

**DETERMINACIÓN TOMOGRÁFICA DEL RADIO Y ÁNGULO DE LA
CURVATURA RADICULAR EN MOLARES PERMANENTES**

AUTORES:

DIANA MARCELA GARZON CEBALLOS

MARÍA DE LOS ÁNGELES GIRALDO CARDONA

ADRIANA XIMENA ROCHA PENAGOS

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA UNICOC

**ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA POSTGRADO EN
ENDODONCIA**

BOGOTÁ DICIEMBRE DE 2022

DETERMINACIÓN TOMOGRÁFICA DEL RADIO Y ÁNGULO DE LA CURVATURA RADICULAR EN MOLARES PERMANENTES

AUTORES:

DIANA MARCELA GARZON CEBALLOS

MARÍA DE LOS ÁNGELES GIRALDO CARDONA

ADRIANA XIMENA ROCHA PENAGOS

ASESOR CIENTÍFICO:

Dra. Sara Beatriz Quijano

Odontólogo Especialista en Endodoncia y Magister en odontología

Universidad Nacional de Colombia

ASESOR METODOLÓGICO:

Dra. Sandra Elizabeth Aguilera Rojas

Odontóloga Especialista En Semiología, Cirugía Oral y Magister En Ciencias

Biomédicas

Fundación Universitaria San Martin

ASESOR ESTADÍSTICO:

Adriana Valdelamar Jiménez

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA UNICOC

ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA

POSTGRADO EN ENDODONCIA

BOGOTA DICIEMBRE DE 2022

DEDICATORIA :

El presente trabajo de investigación está dedicado principalmente a Dios quien ha sido nuestra guía desde el primer momento que iniciamos nuestro posgrado y ha estado con nosotras con amor hasta el día de hoy para siempre. Nuestros padres quienes con su amor, paciencia y esfuerzo nos han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en nosotras el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está con nosotras siempre. A toda nuestra familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron que cada una fuéramos una mejor persona y de una u otra forma nos acompañaron en todos mis sueños y metas. Finalmente queremos dedicar esta tesis a todos nuestros compañeros del posgrado, por apoyarnos en los momentos difíciles que trae con sí la carrera, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias, siempre las llevaremos en nuestros corazones.

AGRADECIMIENTOS:

El presente trabajo agradecemos a Dios por ser nuestra guía y acompañándonos en el transcurso de nuestra vida, brindándonos paciencia y sabiduría para culminar con éxito nuestras metas propuestas. A Nuestros padres por ser el pilar fundamental y habernos apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron. Agradecemos a nuestra directora de tesis Dra. Sara Beatriz Quijano Guauque quien con su experiencia, conocimiento y motivación nos orientó en la investigación.

TABLA DE CONTENIDO:

ASPECTOS TEORICO-CIENTIFICOS:

Introducción	1
Planteamiento del problema	3
Justificación	5
Propósito.....	7
Antecedentes	8
Marco Teórico	12
Primer Molar superior	12
Segundo Molar superior.....	14
Primer Molar inferior	15
Segundo Molar inferior.....	16
Ángulo y radio de la curvatura radicular	17
Ángulo.....	18
Radio	18
Métodos para medir la curvatura radicular.....	19
Método de Schneider.....	19

Evaluación del ángulo de la curvatura según Schneider	19
Método de Estrela.....	20
Evaluación del Radio de la curvatura según Estrela.....	20
Tomografía computarizada de haz cónico	21
Objetivos	24
Objetivo general.....	24
Objetivos específicos	24
Metodología	25
Tipo de estudio	25
Población de estudio.....	25
Muestreo	25
Criterios de elegibilidad.....	26
Criterios de inclusión.....	26
Criterios de exclusión.....	26
Variables	27
Procedimiento	29
Selección y recolección de la muestra.....	29
Selección de imágenes tomográficas	29
Protocolo de medición y estandarización de los operadores	29

Protocolo estandarizado de Medición	30
Análisis Estadístico	35
Registro de los datos	35
Estandarización de los operadores	36
Resultados	37
Estandarización Protocolos de Medición	37
Estandarización Ángulo de la curvatura radicular	37
Estandarización del radio de la curvatura radicular	37
Estandarización de los operadores	39
Análisis Descriptivo Univariado	40
Tipo de diente	40
Tipo de raíz	40
Ángulo de la Curvatura Radicular	43
Radio de la Curvatura Radicular	43
Análisis de correlación entre evaluadores utilizando diferentes escalas de medición (Ángulo de Schneider vs. Radio de Estrela)	45
Discusión	46
Conclusión	50
Referencias bibliográficas	51

LISTAS DE TABLAS:

Tabla 1. Características morfológicas primer Molar superior	13
Tabla 2. Características morfológicas segundo Molar superior	14
Tabla 3. Características morfológicas primer Molar inferior	15
Tabla 4. Características morfológicas segundo Molar inferior	17
Tabla 5. Variable dependiente cuantitativa.....	27
Tabla 6. Variable independiente cualitativa	28
Tabla 7. Concordancia de Lin para ángulo radicular	38
Tabla 8. Concordancia de Lin para radio de la curvatura radicular	39
Tabla 9. Frecuencia de los molares analizados en muestras seleccionados según tipo de diente	41
Tabla 10. Frecuencia de los molares analizados en muestras seleccionadas según tipo de raíz	41
Tabla 11. Promedio de valores por tipo de diente	43
Tabla 12. Valores de la curvatura radicular	44

TABLA DE ILUSTRACIONES:

Ilustración 1. Trazo del ángulo de la curvatura radicular en un molar superior e inferior	20
Ilustración 2. Trazo del radio de la curvatura radicular de un molar superior e inferior	21
Ilustración 3. Imagen tomográfica para la evaluación del ángulo de la curvatura radicular	31
Ilustración 4. Imagen tomográfica para la evaluación del radio de la curvatura radicular	32
Ilustración 5. Registros de datos en Microsoft Excel.....	35
Ilustración 6. Valores de acuerdo Bland Altman para ángulo de la curvatura radicular	38
Ilustración 7. Valor de acuerdo Bland Altman para radio de la curvatura radicular	39
Ilustración 8. Distribución de la muestra por tipo de diente y raíz	41
Ilustración 9. Distribución de los datos para ángulo y radio de la curvatura radicular	44
Ilustración 10. Análisis de coeficiente de correlación de Pearson y modelo de regresión lineal observador experto	45

GLOSARIO:

Ángulo radicular: Resultado del disturbio de la formación dentaria que produce una desviación o curva en la relación lineal de la corona de un diente y su raíz.

Correlación: Medida de la tendencia de la evolución de dos variables.

Dilaceración: Deformidad caracterizada por el desplazamiento de la raíz de su normal alineamiento con la corona. Puede ser como consecuencia de una injuria durante el desarrollo dental.

Escalón: Irregularidad artificial formada en la pared del conducto durante el limado, que dificulta o impide el acceso a toda la longitud del conducto.

Estandarización: Acción y efecto de estandarizar.

Fatiga: Debilitamiento de un material (especialmente los metales de las limas)

provocado por torsión y contra torsión cíclica. Termina generalmente con la fractura del instrumento.

Fractura: División o ruptura de hueso, cartílago o estructura dentaria. Las fracturas dentarias se clasifican de acuerdo con la extensión, localización y tipo.

Iatrogenia: Acciones perjudiciales causadas o inducidas por el odontólogo.

Perforación: Creación de una cavidad artificial en una parte del cuerpo o tejido, durante la apertura de cámara o la preparación biomecánica. Constituyendo un accidente operatorio.

Radio de la curvatura: Longitud del radio del circuncentro medido en milímetros.

Radiografía: Imagen de sombras producida por la acción de los rayos x sobre una emulsión radiográfica.

Tomografía: Técnica de exploración, especialmente radiológica, que permite obtener imágenes de un corte o plano concreto de un cuerpo o un objeto

Trasportación o transporte apical: Remoción de la estructura de la pared del conducto en la curvatura externa del tercio apical, debida a la memoria elástica de las limas que tienden a recuperar su forma original durante la preparación del conducto radicular. Esto puede inducir a la formación de un escalón y/o posible perforación.

INTRODUCCIÓN:

La terapia endodóntica tiene como objetivo preservar los órganos dentales (1) Este, se logra tras la remoción químico-mecánica del tejido orgánico, tejido necrótico, remoción de dentina infectada y microorganismos del sistema de conductos radiculares (2). Para llevar a cabo el procedimiento es de suma importancia el conocimiento de la morfología radicular con el fin de realizar una adecuada cavidad de acceso, preparación biomecánica, y la obturación de los conductos radiculares (2).

