Se aplicó la prueba t de student para la comparación del espesor dentinario en la pared mesial antes y después de la instrumentación a los 4mm de la furcación de las raíces.

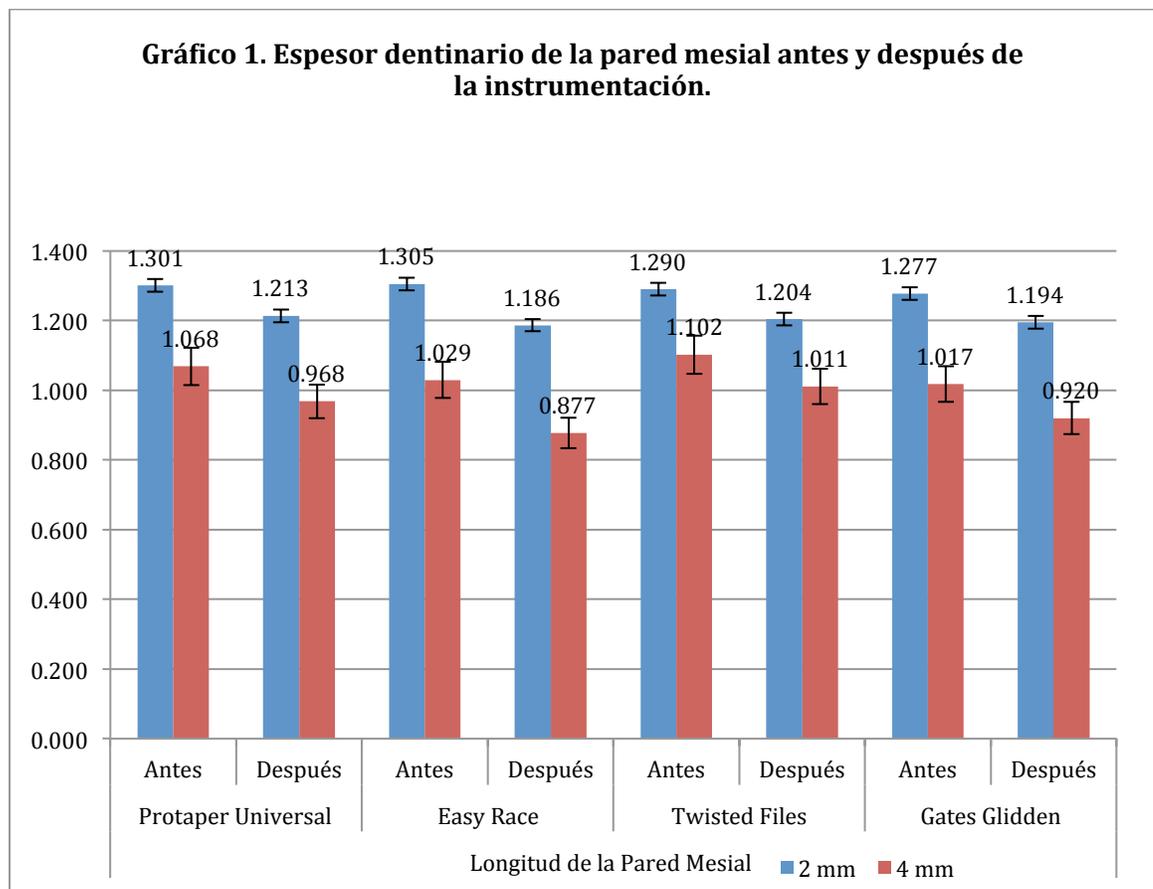
Espesor Dentinario de la Pared Mesial a los 4mm								
Instrumentos	Protaper Universal		Easy Race		Twisted Files		Gates Glidden	
4 mm	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Media	1.068	0.968	1.029	0.877	1.102	1.011	1.017	0.920
Mediana	1.122	0.998	0.950	0.833	1.108	0.979	1.012	0.908
Desviación estándar	0.160	0.180	0.269	0.220	0.216	0.204	0.253	0.212
Rango	0.454	0.626	0.886	0.714	0.786	0.767	0.773	0.734
Mínimo	0.809	0.637	0.741	0.551	0.823	0.741	0.656	0.545
Máximo	1.263	1.263	1.627	1.265	1.609	1.508	1.429	1.279
IC <sub>95%</sub>	0.953	0.839	0.837	0.720	0.948	0.865	0.836	0.768
	1.182	1.097	1.221	1.035	1.256	1.156	1.198	1.072
Prueba t Antes-Después	0.000		0.000		0.001		0.002	
Prueba t 2mm-4mm	0.000	0.002	0.000	0.000	0.006	0.004	0.003	0.002

**Tabla 2.** Estadística descriptiva de las evaluaciones del espesor dentinario de la pared mesial de los conductos, antes y después de la instrumentación a los 4mm.

Los resultados arrojaron una diferencia estadísticamente significativa entre los espesores dentinarios antes y después de la instrumentación para los 4 grupos a los 4mm. Los instrumentos de ProTaper Universal, el promedio del espesor inicial fue de 1.068mm y posterior a la instrumentación fue de 0.968mm ( $p=0.000$ ); los instrumentos Easy RaCe el promedio del espesor inicial fue de 1.029mm y posterior a la instrumentación fue de 0.877mm ( $p=0.000$ ); los instrumentos Twisted Files el promedio del espesor inicial fue de 1.102mm y posterior a la instrumentación fue de 1.011mm ( $p=0.001$ ); y finalmente las fresas Gates Glidden el promedio del espesor inicial fue de 1.017 mm y posterior a la instrumentación fue de 0.920mm ( $p=0.002$ ).

Los instrumentos de Twisted Files dejaron el espesor dentinario mas grueso en la pared mesial a los 4mm con valor promedio de 1.011mm, seguido por las fresas Gates Glidden con un valor de 0.920mm, ProTaper un valor de 0.968mm y finalmente los instrumentos de Easy RaCe dejaron la pared mas delgada con un valor de 0.877mm.

En general los espesores dentinarios posteriores a la instrumentación a los 4mm fueron significativamente mas delgados en los 4 grupos en comparación con los valores encontrados a los 2mm; debido a que los espesores dentinarios iniciales a este nivel eran mayores (*ver gráfico 1*).



Para la evaluación el espesor dentinario de la pared mesial con los diferentes abridores endodónticos se aplicaron las pruebas estadísticas: ANOVA y TUKEY.

Diferencia del Espesor Dentinario antes y después de la Instrumentación de la Pared Mesial				
Instrumentos	Protaper Universal	Easy Race	Twisted Files	Gates Glidden
	Diferencia Antes-Después	Diferencia Antes-Después	Diferencia Antes-Después	Diferencia Antes-Después
2mm	0.324	0.160	0.164	0.249
	0.085	0.244	0.138	0.153
	0.034	0.082	0.087	0.046
	0.049	0.107	0.173	0
	0.101	0.115	0.102	0
	0	0.208	0	0.078
	0.107	0.075	0.120	0.144
	0	0.109	0	0.064
	0.177	0.039	0	0.038
	0	0.042	0.074	0.058
4 mm	0.098	0.214	0.160	0.073
	0.089	0.190	0.039	0.111
	0.134	0.116	0.058	0.148
	0.144	0.095	0.106	0.222
	0.195	0.101	0.082	0.025
	0.048	0.017	0	0.055
	0	0.089	0.101	0
	0.132	0.092	0.213	0
	0.102	0.243	0.043	0.191
	0.058	0.362	0.113	0.150

**Tabla 3.** Diferencia del espesor dentinario de la pared mesial antes y después en los 4 grupos.

El promedio de la cantidad de remoción dentinaria con los instrumentos de ProTaper Universal a los 2mm fue de 0.087mm y a los 4mm 0.100mm. Para los instrumentos de Easy Race a los 2mm fue de 0.118mm y a los 4mm 0.151mm. Para los instrumentos de Twisted Files a los 2mm fue de 0.085mm y a los 4mm 0.091mm y finalmente para las fresas Gates Glidden a los 2mm fue de 0.083mm y a los 4mm 0.097mm.

