

**USO DE LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE HAZ CÓNICO PARA EVALUAR LA
MORFOLOGÍA DE LA RAÍZ Y EL CONDUCTO RADICULAR DE LOS PRIMEROS Y SEGUNDOS
MOLARES INFERIORES EN PACIENTES DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Tesis presentada por

INGRID ANAITÉ RUIZ ARREAGA

**Ante el Tribunal de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que
practicó el Examen General Público, previo a optar al Título de:**

CIRUJANA DENTISTA

Guatemala, noviembre de 2,015

**USO DE LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE HAZ CÓNICO PARA EVALUAR LA
MORFOLOGÍA DE LA RAÍZ Y EL CONDUCTO RADICULAR DE LOS PRIMEROS Y SEGUNDOS
MOLARES INFERIORES EN PACIENTES DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Tesis presentada por

INGRID ANAITÉ RUIZ ARREAGA

**Ante el Tribunal de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que
practicó el Examen General Público, previo a optar al Título de:**

CIRUJANA DENTISTA

Guatemala, noviembre de 2,015

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Decano:	Dr. Edgar Guillermo Barreda Muralles
Vocal Primero:	Dr. Edwin Oswaldo López Díaz
Vocal Segundo:	Dr. Henry Cheesman Mazariegos
Vocal Tercero:	Dr. Jorge Eduardo Benítez De León
Vocal Cuarto:	Br. José Rodrigo Morales Torres
Vocal Quinto:	Br. Stefanie Sofía Jurado Guillo
Secretario Académico:	Dr. Julio Rolando Pineda Cordón

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PÚBLICO

Decano:	Dr. Edgar Guillermo Barreda Muralles
Vocal Primero:	Dr. Carlos Guillermo Alvarado Barrios
Vocal Segundo:	Dr. José Fernando Ávila González
Vocal Tercero:	Dr. Kenneth Roderico Pineda Palacios
Secretario Académico:	Dr. Julio Rolando Pineda Cordón

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Mi padre terrenal y celestial sin ti nada de esto hubiera sido posible, me guiaste por el buen camino y tu bondad y misericordia fueron más que buenas conmigo, es gracias a ti que hoy puedo decir: ¡lo logré! Me diste las fuerzas para seguir adelante y no desmayar, siempre serás quien dirija el destino de mi vida.

A MIS PADRES

Eddy Fernando Ruiz Archila (†) por las enseñanzas que me diste y que a pesar de nuestra distancia física siento que has estado siempre conmigo, cuidándome y guiándome desde el cielo y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí, eres mi ángel guardián y protector, te lo dedico con todo mi corazón, siempre te amaré.

Miriam Arreaga Mejía con todo mi amor para la persona que se esforzó para que yo pudiera lograr mi sueño, es a ti a quien le debo cada uno de mis logros y por quien he logrado llegar hasta aquí, tú has sido el motor que me ha impulsado cada día a ser mejor, tu esfuerzo ha sido impresionante y tu amor para mí ha sido invaluable, tengo mucho que agradecerte, este triunfo también es tuyo.

A MI HERMANO

Juan Pablo, un hermano inigualable, mi compañero de toda la vida, quiero agradecerte el apoyo que me has dado. Te admiro más allá de lo que te imaginas.

A MI TIO

Amilcar Arreaga (†), en los años que Dios me permitió compartir a tu lado recibí lo mejor de ti, tus enseñanzas las atesoro en mi corazón, siempre te extrañaré.

A MI FAMILIA	Especialmente a la Familia Ruiz Arenales, Ruiz Archila, Arreaga Mejía, Menéndez Arreaga, Guerra Arreaga, Junge Roth y Virginia Valdez; Con especial cariño a Doris Arreaga y Roberto Hoffman, gracias por todo su amor y por estar conmigo siempre que los he necesitado, los amo. A Ricardo Mack, gracias por tu apoyo en el año más difícil de mi carrera, que hubiera hecho sin ti.
A MIS PRIMOS	Más que primos los considero hermanos, gracias por estar presentes en todo momento, darme de su cariño y apoyo, los quiero mucho.
A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS	Sin excluir a ninguno pero en especial a Jessica, Sandra, Manolo, Wendy, Cesar, Gabriela, Rome ,Isa y Ericka Marroquín ; he aprendido y disfrutado mucho con cada uno, gracias por su ayuda y la amistad sincera que me han brindado, los quiero mucho, los recordaré por siempre.
A MIS PADRINOS	Rony Ruiz e Irma Arreaga gracias porque en esos momentos difíciles siempre han estado, por su apoyo, comprensión, regaños y cariño, son parte de este logro. Dr. Kenneth Pineda por nunca dejarme sola, por su apoyo incondicional, paciencia y guiarme no solo en la elaboración de la tesis, sino a lo largo de mi carrera profesional compartiendo sus conocimientos, brindándome la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia, por sus acertados y valiosos consejos. Sus enseñanzas serán lecciones para mi vida, gracias por hacer de mí una profesional digna.
A MIS CATEDRÁTICOS	Dr. Guillermo Barreda Muralles, Dr. Alejandro Ruiz, Dr. Byron Valenzuela, Dr. Otto Guerra, Dr. Otto Torres, Dr. Bruno Whencke y Dra. Lucrecia Chinchilla muchas gracias por sus consejos, enseñanzas y apoyo desinteresado e incondicional.

TESIS QUE DEDICO

A DIOS:	Por guiarme y nunca dejarme sola.
A MI MADRE:	Por apoyarme, creer en mí y por tu gran esfuerzo.
A MI HERMANO:	Por ser mi compañero de toda la vida y apoyarme.
A MI FAMILIA:	Por su amor y soliaridad.
A MIS AMIGOS:	Por su cariño incondicional.
A MIS ASESORES:	Dr. Carlos Alvarado Barrios y Dr. Kenneth Pineda por brindarme su tiempo, paciencia y enseñanzas.
A MIS PACIENTES:	Por confiar en mí.
A MIS CATEDRÁTICOS:	Por sus consejos, enseñanzas y apoyo.
A MI ALMA MATER:	Universidad de San Carlos de Guatemala, por ser mi casa de estudios y brindarme el conocimiento para poder ser un profesional.
A LA FACULTAD	
DE ODONTOLOGÍA:	Por prepararme y enseñarme esta profesión.
AGRADECIMIENTO	Dr. Luis Archila y Dr. Héctor Klee por el tiempo y paciencia que me brindaron
ESPECIAL A:	Ing. Ramiro Diéguez Soberanis por su ayuda en la elaboración de la tesis.

Un agradecimiento especial a todas las personas que contribuyeron a que yo pudiera alcanzar este éxito.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Tengo el honor de someter a su consideración mi trabajo de tesis titulado: **“USO DE LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE HAZ CÓNICO PARA EVALUAR LA MORFOLOGÍA DE LA RAÍZ Y EL CONDUCTO RADICULAR DE LOS PRIMEROS Y SEGUNDOS MOLARES INFERIORES EN PACIENTES DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA.”**, conforme lo demandan los estatutos de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar al título de:

CIRUJANA DENTISTA

Y a ustedes miembros del Honorable Tribunal Examinador, acepten las muestras de mi más alta estima y respeto.

