



**CARACTERIZACIÓN Y PREVALENCIA DE LA CONFIGURACIÓN  
ANATÓMICA DE LAS RAÍCES Y DEL SISTEMA DE CONDUCTOS EN  
PREMOLARES MAXILARES, UTILIZANDO CBCT EN UNA POBLACIÓN  
COLOMBIANA**

**DORA VICTORIA CORRALES ZÚÑIGA**

**JULIÁN ANDRÉS VALENCIA CASTILLO**

**HUGO MARIO GOMEZ QUICENO**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES**

**ESPECIALIZACION EN ENDODONCIA**

**FACULTAD DE SALUD**

**MANIZALES**

**2018**

**CARACTERIZACIÓN Y PREVALENCIA DE LA CONFIGURACIÓN  
ANATÓMICA DE LAS RAÍCES Y DEL SISTEMA DE CONDUCTOS EN  
PREMOLARES MAXILARES, UTILIZANDO CBCT EN UNA POBLACIÓN  
COLOMBIANA**

**TUTORES:**

**HORACIO LASERNA ZULUAGA**

**DIDIER RODRIGUEZ LEZAMA**

**YOLANDA GRAJALES GARAY**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES**

**ESPECIALIZACION EN ENDODONCIA**

**FACULTAD DE SALUD**

**MANIZALES**

**2018**

## RESUMEN

**Objetivo:** Caracterizar y determinar la frecuencia de la configuración de la anatomía radicular y del sistema de conductos de primeros y segundos premolares superiores de una población colombiana utilizando tomografía volumétrica cone beam (CBCT).

**Metodología:** Estudio descriptivo observacional retrospectivo, en 1419 premolares superiores que cumplieron los criterios de inclusión a partir de imágenes tomográficas de pacientes. Se realizaron cortes sagitales y cortes transversales a distintos niveles de porción radicular y se evaluaron las características de número de raíces, número de conductos, configuración radicular y del sistema de conductos.

**Resultados:** En el análisis de la configuración interna de las raíces según la clasificación de Vertucci, el tipo más frecuente en los primeros premolares superiores fue el tipo IV con un 48,36% en el lado derecho y 52,86% en el lado izquierdo. En los segundos premolares, la mayor frecuencia se presentó en el tipo I, con un 57,54% en el lado izquierdo y 55,88% en el lado derecho. El tipo II fue el segundo de mayor frecuencia en todos los premolares analizados.

**Conclusiones:** La anatomía externa de los primeros premolares superiores presentó dos raíces con dos conductos en un 89%, y una configuración interna de Vertucci tipo IV, siendo esta la configuración más predominante, mientras que los segundos premolares presentaron raíz única en un 88,9% presentando un solo conducto en un 59% con tipo I de Vertucci

**Palabras claves:** CBCT, premolares maxilares, anatomía radicular, fusión de raíces, surcos radiculares

## ABSTRACT

**Objective:** To characterize and to determine the frequency of the configuration of the anatomy radicular and of the system of the root canals the first and the second top premolares of a Colombian population using cone-beam computed tomography (CBCT).

**Methods:** Descriptive study retrospective observacional, in 1419 maxillary premolars who fulfilled the criteria of incorporation from images tomográficas of patients. Courts were realized sagitales and transverse courts to different levels of portion radicular and there were evaluated the characteristics of number of roots, I number of canal, configuration radicular and of the system of Canals.

**Results:** In the analysis of the internal configuration of the roots according to Vertucci's classification, the most frequent type in the maxillary first premolars was the type the IV with 48,36 % in the right side and 52,86 % in the left side. In the second premolares, the major frequency appeared in the type I, with 57,54 % in the left side and 55,88 % in the right side. The type II was the second one of major frequency in all the analyzed premolars.

**Conclusion:** The external anatomy of the maxillary first premolars they presented two roots with two canals in 89 %, and a configuration of Vertucci type the IV, being this the most predominant configuration, whereas the second premolares presented the only root in 88,9 % presenting an alone canal in 59 % with type I de Vertucci

**Key words:** CBCT, maxillary premolars, root anatomy, root fusion, root grooves

## CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN.....	8
2	ANTECEDENTES.....	9
3	AREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACION .....	11
4	JUSTIFICACION.....	13
5	REFERENTE TEÓRICO.....	14
6	OBJETIVOS.....	18
6.1	OBJETIVO GENERAL.....	18
6.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
7	METODOLOGIA .....	19
8	PLAN DE ANÁLISIS.....	25
9	RESULTADOS.....	26
10	DISCUSIÓN.....	32
11	CONCLUSIONES .....	35
12	RECOMENDACIONES.....	36
13	REFERENCIAS .....	37

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 clasificación de Vertucci (adaptada de Vertucci).....	22
Tabla 2. Frecuencia de número de raíces y número de conductos en premolares superiores .....	27
Tabla 3. Frecuencia de configuración interna de las raíces según la clasificación de Vertucci .....	28
Tabla 4. Frecuencia de número de raíces y conductos en hombres y mujeres .....	29
Tabla 5. Comparación de la clasificación de Vertucci agrupado por sexo.....	30

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 Distribución de sexo.....	26
Gráfico 2. Número de raíces de premolares superiores.....	27

## **1 PRESENTACIÓN**

En endodóncia, la omisión de un conducto puede llevar al fracaso del tratamiento endodóntico. El conocimiento por parte de los profesionales sobre las variaciones anatómicas y del sistema de conductos de los diferentes grupos de dientes contribuye a asegurar mejores resultados clínicos y deben ser tomados en cuenta al momento de realizar el tratamiento de conductos.

Este estudio, tuvo como propósito determinar la frecuencia y las características anatómicas de la raíces y del sistema de conductos de los primeros y segundos premolares maxilares en una población colombiana.

Se presentan los antecedentes que subyacen a la problemática del estudio, la pregunta que guió la investigación, los referentes relacionados con la clasificación de la configuración interna y externa de los premolares superiores e inferiores.

La propuesta metodológica fue a partir de imágenes tomográficas de pacientes que asistieron a un centro radiológico, donde se identificaron los premolares superiores objeto del estudio. Los resultados se expresaron de acuerdo con el plan de análisis; se presenta la discusión y su contrastación con otros estudios y por último las conclusiones y recomendaciones.



## 2 ANTECEDENTES

En el área de la endodoncia, la CBCT es muy útil en las fases de diagnóstico y tratamiento. Se usa principalmente para identificar las variaciones del sistema de conductos, el diagnóstico de la patología periapical en pacientes con signos clínicos inespecíficos, dientes sin evidencia de patología identificada por los métodos convencionales y el diagnóstico de patologías de origen no endodóntico, entre otras(1).

En 2012 analizaron 300 imágenes CBCT de primeros premolares superiores en población China, en las que evidenciaron que el 66% tenían una sola raíz, 33% tenían dos y el 1% tenían tres raíces. De igual manera, la configuración más frecuente fue el tipo IV (51%) seguida por el tipo II (23%) y solo 1% los que presentaron tipo IV(2).