Para la evaluación el espesor dentinario de la pared mesial a los 2mm de la furcación de las raíces con los diferentes abridores endodónticos se aplicaron las pruebas estadísticas: ANOVA y TUKEY.

### Análisis de Varianza

#### 2mm Pared Mesial

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	.024	3	.008	1.347	.274
Intra-grupos	.210	36	.006		
Total	.233	39			

### HSD de Tukey

#### 2mm Pared Mesial

(I) ID	(J) ID	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Protaper	Easy Race	-.051900	.034129	.436	-.14382	.04002
	Twisted Files	.008500	.034129	.994	-.08342	.10042
	Gates Glidden	.002500	.034129	1.000	-.08942	.09442
Easy Race	Protaper	.051900	.034129	.436	-.04002	.14382
	Twisted Files	.060400	.034129	.304	-.03152	.15232
	Gates Glidden	.054400	.034129	.395	-.03752	.14632
Twisted Files	Protaper	-.008500	.034129	.994	-.10042	.08342
	Easy Race	-.060400	.034129	.304	-.15232	.03152
	Gates Glidden	-.006000	.034129	.998	-.09792	.08592
Gates Glidden	Protaper	-.002500	.034129	1.000	-.09442	.08942
	Easy Race	-.054400	.034129	.395	-.14632	.03752
	Twisted Files	.006000	.034129	.998	-.08592	.09792

**Conclusión:** se acepta hipótesis nula, por lo tanto se asegura con un 95% de confiabilidad que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las varianzas de cada uno de los resultados de los cuatro grupos experimentales en las evaluaciones realizadas a los 2 mm en la pared mesial. ( $p>0.05$ )

Los instrumentos de Easy RaCe fueron los que más desgastaron dentina en la pared mesial a los 2mm con un valor de 0.118mm de porción dentinaria removida, seguido por el grupo de ProTaper Universal con un valor de 0.087, el grupo de Twisted Files con un valor de 0.085 y finalmente el grupo de Gates Glidden con un valor de 0.083. A pesar de que los valores para el grupo de Easy RaCe son superiores a los valores del resto de los grupos no se encontró diferencia estadísticamente significativa.

Para la evaluación el espesor dentinario de la pared mesial a los 4mm de la furcación de las raíces con los diferentes abridores endodónticos se aplicaron las pruebas estadísticas: ANOVA y TUKEY.

### Análisis de Varianza

#### 4mm Pared Mesial

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	.008	3	.003	.427	.735
Intra-grupos	.227	36	.006		
Total	.235	39			

### HSD de Tukey

#### 4mm Pared Mesial

(I) ID	(J) ID	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Protaper	Easy Race	-.030400	.035543	.828	-.12613	.06533
	Twisted Files	.001900	.035543	1.000	-.09383	.09763
	Gates Glidden	.004700	.035543	.999	-.09103	.10043
Easy Race	Protaper	.030400	.035543	.828	-.06533	.12613
	Twisted Files	.032300	.035543	.800	-.06343	.12803
	Gates Glidden	.035100	.035543	.757	-.06063	.13083
Twisted Files	Protaper	-.001900	.035543	1.000	-.09763	.09383
	Easy Race	-.032300	.035543	.800	-.12803	.06343
	Gates Glidden	.002800	.035543	1.000	-.09293	.09853
Gates Glidden	Protaper	-.004700	.035543	.999	-.10043	.09103
	Easy Race	-.035100	.035543	.757	-.13083	.06063
	Twisted Files	-.002800	.035543	1.000	-.09853	.09293

**Conclusión:** se acepta hipótesis nula, por lo tanto se asegura con un 95% de confiabilidad que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las varianzas de cada uno de los resultados de los cuatro grupos experimentales en las evaluaciones realizadas a los 4 mm en la pared mesial ( $p>0.05$ ).

Los instrumentos de Easy RaCe fueron los que más desgastaron en la pared mesial a los 4mm con un valor de 0.151mm, seguido por el grupo de ProTaper Universal con un valor de 0.100, el grupo de Gates Glidden con un valor de 0.097 y finalmente el grupo de Twisted Files con un valor de 0.091. A pesar de que los valores para el grupo de Easy RaCe son superiores a los valores del resto de los grupos no se encontró diferencia estadísticamente significativa. Se encontró mayor desgaste en los 4 grupos en la pared mesial a los 4mm que a los 2mm.

Se aplicó la prueba t de student para la comparación del espesor dentinario en la pared distal antes y después de la instrumentación así como también para comparación de la instrumentación a los 2mm en cada uno de los grupos.

Espesor Dentinario de la Pared Distal								
Instrumentos	Protaper Universal		Easy Race		Twisted Files		Gates Glidden	
2 mm	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Media	0.795	0.482	0.722	0.431	0.741	0.442	0.731	0.434
Mediana	0.818	0.586	0.710	0.416	0.732	0.408	0.753	0.482
Desviación estándar	0.231	0.246	0.166	0.155	0.186	0.199	0.084	0.152
Rango	0.726	0.778	0.620	0.444	0.497	0.656	0.284	0.455
Mínimo	0.440	0.015	0.451	0.225	0.497	0.174	0.498	0.193
Máximo	1.166	0.793	1.071	0.669	0.994	0.830	0.782	0.648
IC <sub>95%</sub>	0.630	0.306	0.603	0.320	0.608	0.299	0.671	0.326
	0.961	0.657	0.841	0.542	0.874	0.584	0.791	0.543
Prueba t Antes-Después	0.000		0.000		0.000		0.000	
Prueba t 2mm-4mm	0.158	0.216	0.254	0.080	0.413	0.089	0.396	0.279

**Tabla 4.** Estadística descriptiva de las evaluaciones del espesor dentinario de la pared distal de los conductos, antes y después de la instrumentación a los 2mm.

La tabla 4 muestra las mediciones del espesor dentinario de la pared distal a los 2mm por debajo de la furcación de las raíces, antes y después de la instrumentación con los diferentes abridores endodónticos utilizados en el presente estudio.

Los resultados arrojaron una diferencia estadísticamente significativa entre los espesores dentinarios antes y después de la instrumentación para los 4 grupos a los 2mm. Los instrumentos de ProTaper Universal, el promedio del espesor inicial fue de 0.795mm y posterior a la instrumentación fue de 0.482mm ( $p=0.000$ ); Los instrumentos de Easy RaCe el promedio del espesor inicial fue de 0.722mm y posterior a la

instrumentación fue de 0.431mm ( $p=0.000$ ); los instrumentos de Twisted Files el promedio del espesor inicial fue de 0.741mm y posterior a la instrumentación fue de 0.442mm ( $p=0.000$ ); y finalmente las fresas Gates Glidden el promedio del espesor inicial fue de 0.731mm y posterior a la instrumentación fue de 0.434mm ( $p=0.000$ ).

Los instrumentos de Easy RaCe dejaron espesores dentinarios mas delgados en la pared distal a los 2mm con un valor de 0.431mm, seguido por las fresas Gates Glidden con un valor de 0.434, los instrumentos de Twisted Files con un valor de 0.442mm y finalmente ProTaper Universal fue el que dejo el espesor dentinario mas grueso con un valor de 0.482mm.

Se aplicó la prueba t de student para la comparación del espesor dentinario en la pared distal antes y después de la instrumentación así como también para la comparación de la instrumentación a los 4mm en cada uno de los grupos.