La curvatura radicular se considera uno de los factores determinantes para la consecución de una asertiva preparación biomecánica y posterior obturación (3), su observación y análisis, brindará herramientas al clínico para la elección de instrumentos para la conformación y modificación de la técnica de preparación.(1) evitando así, la ocurrencia de errores intraoperatorios como transportaciones apical, formación de escalones o perforaciones que a menudo pueden provocar un fracaso en el tratamiento (4).

El análisis de la curvatura radicular se logra a través de la obtención del ángulo y el radio (3). El ángulo se define como el resultado de un disturbio en la formación

dentaria que produce una desviación o curva en la relación lineal de la corona de un diente y su raíz (3). Ocurre cuando existe una desviación de la raíz en dirección mesial o distal, formando un ángulo de 90 o más con el eje longitudinal normal del diente o raíz (3) a su vez, el radio de la curvatura (en milímetros) es el radio de un círculo que coincide con el recorrido del conducto en la zona de la curvatura más abrupta. Una curva más abrupta corresponde a un radio de curvatura más pequeño (5).

La relación entre estos indica que a medida que el radio disminuye y el ángulo aumenta, es mayor la tasa de fracaso en la terapia endodóntica, con un mayor índice de fractura del instrumento intraconducto, aumentando considerablemente la dificultad durante el procedimiento y su pronóstico (1).

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

El tratamiento endodóntico en dientes multirradiculares representa un desafío clínico para el especialista, ya que las configuraciones anatómicas son diversas y requieren del conocimiento y habilidad para ser tratados de manera satisfactoria. (1)

Los métodos de medición del radio y el ángulo radicular han utilizado en imágenes radiográficas periapicales y panorámicas (6). Sin embargo, se ha demostrado que la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) es más precisa para identificar alteraciones anatómicas reduciendo la incidencia de falsos negativos (7).

El escáner CBCT con un limitado FOV identifica con mayor exactitud los conductos radiculares en comparación con la radiografía periapical digital, además de aportar unas mediciones precisas de las angulaciones en comparación con la imagen convencional, lo que permite una óptima evaluación de la curvatura radicular (8).

Las características del radio de la curvatura repercuten en la fatiga cíclica de los instrumentos (5). La disminución de este disminuye los ciclos y ocasionando la fractura de estos (1). Así pues, el ángulo de curvatura y, especialmente, el radio son

parámetros importantes que determinan el resultado de la instrumentación del conducto radicular (5). Actualmente existen protocolos de medición de ángulo y radio de la curvatura radicular de forma independiente tanto en radiografías periapicales como en imágenes tomográficas, sin embargo, no existe mayor evidencia de estas mediciones en poblaciones colombianas.

En el presente proyecto se propone un protocolo estandarizado para la medición del radio y ángulo de la curvatura radicular dental en CBCT, y describir las características del radio y ángulo de la curvatura radicular en molares permanentes de los pacientes que asisten a las clínicas de UNICOC.

2. JUSTIFICACIÓN:

La compleja anatomía de molares maxilares y mandibulares es un desafío clínico para el desarrollo de los tratamientos endodónticos, por lo que se evidencia mayor prevalencia en la ocurrencia de accidentes intraoperatorios (9,10). Dos de los factores anatómicos más frecuentemente asociados a estos accidentes, son el radio y el ángulo de la curvatura radicular, factores que pueden ser medidos e interpretados para un abordaje apropiado de la preparación biomecánica (2,4).

Históricamente se han definido diferentes técnicas para la obtención de los valores tanto de la curvatura como de su ángulo (5), dichos métodos han sido descritos bajo la utilización de imágenes bidimensionales, las cuales, aunque proporcionan información relevante sobre las estructuras dentales y periapicales, tienen limitaciones como la distorsión geométrica, el ruido anatómico y la observación parcial de un cuerpo tridimensional (8).

Con la aparición y difusión de la tomografía de haz de cono (CBCT) a finales de los años 90, la observación tridimensional permitió un mayor conocimiento de la anatomía con alta especificidad y sensibilidad (11,12). Al respecto, la observación del radio y ángulo de la curvatura bajo esta perspectiva se hace necesaria (12).

Por lo tanto, la realización de este proyecto permitirá generar un protocolo de medición con los métodos de Schneider y Estrela para medir el ángulo y radio de la curvatura radicular dental de molares permanentes y dar a conocer el nivel de complejidad de la raíz en la terapia endodóntica bajo la observación de imágenes tomográficas que servirá como ayuda diagnóstica para docentes, estudiantes, odontólogos y especialistas para una mejor planeación de los tratamientos endodónticos.

3. PROPOSITO:

Los conocimientos generados en el marco de este proyecto tendrán impacto sobre la comunidad científica en general y particularmente en las áreas de endodoncia e investigación básica.

Se aportarán técnicas básicas para la medición del ángulo y radio de la curvatura radicular en CBCT con el fin de disminuir la incidencia de accidentes intraoperatorios y una adecuada planeación de tratamientos ya que dará a conocer el nivel de complejidad de la raíz de molares permanentes en la terapia endodóntica.

Este proyecto servirá como ayuda diagnóstica para docentes y contribuirá en la formación de estudiantes, odontólogos y especialistas con el fin de realizar una mejor planeación de los tratamientos endodónticos fortaleciendo la línea en Endodoncia de la Facultad de Odontología de UNICOC.

4. ANTECEDENTES:

Para la elaboración de este proyecto, se consultaron documentos similares, los cuales analizan las variables objeto del estudio, influyendo de manera acertada con la investigación.

Schneider en 1971, fue el primero en medir el ángulo de los conductos radiculares en su estudio, con una muestra que consistió en veintinueve dientes unirradiculares extraídos, con formación radicular completa, clasificando los conductos en función del grado de la curvatura radicular y determinando un protocolo de medición a partir del ángulo formado por una línea paralela al eje del conducto y una segunda línea que atraviesa el foramen apical. Desde entonces varios métodos han surgido y se han desvanecido, el método de Schneider es el método comúnmente adoptado por los endodoncistas de todo el mundo como base fundamental para establecer las curvaturas de los conductos radiculares (10).

A partir del estudio anteriormente descrito se han realizado un sin número de investigaciones con el fin de determinar el grado de curvatura de los conductos radiculares. Cunningham, Realiza un estudio tridimensional de las curvaturas en las raíces mesiales de los molares mandibulares con una selección aleatoria de 100

primeros y segundos molares mandibulares de un grupo de varios miles de dientes que representaban una población de edad y raza mixta, con el fin de determinar la frecuencia, el grado de curvatura y la configuración de los conductos radiculares mesovestibulares y mesolinguales de molares mandibulares, utilizando radiografías convencionales desde una vista ortoradial y proximal, teniendo en cuenta el método mencionado anteriormente, determinó que el cien por cien de la muestra demostraron curvaturas en las raíces mesovestibulares y Mesolinguales, tanto en las radiografías ortorádiales como en las radiografías de vista proximal, no se encontró correlación entre las curvaturas de la vista ortoradial y proximal en el mismo diente, las curvaturas de la vista proximal no pueden predecirse o estimarse a partir de una radiografía ortoradial, La morfología de Weine tipo II demostró una mayor curvatura media con un rango más amplio y un mayor número de curvas que las raíces de Weine tipo III cuando se ven desde un Angulo proximal; lo que supone que, para mejorar el éxito clínico, el odontólogo debe conocer la morfología del conducto radicular, incluida la configuración y el grado de curvatura de las raíces. Esta información es necesaria no sólo en dirección mesial a distal, sino también en dirección vestibulolingual (radiografía de vista proximal). Aunque la curvatura radicular en la vista proximal no es vista por el clínico con las técnicas radiográficas de rutina, puede desempeñar un papel importante en el proceso de limpieza y conformación radicular durante el procedimiento endodóntico (14).

Pruett en 1997, fue el primero en medir el radio de la curvatura, y en su técnica

además se mide el ángulo. Para definir estos parámetros, se dibuja una línea recta a lo largo del eje de la porción coronal del conducto, una segunda línea se dibuja a lo largo del eje de la porción apical del conducto. Hay un punto en cada una de estas líneas en el que el canal se desvía para comenzar (punto a) o finalizar (punto b) la curvatura del canal. La porción curvada del canal está representada por un círculo con tangentes en los puntos a y b en donde el ángulo de curvatura se define por el ángulo formado (α_1) por líneas perpendiculares dibujadas a partir de los puntos de desviación (a y b) que se intersecan en el centro del círculo. La longitud de estas líneas es el radio del círculo y define el radio de la curvatura del conducto radicular (16).