ÍNDICE

I.	SUMARIO	1
II.	INTRODUCCIÓN	3
III.	ANTECEDENTES	5
IV.	PROBLEMA	7
V.	JUSTIFICACIÓN	8
VI.	MARCO TEÓRICO	10
6.	Radiografías convencionales	10
6.1	Limitaciones de la radiografía convencional para el diagnóstico de endodoncia	11
6.1.1	La compresión de la anatomía tridimensional	11
6.1.2	Distorsión geométrica	12
6.1.3	Ruido anatómico	14
6.2	Técnicas avanzadas radiográficas para el diagnóstico endodóntico	14
6.2.1	Tomografía computarizada de apertura (TACTO)	15
6.2.2	Resonancia magnética (MRI)	16
6.2.3	El ultrasonido (US)	17
6.2.4	La tomografía computarizada (TC)	19
6.2.5	Tomografía computarizada de haz cónico	20
6.3	Morfología anatómica de las raíces y conductos de los molares inferiores permanentes	25
6.3.1	Primer Molar Inferior	25
6.3.2	Segunda Molar Inferior	26
6.3.3	Sistema de conductos en forma de C	26
6.4	Nomenclatura para Endodoncias	27
6.4.1	Variaciones de raíz	29
6.4.2	Modificaciones para Variaciones Anatómicas raras	31
VII.	OBJETIVOS	33
	Objetivo General:	33
	Objetivos Específicos:	33
VIII.	HIPÓTESIS	34
	Hipótesis nula:	34
	Hipótesis Alternativa:	34
X.	VARIABLES	35
	Dependiente	35
	Independiente	35
XI.	METODOLOGÍA	36

Población y Muestra	36
Técnica diagnóstica	36
Criterios de inclusión	36
Criterios de exclusión	36
Métodos estadísticos	37
XII. RECURSOS	40
XIII. ÉTICA EN INVESTIGACIÓN	40
XIV. RESULTADOS	41
Primeras molares inferiores	41
Segundas molares inferiores	42
Primeros molares inferiores	50
Segundos molares inferiores	51
XVI. CONCLUSIONES	57
XVII. RECOMENDACIONES	58
XVIII. BIBLIOGRAFÍA	59
XIX. ANEXOS	62
XX. FIGURAS	67
XXI. TABLAS	69
XXII. GRÁFICAS	70

I. SUMARIO

Se recolectaron imágenes de 108 pacientes ingresados en la Facultad de Odontología con sus respectivas tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT) de quienes se observaron las primeras y segundas molares inferiores permanentes con desarrollo completo radicular, ápices cerrados y sin tratamiento de conductos radiculares.

Se seleccionó información de las imágenes de las primeras y segundas molares inferiores derechas e izquierdas y se analizaron utilizando tres planos; sagital, axial y coronal contenidas en una computadora. Se describió y registró el número de raíces y su morfología, el número de conductos por raíz, la presencia de la raíz distolingual en los primeros molares mandibulares y la presencia de los conductos en forma de “C”. La morfología de la raíz y el conducto radicular se clasificó de acuerdo al método de Zhang que divide el número de raíces y número de conductos por raíz.

Se evaluaron un total de 420 molares de la arcada inferior, de los cuales 210 piezas correspondían a primeros molares inferiores. Se observaron molares de dos raíces separadas una mesial y otra distal analizadas en sus diferentes variantes. La variante I que significa un conducto por cada raíz fue observada con un (4%) del lado izquierdo y (3%) del lado derecho; la variante III que significa dos conductos en la raíz mesial y un conducto en la raíz distal con un (73%) del lado izquierdo y (76%) del lado derecho; la variante IV que significa dos conductos en la raíz mesial y dos conductos en la raíz distal con un (16%) en el lado izquierdo y (11%) lado derecho. Además se evaluaron piezas que presentan tres raíces, en donde la variante VI significa dos conductos en la raíz mesial, un conducto en la raíz distobucal y un conducto en la tercera raíz distolingual; esta variante fue observada en un (5%) lado izquierdo y (9%) lado derecho.

En relación a los segundos molares inferiores también fueron evaluadas 210 piezas, de las cuales se observaron molares de dos raíces separadas una mesial y otra distal en donde la variante III significa dos conductos en la raíz mesial y un conducto en la raíz distal, se presentó (53%) del lado izquierdo y (53%) del lado derecho; la variante I significa un conducto por cada raíz se observó (20%) del lado izquierdo y (15%) del lado derecho; la variante IV significa dos conductos en la raíz mesial y dos conductos en la raíz distal, se observó (3%) del lado derecho y ninguna (0%) del lado derecho; en estas piezas también se evaluaron piezas con tres raíces, la variante V significa un conducto por cada una de

las tres raíces, una mesial, una distobucal y una distolingual que se representó con (1%) en el lado izquierdo y ninguno (0%) del lado derecho. Así como también se evaluaron piezas con una sola raíz, en donde la variante VIII significa una raíz con un conducto, se observó (1%) del lado izquierdo y (3%) del lado derecho. Y por último se evaluaron los conductos en C llamados así por la forma parecida a esta letra se encontraron con una baja incidencia en las primeras molares mandibulares; con dos raíces se encontraron en un porcentaje del lado izquierdo de (3%) y del lado derecho (1%) y ningún conducto en C (0%) con una raíz. En las segundas molares mandibulares conductos en C con una raíz se encontraron en un porcentaje del lado izquierdo de (3%) y del lado derecho (6%); los conductos en forma de C con dos raíces se encontraron en un porcentaje del lado izquierdo de (6%) y del lado derecho (23%), un porcentaje más alto que los primeros molares inferiores.

A los resultados obtenidos se les aplicó el método estadístico de Kruskal Wallis para muestras no paramétricas, para determinar la significación estadística con un 95% de confiabilidad.

II. INTRODUCCIÓN

Para realizar un tratamiento endodóntico de manera exitosa, es necesario el conocimiento acerca de la morfología de los conductos radiculares ya que es transcendental para el éxito del tratamiento. Con esto de base, es importante una cuidadosa interpretación de las radiografías, el acceso adecuado al interior del diente y su correcta exploración, usando iluminación y magnificación ⁽¹⁵⁾.

Con el fin de poder enfrentar de manera correcta los distintos casos que se presentan en la práctica clínica de la endodoncia, y poder abordar el sistema de conductos de la mejor manera, es fundamental conocer las variaciones anatómicas que existen, para así poder visualizar la anatomía interna de cada caso clínico ⁽⁹⁾.

Las radiografías convencionales no siempre permiten determinar la morfología correcta del diente a tratar, debido a que se trata de una imagen plana en la que hay superposición de estructuras, brindando información limitada. Por lo tanto se deben conocer sus limitaciones y las distintas técnicas que pueden ayudar a descifrar la morfología del diente a tratar ⁽¹⁵⁾.