Espesor Dentinario de la Pared Distal								
Instrumentos	Protaper Universal		Easy Race		Twisted Files		Gates Glidden	
4 mm	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Media	0.720	0.586	0.635	0.519	0.766	0.621	0.692	0.490
Mediana	0.719	0.587	0.599	0.529	0.773	0.674	0.611	0.433
Desviación estándar	0.163	0.142	0.226	0.182	0.170	0.171	0.278	0.241
Rango	0.467	0.429	0.837	0.629	0.494	0.601	0.933	0.758
Mínimo	0.521	0.360	0.172	0.167	0.537	0.201	0.392	0.207
Máximo	0.988	0.789	1.009	0.796	1.031	0.802	1.325	0.965
IC <sub>95%</sub>	0.604	0.485	0.473	0.389	0.645	0.499	0.493	0.317
	0.837	0.688	0.796	0.650	0.888	0.743	0.891	0.663
Prueba t Antes-Después	0.000		0.038		0.003		0.002	
Prueba t 2mm-4mm	0.158	0.216	0.254	0.080	0.413	0.089	0.396	0.279

**Tabla 5.** Estadística descriptiva de las evaluaciones del espesor dentinario de la pared distal de los conductos, antes y después de la instrumentación a los 4mm.

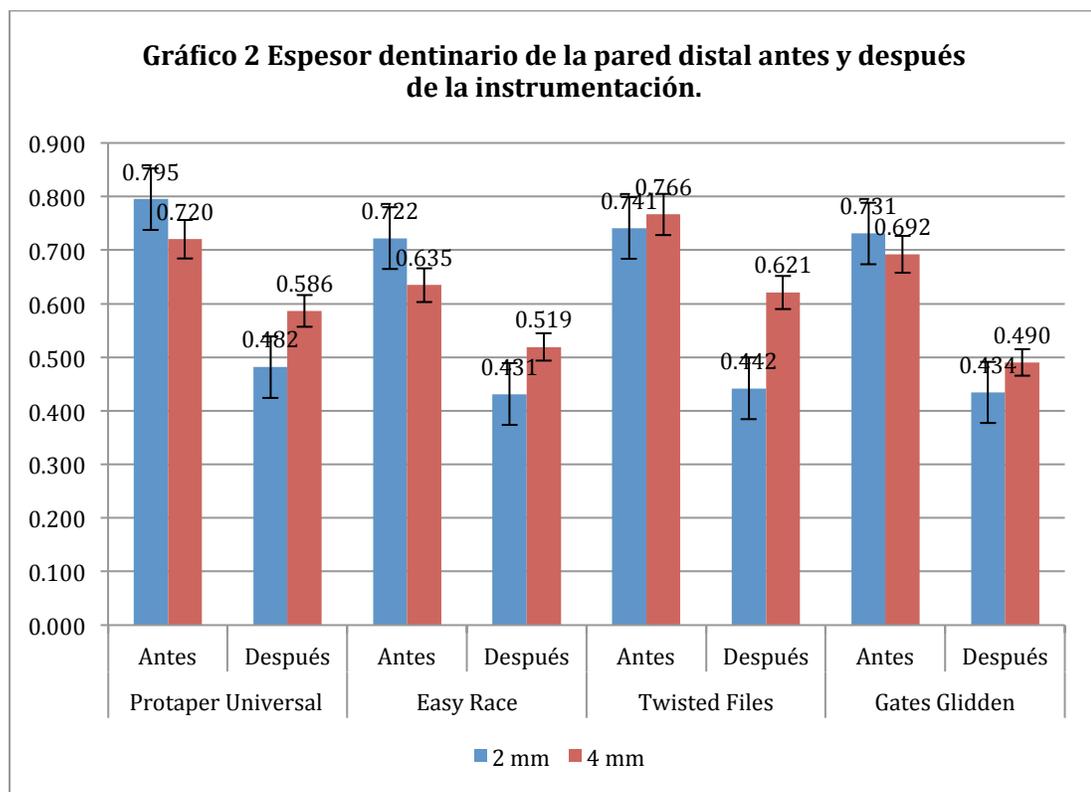
La tabla 5 muestra las mediciones del espesor dentinario de la pared distal a los 4mm por debajo de la furcación de las raíces, antes y después de la instrumentación con los diferentes abridores endodónticos utilizados en el presente estudio.

Los resultados arrojaron una diferencia estadísticamente significativa entre los espesores dentinarios antes y después de la instrumentación para los 4 grupos a los 2mm. Los instrumentos de ProTaper Universal, el promedio del espesor inicial fue de 0.720mm y posterior a la instrumentación fue de 0.586mm ( $p=0.000$ ); Los instrumentos de Easy RaCe el promedio del espesor inicial fue de 0.635mm y posterior a la instrumentación fue de 0.519mm ( $p=0.038$ ); los instrumentos de Twisted Files el

promedio del espesor inicial fue de 0.766mm y posterior a la instrumentación fue de 0.621mm ( $p=0.003$ ); y finalmente las fresas Gates Glidden el promedio del espesor inicial fue de 0.692mm y posterior a la instrumentación fue de 0.490mm ( $p=0.002$ ).

Las fresas Gates Glidden dejaron el espesor dentinario mas delgado con un valor de 0.490mm, seguido por los instrumentos de Easy RaCe con un valor de 0.519mm, los instrumentos de ProTaper con un valor de 0.586mm y finalmente los instrumentos de Twisted Files con un valor de 0.621 desgastaron en menor grado la pared distal.

En general los espesores dentinarios posteriores a la instrumentación a los 2mm fueron significativamente mas delgados 4 grupos en comparación con los valores encontrados a los 4mm; debido a la conicidad de los instrumentos que entre mas apical el diámetro transversal del instrumento es menor (*ver gráfico 2*).



Para la evaluación el espesor dentinario de la pared distal con los diferentes abridores endodónticos se aplicaron las pruebas estadísticas: ANOVA y TUKEY.

Diferencia de la Longitud del Antes y Después de Instrumentada la Pared Distal.				
Instrumentos	Protaper Universal	Easy Race	Twisted Files	Gates Glidden
	Diferencia Antes-Después	Diferencia Antes-Después	Diferencia Antes-Después	Diferencia Antes-Después
2mm	0.266	0.204	0.275	0.179
	0.251	0.137	0.342	0.252
	0.165	0.287	0.182	0.104
	0.344	0.259	0.137	0.456
	0.425	0.340	0.349	0.530
	0.384	0.336	0.367	0.334
	0.373	0.226	0.327	0.295
	0.426	0.345	0.496	0.260
	0.318	0.371	0.323	0.279
	0.281	0.404	0.199	0.279
4 mm	0.184	0.231	0.119	0.139
	0.108	0	0.079	0.041
	0.199	0.179	0.272	0.353
	0.086	0.037	0.105	0.215
	0.198	0.149	0.336	0.149
	0.121	0.358	0	0.416
	0.199	0.189	0.167	0.029
	0.075	0.264	0	0.493
	0.148	0.297	0.322	0.088
	0.024	0.044	0.055	0.100

**Tabla 6.** Diferencia del espesor dentinario de la pared distal antes y después en los 4 grupos.

El promedio de la cantidad de remoción dentinaria con los instrumentos de ProTaper Universal a los 2mm fue de 0.323mm y a los 4mm 0.134mm. Para los instrumentos de Easy RaCe a los 2mm fue de 0.290mm y a los 4mm 0.174mm. Para los instrumentos de Twisted Files a los 2mm fue de 0.299mm y a los 4mm 0.145mm y finalmente para las fresas Gates Glidden a los 2mm fue de 0.296mm y a los 4mm 0.202mm.

Para la evaluación el espesor dentinario de la pared distal a los 2mm de la furcación de las raíces con los diferentes abridores endodónticos se aplicaron las pruebas estadísticas: ANOVA y TUKEY.