Schäfer, realiza un estudio de investigación con el fin de determinar la frecuencia y el ángulo, junto con el radio de la curvatura, de los dientes permanentes humanos. Utilizando un enfoque radiográfico para medir los ángulos y los radios de las curvaturas y la longitud de la curva tanto en una vista vestibular como proximal, a partir de 700 dientes seleccionados al azar, se obturaron con puntas de plata, se observaron radiográficamente y se analizaron mediante un sistema computarizado de procesamiento de imágenes digital, determinando que de los 1163 conductos radiculares examinados, 980 (84%) eran curvos y el 65% mostraba un ángulo < 27 grados con radios < 40 mm. El 13% mostraba ángulos entre 27 grados y 35 grados con radios no superiores a 15 mm, y el 9% de todos los conductos que se investigaron tenían curvas > 35 grados con un radio mayor de 13 mm. El mayor

ángulo de todos los dientes fue de 75 grados con un radio de 2 mm. El ángulo se midió según el método de Schneider, con el radio y la longitud de la porción curvada, determinando que estas curvaturas pueden desempeñar un papel importante en el proceso de limpieza y conformación del conducto radicular durante el procedimiento endodóntico, ya que pueden explicar la pérdida de longitud de trabajo durante la instrumentación o la ampliación de un conducto radicular con una curvatura proximal y así dar lugar a transportaciones severas del conducto o incluso perforaciones (15)

Estrela en el 2008, describe y discute un método para determinar el radio de curvatura de la raíz mediante el uso de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) (7). El método asistido por CBCT para la determinación del radio de curvatura radicular presentado en este artículo es fácil de realizar, reproducible y permite una planificación endodóntica más fiable y predecible, lo que se refleja directamente en una preparación y desinfección más eficaz de los conductos radiculares curvos (7).

5. MARCO TEORICO:

5.1. ANATOMIA DE MOLARES MAXILARES Y MANDIBULARES

La principal función de los molares es la masticación y trituración de los alimentos, se ubican distal a los caninos, Una persona tiene 4 molares en el maxilar superior y 4 en el inferior respectivamente (13).

Hess y Zurcher en 1925, describieron los molares como dientes que presentan conductos irregulares en cuanto a que no son cónicos ni rectos. Los describieron acertadamente como " Los más complicados de todos los conductos" (14).

5.1.1. Primer molar maxilar

Presenta 3 raíces, mesiovestibular, distovestibular y palatina, presenta una cámara pulpar que consta de tres o cuatro cuernos pulpares y tres conductos radiculares correspondientes a las raíces (15). La raíz MV se inclina mesiobucalmente en los dos tercios coronales y distalmente en el tercio apical. En el corte transversal del tercio apical presenta forma elíptica, en lágrima, en ocho, siendo el aspecto bucal más grande que el palatino (15). La raíz disto-vestibular tiene forma cónica y su

sección transversal es circular, es la más pequeña y se inclina disto-vestibularmente hacia el tercio apical donde puede curvarse mesialmente hacia distal tomando forma de S o bayoneta. En estos casos la raíz se aproxima a la raíz mesiovestibular del segundo molar (15). La raíz palatina es voluminosa, con forma cónica y sección transversal circular. Puede ser recta o curva. Cuando es curva, es hacia vestibular, se inclina en dirección palatina después de dejar el tronco radicular cervical (15). Más del 86% de raíces mesiales de primeros molares superiores representan curvaturas marcadas hacia distal, siendo uno de los conductos radiculares de mayor riesgo en cuanto a su curvatura. (16)

Tabla 1. Características morfológicas primer Molar superior

CARACTERISTICAS:	
Longitud promedio	MV: 19.9mm DV:19.4mm P: 20.6mm
4 conductos	56.5%
5 conductos:	2.4%
Curva distal por palatino	55%
Curva distal por mesiovestibular	78%
Conducto recto por disto-vestibular	54%

5.1.2. Segundo molar maxilar

Similar al primer molar, presenta tres raíces, una mesovestibular, distovestibular y palatina. La cavidad pulpar presenta cuatro cuernos pulpares y tres conductos radiculares que corresponden a las tres raíces (15). Hay más incidencia de fusión radicular en estos molares que en el primer molar, así como la incidencia de conductos en forma de C. La raíz mesovestibular exhibe un conducto (15).

Tabla 2. Características morfológicas segundo Molar superior

CARACTERISTICAS:	
Longitud promedio	MV: 20.2MM DV:19.4MM P: 20.8MM
Raíces fusionadas	46%
Conducto recto por palatino	63%
Curva distal por mesovestibular	54%
Conducto recto por mesovestibular	54%
Conducto accesorio	MV2

5.1.3. Primer molar mandibular

Este molar presenta dos raíces, una mesial y otra distal, contiene una cavidad pulpar que presenta cuatro cuernos y tres conductos pulpares uno mesiovestibular, mesiolingual y un conducto pulpar distal (15). Green describe la raíz mesial del primer molar mandibular como dos conductos invariablemente presentes, vestibular y lingual. Los dos conductos suelen ser divergentes y luego convergen ligeramente y terminan en dos agujeros apicales. El tercio apical de la raíz se curva ligeramente en sentido distal"(17). La forma de las raíces es ovoide con superficies vestibular y lingual convexas, y cónica cervicoapicalmente. Las superficies mesial y distal son aplanadas o cóncavas (13). La raíz distal usualmente es más redondeada que la raíz mesial, pero es más ancha. El foramen apical se desvía hacia distal en ambas raíces en casi el 50% de los casos (15).

Tabla 3. Características morfológicas primer Molar inferior

CARACTERISTICAS:	
Longitud promedio	M: 20.9% D:20.9%
Dos raíces	97.8%
Tres raíces	2.2%

4 conductos	28.9%
3 conductos	64.4%
2 conductos	6.7%
Raíz m: curva distal	84%
Raíz d: curva distal o recta	16%

5.1.4. Segundo molar mandibular

Este molar presenta dos raíces, mesial y distal y contiene una cavidad pulpar que presenta cinco cuernos pulpares que corresponden a las cúspides y tres conductos pulpares uno mesovestibular, mesiolingual y un conducto pulpar distal (15). La complejidad de la morfología de estos dientes es de gran importancia, ya que presentan más variantes en su anatomía de raíces y conductos radiculares. Los conductos en forma de C representan una de las variaciones más comunes en este diente y representan un desafío clínico en los tratamientos de endodoncia (17).

Tabla 4. Características morfológicas segundo Molar inferior

CARACTERISTICAS:	
Longitud promedio	20.9%
Raíz mesial 1-1	92%
Raíz distal 2-1	5%
Conducto en c	Se fusiona M y D

5.2. ÁNGULO Y RADIO DE LA CURVATURA RADICULAR DENTAL

El conocimiento del radio de curvatura radicular permite una planificación más precisa de la instrumentación del conducto radicular y minimiza el impacto de las dificultades anatómicas y las limitaciones del instrumental endodóntico (7). La morfología del conducto radicular y el grado de curvatura son factores determinantes en la preparación endodóntica de los conductos radiculares (4). Todas las raíces dentales poseen curvas en algún grado, considerándose este hallazgo como parte de la anatomía dentaria normal (10). La evaluación de las curvaturas conlleva necesariamente a tener que definir entre lo normal y a poder diferenciar aquellos casos en que las curvaturas radiculares son excesivas (18). Para mejorar el éxito

clínico de los tratamientos endodónticos es esencial conocer a fondo la morfología del conducto radicular y por ende la curvatura del conducto debe medirse y describirse con precisión (11).

5.2.1. Ángulo

Es el resultado de un disturbio en la formación dentaria que produce una desviación o curva en la relación lineal de la corona de un diente y su raíz. Ocurre cuando existe una desviación de la raíz en dirección mesial o distal, formando un ángulo de 90 o más con el eje longitudinal normal del diente o raíz (3).

5.2.2. Radio

El radio de curvatura (en milímetros) es el radio de un círculo que coincide con el recorrido del conducto en la zona de la curvatura más abrupta. Una curva más abrupta corresponde a un radio de curvatura más pequeño (6).