Es importante utilizar todos los recursos disponibles para detectar y seguir el sistema de conductos, y sólo el conocimiento previo de la anatomía externa e interna de los dientes nos orientará en esta búsqueda. La evolución de la imagen convencional en imágenes 2D a 3D otorga beneficios para el paciente y para el clínico ⁽¹⁹⁾.

La tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) gracias a los avances tecnológicos está especialmente diseñada para producir imágenes de alta resolución e información tridimensional para aplicaciones dentales, esta tiene ventajas en la detección de los signos clínicos y la precisión en el diagnóstico, para aplicaciones en odontología, reduce el tiempo de exploración. Entre los beneficios para el paciente está el menor tiempo de exposición a la radiación ⁽¹⁹⁾.

El CBCT representa el desarrollo de un tomógrafo relativamente pequeño y de menor costo, especialmente dedicado para la región dentomaxilofacial. El desarrollo de esta tecnología está permitiendo a los profesionales realizar exploraciones dinámicas de las imágenes adquiridas, incluso la reproducción de una imagen tridimensional de tejidos mineralizados maxilofaciales, con mínima distorsión ⁽¹⁵⁾.

El CBCT aplicado a la endodoncia está dando beneficios como la exploración previa de la anatomía radicular que permite al especialista tomar mejores decisiones y establecer un adecuado tratamiento. También permite diagnosticar reabsorciones radiculares en las diferentes superficies y tercios radiculares, periodontitis apical en estadios iniciales, fracturas radiculares verticales y horizontales, perforaciones radiculares, identificación de instrumentos separados entre otros ⁽¹⁹⁾.

Tiene una mayor sensibilidad que la radiografía convencional, en la evidencia inicial de la enfermedad periapical, al detectar tempranamente estadios iniciales de cambios radiolúcidos versus cambios hipodensos alrededor del ápice radicular ⁽¹⁵⁾.

El estudio de la anatomía de los conductos radiculares es difícil ya que es muy compleja y variable. Especialmente los dientes multirradiculares representan un desafío constante para el endodoncista. Existe para cada diente una morfología que corresponde a lo más común, pero constantemente en la literatura existen nuevos reportes de casos de variaciones anatómicas atípicas, por lo que el clínico debe estar actualizado en este aspecto ⁽¹⁵⁾.

Existen diversos estudios que intentan determinar la frecuencia de aparición de estas variaciones anatómicas, considerando variables como el número de conductos en cada raíz, el número de raíces y la presencia de fusiones, sin embargo la literatura describe una incidencia variable. Esta variabilidad puede atribuirse a la raza, la edad y el género de la población ⁽¹⁹⁾.

El objetivo de este estudio fue describir y caracterizar por medio de CBCT la morfología de los conductos de la raíz de los primeros y segundos molares inferiores en pacientes atendidos en la Facultad de Odontología de la Universidad San Carlos de Guatemala.

III. ANTECEDENTES

Reconocer las variaciones de la anatomía del conducto radicular, es un requisito esencial para el éxito del diagnóstico y tratamiento endodóntico. La complejidad de la anatomía del conducto radicular presenta desafíos clínicos y dificultades como requerir modificaciones de acceso y habilidades clínicas para lograr el éxito que ponen en riesgo el objetivo principal de este tratamiento. La falta de habilidad para detectar, debridar y obturar todos los conductos existentes es la causa mayor del fracaso endodóntico ⁽¹⁹⁾.

El conocimiento previo de la raíz y el conducto radicular facilita la detección precisa de todos los conductos de la raíz de un diente durante el tratamiento endodóntico ⁽¹⁹⁾.

Diversas investigaciones de las variaciones en los sistemas de conductos radiculares y rasgos característicos en diferentes razas han sido descritas y publicadas ⁽⁹⁾.

La anatomía interna de los conductos y morfología radicular ha sido evaluada con diferentes técnicas como la diafanización con tinción del conducto, inyección de resina plástica, radiografías convencionales y digitales, seccionando dientes con microscopio operatorio, examinando con magnificación, evaluación de escáner con microscopia electrónica, microtomografía computarizada y con la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT). El CBCT desarrollado a finales de los 90s, produce una imagen tridimensional del esqueleto maxilofacial con una considerable menor dosis de radiación que la tomografía computarizada convencional (CT) así como también puede capturar datos de imágenes de 40mm de alto aproximadamente y 40 mm de ancho que es similar a una radiografía periapical ⁽¹⁴⁾. El tiempo de escaneo es típicamente entre 10 y 40 segundos dependiendo del escáner utilizado, esto contrasta con la continua exposición del CT convencional y reduce sustancialmente la exposición de la radiación ⁽¹⁷⁾. El CBCT ha demostrado que proporciona al clínico la capacidad de observar un área en tres planos diferentes, es una herramienta práctica, que ha sido utilizada para hacer evaluaciones en tres imágenes combinadas, sagital, coronal y axial de la morfología de la raíz y del conducto radicular observándose el número de conductos, su convergencia o divergencia entre sí ⁽¹⁶⁾.

A partir de este punto el CBCT se ha utilizado para ayudar a la identificación del sistema de los conductos radiculares ⁽¹⁹⁾.

Los primeros molares inferiores son los primeros dientes permanentes en hacer erupción y a menudo requieren tratamiento endodóntico por la caries temprana que ocurre en ellos ⁽³⁾. Es típico que el primer molar permanente posea dos raíces bien definidas. La raíz mesial con una superficie mesiodistal aplanada y amplia buco lingualmente. La raíz distal es típicamente recta con un conducto oval amplio o dos conductos circulares ⁽²⁰⁾. Sin embargo la presencia de una raíz adicional se ha reconocido en varias investigaciones lo que es determinante para tener el conocimiento de esta característica morfológica del primer molar inferior ⁽²⁰⁾.

Estudios preliminares han demostrado que la morfología más común en los segundos molares inferiores han sido dos raíces, sin embargo otros estudios han demostrado la presencia de conductos en C ⁽¹⁰⁾. Estos conductos presentan amplias variaciones en su configuración la alta incidencia de conductos laterales, anastomosis transversales, deltas apicales e irregularidades, asociadas a estos conductos con configuración en C dificultando la limpieza, conformación y obturación del tratamiento en endodoncia ⁽¹⁰⁾.

El CBCT es un dispositivo que aporta información importante de imágenes detalladas en tres dimensiones para el diagnóstico y plan de tratamiento durante la terapia endodóntica ⁽⁶⁾. La combinación de imágenes coronal, sagital y axial elimina la superposición de estructuras anatómicas ⁽⁶⁾.

Diversos estudios se han publicado en revistas indexadas con la clasificación morfológica de Zhang. Dicha clasificación es para analizar la raíz y conductos radiculares de los molares inferiores permanentes debido a que la interpretación es sencilla de poder realizar en este tipo de investigaciones ⁽²⁵⁾.

Además publicaciones que hacen mención de la morfología radicular de los primeros y segundos molares inferiores de la población guatemalteca evaluados por medio del CBCT, han reflejado que no se encontraron datos, lo cual corrobora la necesidad de realizar estudios como el que se plantea.