### Análisis de Varianza

#### 2mm Pared Distal

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	.006	3	.002	.202	.895
Intra-grupos	.362	36	.010		
Total	.368	39			

### HSD de Tukey

#### 2mm Pared Distal

(I) ID	(J) ID	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Protaper	Easy Race	.032400	.044828	.887	-.08833	.15313
	Twisted Files	.023600	.044828	.952	-.09713	.14433
	Gates Glidden	.026500	.044828	.934	-.09423	.14723
Easy Race	Protaper	-.032400	.044828	.887	-.15313	.08833
	Twisted Files	-.008800	.044828	.997	-.12953	.11193
	Gates Glidden	-.005900	.044828	.999	-.12663	.11483
Twisted Files	Protaper	-.023600	.044828	.952	-.14433	.09713
	Easy Race	.008800	.044828	.997	-.11193	.12953
	Gates Glidden	.002900	.044828	1.000	-.11783	.12363
Gates Glidden	Protaper	-.026500	.044828	.934	-.14723	.09423
	Easy Race	.005900	.044828	.999	-.11483	.12663
	Twisted Files	.032400	.044828	.887	-.08833	.15313

**Conclusión:** Se acepta hipótesis nula, por lo tanto se asegura con un 95% de confiabilidad que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las varianzas de cada uno de los resultados de los cuatro grupos experimentales en las evaluaciones realizadas a los 2mm en la pared distal. ( $p>0.05$ )

El instrumento que mas desgastó a los 2mm de la pared distal fue ProTaper Universal con un valor de 0.323mm, seguido de Twisted Files con un valor de 0.299mm, las fresas Gates Glidden con 0.296 y finalmente el que menos desgaste fueron los instrumentos de Easy RaCe con un valor de 0.290mm.

Para la evaluación el espesor dentinario de la pared distal a los 4mm de la furcación de las raíces con los diferentes abridores endodónticos se aplicaron las pruebas estadísticas: ANOVA y TUKEY.

### Análisis de Varianza

#### 4mm Pared Distal

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	.028	3	.009	.623	.605
Intra-grupos	.542	36	.015		
Total	.570	39			

### HSD de Tukey

#### 4mm Pared Distal

(I) ID	(J) ID	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Protaper	Easy Race	-.040600	.054863	.880	-.18836	.10716
	Twisted Files	-.011300	.054863	.997	-.15906	.13646
	Gates Glidden	-.068100	.054863	.605	-.21586	.07966
Easy Race	Protaper	.040600	.054863	.880	-.10716	.18836
	Twisted Files	.029300	.054863	.950	-.11846	.17706
	Gates Glidden	-.027500	.054863	.958	-.17526	.12026
Twisted Files	Protaper	.011300	.054863	.997	-.13646	.15906
	Easy Race	-.029300	.054863	.950	-.17706	.11846
	Gates Glidden	-.056800	.054863	.730	-.20456	.09096
Gates Glidden	Protaper	.068100	.054863	.605	-.07966	.21586
	Easy Race	.027500	.054863	.958	-.12026	.17526
	Twisted Files	.056800	.054863	.730	-.09096	.20456

**Conclusión:**

Se acepta hipótesis nula, por lo tanto se asegura con un 95% de confiabilidad que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las varianzas de cada uno de los resultados de los cuatro grupos experimentales en las evaluaciones realizadas a los 4 mm en la pared distal. ( $p>0.05$ )

Los instrumentos que mas desgastaron la pared distal a los 4mm fueron las fresas Gates Glidden con un valor de 0.202mm, seguido por Easy RaCe con un valor de 0.174mm, los instrumentos de Twisted Files con un valor de 0.145mm y finalmente el que removió menos dentina fue ProTaper con un valor de 0.134mm.

## DISCUSIÓN

*Constante y col 2007* reportaron que el ensanchado de la poción cervical disminuye la tensión de los instrumentos manuales y rotatorios durante la instrumentación apical por medio de la eliminación de la proyección de dentina en dicha zona. Se han propuesto diversas metodologías para el empleo de la evaluación del efecto de la instrumentación endodóntica en las paredes del conducto, tal como el uso de bloques de resina como lo empleó *Weine* en 1975, con el escaneo del microscopio electrónico como lo usó *Mizrahi* en 1975, y la tomografía computarizada usada por *Mahran* en el 2008 y *De Alencar* en el 2010.

En el presente estudio se utilizó la metodología propuesta por *Bramante y col* modificada por el *Dr. Kuttler*, en la cual los dientes son montados en bloques de resina. Ésta técnica permite seccionar el diente y la posterior evaluación del conductor radicular para la comparación de la conformación antes y después de la instrumentación.

Se obtuvo un promedio en el grado de curvatura de 27.57 al igual que el estudio presentado por *Cunningham y Senia* donde reportaron un grado de curvatura par los conductos mesiobucuales de 28.7 y para los conductos mesiolinguae de 27.2. La media de longitud de trabajo de la muestra del presente estudio fue de 17.03mm con un rango de 14 a 18.5mm, considerados conductos cortos según el estudio de *Sauáia y col*, donde reportan un valor de 19.97mm como longitud radicular corta.

En el presente estudio se estudió el grosor dentinario la pared distal a los 2mm y 4mm, en ambas zonas en la porción distal se encontraron valores parecidos sin mostrar diferencia estadísticamente relevante, por lo que se concluye que tanto a los 2mm y 4mm contienen espesores dentinarios delgados con riesgo a sufrir una perforación en banda.

Más sin embargo el promedio del grosor antes y después de la instrumentación de la pared dentinaria en la porción mesial, considerada como zona de seguridad a los 4mm de la furcación de las raíces fue significativamente mas delgada que a los 2mm en los 4 grupos, esto pudiera explicarse debido a que en la porción más coronal del conducto se encuentra proyectado un espolón dentinario hacia la porción distal de las raíces mesiales de molares mandibulares y por consecuencia trae consigo una obstrucción a la entrada del conducto reportado por *Georing en 1982*.

El diámetro de la pared mesial fue mayor que el de la pared distal tanto a los 2mm como a los 4mm, lo que se traduce que los conductos de raíces de mesiales de molares mandibulares no asumen una posición centrada en relación a la raíz, tal como lo menciona *Abou-Rass y col, 1980*. En todas las molares seleccionadas para el presente estudio se observó una concavidad en la pared distal, donde se coincide con *Petes en el 2004* donde reporta que la superficie distal de la raíz mesial y la superficie mesial de la raíz distal de los molares inferiores tienen una concavidad que convierte estas paredes muy delgadas; una instrumentación muy exhaustiva puede ocasionar una zona de perforación en la raíz.

En el presente estudio ninguna pared dentinaria de las muestras presentó perforación, que coinciden son los resultados de *Wu y col en el 2005*, a diferencia de los reportes por *McCann y col en 1990*, donde evaluaron el grosor remanente de dentina/cemento después de la instrumentación y en un 13.3% del grupo 1 y el 13.9% del grupo 2 se

mostró perforación radicular, instrumentados con la técnica step-back y con instrumentación ultrasónica respectivamente.

Más sin embargo el riesgo de perforación existe debido a que antes de la instrumentación la pared distal de los conductos mesiales de molares mandibulares puede ser de 0.500mm (tablas 7 y 8). Para prevenir la perforación en dichas zonas, el ensanchado cervical deberá ser lo mas pequeño posible sin afectar las subsecuentes fases de la instrumentación.

Se decidió evaluar el espesor dentinario de la pared de los conductos a los 2mm por debajo de la furcación de las raíces, debido a que en estudios previos de *Zuckerman en el 2003* y *Wu 2005*, así mismo se agregó la medición del espesor dentinario a los 4mm con la finalidad de encontrar algún dato importante a considerar en la instrumentación del tercio cervical.

En estudios previos como el de *Kessler en el 1983*, el espesor dentinario de la pared distal del conducto fue evaluado solo después de la instrumentación, no se consideraron los valores iniciales del espesor dentinario; con la técnica de Bramante modificada hace posible la examinación del espesor dentinario inicial y posterior a la instrumentación.

En el presente estudio se comparó la reducción de la pared distal y mesial de los conductos, donde se contrasta que hay una mayor reducción en la pared distal, a diferencia a los reportes de *Wu en el 2005*, donde de igual manera compararon la reducción de la pared distal y mesial y reportaron que el ensanchado fue uniforme en dirección mesial y distal.