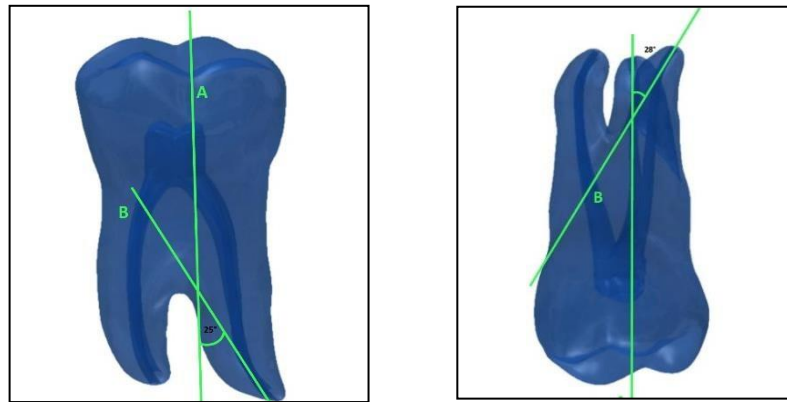
5.3. MÉTODOS PARA MEDIR CURVATURAS RADICULAR

5.3.1. Método de Schneider

Schneider definió en 1971 la curvatura radicular como el ángulo formado entre la proyección del eje largo del conducto y la tangente al ápice radicular y propuso un método para determinar la curvatura basada en el ángulo que obtienen dos líneas rectas (18). La primera es paralela al eje largo del conducto radicular, y la segunda pasa por el foramen apical hasta intersectarse con la primera línea en el punto donde comienza la curvatura (5). Clasificándolo así, en cuatro grupos según sus grados de curvaturas en: rectas en caso de angulaciones menores a 5° , 30 curvas leves de 5° a 10° , moderadas de 10° a 20° y severas mayores a $25-70^{\circ}$ (4).

5.3.2. Evaluación del ángulo de la curvatura según Schneider

**Ilustración 1. Trazo del ángulo de la curvatura radicular en un molar superior
e inferior**

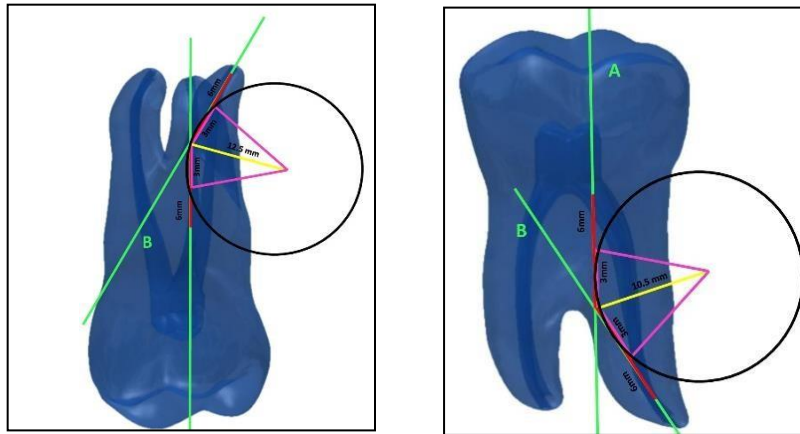


5.3.3. Método de Estrela

Estrela en 2008 introduce un método reproducible y ágil de calcular el radio de la curvatura radicular (4). Para determinar la magnitud de esta plantea realizar dos líneas semirrectas de 6 mm superpuestas al conductor radicular. La primera línea representa la continuidad apical desde la curvatura y la segunda línea a los tercios medio y cervical, la continuación a partir de estos puntos se trazan dos líneas perpendiculares a las líneas semirrectas hasta que se encuentren en un punto central que se denomina circuncentro (7). La distancia entre el circuncentro y el punto medio de las líneas semirrectas corresponde al radio de la curvatura. Clasificó los valores del radio de curvatura de la siguiente manera: línea recta (sin curvatura), radio grande = $>8\text{mm}$ (curvatura leve), radio intermedio = >4 y $\leq 8\text{mm}$ (curvatura moderada), radio pequeño $\leq 4\text{mm}$ (curvatura severa) (19).

5.3.4. Evaluación del radio de la curvatura según Estrela

Ilustración 2. Trazo del radio de la curvatura radicular de un molar superior e inferior.



5.4. TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA DE HAZ DE CONO

Con los grandes avances tecnológicos de los últimos años, se han incorporado a la radiología dental nuevas modalidades de imagen como herramientas diagnósticas viables, entre ellas la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), que proporciona imágenes detalladas de alta resolución de las estructuras orales (7).

La tomografía computarizada de haz cónico es una modificación del concepto de tomografía computarizada (TC), que implica la rotación única de una fuente de rayos

X alrededor de la estructura dental (20). La imagen obtiene una visualización tridimensional, se puede ver en tres planos convencionales (axial, sagital y coronal) de la región de interés consuficiente detalle para localizar los dientes y la anatomía adyacente de una manera que no se puede lograr con la proyección de imágenes en 2Do convencionales (20).

La tomografía computarizada de haz cónico, en inglés, Cone BeamComputed tomography (CBCT), fue desarrollada a finales de los años noventa con el fin de obtener escáneres tridimensionales delesqueleto maxilofacial con una dosis de radiación menor, revolucionando la imagen del complejo craneofacial y ofreciendouna alternativa a la imagen convencional intraoral y panorámica, que elude la superposición y los problemas de distorsión de imágenes (8,12).

Entre sus ventajas se destaca que no hay superposición de imágenes, permite visualizar imágenes de alta calidad en los tres planos, nitidez de la imagen, reconstrucciones tridimensionales a escala real 1 a 1 y por último rapidez y comodidad al tomar el examen. Se reporta como su mayor desventaja que requiere una dosis más alta de radiación en comparación con las radiografías convencionales (8).

La CBCT se ha utilizado para varios fines clínicos y de investigación en Endodoncia. Se ha demostrado que la precisión de las imágenes CBCT para identificar

alteraciones anatómicas y patológicas en comparación con las radiografías panorámicas y periapicales reduce la incidencia de resultados falsos negativos (21).

La CBCT ha comenzado a utilizarse recientemente en el análisis de la morfología de los conductos radiculares dentales. Algunas aplicaciones en este campo son las siguientes: variabilidad anatómica de las raíces y los conductos radiculares, diagnóstico de las lesiones traumáticas dentales, la patología periapical, el diagnóstico diferencial con otras patologías, el tratamiento no quirúrgico de los conductos radiculares y la planificación del tratamiento pre quirúrgico (21).

6. OBJETIVOS:

6.1. OBJETIVO GENERAL:

Determinar el radio y ángulo de la curvatura radicular dental en molares permanentes con los métodos de Schneider y Estrela a partir de imágenes tomográficas de haz de cono de los pacientes que asisten a las clínicas de UNICOC.

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1.** Establecer un protocolo de medición del radio y curvatura radicular con los métodos de Schneider y Estrela bajo el análisis de imágenes tomográficas.
- 2.** Cuantificar el ángulo y el radio de la curvatura radicular dental a través de imágenes tomográficas de haz de cono en molares permanentes con el método de Schneider y Estrela.
- 3.** Conocer el nivel de complejidad de la raíz en la terapia endodóntica según el tipo de diente.

7. METODOLOGIA:

7.1. Tipo de estudio (Diseño): Observacional – descriptivo

7.2. Objeto de estudio: Raíces de molares permanentes

7.3. Población de estudio: Estudio observacional descriptivo desarrollado bajo el cumplimiento de los estándares éticos de la investigación y aprobado por el comité de ética de la Facultad De Odontología De La Institución Universitaria Colegios De Colombia. Un total de 156 raíces observadas en imágenes tomográficas de primeros y segundos molares humanos fueron obtenidas de la base de datos de la institución, indicadas por consideraciones clínicas ajenas a esta investigación.

7.4. Muestreo: Se realizó un muestreo por conveniencia para seleccionar las imágenes. Este método de muestreo aseguró la identificación de diferentes anatomías radiculares. Para la visualización de las imágenes tomográficas, el software 3D CS, versión 3.5.15 (Carestream Health®, Rochester, NY), fue utilizado. Las imágenes seleccionadas se

anonimizaron utilizando códigos para garantizar la confidencialidad del paciente durante todo el estudio.

7.5. Criterios de elegibilidad:

7.5.1. Criterios de Inclusión:

- Primeros y segundos molares permanentes con formación radicular completa que tengan imágenes tomográficas con archivos DICOM disponibles.