Elkady y Allouba(3), analizaron 230 premolares tanto inferiores como superiores en una subpoblación de Arabia Saudita en donde utilizaron método de análisis por CBCT. Reportaron que el 28% de los primeros premolares tenían una sola raíz y el 72% tenían dos, mientras que en el segundo premolar el 76% tenía una sola raíz y el 24% tenía dos. De igual forma evidenciaron que según la clasificación de Vertucci, el tipo IV es el más frecuente en el primer premolar (70%) y en el segundo (24%). No se hallaron tipo VI y VIII.

Yang y Cols. (4) en 2014 evaluaron 392 imágenes de segundos premolares, de una subpoblación China con CBCT y encontraron que el 86,5% tenían una sola raíz. El 54,3% tenían dos conductos y el 45,4% tenían un solo conducto. La mayoría de los premolares con dos conductos tenían la configuración tipo IV (20%) seguida por el tipo 2 (16%).

En un estudio en población de Turquía analizaron 5496 imágenes de CBCT de premolares superiores e inferiores según la clasificación de Vertucci. En los premolares superiores encontraron que en el primer premolar el tipo IV es el más prevalente (76,9%) y en el segundo premolar el tipo I (54,5%). De igual forma encontraron diferencias morfológicas entre hombres y mujeres. Además, reconocieron que la técnica con CBCT resulta ser muy precisa para el análisis de la morfología del conducto radicular(5).

En otro estudio realizado en una población española, se analizaron 804 imágenes CBCT de primeros y segundos premolares superiores, encontraron una frecuencia del 46% de primeros premolares con una raíz, 51,44% con dos y 2,6% con tres, la configuración más frecuente fue el tipo IV (52,8%). En cuanto al segundo premolar, el 82,9% tenía una raíz, 15,5% presentaban 2 raíces y 1,6% con tres raíces. La configuración más frecuente fue tipo I (47,2%)(6).

### **3 AREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACION**

¿Cuáles son los tipos de configuración anatómica radicular y del sistema de conductos de los premolares maxilares en una población colombiana y con qué frecuencia se presentan?

El objetivo del tratamiento de conductos es prevenir y tratar las patologías pulpares y periapicales por medio de la limpieza, desinfección y obturación tridimensional del sistema de conductos. Uno de los aspectos previos a la realización del tratamiento de conductos es el análisis de este sistema, para determinar el número, forma, longitud, presencia de conductos accesorios, o alguna otra alteración, con el fin de realizar una preparación adecuada del conducto(7).

La morfología dental en general tiene una amplia variabilidad, particularmente los rasgos morfológicos dentales, se definen como caracteres fenotípicos altamente conservados y con una fuerte influencia genética racial. La anatomía de la corona dental es ampliamente detallada, ya que es más fácil de observar y analizar que la configuración radicular. Se han descrito varios patrones morfológicos que sirven para caracterizar comunidades, para uso de identificación forense o para establecer clasificaciones morfológicas dentales(8).

Basado en lo anterior, desde la perspectiva clínica, el conocimiento de la anatomía radicular y de los conductos radiculares, tanto en forma, tamaño y cantidad, es absolutamente necesario para los profesionales en odontología, y debe consolidarse como un área de profundización para el especialista en endodoncia en busca de tratamientos exitosos y la disminución de la probabilidad de fracaso endodóntico(9), por lo que se considera que el conocimiento previo de las variaciones anatómicas en los sistemas de conductos radiculares es esencial para mejorar la tasa de éxito de estos tratamientos(10).

Por otra parte, los conductos radiculares se convierten en un reto para el clínico debido a que no se pueden observar directamente, sino que requiere de ayudas imagenológicas, como las radiografías o métodos de laboratorio, cuando se tienen los dientes extraídos. En la década de los 90 se desarrolló una técnica con mayor sensibilidad y especificidad como la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), que, aunque no se usa rutinariamente, puede aumentar

la precisión en el diagnóstico(11). En un estudio de pacientes que incluía 74 dientes posteriores superiores e inferiores con un total de 156 raíces, el CBCT detectó un 34% más de lesiones periapicales que las radiografías convencionales y con una frecuencia mayor demostró la expansión de lesiones cerca al seno maxilar, por lo tanto se considera que el CBCT mejora el diagnóstico y tratamiento de patologías(12).

Se conocen reportes recientes de la morfología del sistema de conductos en premolares superiores en poblaciones de India(13), China(14) y Turquía(5), entre otros, en los que reportaron diferencias en el patrón morfológico. Hasta la fecha no hay reportes de estudios de morfología radicular de premolares superiores en una población Colombiana.

#### **4 JUSTIFICACION**

La morfología radicular y del sistema de conductos radiculares es altamente variable, se pueden presentar cambios en número, forma, longitud, diámetro y algunos asociados al foramen. Los distintos patrones morfológicos dependen principalmente de aspectos genéticos evolutivos que pueden estar asociados a grupos poblacionales. Para el especialista en endodoncia es muy importante conocer la variabilidad de formas de la raíz y del conducto radicular, como componente básico para lograr un correcto diagnóstico, planificación y pronóstico del tratamiento.

La radiografía convencional puede ocultar información importante para garantizar el éxito del tratamiento endodóntico. La Tomografía computarizada CBCT es la ayuda diagnóstica más precisa para conocer esta variabilidad y determinar la anatomía del conducto radicular de los dientes.

En este contexto, este estudio fue pertinente porque aporta al conocimiento y la transferencia del mismo sobre la morfología radicular de premolares superiores y su sistema de conductos, que ha sido poco abordado en la población Colombiana; permitiendo que odontólogos y especialistas en endodoncia tengan éxito en el procedimiento clínico, mediante la identificación de las diferentes variaciones anatómicas.

## 5 REFERENTE TEÓRICO

Algunas de las principales causas del fracaso en el tratamiento endodóntico, están asociadas frecuentemente con el desconocimiento de la anatomía del sistema de conductos, que deriva en otras situaciones tales como fallas en la limpieza, la conformación y la obturación incompleta de los conductos terminando en el fracaso del tratamiento(15).

La anatomía radicular y del sistema de conductos es morfológicamente compleja, por lo que, es muy importante realizar un buen análisis de la misma, dado que puede tener múltiples variaciones desde la cámara pulpar hasta el foramen apical. Los conductos pueden presentarse con divisiones en una o varias ramificaciones e incluso se pueden volver a unir. Para estudiar la anatomía de los premolares, se ha utilizado la clasificación de Vertucci y Cols.(16) de 1974, quienes plantearon una descripción de la morfología del conducto radicular del segundo premolar superior:

Tipo I [1]. Un conducto único se extiende desde la cámara pulpar hasta el ápice.

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

- Tipo III [1-2-1]. Un conducto sale de la cámara pulpar y se divide en dos en la raíz; los dos conductos confluyen después para salir como uno solo.