*Mahran y EboEl-Fotouh* en su estudio concluyeron que la técnica de instrumentación rotatoria ProTaper Universal remueve significativamente menos dentina que las fresas Gates Glidden, mas sin embargo en el presente estudio no se encontró una diferencia con relevancia estadística entre los 4 grupos, entre ellos los instrumentos de ProTaper Universal y fresas Gates Glidden

Al igual que los resultados reportados por *Sanfelice y col en el 2010* donde compararon la cantidad de remoción en la dentina de la pared distal del conducto mesial del primeros molares inferiores causadas por cuatro instrumentos utilizados en el tercio cervical: ProTaper, K3, Gates Glidden y Axxess Ángeles no encontraron diferencia entre los grupos; *Garala y col en 2003* donde compararon la evaluación de los espesores residuales de dentina tras la utilización de dos sistemas rotatorios de níquel titanio Profile y Hero 642 de igual manera los resultados entre los dos grupos fueron similares sin relevancia estadística; *Trujillo y col en 2005* quienes compararon el grosor de la pared radicular antes y después de la instrumentación con Profile y Greater Taper, no encontraron diferencia estadísticamente significativa entre los grupos en los grosores dentinarios en la pared distal de raíces mesiales de molares mandibulares.

A pesar de que los valores de la pared distal a los 2mm y 4mm eran parecidos, al momento de la instrumentación, se adelgazó más la pared distal a nivel de los 2mm que a los 4mm, con un promedio de reducción dentinaria después de la instrumentación a los 2 mm de **0.323mm** para el grupo 1 que corresponde a la técnica ProTaper Universal (con un espesor en la pared distal del conducto después de la instrumentación de **0.586mm**) en comparación a nivel de los 4mm con una reducción de **0.134** (con un espesor en la pared distal del conducto después de la instrumentación de **0.998mm**), una reducción de **0.290mm** para el grupo 2 que corresponde a la técnica Easy RaCe (con un espesor en la pared distal del conducto después de la instrumentación de **0.416mm**) en comparación a nivel de los 4mm con una reducción de **0.174** (con un espesor en la pared distal del conducto después de la instrumentación de **0.833mm**), una reducción de **0.299mm** para el grupo 3 que corresponde a la técnica Twisted Files (con un espesor en la pared distal del conducto después de la instrumentación de **0.408mm**) en comparación a nivel de los 4mm con una reducción de **0.145** (con un espesor en la pared distal del conducto después de la instrumentación de **0.979mm**), y finalmente una reducción de **0.296mm** para el grupo 4 que corresponde a la técnica con fresas Gates Glidden (con un espesor en la pared distal del conducto después de la instrumentación de **0.482mm**) en comparación a nivel de los 4mm con una reducción de **0.202** (con un espesor en la pared distal del conducto después de la instrumentación de **0.908mm**). Lo anterior se explica

a que debido a la conicidad de los instrumentos va en aumentando de D1 a D16, así que a los 2 mm por debajo de la furcación de las raíces sigue siendo la zona mas vulnerable debido a la conicidad de los instrumentos que a los 4mm.

Se disminuyó más en la pared distal que la pared mesial a los 2mm, en el grupo 1 la reducción para la pared distal fue de **0.323mm** y para la pared mesial fue de **0.087mm**; para el grupo 2 la reducción para la pared distal fue de **0.290mm** y para la pared mesial fue de **0.118mm**; para el grupo 3 la reducción para la pared distal fue de **0.299mm** y para la pared mesial fue de **0.085mm**; para el grupo 4 la reducción para la pared distal fue de **0.296mm** y para la pared mesial fue de **0.083mm**; Lo que da a resaltar que se tiene una tendencia de los instrumentos a desgastar mas la pared distal, al igual como lo reporta *Jiménez en el 2010* donde concluye que durante la valoración de los conductos estrechos a la evaluación post-instrumentación realizada con cualquier técnica utilizada en el estudio, los resultados fueron que el instrumento siempre se comportó con tendencia hacia la zona de la furca.

Así que la pared distal de conductos mesiales de molares mandibulares considerada como zona de peligro, debido a 3 razones (1) el espesor dentinario es mas delgado debido a la presencia de una concavidad de la raíz, (2) Los conductos no asumen una posición centrada con respecto a la raíz, tienden a estar desplazados mas hacia la pared distal del conducto y (3) al momento de la conformación del conducto los instrumentos tienden a sobreinstrumentar la pared distal debido a la memoria de los instrumentos de regresar a su forma original lo que provoca una tendencia de enderezarse los instrumentos dentro del conducto durante la conformación.

## CONCLUSIONES

El promedio del espesor dentinario antes y después de la instrumentación en la porción mesial (considerada como zona de seguridad) a los 4mm de la furcación de las raíces fue significativamente mas delgada que a los 2mm.

Existe una diferencia estadísticamente significativa en el grosor dentinario antes comparado con el grosor después de la instrumentación para los 4 grupos.

No hubo diferencia estadísticamente significativa entre los grosores dentinarios de la pared distal (considerada la zona de peligro) a los 2mm y 4mm en los 4 grupos, tanto para el grosor inicial y para el grosor posterior a la instrumentación.

Existe una diferencia estadísticamente significativa en el grosor dentinario antes de la instrumentación y el grosor posterior a la instrumentación para los 4 grupos en la pared distal a los 2mm y 4mm.

No se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre los 4 grupos en el adelgazamiento de las paredes dentinarias, tanto para la porción mesial y distal a los 2mm y 4mm.

## RECOMENDACIONES

Para estudios posteriores se pudiera contemplar la utilización de la tomografía computarizada para la evaluación de la instrumentación antes y después de la conformación, una de las ventajas al implementar dicha metodología es que el diente no es seccionado transversalmente para su estudio, sin embargo hay que considerar la calidad en la nitidez de las imágenes obtenidas de la tomografía.

Para el presente estudio se emplearon 4 técnicas de instrumentación para el ensanchamiento en la porción cervical; sin embargo resultaría interesante compararla apertura en la porción cervical con una conicidad 0.12, 0.10 y 0.08 de una misma técnica para generar conocimiento acerca de que tan riesgoso pudiera resultar al emplear dichas conicidades para la conformación en raíces mesiales mandibulares.

Para investigaciones posteriores involucradas en el espesor dentinario en raíces mesiales de molares mandibulares con analizar únicamente la longitud de la pared dentinara en la porción distal que corresponde al área de peligro a los 2mm de la furcación es suficiente debido a los amplios reportes de que en dicha zona es la mas vulnerable a sufrir perforación o que se debilite de manera significativa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abou-Rass M, Jastrab RJ. The use of rotary instruments as auxiliary aids to root canal preparation of molars. J Endod 1982;8:78-82.

Abou-Rass M, Frank AL, Glick DH. The Anticurvature Filing Method to Prepare the Curved Root Canal. JADA 1980; 101:792-4

Allam C. Treatment of Stripping Perforations. J Endod 1996;22:699-702

Biggs JT, Benanati FW, Sabala C. Treatment of iatrogenic root perforations with associated osseous lesions. J Endod 1988;14:620-4.

Blum JY, Machtou P, Ruddle C, Micallef JP. Analysis of mechanical preparations in extracted teeth using ProTaper rotary instruments: value of the safety quotient. J Endod 2003;29:567-75.

Bower RC. Furcation Morphology relative to periodontal therapy. J Periodontol 1979;50:366-74.

Bramante CM. A Method for Evaluation of Root Canal Instrumentation. J Endod 1987;13:243-245.

Bystrom A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 per cent sodium hypochlorite in endodontic therapy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1983;55:307-12.

Cambruzzi JV, Marshall FJ. Molar endodontic surgery. J Canad Dent Assoc 1983;1:61-66.

Chankhrit S, Joseph P, Darunee P, Harold HM. Effect of root canal size and external root surface morphology on fracture susceptibility and pattern: a finite element analysis. *J Endod* 2005;31:288–92.

Cohen S, Hargreaves KM; *Vías de la pulpa*. 9ª edición, Editorial Elsevier Mosby 2008. Cap.7pp.153-238.