Se ha buscado en la biblioteca de la Facultad de Odontología temas de investigación acerca de la morfología radicular de los primeros y segundos molares inferiores, pero no se ha encontrado información utilizando CBCT. También se acudió a la disciplina de Anatomía dental encontrándose solamente investigaciones de morfología oclusal de las piezas dentales, pero ninguna de morfología radicular ^(12,1). En nuestra Facultad existen investigaciones sobre la frecuencia del conducto mesio-palatino en primeras molares superiores permanentes, pero sin ser evaluados con CBCT ^(15,10).

IV. PROBLEMA

La anatomía dental y de los conductos radiculares es para el odontólogo lo que la anatomía humana es para el médico y cirujano. El conocimiento previo de la raíz y morfología del conducto radicular facilita la detección precisa de todos los conductos de la raíz de un diente durante el tratamiento endodóntico. El no tener el conocimiento de las diferentes variaciones morfológicas de los molares inferiores es para el clínico una de las posibles causas de un mal diagnóstico, mal plan de tratamiento y disminución en el éxito clínico ⁽⁹⁾.

Como una innovadora técnica diagnóstica el CBCT proporciona información completa sobre el conducto de la raíz desde direcciones diferentes que no podrían ser detectadas utilizando radiografías convencionales u otras técnicas clínicas ⁽¹⁶⁾. Variaciones en el sistema de conductos radiculares y las características en las diferentes razas deben de ser reconocidas antes y durante el tratamiento endodóntico. Estudios de diferentes poblaciones de otros países se han descrito utilizando CBCT, pero ninguno de nuestro país utilizando este dispositivo ⁽²⁰⁾.

La falta de información en el odontólogo guatemalteco de la anatomía de los conductos radiculares de las primeras y segundas molares permanentes inferiores con sus respectivas individualidades podría poner en riesgo el pronóstico de los tratamientos endodónticos ⁽²⁰⁾.

Por lo anteriormente descrito cabe preguntar ¿Cuál será la morfología de la raíz y del conducto radicular de las primeras y segundas molares permanentes inferiores que presentarán los pacientes de la Facultad de Odontología de la USAC en las proyecciones con tomografía computarizada de haz cónico?

V. JUSTIFICACIÓN

El estudio de la anatomía de los conductos radiculares es importante no solo para la práctica clínica dental sino que también tiene un gran significado antropológico. Diferentes técnicas in vitro han sido descritas para evaluar la morfología interna de los conductos radiculares, pero clínicamente el CBCT provee un excelente diagnóstico, es una herramienta práctica, no invasiva, en tres dimensiones (3D) con dosis de radiación mínima y exposición en segundos para el paciente para detectar las variaciones anatómicas radiculares ⁽¹⁶⁾.

El CBCT proporciona información con imágenes en tres planos axial, sagital y coronal dando una imagen tridimensional sobre el conducto de la raíz que no pueden ser detectados utilizando radiografías convencionales o técnicas clínicas como clarificar los dientes con tinciones. El conocimiento previo de la raíz y el del conducto radicular facilita la detección precisa de todos los conductos de la raíz de un diente durante el tratamiento endodóntico. Aunque diversas técnicas se han utilizado en estudios de evaluación de la morfología de conductos, el uso reciente de CBCT ha hecho posible llevar a cabo un análisis global 3D no destructivo de la morfología externa e interna de la raíz y del conducto radicular ⁽⁶⁾.

Es necesario investigar las variaciones de la anatomía radicular y sus características en diferentes grupos raciales en contexto clínico. La presencia y la identificación de una raíz distolingual en un primer molar inferior permanente es una llave para el éxito del tratamiento del conducto y cuidado periodontal. O el identificar conductos con formas en C para poder abordarlos y tratarlos de la mejor forma posible ⁽¹⁸⁾.

El método tradicional con radiografías convencionales o digitales tiene limitaciones para poder determinar con precisión conductos con variaciones morfológicas como puede suceder en los segundos molares inferiores. Estudios con microscopio operatorio han evaluado la anatomía del diente. Las imágenes del CBCT han demostrado ser útiles y precisas en detectar lesiones periapicales y en evaluar la morfología del conducto radicular ⁽¹⁸⁾. El CBCT también ha sido utilizado para estimar la distancia inter orificio del conducto radicular como una innovación tecnológica en endodoncia. Este dispositivo con baja radiación y alta resolución tiene ventajas sobre la tomografía tradicional convencional ⁽¹⁰⁾. La dosis de radiación del CBCT es de 7.3 μ Sv, tomando en cuenta que la radiación de una radiografía

panorámica es de 6.3 μSv y la de una periapical es de 5 μSv , lo que nos muestra que la dosis de radiación es mínima comparado con la TC que es de 1500 μSv ^(16,6,26).

Es importante hacer investigación acerca de la anatomía de las raíces de los conductos radiculares de los primeros y segundos molares inferiores permanentes ya que facilita la detección precisa de todos los conductos de la raíz de un diente durante el tratamiento endodóntico, y el no tener el conocimiento las variaciones que pueden presentarse nos puede dar un mal diagnóstico, tratamiento y disminución en el éxito clínico.

Se hizo el estudio en primeras y segundas molares inferiores permanentes ya que según estudios previos se han establecido que son las piezas dentales que más variantes morfológicas radiculares presentan.

En Guatemala no hay estudios acerca de la morfología radicular de las primeras y segundas molares inferiores permanentes. La información documentada hasta el momento es de distintas poblaciones a nivel mundial como por ejemplo investigaciones en poblaciones en China, India, Brasil, Turquía; por lo que es importante obtener datos de nuestro país.

VI. MARCO TEÓRICO

6. Radiografías convencionales

La radiografía convencional es una herramienta de diagnóstico importante, en el cual el haz de rayos X incide en el área deseada del paciente, exponiendo a este a cantidades mínimas de radiación, que proporcionan ventajas como facilidad al tomar la radiografía y su bajo costo. Posteriormente inició la radiología digital que brinda mejores ventajas gestionando la información de manera flexible. Esta fue introducida a mediados de los 90 dando una rápida obtención de la imagen radiográfica, dosis de radiación baja, reutilización, almacenamiento, eliminación del proceso químico dando mayor comodidad al paciente y al odontólogo ⁽²⁴⁾.

Hoy en día existen múltiples avances tecnológicos que nos brindan mejores ventajas dejando atrás las radiografías convencionales, que al ser utilizadas en endodoncia producen información limitada debido a la naturaleza de dos dimensiones en las imágenes producidas, la distorsión geométrica y el ruido anatómico ⁽²⁴⁾.

En endodoncia las radiografías son un componente fundamental, ya que principalmente sustentan el diagnóstico, plan de tratamiento y control intra-operatorio. Las radiografías periapicales intraorales son usualmente utilizadas durante los procedimientos de endodoncia debido a que proporcionan información útil para la localización de lesiones periapicales. A pesar de su uso generalizado, las imágenes periapicales producen información limitada (fig.1) ⁽¹⁸⁾.