- Tipo IV [2] dos conductos distintos y separados se extienden desde la cámara pulpar hasta el ápice.

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

- Tipo VI [(2-1-2)] Dos conductos separados salen de la cámara pulpar, confluyen en el cuerpo de la raíz y se vuelven a dividir cerca del ápice para salir como dos conductos distintos.

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

- Tipo VIII [3]. Tres conductos distintos y separados se extienden desde la cámara pulpar hasta el ápice.

Por otra parte, Fan y Cols. (17) realizaron una clasificación de conductos en C en molares inferiores y posteriormente basada en ésta, realizaron un estudio en premolares inferiores y establecieron una clasificación para éstos dientes; se describieron 5 categorías, C1 corresponde a una forma de C continua, C2 hay una interrupción, que se asemeja a un punto y coma, C3 dos conductos separados de forma redonda, ovals y/o planas, C4 un solo conducto redondo, ovalado o plano (C4a, C4b, C4c), C5 tres o más conductos separados en la sección transversal y C6 no se puede observar la luz del conducto(18).

Los métodos propuestos para el análisis de aspectos morfológicos dentales, y en particular del sistema de conductos radiculares, han evolucionado en la medida que avanza la tecnología y los métodos no invasivos para obtener información acerca de muestras in vivo(19).

La radiografía es el principal medio usado para verificar las características del sistema de conductos, el problema es su carácter bidimensional, que puede ocultar información importante para garantizar el éxito del tratamiento, lo que hace necesario evaluar medios de contraste que aumenten la sensibilidad del instrumento. Se han evaluado adaptaciones a la técnica radiográfica convencional, pero sin lograr mejores resultados(20). Aunque la radiografía convencional es más práctica y adecuada para los procedimientos comunes en endodoncia, el CBCT aporta imágenes axiales, coronales y sagitales que, con la radiografía convencional, no se logra obtener. La capacidad de minimizar o eliminar la superposición de las estructuras circundantes la hace muy ventajosa en su aplicación endodóntica, siendo más sensible y precisa en identificar las lesiones periapicales(21).

Al-Nazhan y Cols. en 2012 realizaron un estudio con 894 premolares maxilares en Arabia. Utilizaron las radiografías iniciales tomadas digitalmente y analizadas con lupas de magnificación; clasificaron el sistema de conductos de los premolares según Vertucci. Los resultados muestran que la mayoría de los primeros premolares tenían dos conductos, 91,8% en hombres y 95% en mujeres(22).

Por otra parte, la diafanización de dientes es una técnica que permite transformar un diente natural (in vitro) en una estructura transparente, por medio de soluciones químicas. Posteriormente se inyecta una solución de contraste, como tinta negra convencional para poder observar la forma de la cámara pulpar y la trayectoria de los conductos. La especificidad es baja en la medida que algunas anomalías del sistema de conductos presentan interconexiones de pequeño diámetro en la que no alcanza a fluir la tinta. Es muy útil para observar tridimensionalmente la morfología radicular a bajo costo, y se realiza en dientes extraídos(23).

Jain y Bahunguna(24), usaron la técnica de diafanización en una muestra de 138 premolares extraídos en una población de India. Identificaron número de cúspides y raíces, longitud radicular, ápice, diámetro del ápice y tipo de sistema de conductos. Encontraron que el 96% tenían una raíz y solo en 4% tenían dos raíces. De igual forma, hallaron que el 67,4% eran tipo I según la clasificación de Vertucci.

En otro estudio en una población China, en 504 premolares, por un método de inyección de tinta a presión, observaron la morfología radicular. Hallaron que el tipo I es más frecuente en el primer premolar (87%) y el segundo premolar presenta con mayor frecuencia dos conductos (72,3%) con configuraciones tipo II, IV VI(14).

En 2010, Jayasimha y Cols.(13), en un análisis de morfología del conducto radicular realizado con 200 segundos premolares decalcificados y aclarados pertenecientes a una población de la India, hallaron que según la clasificación de Vertucci, la configuración tipo II es la más frecuente (33,6%) seguido por la configuración tipo IV (31,1%), presentándose con mayor frecuencia (64,1%) un solo conducto en el ápice.



Otra de las herramientas de apoyo diagnóstico usadas es la tomografía, es una técnica de obtención de imágenes del cuerpo en partes o cortes axiales, que luego se renderizan en una imagen tridimensional. Permite registrar de forma clara aquellas estructuras localizadas dentro de un plano determinado y permite la observación de una región con poca o ninguna sobreposición de estructuras(25).

A partir de la técnica tomográfica surgieron otros métodos basados en el mismo concepto, pero con algunas adaptaciones. Por ejemplo, la tomografía micro computarizada o micro-CT es una alternativa muy útil para el análisis morfológico y particularmente del sistema de conductos radiculares(26). Elnour y Cols.(27) usaron micro CT para evaluar el sistema de conductos de premolares en una población de Arabia Saudita, hallaron que el 67% tenían sistema de conductos tipo I. Además, concluyeron que la morfología del premolar superior es muy compleja y requiere una evaluación minuciosa antes del tratamiento endodóntico. El uso clínico de la tomografía microcomputarizada (TC) y la TC de haz cónico (CBCT) ofrece nuevas posibilidades para obtener imágenes dentales 3D completas de una manera no invasiva. La CT y la CBCT usan solo una pequeña dosis de radiación y eliminan las limitaciones de las imágenes 2D(28).

Beltes y Cols.(29) en 2017 realizaron un estudio de 56 premolares superiores de tres raíces, los cuales fueron analizados por imágenes tomográficas para evaluar la morfología interna y externa. La clasificación de la morfología radicular externa fue dividida en 4 grupos. Grupo A: dientes con 3 raíces separadas mesovestibular – distovestibular y palatina. Grupo B: dientes con raíces fusionadas de mesovestibular, distovestibular y una raíz palatina completa parcialmente fusionada. Grupo C: dientes con raíz distovestibular completa y parcialmente fusionada de la palatina. Grupo D: todas las raíces fusionadas. Ninguna de las muestras exhibió tres conductos separados, solo cuatro dientes fusionados mostraron raíz en forma de C, lo cual fue un hallazgo novedoso del estudio.

En Brasil se realizó un análisis con micro-CT en 123 primeros premolares inferiores, en donde hallaron que el tipo anatómico más prevalente según la clasificación de Vertucci fue el tipo V (37%) seguido por el tipo I (13%)(30).

## **6 OBJETIVOS**

### **6.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar la prevalencia y las características anatómicas de las raíces y del sistema de conductos de los primeros y segundos premolares maxilares en una población colombiana.

### **6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar la anatomía interna y externa de primeros y segundos premolares superiores en una población colombiana, utilizando tomografía volumétrica cone-beam.
- Establecer la frecuencia de las características anatómicas de primeros y segundos premolares superiores en una población Colombiana, utilizando tomografía volumétrica cone-beam.