Cohen S, Hargreaves KM; *Vías de la pulpa*. 9ª edición, Editorial Elsevier Mosby 2008. Cap.9 pp.307-31.

Cooke HG, Cox FL. C-shaped canal configurations in mandibular molars. *J Am Dent Assoc* 1979; 99: 836–39.

Coutinho-Filho T, De-Deus G, Rocha-Lima AC, Dias KRC, Barbosa CA. Evaluation of the Risk of a Stripping Perforation with Gates-Glidden Drills: Serial versus Crown-Down Sequences. *Braz Oral Res* 2008; 22:18-24.

Constante IG, Davidowicz H, Barletta FB, Moura AA. Location and angulation of curvatures of mesiobuccal canals of mandibular molars debrided by three endodontic techniques. *Braz Oral Res* 2007; 21:22-28

Cunningham C, Senia S. A Three-Dimensional Study of Canal Curvatures in the Mesial Roots of Mandibular Molars. *J Endod* 1992; 18:294-300.

De Alencar AH, Dummer PM, Oliveira HC, Pécora JD, Estrela C. Procedural errors during root canal preparation using rotary NiTi instruments detected by periapical radiography and cone beam computed tomography. *Braz Dent J* 2010;21:543-9.

Duarte MAH, Bernardes RA, Ordinola-Zapata R, Vasconcelos BC, Bramante CM, Moraes IG. Effects of Gates-Glidden, LA Axxess and Orifice Shaper Burs on the Cervical Dentin Thickness and Root Canal Area of Mandibular Molars. *Braz Dent J* 2011; 22:28-31.

Estrela C, Bueno MR, Sousa-Nieto MD, Pécora JD. Method for Determination of Root Curvature Radius Using Cone-Beam Computed Tomography Images. *Braz Dent J*. 2008; 19;2: 114-8.

Fava LRG. The double-flared technique: an alternative for biomechanical preparation. *J Endod* 1983;9:76-83.

Filbo FB, Zaitter S, Haragushiku GA, De Campos EA, Abuabara A, Correr GM. Analysis of the Internal Anatomy of Maxillary First Molars by Using Different Methods. *J Endod* 2009;35:337-42.

Friedman S, Moshonov J, Stabholz A. Five root canals in a mandibular first molar. *Dent Traumatol* 1986; 2: 226–228.

Gambarini G, Grande, Plotino G, Somma F, Garala M, De Luca M, Testarelli L. Fatigue Resistance of Engine-driven Rotary Nickel-Titanium Instruments Produced by New Manufacturing Methods. *J Endod* 2008;34: 1003–1005.

Garala M, Kuttler S, Hardigan P, Steiner-Carmi R, Dorn S. A comparison of the minimum canal wall thickness remaining following preparation using two nickel-titanium rotary systems. *Int Endod J* 2003;36:636-42.

García Filho PF, Letra A, Menezes R, Carmo AMR. Danger zone in mandibular molars before instrumentation: an in vitro study. *J Appl Oral Sci* 2003; 11: 324-6

Georing AC, Michelich RJ, Schultz HH. Instrumentation of Root Canals in Molars Using the Setp-down Tecnique. *J Endod* 1982; 8:550-4.

Gluskin Ah, Brown DC, Buchanan LS. A reconstructed computerized tomographic comparison of Ni-Ti rotary GT files versus traditional instruments in canals shaped by novice operators. *Int Endod J* 2001;34:476-84.

Günday M, Sazak H, Garip Y. A Comparative Study of Three Different Root Canal Curvature Measurement Techniques and Measuring the Canal Access Angle in Curved Canals. *J Endod* 2005; 32:796-8.

Gutmann JL, Dumsha TC, Lovdahl PE. Problem solving in endodontics. 2nd ed. St. Louis: Mosby Year Book, 1992:80-4, 190-6.

Hartmann MSM, Barletta FBm Fontanella VRC, Vianni JR. Canal transportation after root canal instrumentation: a comparative study with computed tomography. *J Endod* 2007;33:962.5.

Hsu Y, Kim S. The resected root surface: the issue of canal isthmuses. *Dent Clin N Am* 1997; 3: 529–540.

Hülsmann M, Peters O, Dummer P. Mechanical preparation of root canals: Shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics* 2005, 10, 30-76.

Hülsmann M, Gambal A, Bahr R. An improved technique for the evaluation of root canal preparation. *J Endod* 1999;25:599.602.

Hülsmann M, Schade M, Schäfers F. A comparative study of root canal preparation with HERO 642 and Quantec SC rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J* 2001;34:538-46.

Isom TL, Marshall JG, Baumgartner JC. Evaluation of Root Thikness in Curve Canals after Flaring. *J Endod* 1995;21:368-71.

Jiménez GCL. Estudio Comparativo entre Tres Sistemas de Instrumentación Rotatoria Utilizando Tomografía Computarizada. Posgrado de Endodoncia de la Facultad de Odontología UANL 2010.

Kartal N, Cimilli HK. The degrees and configurations of mesial canal curvatures of mandibular first molars. *J Endod* 1997;23:358–62.

Keesler JR, Peters DD, Lorton L. Comparison of the relative risk of molar root perforations using various endodontic instrumentation techniques. *J Endod* 1983;9:439-47.

Krasner P, Rankow HJ. Anatomy of the pulp chamber floor. *J Endod* 2004; 30: 5–16.

Kyomen SM, Caputo AA, White SN. Critical analysis of the balanced force technique in endodontics. *J Endod* 1994;20:332–7.

Lam P, Palamara J, Messer H. Fracture Strength of Tooth Roots following Canal Preparation by Hand and Rotary Instrumentation. *J Endod* 2005;31:529-32.

Leeb J. Canal Orifice Enlargement as Related to Biomechanical Preparation. *J Endod* 1983;9:463-70.

Leonardi LE, Atlas DM, Cuezzo V, Raiden G. Espesores de dentina/cemento en conductos curvos instrumentados con sistemas rotatorios. *Endodoncia* 2009;27:190-4.

Lertchirakarn V, Timyam A, Messer HH. Effects of root canal sealers on vertical root fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Endod*. 2002;28:217-9.

Lim SS, Stock CJR. The risk of perforation in the curved canals: anticurvatura filling compared with the stepback technique. *Int Endod J* 1987;20:33-9.

Mahran AH, AboEl-Fotouh M. Comparison of effects of ProTaper, HeroShaper, and Gates Glidden burs on cervical dentin thickness and root canal volume by using multislice computed tomography. *J Endod* 2008;34:1219–1222.

Martin H, Cunningham W, Norris JP, Cotton W. Ultrasonic versus hand-filling of dentin: a quantitative study. *Oral Surg* 1980;49:79-81.

Matthias Zehnder. Root Canal Irigants. *J Endod*. 2006; 32:389-98.

McCann JT, David LK, LaBountyGl. Remaining Dentin/Cementum Thickness after Hand or Ultrasonic Instrumentation.

MeisterF, Tennyson JL, Gerstein H, Davies EE. Endodontic perforation which resulted in alveolar bone loss. *Oral Surgery* 1979;47:463- 70.

Michetti J, Maret D, Mallet JP, Diemer F. Validation of Cone Beam Computed Tomography as a Tool to Explore Root Canal Anatomy. *J Endod* 2010;36:1187–1190.

Mizrahi SJ, Tucker JW, Seltzer LF, Montgomery S. An Evaluation of the Crown-Down pressureless technique. *J Endod* 1984;9:463-8.

Ove A. Peters. Current Challenges and Concepts in the Preparation of Root Canal Systems: A Review. *J Endod* 2004; 30:559-67.

Paque F, Musch U, Hülsmann M. Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary instruments. *Int Endod J* 2005;38:8–16.

Park H. A comparison of Greater Taper files, ProFiles, and stainless Steel files to shape curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001;91: 715-8.

Patel S, Dawood A, Ford TO, Whaites E. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems, *Int Endod J*. 2007; 40:818-30.