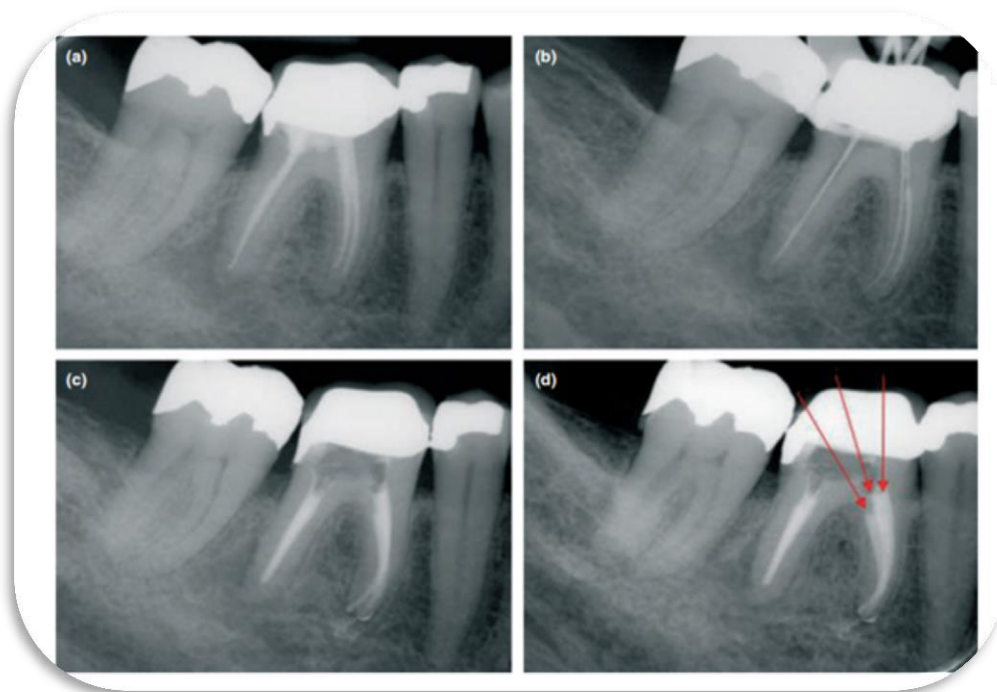


Fig.1 Radiografías periapicales de un primer molar mandibular inferior derecho con tratamiento radicular. (a) Pretratamiento en la cual la radiografía revela tres conductos bien obturados (dos mesiales y uno distal) (c, d) después del tratamiento se muestra en la radiografía dos conductos adicionales que han sido identificados y tratados, las flechas indican la entrada de cada uno de los tres conductos mesiales. Estos conductos adicionales no se identificaron en la radiografía de pre-tratamiento o en (c) ⁽¹⁷⁾.

6.1 Limitaciones de la radiografía convencional para el diagnóstico de endodoncia

Imágenes convencionales, ya sea capturado por la película de rayos X o sensores digitales dan información limitada por diferentes motivos, que se presentan a continuación: ⁽¹⁷⁾.

6.1.1 La compresión de la anatomía tridimensional

Las radiografías convencionales limitan el rendimiento y diagnóstico, ya que muestran una imagen bidimensional. Las características importantes del diente y sus tejidos adyacentes se visualizan en proyecciones mesial y distal es decir en un único plano (proximal). Se presentan características similares en el plano buco lingual (es decir, la tercera dimensión) la cual puede no ser plenamente apreciada. La relación espacial de la raíz, las estructuras anatómicas adyacentes y lesiones periapicales pueden no ser verdaderamente evaluadas con las radiografías convencionales, por las limitaciones que esta posee. Además, la ubicación, la naturaleza y forma de las estructuras de la raíz pueden ser difíciles de evaluar (fig.2) ⁽¹⁷⁾.

La información de la tercera dimensión es de importancia en la planificación de una cirugía, donde la angulación de la raíz en la placa cortical, el espesor de la placa cortical y la relación de la raíz a las estructuras anatómicas adyacentes son clave para ubicar diferentes estructuras, como el nervio dentario inferior, agujero mentoniano o seno maxilar, que deben tomarse en cuenta ⁽¹⁸⁾.

En la radiografía convencional varias tomas intraorales en diferentes ángulos pueden ser necesarias para el diagnóstico de las lesiones dentales traumáticas (fracturas radiculares, luxaciones y avulsiones), no garantizando la identificación de toda la anatomía o enfermedad presente ⁽¹⁷⁾.

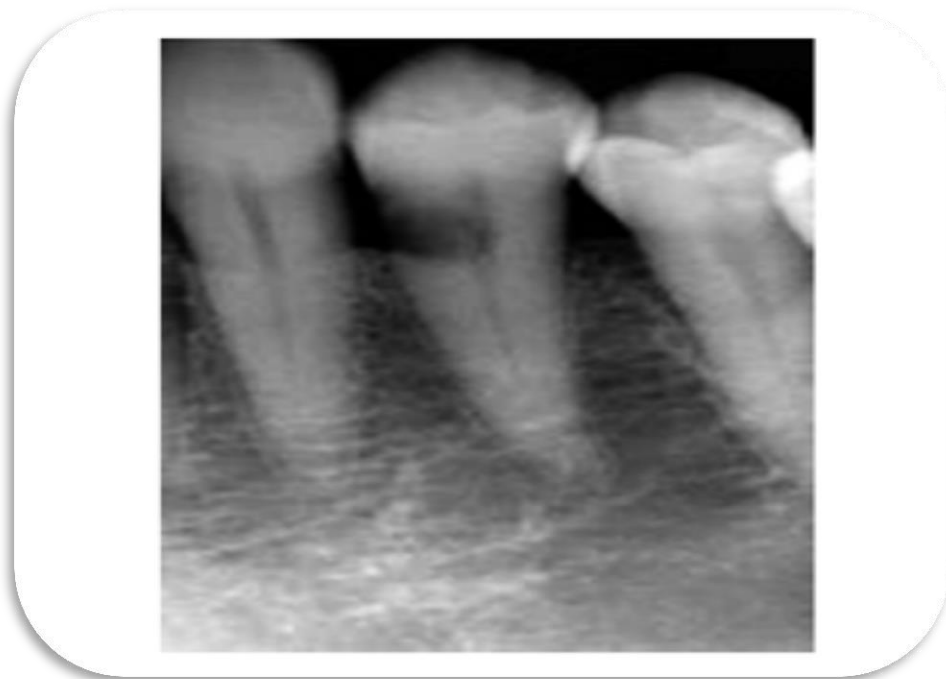


Fig.2 Radiografía convencional periapical que presenta defecto de resorción en el cuello cervical en el primer premolar derecho permanente, la lesión ha provocado reabsorción, pero la profundidad de la lesión no puede ser determinada a partir de las radiografías periapicales convencionales ⁽¹⁷⁾.