## 7 METODOLOGIA

**Tipo de estudio:** Estudio observacional descriptivo retrospectivo.

**Población y muestra:** Se evaluó un universo de 2.486 tomografías cone beam, en ellas se buscó la presencia de primeros y segundos premolares superiores de las cuales se encontró una población de 1.419 dientes pertenecientes a 700 pacientes (412 mujeres y 288 hombres) discriminados así: 401 primeros premolares derechos, 325 segundos premolares derechos, 386 primeros premolares izquierdos y 307 segundos premolares izquierdos, Los dientes se seleccionaron según criterios radiológicos de desarrollo dental y formación radicular completa.

### **Criterios de inclusión**

1. Primeros y segundos premolares permanentes
2. Raíces completamente formadas

### **Criterios de exclusión**

1. Tratamiento endodóntico
2. Reabsorción radicular
3. Núcleo y corona
4. Ápice abierto
5. Conducto calcificado

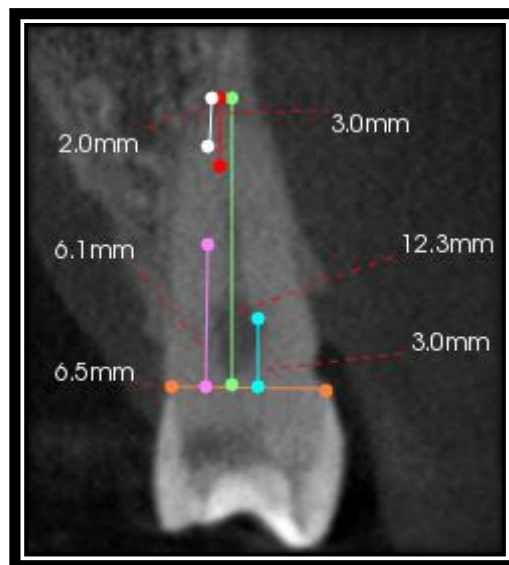
### **Procedimiento y técnicas de recolección de información**

Las imágenes tomográficas cone beam CBCT fueron suministradas por el centro radiológico Odontodiagnóstico de la ciudad de Manizales, correspondientes al periodo comprendido entre junio de 2015 y junio del 2016. Fueron capturadas con un equipo CS 9300 PREMIUM de la casa comercial Carestream que tiene una programación estandarizada, adicionalmente las tomografías fueron clasificadas de acuerdo al tamaño de la ventana o campo de visión

(FOV – Field of View), en total siete campos con tamaño inicial de 5 cm x 5 cm hasta 17 cm x 13.5 cm, con una resolución de imagen de hasta 90  $\mu$ m. Este sistema de haz cónico permite obtener imágenes a partir de 12 segundos de exposición, las cuales son visualizadas y analizadas a través del software CS 3D de la misma casa comercial.

Se realizaron 7.095 cortes entre ellos transversales, sagitales y coronales de cada una de las imágenes de los premolares. Los cortes axiales o transversales se analizaron siguiendo el eje perpendicular de cada diente, tomando como referencia tres planos básicos de medición ubicados en la zona cervical, media y apical de cada premolar, en ellas se evaluó el número de raíces, configuración anatómica, número de conductos radiculares y la morfología del sistema de conductos según la clasificación de Vertucci. (Ilustración 1).

**Ilustración 1. Planos y puntos de referencia para el análisis de las estructuras radiculares**



Línea de color naranja es la referencia de la unión amelocementaria (UAC), línea de color verde es el eje axial del diente, las cuales fueron las líneas de referencia para las siguientes mediciones:

1. Plano 1 (PC). Se ubica a 3 mm desde la línea UAC en dirección al ápice sobre la línea axial del diente (color azul)

2. Plano 2 (PM). Se ubica en la mitad de la longitud total de la línea axial del diente (color morado)
3. Plano 3: Se ubica en una medida vertical comprendida entre la mitad radicular y el ápice radicular justo en la mitad de esta distancia (color rojo)
4. Plano 4 (PA). Se ubica a 2 mm del ápice en dirección hacia la UAC (color blanco)

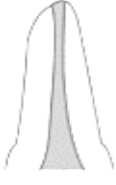




Se realizó una calibración entre los examinadores quienes estaban conformados por tutores e investigadores, teniendo como base la explicación del Software CS 3D por el personal encargado. Inicialmente se formaron tres grupos de 10 tomografías cada uno para ser evaluadas por cada integrante de la investigación, posteriormente se realizó un consenso para socializar el ejercicio y determinar la coincidencia de los resultados con cada integrante, esta actividad permitió realizar los ajustes necesarios de calibración para los investigadores y el instrumento de recolección de datos. Cualquier desacuerdo o duda en las imágenes analizadas se resolvió mediante la discusión en grupo de los 3 evaluadores y tutores.

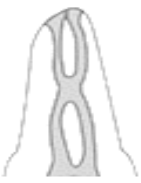

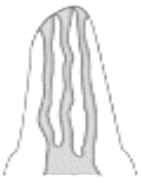
Las variables a evaluar fueron: número de raíces, número de conductos, clasificación morfológica de Vertucci y Cols. Fusión radicular, clasificación de Beltes, fusión radicular y presencia de surco.

Los resultados se registraron en un instrumento previamente diseñado y la información fue tabulada y analizada utilizando el Software SPSS V.22.

La configuración interna se realizó de acuerdo con la clasificación morfológica de Vertucci y Cols.(31) (Tabla 1).

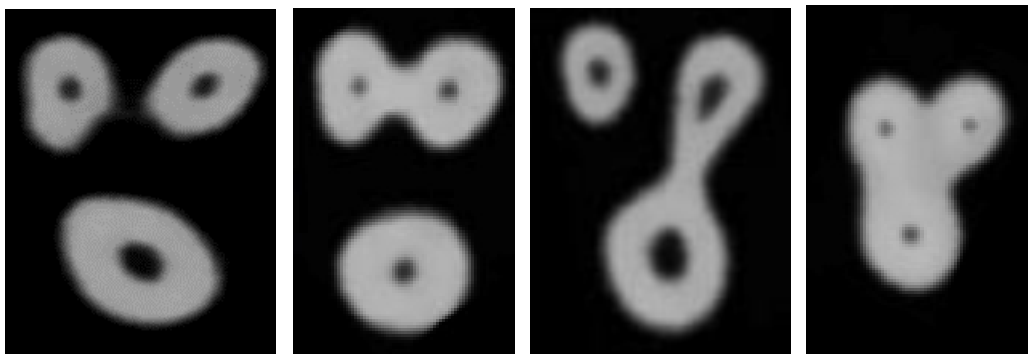
**Tabla 1 clasificación de Vertucci (adaptada de Vertucci)**

Clasificación	Figura	Definición	Nomenclatura
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 dos conductos confluyen después para salir 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 pulpar, confluyen en el cuerpo de la raíz y se vuelven a dividir cerca del ápice para salir como dos conductos distintos	[(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	[3]

La configuración externa para premolares de tres raíces se tomó como referencia el estudio de Beltes y Cols. (29) (Ilustración 2).