Pettiette M, Metzger Z, Phillips C, Trope M. Endodontic Complications of Root Canal Therapy Performed by Dental Students with Stainless-Steel K-Files and Nickel-Titanium Hand Files. *Journal of Endodontics* 1999; 25:230-4.

Portenier I, Lutz F, Barbakow F. Preparation of the apical part of the root canal by the Lightspeed and step-back techniques. *Int Endod J* 1998;31:103-11.

Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL Jr. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 1997;23:77–85.

Riitano F. Anatomic Endodontic Technology (AET) – a Crown-down root canal preparation technique: basic concepts, operative procedure and instruments. *Int Endod J* 2005; 38:575-87.

Sanfelice CM, Costa FB, DDS, Reis Só MV, Vier-Pelisser F, Souza Bier CAS, Grecca FS, PhD. Effects of Four Instruments on Coronal Pre-enlargement by Using Cone Beam Computed Tomography. *J Endod* 2010;36:858–86.

Sauáia TS, Gomes BPF, Pinheiro ET, Zaia AA, Ferraz CCR Souza-Filho FJ, Valdrighi L. Thickness of dentine in mesial roots of mandibular molars with different lengths. *Int Endod J* 2010;43:555-9.

Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1974;18:269-96.

Schneider SW. A Comparison of Canal Preparations in Straight and Curved Root Canals.

Sydney GB, Batista A, Damelo LL. The radiographic platform: a new method to evaluate root canal preparation in vitro. *J Endod* 1991;17:570-2.

Tang W, Wu Y, Smales, RJ.. Identifying and Reducing Risks for Potential Fractures in Endodontically Treated Teeth. *J Endod* 2010;36:609–617.

Terry LI, Gordon M, Craig B. Evaluation of Root Thickness in Curved Canals after Flaring. *J Endod* 1995;21: 368-71.

TF: The Twisted FileB rochure. Orange, CA: Sybron Endo;2008.

Trujillo Torres EH, Hurtado Vingardi G. Comparación del grosor de la pared radicular pre y pos-instrumentación con Profile y Greater Taper. *Rev Esp Endod* 2005;2:122-9.

Unal GC, Maden M, Savgat A, Onur Orhan E. Comparative investigation of 2 rotary nickel-titanium instruments: protaper universal versus protaper. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107:886–92.

Valencia de Plabo O, Estevez R, Sanchez MP, Heiborn C, Cahenca N. Root Anatomy and Canal Configuration of the Permanent Mandibular First Molar: A Systematic Review. *J Endod* 2010;36:1919-31.

Vallejo M, Maya CX, Erazo N. Resistencia a la fractura de dientes con debilitamiento radicular. *Rev. CES Odont.*2011;24:59-69.

Vertucci F. Root Canal Morphology and its Relationship to Endodontic Procedures. *Endodontics Topics.* 2005;10:3-29.

Vertucci FJ, Seeling A, Gillis R. Root Canal Morphology of the Human Maxillary Second Premolar. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1974; 38:456-64.

Walton RE. *Endodncia: Principios y practica.* 2ª edición, Editorial Masby, 1994. Cap. 12 pp.192-214.

Weine FS, Kelly RF, Bray K. Effect of preparation with endodontic handpieces on original canal shape. *J Endod* 1976: 2: 298–203.

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

Weller NR, Niemczyk SP, Kim S. Incidence and position of the canal isthmus. Part 1. Mesio Buccal root of the maxillary first molar. *J Endod* 1995: 21: 380–383.

Willey WL, Senia ES, Montgomery S. Another look at root canal instrumentation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992;74:499–507.

Wu MK, Van der Luis LW, Wesslink P. The Risk of Furcal Perforation in Mandibular Molars Using Gates-Glidden Drills with Antcurvature Pressure. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005;99:378-82.

Zandbiglari T, Davids H, Schäfer E. Influence of instrument taper on the resistance to fracture of endodontically treated roots. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;101: 126–31.

Zuckerman O, Katz A, Pilo R, Tamse A, Fuss Z. Residual dentin thickness in mesial roots of mandibular molars prepared with Lightspeed rotary instruments and Gates Glidden reamers. *Oral Surg Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96:351-3.

## ANEXOS

### Anexo 1

Longitud de la Pared Mesial								
Instrumentos	Protaper Universal		Easy Race		Twisted Files		Gates Glidden	
Tiempo	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
2mm	1.167	0.843	1.17	1.01	1.359	1.195	1.227	0.978
	1.563	1.478	1.129	0.885	1.502	1.364	1.255	1.102
	1.289	1.255	1.08	0.998	1.329	1.242	1.26	1.214
	1.491	1.442	1.454	1.347	1.355	1.182	1.303	1.303
	1.106	1.005	1.255	1.14	1.141	1.039	1.14	1.14
	1.122	1.122	1.409	1.201	0.987	0.987	1.216	1.138
	1.541	1.434	1.345	1.27	1.405	1.285	1.51	1.366
	1.181	1.181	1.201	1.092	1.317	1.317	1.093	1.029
	1.343	1.166	1.398	1.359	1.186	1.186	1.525	1.487
	1.203	1.203	1.604	1.562	1.317	1.243	1.243	1.185
4 mm	1.137	1.039	1.099	0.885	1.139	0.979	1.129	1.056
	1.172	1.083	0.551	0.714	1.022	0.983	0.656	0.545
	1.167	1.033	0.933	0.817	1.144	1.086	1.18	1.032
	1.107	0.963	1.305	1.21	1.077	0.971	1.082	0.86
	0.832	0.637	0.847	0.746	0.823	0.741	0.787	0.762
	0.809	0.761	0.967	0.95	0.875	0.875	0.93	0.875
	1.263	1.263	0.903	0.814	1.609	1.508	0.941	0.941
	1.091	0.959	0.779	0.687	1.192	0.979	0.731	0.731
	1.195	1.093	1.091	0.848	1.147	1.104	1.308	1.117
	0.906	0.848	1.627	1.265	0.992	0.879	1.429	1.279

**Tabla 7.** Espesor dentinario de la pared mesial a los 2mm y 4mm de la furcación de las raíces.

La tabla 7 muestra el espesor de la pared dentinaria antes y después de la instrumentación en la pared mesial a los 2mm y 4 mm de la furcación de las raíces.

## Anexo 2

Longitud de la Pared Distal								
Instrumentos	Protaper Universal		Easy Race		Twisted Files		Gates Glidden	
Tiempo	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
2mm	0.532	0.266	0.646	0.442	0.497	0.222	0.774	0.595
	0.861	0.61	0.806	0.669	0.896	0.554	0.739	0.487
	0.775	0.594	0.811	0.524	0.585	0.403	0.752	0.648
	0.938	0.707	0.668	0.409	0.967	0.83	0.782	0.326
	0.44	0.015	0.613	0.273	0.523	0.174	0.723	0.193
	0.659	0.275	0.752	0.416	0.677	0.31	0.754	0.42
	1.166	0.793	0.451	0.225	0.994	0.667	0.498	0.203
	1.003	0.577	0.615	0.27	0.875	0.379	0.736	0.476
	0.965	0.647	0.787	0.416	0.787	0.464	0.781	0.502
	0.613	0.332	1.071	0.667	0.612	0.413	0.772	0.493
4 mm	0.808	0.624	0.794	0.563	0.667	0.548	0.685	0.546
	0.768	0.66	0.796	0.796	0.818	0.739	1.006	0.965
	0.769	0.57	0.774	0.595	0.986	0.714	0.718	0.365
	0.67	0.584	0.589	0.552	0.743	0.638	0.582	0.367
	0.558	0.36	0.608	0.459	0.537	0.201	0.392	0.243
	0.523	0.402	0.525	0.167	0.802	0.802	0.623	0.207
	0.988	0.789	0.529	0.34	0.889	0.722	0.45	0.421
	0.665	0.59	1.009	0.745	0.598	0.598	1.325	0.832
	0.934	0.786	0.469	0.172	1.031	0.709	0.598	0.51
	0.521	0.497	0.55	0.506	0.593	0.538	0.545	0.445

**Tabla 8.** Espesor dentinario de la pared distal a los 2mm y 4mm de la furcación de las raíces.

La tabla 8 muestra el espesor de la pared dentinaria antes y después de la instrumentación en la pared mesial a los 2mm y 4 mm de la furcación de las raíces.