6.1.2 Distorsión geométrica

“Las imágenes radiográficas, debido a la complejidad del esqueleto maxilo-facial, no siempre se reproducen con precisión. Idealmente, las radiografías deben tomarse con una técnica paralela y no la técnica de bisectriz ya que produce una geometría más exacta. Una serie de investigaciones llegaron a la conclusión de que la técnica paralela es más precisa que la técnica de bisectriz. Para una reproducción precisa de la anatomía, la imagen receptor (película de rayos X o el sensor digital) deben

ser paralelos al eje largo del diente, y el haz de rayos X debe ser perpendicular al receptor de imagen y el diente que se está evaluando. Este es generalmente posible en la región molar de la mandíbula en el que el piso de boca puede acomodar el receptor de la imagen, aunque puede haber compromisos en pacientes con bocas pequeñas, las náuseas o la mala tolerancia al receptor. En el maxilar superior, la bóveda palatina profunda también puede evitar la posición ideal del receptor de imagen intra oral incluso cuando se utiliza un haz apuntando con el dispositivo. Esta falta de orientación de eje largo resulta en distorsión geométrica en imagen radiográfica”⁽¹⁷⁾.

En varias ocasiones las raíces divergentes no serán mostradas con precisión en una sola exposición radiográfica, se requerirán varias radiografías, debido a diversos grados de distorsión. Lo cual disminuye en un porcentaje muy alto cuando la toma de radiografías periapicales se hace con la técnica de paralelismo (fig.3)⁽¹³⁾.

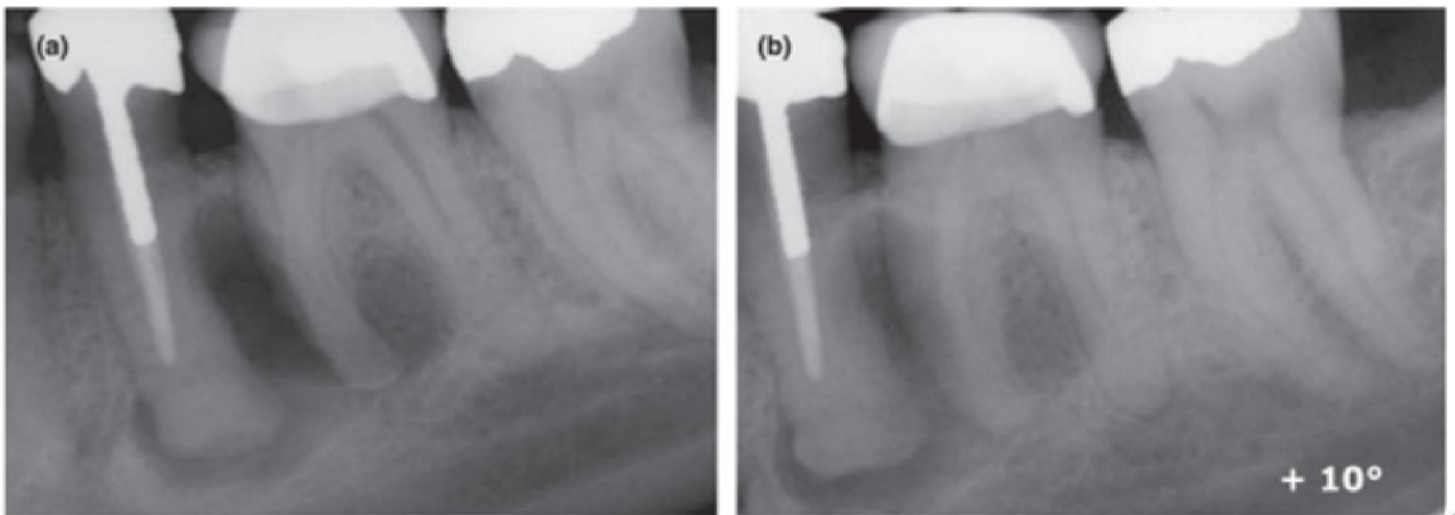


Fig. 3 Radiografías periapicales convencionales realizadas con la técnica paralela de un premolar y molares inferiores izquierdos con una lesión radiolúcida. No es posible determinar la profundidad de la lesión, es decir, que tiene perforado la cortical lingual y hay un segundo conducto no tratado⁽¹⁷⁾.

6.1.3 Ruido anatómico

Antes de iniciar un tratamiento de endodoncia, una radiografía es necesaria para permitir al odontólogo familiarizarse con la anatomía de la raíz y de reconocer posibles complicaciones que pueden afectar el éxito del tratamiento. La superposición de las raíces o características anatómicas que se presentan en una radiografía intra oral pueden oscurecer anatomía del conducto/os ⁽²⁾ o área de interés resultando difícil interpretar imágenes radiográficas ⁽¹⁸⁾. Estas características anatómicas se conocen como anatomía estructurada o ruido de fondo y puede ser opaco a la radiación (contra el piso cigomático) o radiolúcida (foramen incisivo, seno maxilar). Cuanto más complejo sea el ruido anatómico, mayor es la reducción en el contraste dentro de la zona de interés con el resultado de que la imagen radiográfica puede ser más difícil de interpretar ⁽¹⁸⁾.

Por primera vez el Dr. Brynolf un endodoncista, observó el problema del ruido anatómico, señalando que la proyección del conducto sobre los ápices de los incisivos superiores puede complicar la interpretación radiográfica. Varios estudios han concluido que las lesiones periapicales, que se limitan al hueso esponjoso no se visualizan fácilmente en las radiografías. Las lesiones periapicales pueden ser detectados correctamente cuando está confinado al hueso esponjoso, siempre que el hueso cortical fuese delgado y la anatomía con el mínimo ruido. Tales lesiones pueden pasar desapercibidas por debajo una corteza más gruesa. El ruido anatómico también explica cierta subestimación del tamaño de la lesión periapical en imágenes radiográficas ⁽¹⁷⁾.

El ruido anatómico depende de varios factores, incluyendo: la sobre posición anatómica, el espesor del hueso esponjoso y cortical y finalmente, la relación de los ápices radiculares del hueso cortical ⁽¹⁷⁾.

6.2 Técnicas avanzadas radiográficas para el diagnóstico endodóntico

Técnicas alternativas se han propuesto para mejorar las limitaciones de las radiografías intraorales. En la endodoncia, algunas de estas técnicas pueden mejorar el rendimiento de diagnóstico y ayudar al procedimiento clínico-paciente ⁽¹⁷⁾.

6.2.1 Tomografía computarizada de apertura (TACTO)

La tomografía computarizada de apertura trabaja en base a una extensión de la tomosíntesis que con una implementación facilita reconstrucciones en 3-D ⁽²⁾, implementándose fácilmente en una serie de 8 a 10 imágenes radiográficas que están expuestas a diferentes geometrías de proyección usando una programable unidad de imagen, con software especializado para reconstruir un conjunto de datos tridimensional que puede considerarse corte por corte ⁽¹⁷⁾.