**Ilustración 2. Configuración externa de premolares de tres raíces**



La calibración se realizó intra e inter examinador, se desarrollaron pruebas individuales de las imágenes (CBCT) para determinar la coincidencia de los resultados. Esto permitió realizar ajustes al instrumento de recolección de información.

## **Consideraciones éticas**

El estudio se realizó con el aval del comité de bioética de la Universidad Autónoma de Manizales, estuvo basado en los principios éticos y científicos detallados en las normas internacionales de investigación en salud, tales como la declaración de Helsinki y la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, investigación sin riesgo que corresponde a estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos.

Para validar el estudio se realizó un acta de aprobación que autorizó la utilización de exámenes tomográficos y se elaboró un consentimiento informado el cual fue firmado por el representante legal del Centro Radiológico que proporcionó la base de datos.



## 8 PLAN DE ANÁLISIS

Se realizó una prueba de *Kappa* de calibración para determinar la precisión y la concordancia para las pruebas con resultados cualitativos efectuadas por los diferentes observadores.

Para el análisis de los datos se empleó estadística descriptiva, mediante el cálculo de proporciones, medidas de tendencia central y dispersión, además de distribución de frecuencias. Asimismo, fue empleada una prueba de hipótesis para comparar dos proporciones poblacionales, en la que las poblaciones fueron determinadas por el género del paciente.

La significancia estadística para todos los análisis realizados se estableció en 95%, con una probabilidad de el error tipo I ( $\alpha$ ) del 5%.

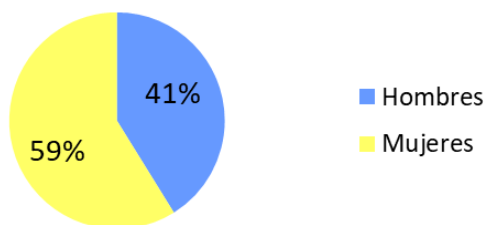
Para la elaboración de la base de datos se empleo un software especializado (Microsoft Excel) y su análisis estadístico se realizó mediante Stata v14.2.

## 9 RESULTADOS

Los resultados obtenidos a partir de la tabulación de la información y el cruce de variables permitieron obtener información en cuanto a número de raíces, números de conductos, configuración de Vertucci, clasificación de Beltes, fusión radicular y presencia de surcos.

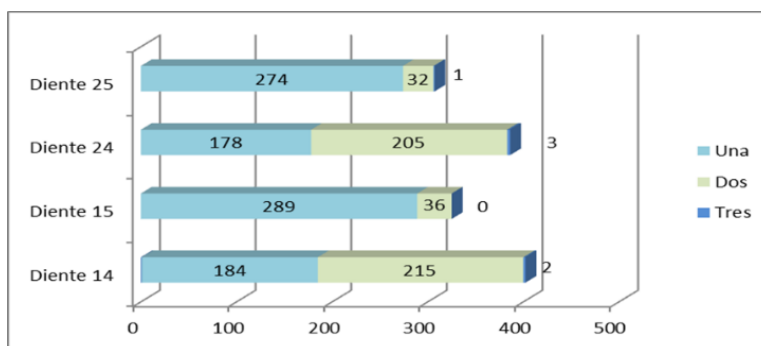
La muestra final estuvo conformada por un total de 700 pacientes en los que se analizaron premolares superiores que pertenecían a 412 mujeres 58,8 % y 288 hombres 41.1 %. (Gráfico 1). De los 787 primeros premolares el 45.9 % presentaron una sola raíz, el 53.5 % presentan dos raíces, y un 0.63% presentaron tres raíces, en los segundos premolares de un total de 632 dientes el 89% presentaron una raíz, el 10.7% presentaron dos raíces y un 0.15%, presentaron tres raíces, de un total de 1. 419 dientes.

Gráfico 1 Distribución de sexo



El número de raíces predominante fue de una raíz en los segundos premolares, 88,92% en el segundo premolar derecho y 89,25% en el segundo premolar izquierdo. En los primeros premolares presentaron dos raíces el 53,62% en el primer premolar derecho y 53,11% en el primer premolar izquierdo (Gráfico 2)

**Gráfico 2. Número de raíces de premolares superiores**



En cuanto al número de conductos, se observó que la mayoría de primeros premolares tenían dos conductos, 89,50% en el lado derecho y 89,12% en el lado izquierdo. En los segundos premolares la mayoría tenían un solo conducto, 60,43% en el derecho y 58,90% en el izquierdo. (Tabla 2)

**Tabla 2. Frecuencia de número de raíces y número de conductos en premolares superiores**

VARIABLE	14		15		24		25	
	N	%	n	%	n	%	n	%
<b>NUMERO DE RAICES</b>								
Una raíz	184	45,89	289	88,92	178	46,11	274	89,25
Dos Raíces	215	53,62	36	11,08	205	53,11	32	10,42
Tres Raíces	2	0,50	0	0,00	3	0,78	1	0,33
Cuatro o más raíces	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>401</b>	<b>100</b>	<b>325</b>	<b>100</b>	<b>386</b>	<b>100</b>	<b>307</b>	<b>100</b>
<b>NUMERO DE CONDUCTOS</b>								
Un conducto	37	9,25	197	60,43	38	9,84	182	58,90
Dos conductos	358	89,50	129	39,57	344	89,12	125	40,45
Tres conductos	5	1,25	0	0,00	4	1,04	2	0,65
Cuatro o más conductos	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>400</b>	<b>100</b>	<b>326</b>	<b>100</b>	<b>386</b>	<b>100</b>	<b>309</b>	<b>100</b>

En el análisis de la configuración interna de las raíces según la clasificación de Vertucci, el tipo más frecuente en los primeros premolares superiores fue el tipo IV con un 48,36% en el lado derecho y 52,86% en el lado izquierdo. En los segundos premolares, la mayor frecuencia se presentó en el tipo I, con un 57,54% en el lado izquierdo y 55,88% en el lado derecho. El tipo II fue el segundo de mayor frecuencia en todos los premolares analizados. (Tabla 3)

**Tabla 3. Frecuencia de configuración interna de las raíces según la clasificación de Vertucci**

Clasificación	14		15		24		25	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Tipo I	61	15,37	187	57,54	35	9,11	171	55,8
Tipo II	63	15,87	41	12,62	60	15,63	33	10,7
Tipo III	31	7,81	20	6,15	35	9,11	30	9,80
Tipo IV	192	48,36	44	13,54	203	52,86	32	10,4
Tipo V	31	7,81	20	6,15	30	7,81	19	6,21
Tipo VI	13	3,27	6	1,85	11	2,86	12	3,92
Tipo VII	4	1,01	7	2,15	6	1,56	9	2,94
Tipo VIII	2	0,50	0	0,00	4	1,04	0	0,00

De acuerdo con la clasificación de Beltes, que se basa en la presencia de tres raíces y su respectiva configuración interna y externa, se encontró un número de 6 dientes correspondiente al 0.42 % de un total de 1.419 dientes, el más frecuente fue el tipo A (Dientes con tres raíces separadas mesovestibular – distovestibular y palatina), tanto en primeros como en segundos premolares, sin embargo, en esta investigación el diente 15 no presentó este tipo de configuración.