7.5.2. Criterios de exclusión:

- Primeros y segundos molares permanentes que bajo observación tomográfica presenten alteraciones de la forma original del conducto radicular
- Primeros y segundos molares con materiales intraconducto que impidan la observación adecuada de la imagen tomográfica
- Primeros y segundos molares con signos tomográficos de resorción radicular interna o externa

- Primeros y segundos molares con presencia de trastornos del desarrollo dental.
- Terceros molares superiores e inferiores

7.6. Variables:

Tabla 5. Variable dependiente cuantitativa

TIPO DE VARIABLE	CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORIA	TÉCNICA	INSTRUMENTO
RADIO DE LA CURVATURA RADICULAR	Método	Severo	Observación	Imágenes
	Estrela	≤ 4 mm		tomográficas
		Moderado		
		$>4- \leq 8$ mm		
		Leve > 8 mm		

Tabla 6. Variable independiente cualitativa

TIPO DE VARIABLE	CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORIA	TÉCNICA	INSTRUMENTO
TIPO DE RAÍZ	Los molares permanentes	Palatino	Observación	Ficha de registro
	maxilares presentan 3 raíces.	Mesovestibular		
		Distovestibular		
		Mesial		
		Distal		
	Los molares permanentes mandibulares presentan 2 raíces.			

7.7. PROCEDIMIENTO:

7.7.1. Selección y recolección de la muestra: Las imágenes tomográficas se tomaron del archivo de historias clínicas de la Institución Universitaria Colegios de Colombia UNICOC de pacientes que hayan sido sometidos a un examen tomográfico por consideraciones clínicas ajenas a esta investigación, fueron seleccionadas teniendo en cuenta los criterios de inclusión anteriormente descrito.

7.7.2. Selección de imágenes tomográficas: Una vez obtenido el banco de imágenes tomográficas se verificó que cada una cumpliera con los criterios mínimos para la observación de imágenes en endodoncia:

- Voxel entre 76 y 200 micras
- Campo de visión de 3x3 o 3x5 o 5x5.

7.7.3. Protocolo de medición y estandarización de los operadores:

7.7.3.1. Protocolo estandarizado de Medición:

Observadores: Un endodoncista, entrenado y con formación en la observación de imágenes diagnósticas en endodoncia (Exp) y dos investigadores ciegos con conocimientos en endodoncia (Obs1, Obs2) realizaron las observaciones. El endodoncista (Exp), adicionalmente realizó entrenamientos dirigidos a los observadores ciegos para desarrollar adecuadamente los protocolos de medición.

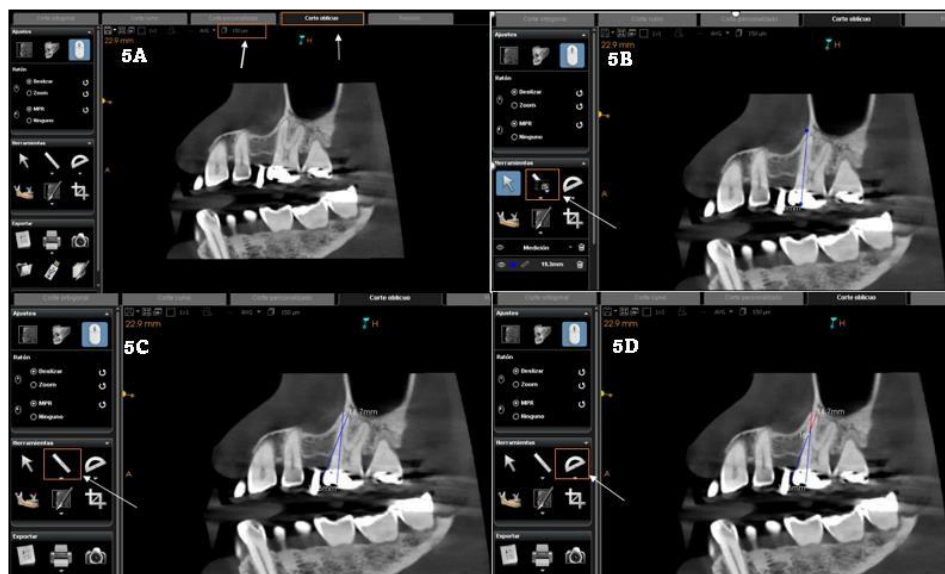
El registro sistemático, se llevó a cabo en las instalaciones de la sede norte Campus Chía UNICOC. Las mediciones se realizaron en 30 días en un lugar donde las condiciones de luz tuvieran un mínimo impacto en la pantalla del equipo que se utilizó para este estudio.

Bajo el manejo del software tomográfico CS, V 3.7.1, de la casa Care Stream se analizaron los archivos DICOM propios para cada examen tomográfico y se establecieron las condiciones de la medición.

Sobre la pestaña corte oblicuo, bajo un panel de integración ajustado a la más alta resolución que permitirá cada examen tomográfico (76- 200 μ m), bajo el análisis del formato multiplanar (MPR) se ajustaron los planos.

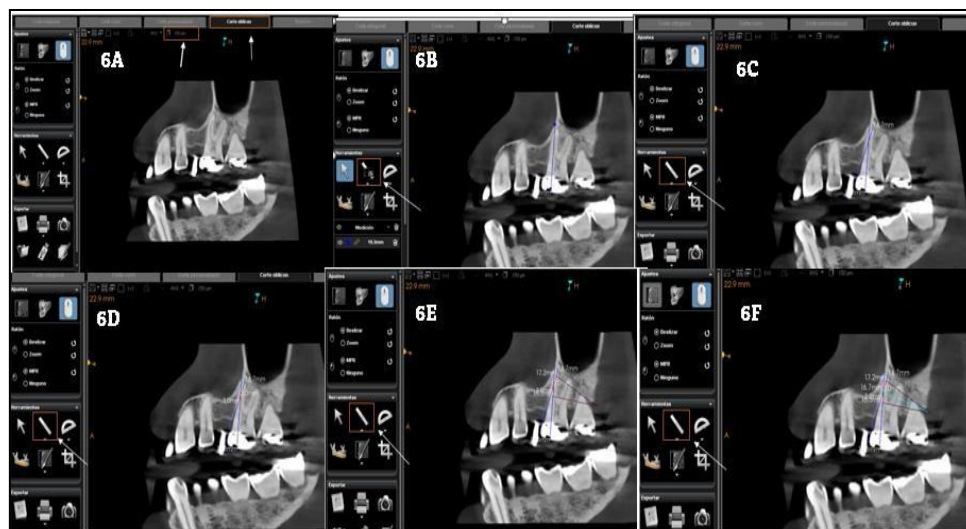
Este procedimiento, permitió alinear cada muestra, para lograr en cada corte la mejor observación del ángulo y radio de la curvatura, bajo la utilización de la herramienta modo medición y modo ángulo se realizó el procedimiento para obtención del ángulo y radio de la curvatura de la siguiente forma:

Ilustración 3. Imagen tomográfica para la evaluación del ángulo de la curvatura radicular



Medición del ángulo de la curvatura según Schneider. (Figura 5A) selección de corte oblicuo, voxel y angulación de planos. (Figura 5B) Se selecciono la herramienta medición, se trazó una primera línea recta desde coronal hasta apical con respecto al eje dental. (Figura 5C) se trazó una segunda línea que pasa por el ápice hasta intersectarse con la primera línea en el punto donde comienza la curvatura, teniendo en cuenta que se debe seguir la inclinación radicular. (Figura 5D) En herramientas de medición se seleccionó la herramienta modo ángulo con la cual se realizó la medición.

Ilustración 4. Imagen tomográfica para la evaluación del radio de la curvatura radicular



Medición del radio según Estrela. (Figura 6A) selección de corte oblicuo, voxel y angulación de planos. (Figura 6B) Se selecciono la herramienta medición, se trazó una primera línea recta desde coronal hasta apical con respecto al eje dental. (Figura 6C) se trazó una segunda línea que pasa por el ápice hasta intersectarse con la primera línea en el punto donde comienza la curvatura, teniendo en cuenta que se debe seguir la inclinación radicular. (Figura 6D) A partir de los puntos trazados anteriormente se trazan dos líneas semirrectas hasta que se encuentren en un punto central de 3 mm cada una. (Figura 6E) Se trazaron dos líneas perpendiculares a las líneas semirrectas. Con la herramienta medición se mide el radio a partir de la intersección de las dos líneas de 3mm. (Figura 6F) La distancia entre el circuncentro y el punto medio de las líneas semirrectas corresponde al radio de la curvatura.