Poseen menos superposición de ruido anatómico sobre el área de interés, la dosis de radiación total no es mayor de 1-2 veces que la de una radiografía periapical convencional como la dosis total de exposición se divide entre la serie de exposiciones tomadas con tacto así como la ausencia de artefactos resultantes de la interacción de radiación con restauraciones metálicas. TACTO es más informativo para el diagnóstico, tuvo más impacto en las opciones de tratamiento posibles que las radiografías convencionales ⁽¹⁷⁾.

Recientemente, los estudios han concluido que es adecuado para detectar fracturas radiculares verticales. En uno de estos estudios, fracturas radiculares verticales oblicuas fueron inducidos en el tercio medio en dientes tratados endodónticamente (fig.4). Estos dientes fueron examinados mediante el TACTO y sensores digitales convencionales. Se concluyó que la exactitud de diagnóstico de TACTO fue superior a las imágenes de dos dimensiones en radiografías convencionales, para la detección de fracturas radiculares verticales. Sin embargo, estos resultados deben tomarse con cautela ya que como estas fracturas creadas artificialmente pueden haber sido confirmadas por un examen clínico básico ⁽¹⁷⁾.

La tomografía computarizada de abertura parece ser una técnica radiográfica prometedora para el futuro. Sin embargo, en la actualidad todavía es sólo una herramienta de investigación y en su mayoría ha sido evaluado ex vivo ⁽¹⁷⁾.

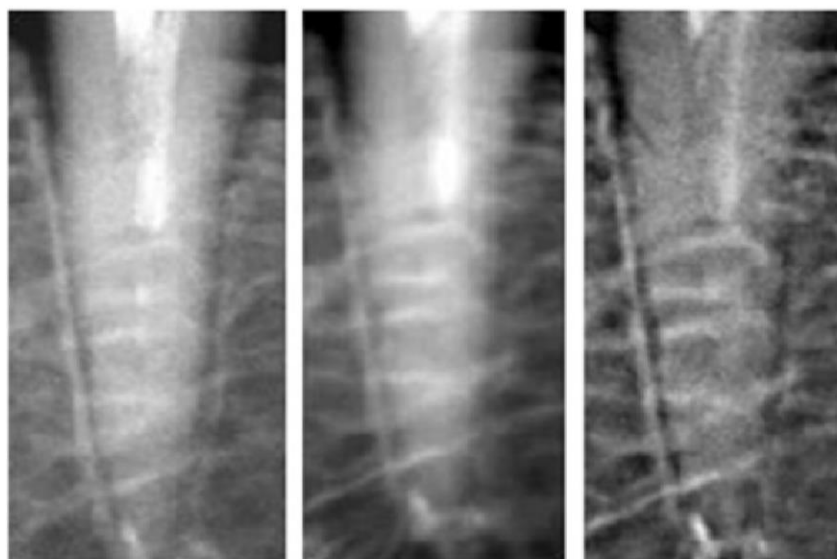


Fig 4. Una fractura oblicua raíz 2-3 mm por debajo de la cresta ósea marginal (izquierda) en una imagen de dos dimensiones y en dos versiones en TACT (en medio y derecha) ⁽¹⁷⁾.

6.2.2 Resonancia magnética (MRI)

“Una resonancia magnética es una técnica de imagen especializada que no utiliza radiación ionizante. Se trata del comportamiento de los átomos de hidrógeno (que consisten de un protón y un electrón) dentro de un campo magnético que se utiliza para crear la imagen de MRI. Protones de hidrógeno del paciente normalmente giran sobre su eje. El paciente se coloca dentro de un fuerte campo magnético, que alinea los protones contenidos dentro de los átomos de hidrógeno a lo largo del eje largo del cuerpo del paciente y del campo magnético”. La información del receptor es procesada por un ordenador, y se produce una imagen. Las principales aplicaciones dentales de la MRI hasta la fecha han sido de investigación ⁽¹⁷⁾.

La resonancia magnética también se ha utilizado para el tratamiento de la planificación en la colocación del implante dental ⁽⁸⁾. Formación de imágenes MRI en región oral y maxilofacial podrían ser realizados sin afectar la calidad de imagen por restauraciones dentales metálicas hechas de titanio, oro o amalgama ⁽⁸⁾.

Sugieren que la MRI puede ser útil para evaluar la naturaleza de las lesiones endodónticas y para la planificación de la cirugía periapical ⁽¹⁷⁾.

Varias desventajas en el uso de MRI son la pobre resolución en comparación con una simple radiografía y largos tiempos de escaneo, además de grandes costos de hardware y el acceso limitado solo en unidades de radiología (fig.5). Diferentes tipos de tejido duro (esmalte y dentina) no puede ser diferenciado el uno del otro o de los objetos metálicos, ya que todos parecen radiotransparente ⁽¹⁷⁾.

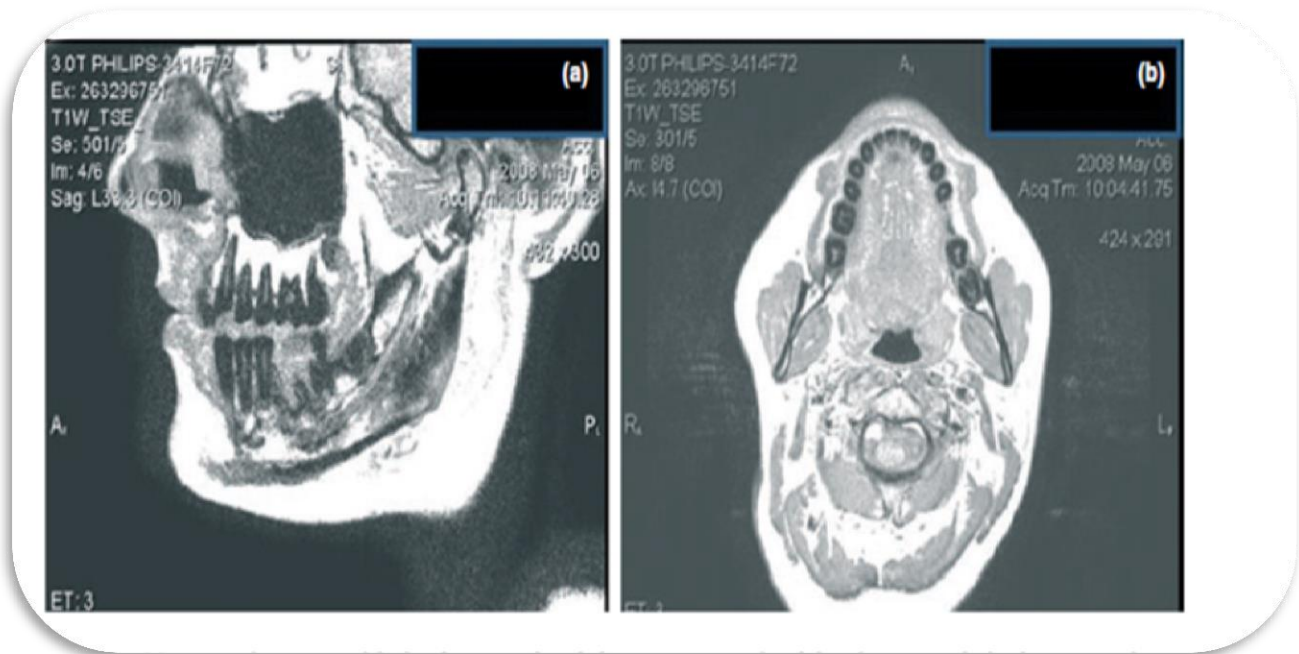


Fig 5. MRI ⁽¹⁷⁾.