Los primeros premolares presentaron mayor frecuencia de fusión de raíces, 19,43% en el lado izquierdo y 17,43% en el lado derecho, en comparación con los segundos premolares, 8,67% en el lado izquierdo y 3% en el lado derecho.

De igual forma, los primeros premolares tienen mayor frecuencia de presencia de surcos radiculares 18,71% en el lado izquierdo y 19,57 en el lado derecho. Los segundos premolares presentaron 9,29% en el lado izquierdo y 4,57 en el lado derecho.

En el análisis comparativo se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la proporción de la frecuencia del número de raíces en los primeros premolares de ambos lados entre hombres y mujeres ( $p < 0,05$ ) encontrándose que las mujeres presentan una frecuencia de primeros premolares con una raíz en un 29.6%, siendo mayor que la frecuencia presentada en hombres con un 20,4%. De igual forma, tanto en primeros como en los segundos premolares se presenta con mayor frecuencia dos raíces en hombres que en mujeres, con una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,01$ ).

En el número de conductos se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en la proporción de la frecuencia de tres conductos en los primeros premolares ( $p < 0,05$ ) y en la proporción de la frecuencia de dos conductos en los segundos premolares ( $p < 0,05$ ). (Tabla 4)

**Tabla 4. Frecuencia de número de raíces y conductos en hombres y mujeres**

Variable	Diente 14			Diente 15			Diente 24			Diente 25		
	X (IC)			X (IC)			X (IC)			X (IC)		
	M	H	P	M	H	p	M	H	p	M	H	p
Número de raíces												
Una	28.40	23.26	0.064	41.75	40.63	0.38	30.83	17.71	0.001	39.81	38.19	0.33
Dos	25.97	37.50	0.001	2.43	9.03	0.00	25.00	35.42	0.001	3.64	5.90	0.079
Tres	0.000	0.69	0.045	0	0	-	0.24	0.69	0.18	0	0.35	0.11
No. De conductos												

Variable	Diente 14			Diente 15			Diente 24			Diente 25		
	X (IC)			X (IC)			X (IC)			X (IC)		
	M	H	P	M	H	p	M	H	p	M	H	p
Uno	4.61	6.25	0.16	29.61	26.04	0.15	6.31	4.17	0.11	27.91	23.26	0.083
Dos	49.51	53.47	0.15	14.81	23.61	0.00	49.51	48.61	0.40	15.53	21.18	0.027
Tres	0.24	1.39	0.037	0	0	0	0.24	1.04	0.083	0.24	0.35	0.39

\* En rojo se muestran las diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ); M: Mujeres; H: Hombres

En la clasificación de Vertucci se presentó con mayor frecuencia el tipo IV en los primeros premolares de los hombres con una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ). En los segundos premolares se presentó con mayor frecuencia el tipo I, pero no hubo diferencias estadísticas en la proporción de la frecuencia entre hombres y mujeres ( $p > 0,05$ ). (Tabla 5)

Tabla 5. Comparación de la clasificación de Vertucci agrupado por sexo

Clasificación	Diente 14			Diente 15			Diente 24			Diente 25		
	X (IC)			X (IC)			X (IC)			X (IC)		
	M	H	P	M	H	p	M	H	p	M	H	p
Tipo I	7.52	10.42	0.09	28.16	24.65	0.15	5.83	3.82	0.11	26.46	21.53	0.067
Tipo II	10.19	7.29	0.093	6.07	5.56	0.38	11.41	4.51	0.001	5.10	4.17	0.28
Tipo III	4.61	4.17	0.39	2.91	2.78	0.46	4.85	5.21	0.41	3.16	5.90	0.039
Tipo IV	24.03	32.29	0.008	3.88	9.72	0.001	26.46	32.64	0.038	3.64	5.90	0.079

Clasificación	Diente 14			Diente 15			Diente 24			Diente 25		
	X (IC)			X (IC)			X (IC)			X (IC)		
	M	H	P	M	H	p	M	H	p	M	H	p
Tipo V	4.85	3.82	0.25	1.70	4.51	0.014	4.13	4.51	0.40	2.67	2.78	0.46
Tipo VI	2.18	1.39	0.22	1.46	0	0.019	2.18	0.69	0.059	1.46	2.08	0.26
Tipo VII	0.73	0.35	0.25	0	2.43	0.001	0.73	1.04	0.33	0.97	1.74	0.18
Tipo VIII	0	0	-	0	0	-	0.24	1.04	0.083	0	0	-

En rojo se muestran las diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ); M: Mujeres; H: Hombres; p: valor de p

Por otra parte, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la proporción de la frecuencia de surcos radiculares ni en la fusión radicular entre hombres y mujeres ( $p > 0,05$ ).

## 10 DISCUSIÓN

El conocimiento tanto de la morfología radicular como del sistema de conductos es un determinante en el éxito o fracaso del tratamiento endodóntico. Estas configuraciones anatómicas son variables entre individuos y entre poblaciones, por lo que resulta de gran interés para los clínicos identificar detalladamente la anatomía y las variantes más frecuentes en los grupos poblacionales en donde se realiza la práctica odontológica. El objetivo del presente estudio fue determinar la frecuencia y las características anatómicas de las raíces y del sistema de conductos radiculares de los primeros y segundos premolares maxilares en una población Colombiana.

En el 2009 Estrela y Cols. (32) y Cohenca y Shemesh en el 2015(1) utilizaron imagenología de alta sensibilidad para el apoyo diagnóstico y tratamiento endodóntico como la CBCT, así como Bulut y col. (33) en el 2015. Otras investigaciones utilizaron esta metodología en subpoblaciones de Arabia Saudita(3) y de China(4), en donde reconocieron la utilidad de la tomografía volumétrica de haz cónico para hacer análisis de la morfología radicular y del sistema de conductos en dientes sin extraer.

En el presente estudio los resultados muestran que en la población Colombiana analizada es más frecuente la presencia de dos raíces en los primeros premolares superiores con 53,4%, similar a lo reportado por Abella y Cols. (6) en 2015 en una población Española con 51,4% y más frecuente en el estudio de Elkady y Allouba (3) en 2013 en una población Saudí con un 71,7%; así como en el estudio de Bulut y Cols. (33) en 2015 en el cual se presentó el 70.8% de primeros premolares superiores con dos raíces.

Contrariamente a los estudios de Celikten y Cols, (34) en 2016 los cuales reportan mayor frecuencia de una raíz en primeros premolares con un 53,7% en una población Turca, además del estudio de Martins y Cols. (35) en 2018 en una población Asiática con un 83,2%.