### Anexo 3

Diámetro de los conductos antes y después de la instrumentación								
Instrumentos	Protaper Universal		Easy Race		Twisted Files		Gates Glidden	
Tiempo	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
2mm	0.338	0.838	0.427	0.75	0.331	0.783	0.423	0.823
	0.419	0.695	0.314	0.623	0.449	0.864	0.348	0.759
	0.477	0.889	0.331	0.524	0.441	0.958	0.331	0.536
	0.355	0.66	0.322	0.51	0.386	0.779	0.299	0.724
	0.352	0.744	0.297	0.723	0.299	0.844	0.298	0.838
	0.052	0.788	0.288	0.831	0.384	0.768	0.323	0.74
	0.413	0.851	0.284	0.597	0.302	0.703	0.691	0.74
	0.308	0.725	0.406	0.82	0.432	0.83	0.364	0.744
	0.423	0.913	0.509	0.998	0.473	0.743	0.236	0.46
	0.403	0.746	0.386	0.734	0.329	0.589	0.496	0.795
4 mm	0.372	0.373	0.399	0.852	0.382	0.681	0.327	0.606
	0.356	0.547	0.366	0.558	0.396	0.492	0.329	0.371
	0.459	0.762	0.384	0.556	0.3	0.678	0.254	0.763
	0.237	0.504	0.288	0.525	0.355	0.465	0.23	0.669
	0.254	0.602	0.199	0.498	0.262	0.616	0.272	0.573
	0.291	0.455	0.348	0.612	0.497	0.497	0.325	0.801
	0.276	0.552	0.266	0.537	0.422	0.646	0.317	0.37
	0.349	0.547	0.422	0.773	0.381	0.589	0.449	0.944
	0.343	0.575	0.476	0.779	0.297	0.617	0.363	0.599
	0.41	0.505	0.329	0.683	0.272	0.447	0.383	0.63

**Tabla 9.** Diámetro de los conductos antes y después de la instrumentación.

La tabla 9 muestra el diámetro inicial y posterior a la instrumentación de los conductos radiculares a los 2mm y 4mm de la furcación de las raíces.

## Anexo 4

Diámetro de los conductos antes y después de la instrumentación 2mm								
Instrumentos	Protaper Universal		Easy Race		Twisted Files		Gates Glidden	
2 mm	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Media	0.354	0.785	0.356	0.711	0.383	0.786	0.381	0.716
Mediana	0.379	0.767	0.327	0.729	0.385	0.781	0.340	0.742
Desviación estándar	0.117	0.085	0.074	0.152	0.065	0.099	0.130	0.122
Rango	0.425	0.253	0.225	0.488	0.174	0.369	0.455	0.378
Mínimo	0.052	0.660	0.284	0.510	0.299	0.589	0.236	0.460
Máximo	0.477	0.913	0.509	0.998	0.473	0.958	0.691	0.838
IC <sub>95%</sub>	0.270	0.724	0.304	0.603	0.336	0.715	0.288	0.628
	0.438	0.846	0.409	0.819	0.429	0.857	0.474	0.803
Prueba t Antes-Después	0.000		0.000		0.000		0.000	
Prueba t 2mm-4mm	0.339	0.001	0.000	0.000	0.228	0.000	0.130	0.190

**Tabla 12.** Estadística descriptiva de las evaluaciones del diámetro de los conductos radiculares, antes y después de la instrumentación a los 2mm.

Los resultados arrojaron una diferencia estadísticamente significativa entre el diámetro del conducto antes y después de la instrumentación; el **grupo 1** instrumentado con Protaper Universal ( $p=0.000$ ), así mismo el **grupo 2** donde se utilizó Esay Race ( $p=0.000$ ), el **grupo 3** instrumentado con Twisted Files ( $p=0.001$ ) y el **grupo 4** instrumentado con fresas Gates Glidden ( $p=0.000$ ).

## Anexo 5

Diámetro de los conductos antes y después de la instrumentación 4mm								
	Protaper Universal		Easy Race		Twisted Files		Gates Glidden	
4 mm	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Media	0.335	0.542	0.348	0.637	0.356	0.573	0.325	0.633
Mediana	0.346	0.547	0.357	0.585	0.368	0.603	0.326	0.618
Desviación estándar	0.070	0.101	0.081	0.126	0.074	0.089	0.064	0.178
Rango	0.222	0.389	0.277	0.354	0.235	0.234	0.219	0.574
Mínimo	0.237	0.373	0.199	0.498	0.262	0.447	0.230	0.370
Máximo	0.459	0.762	0.476	0.852	0.497	0.681	0.449	0.944
IC <sub>95%</sub>	0.284	0.470	0.290	0.547	0.303	0.509	0.279	0.505
	0.385	0.615	0.406	0.727	0.410	0.637	0.371	0.760
Prueba t Antes-Después	0.000		0.000		0.000		0.000	
Prueba t 2mm-4mm	0.339	0.001	0.000	0.000	0.228	0.000	0.130	0.190

**Tabla 11.** Estadística descriptiva de las evaluaciones del diámetro de los conductos radiculares, antes y después de la instrumentación a los 4mm.

Los resultados arrojaron una diferencia estadísticamente significativa entre el diámetro del conducto radicular antes y después de la instrumentación a los 4mm de la furcación de las raíces; el **grupo 1** instrumentado con Protaper Universal ( $p=0.000$ ), así mismo el **grupo 2** donde se utilizó Esay Race ( $p=0.000$ ), el **grupo 3** instrumentado con Twisted Files ( $p=0.000$ ) y el **grupo 4** instrumentado con fresas Gates Glidden ( $p=0.000$ ).

## Anexo 6

Grado de Curvatura de los Conductos								
Instrumentos	Protaper Universal		Easy Race		Twisted Files		Gates Glidden	
Dirección	M-D	B-L	M-D	B-L	M-D	B-L	M-D	B-L
	29	19	20	9	30	12	20	14
	21	13	41	14	21	4	39	14
	31	30	29	9	31	24	29	20
	34	9	30	12	38	24	23	18
	40	21	21	22	28	13	30	22
	24	12	17	15	24	14	28	17
	33	33	33	21	37	19	24	12
	22	13	21	25	22	22	32	6
	32	9	21	9	23	18	24	25
	21	8	29	31	22	15	29	20
<b>Promedio</b>	<b>28.7</b>	<b>16.7</b>	<b>26.2</b>	<b>16.7</b>	<b>27.6</b>	<b>16.5</b>	<b>27.8</b>	<b>16.8</b>

**Tabla 12.** Grados de curvatura de los conductos utilizados en el presente estudio.

En tabla 1 se muestran los diferentes grados de curvaturas de los conductos que se trabajaron en el presente estudio. En sentido mesio-distal se estableció un rango de 20 a 40° según Schneider, con un promedio de 27.57°. En sentido buco-lingual un promedio de 16.67°.

## Anexo 7

Longitud de Trabajo				
Instrumentos	Protaper Universal	Easy Race	Twisted Files	Gates Glidden
	16	17.5	15	14
	19	19	18.5	19
	18.5	18.5	17	18.5
	18.5	18	18.5	16
	15	17.5	15	17
	16.5	19	16.5	19
	17	15.5	17	15.5
	16	17	16	17
	15	16	15	16.5
	17	18.5	17	18.5
<b>Promedio</b>	<b>16.85</b>	<b>17.65</b>	<b>16.55</b>	<b>17.1</b>

**Tabla 13.** Longitud de trabajo de los conductos

En la tabla 13 se muestra la longitud de trabajo de cada uno de los conductos utilizados en el presente estudio, con un promedio de 17.03mm, con un rango de 14 a 18.5mm.