8. ASPECTOS ÉTICOS:

Según en el Artículo 11 de la Resolución N.º 008430 de 1993 (expedida por el Ministerio de Salud de Colombia), y a la Resolución 2378 de 2008” (expedida por el Ministerio de la Protección Social) la presente investigación no presenta riesgo dado a que: Es un estudio que emplea técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.

9. ANALISIS ESTADISTICO:

9.1. Registro de los datos:

Los valores encontrados tanto para ángulo y radio de la curvatura fuerondispuestos en un archivo de Microsoft Excel 2018 para la investigación y almacenados para su posterior análisis.

Ilustración 5. Registros de datos en Microsoft Excel

DIENTE	TOMO	ID	METODO SCHEINDER			METODO ESTRELA					
			OPERADOR 1	OPERADOR 2	OPERADOR 3	PERADOR	OPERADOR 2	OPERADOR 3			
37	CB1	R1									Primer molar superior
37	CB1	R2									Segundo molar superior
26	CB1	R3									Primer molar inferior
26	CB1	R4									Segundo molar inferior
26	CB1	R5									
27	CB1	R6									
27	CB1	R7									
27	CB2	R8									
37	CB2	R9									
37	CB2	R10									
16	CB2	R11									
16	CB3	R12									
26	CB3	R13									
26	CB3	R14									
26	CB4	R15									
37	CB4	R16									
37	CB4	R17									
16	CB4	R18									
16	CB4	R19									
16	CB4	R20									
46	CB5	R21									
46	CB5	R22									

9.2. Estandarización de los operadores:

Para determinar la estandarización de los protocolos de medición propuestos, se estimaron los coeficientes de correlación concordancia de Lin y límites de acuerdo de Bland y Altman. Posteriormente, se realizó un análisis descriptivo univariado, seguido de un análisis de correlación ángulo Vs radio en la que una correlación de Spearman fue utilizada. Los análisis se realizaron utilizando el sistema R, versión 4.2.1.

10. RESULTADOS:

Durante el proceso de recolección de la muestra, se realizaron un total de 156 mediciones tanto para ángulo como para radio de la curvatura radicular, pertenecientes a 60 molares observables en 21 tomografías.

10.1. Estandarización Protocolos de Medición:

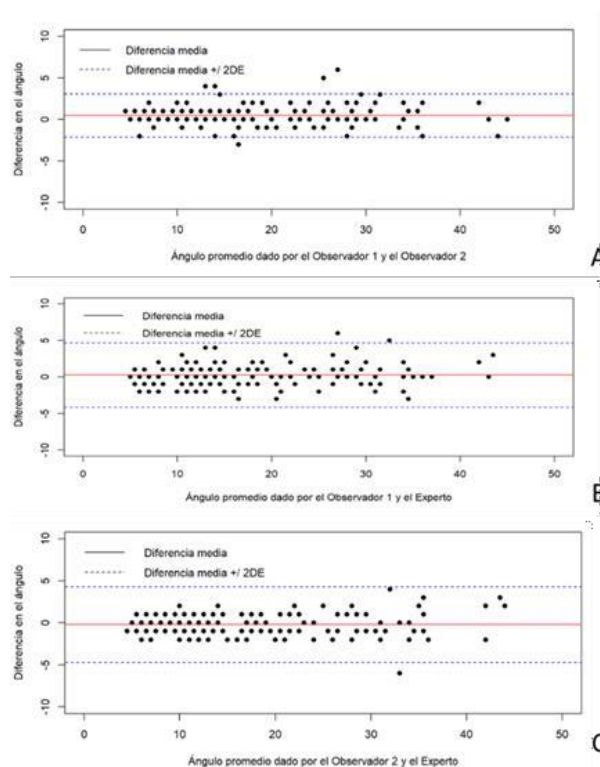
10.1.1. Estandarización Ángulo de la curvatura radicular

Los valores de Rho de Lin sugieren una concordancia casi perfecta luego de haber ajustado por el efecto del sesgo. Los valores de C_b (factor de corrección de sesgo) son prácticamente iguales a 1, lo que da más apoyo a la coincidencia entre los diferentes evaluadores (**Tabla 7**). Adicionalmente los valores de acuerdo de Bland y Altman presentados a continuación muestran que la mayor calidad del acuerdo está entre Obs2 y Exp; adicionalmente puede verse que no hay puntos discordantes extremos ni patrones de discordancia a lo largo del trayecto de la escala de medición (**Ilustración 6**).

Tabla 7. Concordancia de Lin para ángulo radicular

	Rho Lin	IC 95%	C_b
Obs.1 – Obs.2	0.989	0.985 a 0.992	0.998
Obs.1 – Experto	0.972	0.962 a 0.979	0.994
Obs.2 – Experto	0.971	0.960 a 0.978	0.999

Ilustración 6. Valores de Acuerdo Bland y Altman. A. Diferencias entre observador 1 y 2. B. Diferencias entre observador 1 y Exp. C. Diferencias entre observador 2 y Exp.



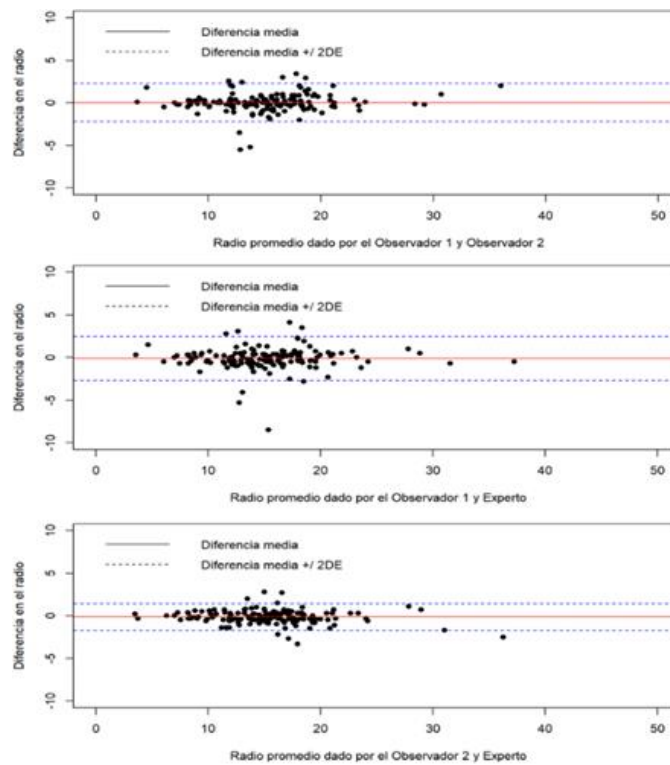
10.1.2. Estandarización del radio de la curvatura radicular

Para la medición del radio de la curvatura, los valores de Rho de Lin sugieren una concordancia casi perfecta luego de haber ajustado por el efecto del sesgo (**Tabla 8**). Los gráficos de bondad de Acuerdo de Bland y Altman presentados a continuación no muestran hallazgos particulares. El protocolo para la medición del radio evidencia excelentes patrones de correlación y concordancia entre todas las parejas de observadores (**Ilustración 7**)

Tabla 8. Concordancia de Lin para radio de la curvatura radicular

	RHO LIN IC 95%		C_B
OBS.1 – OBS.2	0.971	0.960 a 0.978	0.999
OBS.1 - EXPERTO	0.962	0.949 a 0.972	0.999
OBS.2 - EXPERTO	0.984	0.979 a 0.988	0.999

Ilustración 7. Valores de Acuerdo Bland y Altman. A. Diferencias entre observador 1 y 2. B. Diferencias entre observador 1 y Exp. C. Diferencias entre observador 2 y Exp



10.2. Análisis Descriptivo Univariado

10.2.1. Tipo de diente

Respecto al tipo de diente evaluado, se obtuvo que, para la muestra seleccionada, el primer molar superior izquierdo, fue el diente mayormente evaluado representando el 25% de las mediciones realizadas (**Ilustración 8**). En general los molares superiores presentaron una mayor frecuencia que los inferiores en la muestra seleccionada. **La tabla 10**, indica la frecuencia de dientes analizados.

Tabla 9. Frecuencia de los molares analizados en la muestra seleccionada.