En cuanto al número de conductos se encontró que, en las poblaciones estudiadas por otros autores en países como España, Turquía, China y Arabia Saudita, fue más frecuente dos conductos en el primer premolar superior con porcentajes entre el 72% y el 90%; en la



presente investigación se observó un 89.3%, similar a los datos de estas poblaciones. En el segundo premolar superior la variabilidad fue mayor, en el actual estudio se reportó una frecuencia de un solo conducto en segundos premolares en el 59,7%, similar a lo descrito por Li-Yi y Cols.(36) en una población China en la cual reporta un 52.1%. Contrariamente, en otros estudios, como el de Martins y Cols. (35), realizado en población asiática, y Celikten y Cols.(34) en una población turca, se observó la presencia de un solo conducto en un 74,9% y 79,1% respectivamente. Estos hallazgos en el número de conducto, son útiles para conocer la variabilidad morfológica entre poblaciones y ayudan a la toma de decisiones terapéuticas.

Por otro lado, la clasificación de Vertucci realizada en el presente estudio, mostró que en el primer premolar superior permanente la mayor frecuencia es el tipo IV en el 50,6%, siendo similar a lo encontrado por Abella y Cols. (6) en un población de España con un 52,8% contrario a lo reportado por Elkady y Allouba (3) en una población Saudí en el 70,0%, así como en el estudio de Celikten y Cols. (34) en el que hallaron un 76,8% en una población Turca, sin embargo estos hallazgos contrastan con la investigación de Nazeer (37) en 2018 en la cual el tipo I fue el más frecuente en un 68%. En los segundos premolares la configuración más frecuente fue el tipo I de Vertucci en un 56.6%, el cual supera el 39% de clasificación tipo I para blancos europeos, pero por debajo del 75% de tipo I en asiáticos según Martins (35). Esta variabilidad anatómica determina patrones morfológicos que establecen cercanías o distancias entre grupos poblacionales, en donde al hacer análisis de todas las variables en conjunto se identifica mayor similitud morfológica con los europeos.

Al analizar el número de raíces de primeros y segundos premolares, entre hombres y mujeres, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p>0,05$ ), las mujeres presentaron los primeros premolares con una raíz un 29,6%, siendo mayor que en los hombres con un 20,4%, similar a lo descrito por Shi y Cols. (38) en 2017 en una población China con diferencias marcadas y significativas en el número de raíces tanto en el primer como en el segundo premolar superior ( $p>0,05$ ), en las mujeres presentaron en el primer premolar una raíz un 70,2%, mientras que en los hombres una raíz en ese mismo diente en un 57,9%. En el presente estudio, los hombres presentaron dos raíces en los primeros y segundos premolares, similar a lo reportado por de Lima y Cols.(39) en 2018 ( $p<005$ ).

En este estudio los primeros premolares presentaron una mayor frecuencia de fusión de raíces en un 18,43% y un 5,83% en los segundos premolares. Estos resultados son similares a los reportados por Nazeer (37) en un estudio realizado con CBCT en población Pakistaní con una muestra de 229 premolares superiores, en el que identificaron un 13,2% de primeros premolares con raíces fusionadas y 7% en el segundo premolar superior.

En el estudio actual se encontró la presencia de surcos radiculares en el 19,57% de los primeros premolares y el 6,93% en los segundos premolares, cifras que contrastan fuertemente con el estudio realizado por Booker en 1985 (40), en el cual la presencia de surcos se hallaba entre el 32% y un 100% en dientes con una y dos raíces, sin embargo, en el estudio del autor mencionado, se determinó como surco la presencia de concavidades en las superficies mesiales y distales de la raíz. En otro estudio realizado en 1980 por Gher y Vernino (41) reportaron la presencia de surcos hasta un 78% en dientes extraídos.

## 11 CONCLUSIONES

La morfología del sistema de conductos de los premolares superiores en una población Colombiana demostró un alto grado de variabilidad anatómica entre el primero y el segundo premolar en cuanto a la configuración interna y externa.

La anatomía externa de los primeros premolares superiores presentaron dos raíces con dos conductos en un 89%, y una configuración interna de Vertucci tipo IV, siendo esta la configuración más predominante, mientras que los segundos premolares presentaron raíz única en un 88,9% con un solo conducto en un 59% tipo I de Vertucci, siendo la morfología más frecuente, aun así, se detectó una alta probabilidad de presentar dos conductos en premolares con una sola raíz.

## 12 RECOMENDACIONES

Realizar un estudio multicéntrico en diferentes regiones de Colombia donde se tengan etnias específicas, con el fin de lograr una descripción más precisa de la morfología radicular de acuerdo a la raza.

Los resultados de este estudio deben extenderse a los odontólogos y especialistas como base de conocimiento de la configuración anatómica y sistema de conductos, reconociendo que los premolares superiores pueden presentar variaciones morfológicas complejas, que requieren de apoyo diagnóstico a través de la CBCT para evitar errores en el tratamiento endodóntico, periodontal, ortodóntico o restaurativo.

Promover que el odontólogo general identifique a través de la clasificación propuesta por Vertucci y Beltes, las variaciones y complejidades anatómicas previas a un abordaje intrarradicular, para evitar fracasos en el tratamiento definitivo.

### 13 REFERENCIAS

1. Cohenca N, Shemesh H. Clinical applications of cone beam computed tomography in endodontics: A comprehensive review. *Quintessence Int.* 2015;46(8):657-68.
2. Tian YY, Guo B, Zhang R, Yu X, Wang H, Hu T, et al. Root and canal morphology of maxillary first premolars in a Chinese subpopulation evaluated using cone-beam computed tomography. *Int Endod J.* 2012;45(11):996-1003.
3. Elkady A, Allouba K. Cone Beam Computed Tomographic analysis of root and canal morphology of maxillary premolars in Saudi population. *Egyptian Dental Journal.* 2013;59:3419-29.
4. Yang L, Chen X, Tian C, Han T, Wang Y. Use of cone-beam computed tomography to evaluate root canal morphology and locate root canal orifices of maxillary second premolars in a Chinese subpopulation. *J Endod.* 2014;40(5):630-4.
5. Ok E, Altunsoy M, Nur BG, Aglarci OS, Colak M, Gungor E. A cone-beam computed tomography study of root canal morphology of maxillary and mandibular premolars in a Turkish population. *Acta Odontol Scand.* 2014;72(8):701-6.
6. Abella F, Teixido LM, Patel S, Sosa F, Duran-Sindreu F, Roig M. Cone-beam Computed Tomography Analysis of the Root Canal Morphology of Maxillary First and Second Premolars in a Spanish Population. *J Endod.* 2015;41(8):1241-7.
7. Goldberg Sa. *Endodoncia, técnicas y fundamentos.* panamericana Em, editor2014. 525 p.
8. Guigliani M, Bessone G, Juárez R. La morfología dental en contextos clínicos, antropológicos y forenses. *Rev Estomatol Herediana.* 2014;24(3):194-8.
9. Cohen, Hargreaves, Berman. *Vías de la Pulpa.* Edición a, editor. Elsevier2016.
10. Kim Y, Roh BD, Shin Y, Kim BS, Choi YL, Ha A. Morphological Characteristics and Classification of Mandibular First Molars Having 2 Distal Roots or Canals: 3-Dimensional Biometric Analysis Using Cone-beam Computed Tomography in a Korean Population. *J Endod.* 2018;44(1):46-50.
11. Robinson S, Czerny C, Gahleitner A, Bernhart T, Kainberger FM. Dental CT evaluation of mandibular first premolar root configurations and canal variations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002;93(3):328-32.
12. Low KM, Dula K, Burgin W, von Arx T. Comparison of periapical radiography and limited cone-beam tomography in posterior maxillary teeth referred for apical surgery. *J Endod.* 2008;34(5):557-62.
13. Jayasimha Raj U, Mylswamy S. Root canal morphology of maxillary second premolars in an Indian population. *J Conserv Dent.* 2010;13(3):148-51.

14. Weng XL, Yu SB, Zhao SL, Wang HG, Mu T, Tang RY, et al. Root canal morphology of permanent maxillary teeth in the Han nationality in Chinese Guanzhong area: a new modified root canal staining technique. *J Endod.* 2009;35(5):651-6.
15. Neelakantan P, Subbarao C, Ahuja R, Subbarao CV. Root and canal morphology of Indian maxillary premolars by a modified root canal staining technique. *Odontology.* 2011;99(1):18-21.
16. Vertucci F, Seelig A, Gillis R. Root canal morphology of the human maxillary second premolar. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1974;38(3):456-64.
17. Fan B, Cheung GS, Fan M, Gutmann JL, Bian Z. C-shaped canal system in mandibular second molars: Part I--Anatomical features. *J Endod.* 2004;30(12):899-903.
18. Fan B, Yang J, Gutmann JL, Fan M. Root canal systems in mandibular first premolars with C-shaped root configurations. Part I: Microcomputed tomography mapping of the radicular groove and associated root canal cross-sections. *J Endod.* 2008;34(11):1337-41.
19. Cleghorn BM, Christie WH, Dong CC. Root and root canal morphology of the human permanent maxillary first molar: a literature review. *J Endod.* 2006;32(9):813-21.
20. Covo-Morales E, González-Martínez F, Zabaleta-Garcés G, Arbeláez-Flórez M. Validez y Confiabilidad de dos técnicas radiográficas para la identificación de conductos radiculares. *CES Odontología.* 2013;26(1):33-41.
21. Lenguas A, Ortega R, Samara G, López, M. Tomografía computerizada de haz cónico. Aplicaciones clínicas en odontología, comparación con otras técnicas. *Cient Dent.* 2010;7(2):147-59.
22. Al-Nazhan S, Al-Daafas A, Al-Maflehi N. Radiographic investigation of in vivo endodontically treated maxillary premolars in a Saudi Arabian Sub-population. *Saudi Endodontic Journal.* 2012;2(1):1-5.
23. Robertson D, Leeb IJ, McKee M, Brewer E. A clearing technique for the study of root canal systems. *J Endod.* 1980;6(1):421-4.
24. Jain A, Bahuguna R. Root canal morphology of mandibular first premolar in a gujarati population - an in vitro study. *Dent Res J (Isfahan).* 2011;8(3):118-22.
25. Mupparapu M, Nadeau C. Oral and Maxillofacial Imaging. *Dent Clin North Am.* 2016;60(1):1-37.
26. Swain M, Xue J. State of the art of Micro-CT applications in dental research. *Int J Oral Sci.* 2009;1(4):177-88.
27. Elnour M, Khabeer A, AlShwaimi E. Evaluation of root canal morphology of maxillary second premolars in a Saudi Arabian sub-population: An in vitro microcomputed tomography study. *Saudi Dent J.* 2016;28(4):162-8.
28. Limdiwala P, Shah J. Age estimation by using dental radiographs. *J Forensic Dent Sci.* 2013;5(2):118-22.

29. Beltes P, Kalaitzoglou ME, Kantilieraki E, Beltes C, Angelopoulos C. 3-Rooted Maxillary First Premolars: An Ex Vivo Study of External and Internal Morphologies. *J Endod.* 2017;43(8):1267-72.
30. Ordinola-Zapata R, Monteiro Bramante C, Gagliardi Minotti P, Cavalini Cavenago B, Gutmann JL, Moldauer BI, et al. Micro-CT evaluation of C-shaped mandibular first premolars in a Brazilian subpopulation. *Int Endod J.* 2015;48(8):807-13.
31. Vertucci. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endodontic topics.* 2005;10(1):3-29.
32. Estrela C, Bueno MR, Porto OC, Rodrigues CD, Pecora JD. Influence of intracanal post on apical periodontitis identified by cone-beam computed tomography. *Braz Dent J.* 2009;20(5):370-5.
33. Bulut D, Kose E, Ozcan G, Sekerci A, Canger E, Sisman Y. Evaluation of root morphology and root canal configuration of premolars in the Turkish individuals using cone beam computed tomography. *Eur J Dent.* 2015;9(4):551-7.
34. Celikten B, Orhan K, Aksoy U, Tufenkci P, Kalender A, Basmaci F, et al. Cone-beam CT evaluation of root canal morphology of maxillary and mandibular premolars in a Turkish Cypriot population. *BDJ Open.* 2016;2:15006.
35. Martins J, Gu Y, Marques D, Francisco H, Carames J. Differences on the Root and Root Canal Morphologies between Asian and White Ethnic Groups Analyzed by Cone-beam Computed Tomography. *J Endod.* 2018;44(7):1096-104.
36. Li Y, Bao S, Yang X, Tian X, Wei B, Zheng Y. Symmetry of root anatomy and root canal morphology in maxillary premolars analyzed using cone-beam computed tomography. *Arch Oral Biol.* 2018;94:84-92.
37. Nazeer M, Khan F, Ghafoor R. Evaluation of root morphology and canal configuration of Maxillary Premolars in a sample of Pakistani population by using Cone Beam Computed Tomography. *J Pak Med Assoc.* 2018;68(3):423-7.
38. Shi ZY, Hu N, Shi XW, Dong XX, Ou L, Cao JK. Root Canal Morphology of Maxillary Premolars among the Elderly. *Chin Med J (Engl).* 1302017. p. 2999-3000.
39. de Lima CO, de Souza LC, Devito KL, do Prado M, Campos CN. Evaluation of root canal morphology of maxillary premolars: a cone-beam computed tomography study. *Aust Endod J.* 2018.
40. Booker B 3rd, Loughlin D. A morphologic study of the mesial root surface of the adolescent maxillary first bicuspid. *J Periodontol.* 1985;56(11):666-70.
41. Gher M, Vernino A. Root morphology--clinical significance in pathogenesis and treatment of periodontal disease. *J Am Dent Assoc.* 1980;101(4):627-33.