TIPO DE DIENTE	N	%
16	26	16.67
17	20	12.82
26	39	25.00
27	29	18.59
36	6	3.85
37	16	10.26
46	8	5.13
47	12	7.69
TOTAL	156	100

10.2.2. Tipo de Raíz

Tabla 10. Frecuencia de los molares analizados en la muestra seleccionada

Diente										
		16	17	26	27	36	37	46	47	Total
Raíz	D	-	-	-	-	3	8	4	6	21
	DV	9	6	13	10	-	-	-	-	38
	M	-	-	-	-	3	8	4	6	21
	MV	8	7	13	9	-	-	-	-	37

P	9	7	13	10	-	-	-	-	39
Total	26	20	39	29	6	16	8	12	156

Respecto al tiempo de raíz evaluada, se encontró que las raíces relacionadas con el molar superior (MV, DV y P) fueron predominantes representando cada una el 8,33% de las mediciones dada la alta frecuencia de este molar en la distribución de la muestra (**Tabla 11**). La figura 5B presenta la distribución de dichas raíces según el tipo de diente analizado.

Ilustración 8. Distribución de la muestra por tipo de diente y raíz. A. Gráfico de barras distribución tipo de diente sobre número de pacientes analizado. B. Gráfico en columnas Distribución de dichas raíces según el tipo de diente analizado

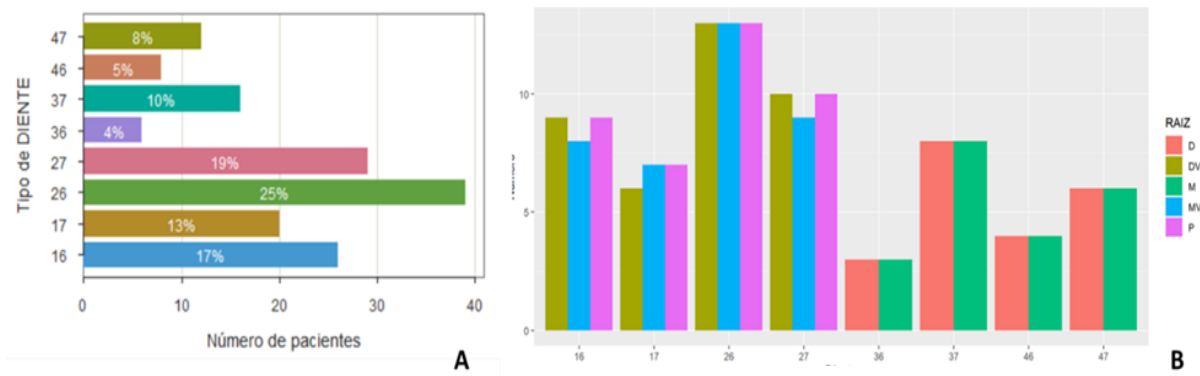


Tabla 11. Promedio de valores por tipo de diente

Diente	Promedio	
	Schneider	Estrela
16	17,92081448	15,22345679
17	16,98753894	15,27333333
26	17,63690476	17,56764706
27	16,91836735	17,47105263
36	17,64186047	17,44878049
37	18,3872679	17,04583333
46	19,47540984	14,52
47	17,38076923	17,57272727

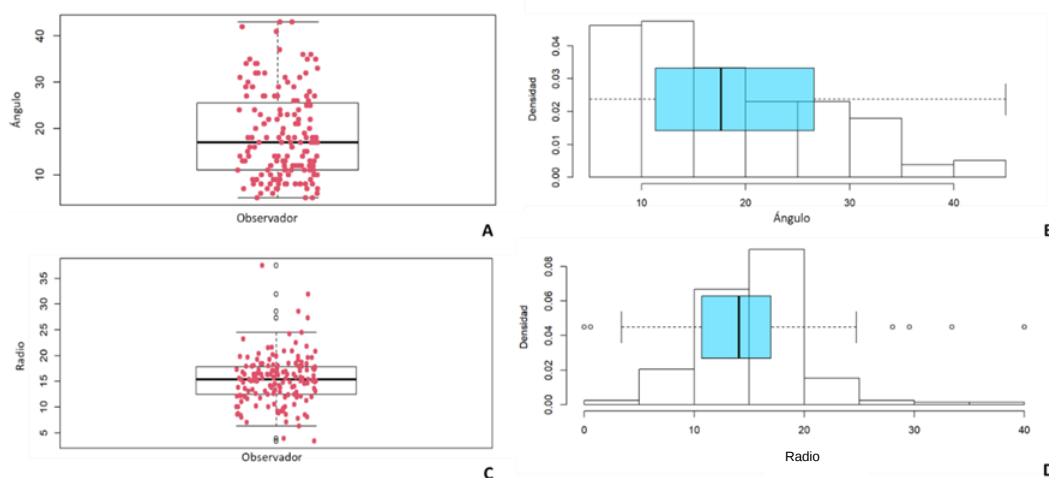
10.3. Ángulo de la Curvatura Radicular

Para el análisis de la curvatura radicular se observa una distribución de los datos variable. Como valor mínimo se encuentra un valor de 5° (curvatura leve), un máximo de 43° (curvatura Severa) y una media de 18.35° indicando curvaturas moderadas para la muestra.

Tabla 12. Valores de la Curvatura Radicular

Estadístico	Resultado (°)
Mínimo	5.00
Máximo	43.00
Median	18.35
Mediana	17.00
Desv. Est.	9.36
RIC	14.25
Sesgo	0.66

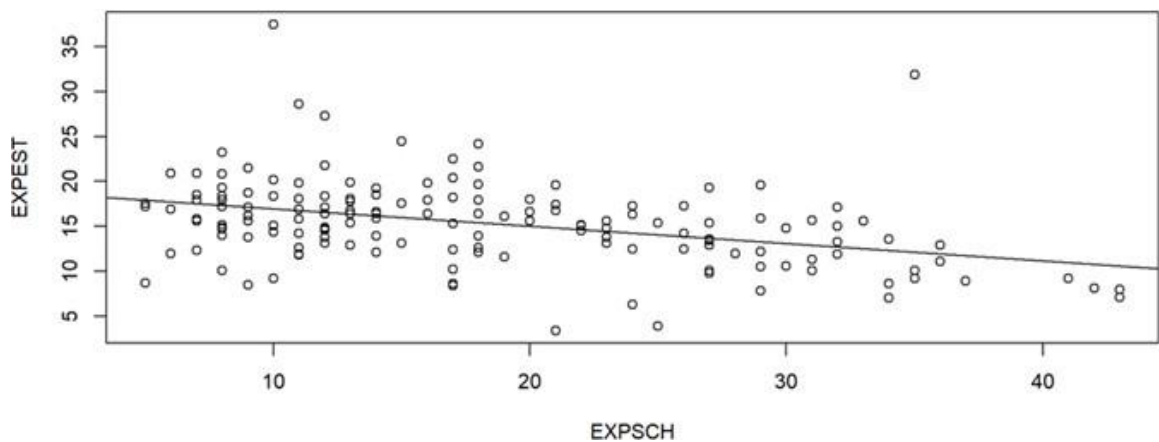
Ilustración 9. Distribución de los datos para ángulo y radio de la curvatura radicular. A. Distribución de las mediciones para el observador experto. B. Diagrama de Cajas experto. C. Distribución de las mediciones para observador 1. D. Diagrama de cajas observador1.



10.4. Análisis de correlación entre evaluadores utilizando diferentes escalas de medición (Ángulo de Schneider vs. Radio de Estrela):

El coeficiente de correlación de Pearson (-0.394) y el modelo de regresión lineal con un coeficiente de -0.19, ($p = 0.020$). Indica que por cada grado que aumenta el valor para el ángulo, el radio disminuye en 0.19 unidades (**Ilustración 10**).

Ilustración 10. Análisis coeficiente de correlación Pearson y el modelo de regresión lineal observador experto



11.DISCUSIÓN:

La preparación biomecánica exitosa requiere del análisis de la curvatura del conducto radicular, ya que dicha característica podría afectar el apropiado abordaje en búsqueda del proceso de desinfección biomecánica (2), el propósito de este estudio fue desarrollar un protocolo estandarizado para la medición del radio y ángulo de la curvatura radicular dental en CBCT, y describir las características del radio y ángulo de la curvatura radicular en molares permanentes de los pacientes que asisten a las clínicas de la Institución Universitaria Colegios de Colombia.

Durante el desarrollo, se realizaron un total de 156 mediciones tanto para ángulo como para radio de la curvatura radicular, pertenecientes a 60 primeros y segundos molares observables en 21 tomografías de haz cónico.

En endodoncia, la interpretación de imágenes es una herramienta fundamental para el desarrollo integral del procedimiento endodóntico, la aplicación de los protocolos para la observación del ángulo y radio de la curvatura radicular bajo la observación de imágenes tomográficas describió la metodología para definir el entrenamiento, la estandarización y el grado de acuerdo entre observadores ciegos herramienta que podrían mejorar la validez interna en estudios en endodoncia cuyo objeto estudio es

también el análisis de la curvatura radicular (6). Los resultados de este estudio presentan una concordancia casi perfecta tanto para protocolo del ángulo como radio de la curvatura radicular, presentando un método reproducible de posible utilidad para futuros estudios.

La literatura menciona que hoy en día con la aparición de las tomografías tridimensionales computarizadas hacen que el análisis de la curvatura radicular sea más exactos y precisos (7,8,12,20,21) sin embargo las observaciones para los métodos objeto de estudio no han sido evaluados.

Hasta el momento en la literatura no se observan estudios estandarizados en los que se realice la observación mediante CBCT y la medición de ángulo y radio de la curvatura teniendo en cuenta los métodos de Schneider y Estrela en simultaneo. Sin embargo, la observación de los valores obtenidos bajo el análisis de imágenes bidimensionales, indican resultados variados.

Para ángulo de la curvatura Sadeghi et al (4) midieron el ángulo radicular de 135 molares mandibulares humanos permanentes posterior a su extracción, mediante radiografías periapicales, presentando sus resultados demuestran que la media en cuanto a su medición fue de 19.5° a su vez, resultados semejantes a los reportados

en este estudio donde la media corresponde a 18.35° , y que podría corresponder a diferencias en género y características raciales de la población escogida.

Para el radio de la curvatura radicular, Estrela et al. (7) observó 1.200 raíces de molares permanentes maxilares y mandibulares; determinando una la mayor frecuencia de radios grandes, curvaturas leves a moderadas en comparación con las otras categorías al igual que en el presente estudio. En comparación Schäfer (11), utilizó un enfoque radiográfico para medir los ángulos y los radios de las curvaturas y la longitud de la curva tanto en una vista vestibular como proximal, a partir de 700 dientes seleccionados al azar, determinando que, de los 1163 conductos radiculares examinados, 980 (84%) eran curvos y el 65% mostraba un ángulo < 27 grados con radios < 40 mm. El 13% mostraba ángulos entre 27 grados y 35 grados con radios no superiores a 15 mm, y el 9% de todos los conductos que se investigaron tenían curvas > 35 grados con un radio mayor de 13 mm. El mayor ángulo de todos los dientes fue de 75 grados con un radio de 2 mm. resultados similares a los obtenidos en este trabajo.

Finalmente, el análisis de la correlación ángulo y radio de la curvatura radicular, evidencio un coeficiente de correlación de Pearson (-0.394) y el modelo de regresión lineal con un coeficiente de -0.19, ($p = 0.020$). En comparación con Schafer en su estudio, utilizo un enfoque radiográfico para Estrela, la correlación entre el grado y

el radio de curvatura del conducto radicular no fue consistente, indicando ninguna relación entre los valores de radio y ángulo de la curvatura. Sin embargo, los resultados de nuestra investigación demuestran que el ángulo de la curvatura y especialmente el radio son parámetros importantes que determinan el resultado de la instrumentación del conducto radicular (5).

Es importante resaltar que, para los resultados obtenidos, las diferencias podrían radicar en el tamaño de la muestra empleado y las características de la población estudiada, sin embargo, en el protocolo de medición y los valores de estandarización, pueden ser el punto de partida para clínicos e investigadores como un método imprescindible para el diseño y evaluación de estudios clínicos en endodoncia.

Es importante resaltar que, para los resultados obtenidos, las diferencias podrían radicar en el tamaño de la muestra empleado y las características de la población estudiada, sin embargo, en el protocolo de medición y los valores de estandarización, pueden ser el punto de partida para clínicos e investigadores como un método imprescindible para el diseño y evaluación de estudios clínicos en endodoncia.

12. CONCLUSIÓN:

El ángulo y radio de la curvatura radicular pueden ser medidos bajo la observación tomográfica bajo el protocolo de medición propuesto sin mayores diferencias entre observadores entrenados, permitiendo una visualización certera de la anatomía original dental. El ángulo de la curvatura para primeros y segundos molares se relaciona en promedio con curvaturas moderadas, mientras que el radio de la curvatura relaciona curvaturas leves demostrando que los métodos propuestos evalúan características geométricas diferentes y que por lo tanto deben ser tomadas en cuenta para un adecuado desarrollo clínico y que en conjunto determinarían la complejidad del procedimiento. Adicionalmente se observa que por cada grado que aumenta en el ángulo de curvatura radicular, el valor del radio disminuye 0.19 mm demostrando una relación lineal entre los conceptos.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.** 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;31(11):796–8.
- 2.** Al-Qudah AA, Awawdeh LA. Root and canal morphology of mandibular first and second molar teeth in a Jordanian population. Int Endod J. 2009;42(9):775–84.
- 3.** Çolak H, Bayraktar Y, Hamidi MM, Tan E, Çolak T. Prevalence of root dilacerations in central anatolian Turkish dental patients. West Indian Med J. 2012;61(6).
- 4.** Sadeghi S, Poryousef V. A novel approach in assessment of root canal curvature. Iran Endod J. 2009;4(4):131–4.
- 5.** Abesi F, Ehsani M. Radiographic evaluation of maxillary anterior teeth canal curvatures in an Iranian population. Iran Endod J. 2011;6(1):25–8.
- 6.** Pruett, John P.; Clement, David J.; Carnes DL. SCIENTIFIC ARTICLES

Cyclic Fatigue Testing of Nickel-Titanium Endodontic Instruments.
1997;23(2):77–85.

7. Estrela C, Bueno MR, Sousa-Neto MD, Pécora JD. Method for determination of root curvature radius using cone-beam computed tomography images. *gl*
8. Lenguas Silva A, Ortega Aranegui R, Samara Shukeir G, López Bermejo M. Tomografía computerizada de haz cónico. Aplicaciones clínicas en odontología; comparación con otras técnicas. *Cient Dent*. 2010;7(agosto):147–59.
9. Anous W, Al-Ashry S, Ali M, Kataia M. Effect of different kinematic cutting motion in multiple versus single-file concept on dentinal crack formation: An in vitro study. *J Int Oral Heal*. 2020;12(7): S30–40.
10. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol*. 1971;32(2):271–5.

- 11.**Schäfer E, Diez C, Hoppe W, Tepel J. Roentgenographic investigation of frequency and degree of canal curvatures in human permanent teeth. J Endod. 2002;28(3):211–6.
- 12.**Patel S, Dawood A, Pitt Ford T, Whaites E. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. Int Endod J. 2007;40(10):818–30.
- 13.**Friedman S, Moshonov J, Stabholz A. Five root canals in a mandibular first molar. Dent Traumatol. 1986;2(5):226–8.
- 14.**Pruett nghan CJ. A three-dimensional study of canal curvatures in the mesial roots of mandibular molars. J Endod. 1992;18(6):294– 300.
- 15.**Cardona-Castro JA, Fernández-Grisaies R. Anatomía radicular, una mirada desde la micro-cirugía endodóntica: Revisión. CES Odontol. 2015;28(2):70–99.
- 16.**Burbano Balseca MJ, Cortés Naranjo DG, Carrillo Rengifo KJ, Espinosa Torres EE. Evaluación radiográfica del grado y radio de curvatura en conductos mesio vestibulares de primeros molares superiores. Odontol

(Habana). 2017;19(1):22–32.

- 17.** Martins JNR, Ascenso J, Caramës G. Endodontic treatment of a mandibular second molar with four roots - A case report and literature review. *G Ital Endod*. 2014;28(1):23–8.
- 18.** Manjunatha D, Malur M, Chandra A. cary Angle Along with Curvature Height and Distance-a New Paradigm in the Meansurement of Root Canal Curvature and Its Comparasion with Canal Access Angle.201;(October).
- 19.** Estrela C, Bueno MR, Barletta FB, Guedes OA, Porto OC, Estrela CRA, et al. Identification of apical and cervical curvature radius of human molars. *Braz Dent J*. 2015;26(4):351–6.
- 20.** Patel S, Brown J, Pimentel T, Kelly RD, Abella F, Durack C. Cone beam computed tomography in Endodontics – a review of the literature. *Int Endod J*. 2019;52(8):1138–52.
- 21.** Llana C, Fernandez J, Ortolani PS, Forner L. Cone-beam computed tomography analysis of root and canal morphology of mandibular premolars in a Spanish population. *Imaging Sci Dent*.2014;44(3):2.