6.2.3 El ultrasonido (US)

El ultrasonido se basa en la reflexión de ondas en la interfaz entre los tejidos que tienen diferentes propiedades acústicas y ayuda a diferenciar en el diagnóstico entre granulomas y quistes periapicales ⁽⁵⁾.

“Las ondas ultrasónicas son creadas por el efecto piezoeléctrico dentro de un transductor (sonda). El haz de energía de US es emitido y reflejado de nuevo a la misma sonda. Los ecos son detectados por un transductor que los convierte en una señal eléctrica, en tiempo real, en tonos negro, blanco y gris, reflejando la imagen de eco que se produce en un pantalla de la computadora” (fig.6). A medida que la onda se mueve sobre el área de interés, una nueva imagen es generada. Hasta 50 imágenes se pueden

crear por segundo, lo que resulta dando imágenes en movimiento en la pantalla. La intensidad de los ecos detectados depende de la diferencia entre la acústica de las propiedades de dos tejidos adyacentes. La mayor diferencia entre los tejidos, es la energía reflejada y el más alto es la intensidad del eco. Las interfaces de tejidos que generan una alta intensidad de eco se describen como hiperecoica (los huesos y dientes), mientras que las zonas anecoicas (quistes) describe de tejidos que no reflejan la energía US, la imágenes que se ven se componen de diversos grados de hiperecoica y áreas anecoicas. El efecto Doppler, es el cambio de la frecuencia del sonido reflejado de una fuente en movimiento, puede ser utilizado para detectar el flujo de sangre arterial y venosa ⁽¹⁷⁾.

El ultrasonido es bloqueado por hueso y es por lo tanto útil sólo para evaluar el alcance de las lesiones periapicales donde hay poco o ningún hueso cortical supra yacente. Mientras que US se puede utilizar con relativa facilidad en la región anterior de la boca, el posicionamiento de la onda es más difícil en contra de la mucosa bucal de los dientes posteriores ⁽¹⁷⁾.

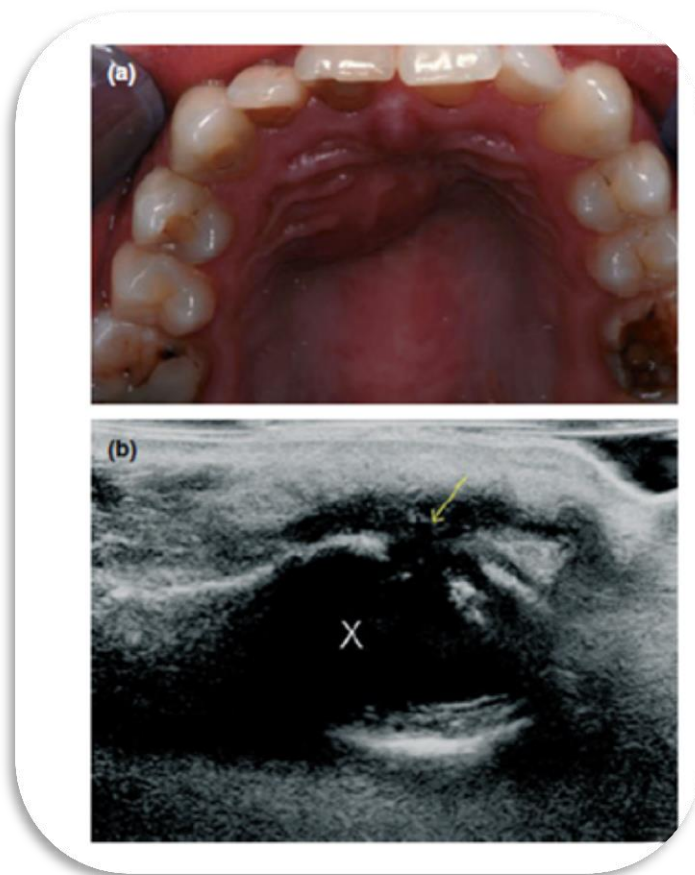


Fig.6 (a) Vista palatina de un paciente con 20 mm hinchazón de diámetro. (b) la imagen de ultrasonido muestra en la parte superior en la región de los incisivos maxilares, una perforación de la placa cortical labial (flecha amarilla) y una hipoecoica región (oscuro) (marcado 'X') que representa la hinchazón del paladar ⁽¹⁷⁾.

6.2.4 La tomografía computarizada (TC)

La tomografía computarizada (TC) proporciona información tridimensional y mejor visualización de las estructuras óseas, así como de la relación de la médula con las estructuras anatómicas tales como el seno maxilar y canal mandibular ⁽²¹⁾.

Los escáneres de TC consisten en un pórtico que contiene la cabeza del tubo de rayos X de rotación y detectores recíprocos. En el centro del pórtico, es una abertura circular, a través del cual el paciente está avanzado. La cabeza del tubo y los detectores de reciprocidad dentro del pórtico, giran sincrónicamente alrededor del paciente, o los detectores toman la forma de un anillo continuo alrededor del paciente y sólo la fuente de rayos X se mueve dentro del pórtico. Los datos de los detectores producen un perfil de atenuación específicamente en el corte del cuerpo que se evalúe ⁽¹⁸⁾.

El paciente a continuación, se mueve un poco más en el pórtico para poder adquirir los datos. El proceso se repite hasta que el área de interés se ha explorado completamente. Los diferentes cortes de datos son reformateados para obtener imágenes tridimensionales e imágenes multiplanares que pueden ser vistos en cualquier plano y el operador elige (axial, coronal o sagital) sin tener que exponer aún más al paciente a la radiación. El intervalo entre cada corte puede ser también variado, así cortes muy aproximados darán mejor resolución espacial, pero se traducirá en un aumento de las imágenes tridimensionales (fig.7). Otras ventajas de la TC incluyen la eliminación de ruido anatómico y de alta resolución de contraste, lo que permite la diferenciación de los tejidos con densidad física menos de 1% en comparación con la de la radiografía convencional que es un 10% en densidad física ⁽¹⁸⁾.

Las lesiones periapicales fueron mejor detectadas con TC cuando fueron comparadas con las radiografías periapicales. Además, la distancia entre el paladar, la cortical bucal y los ápices radiculares sólo se pudieron determinar con la TC. ⁽²³⁾ Los estudios concluyeron que la tomografía computarizada también puede ser útil para el diagnóstico del dolor odontogénico mal localizado. En estas circunstancias, las radiografías convencionales de los peri- tejidos apicales pueden no revelar nada malo. En estos casos, la TC puede confirmar la presencia de una lesión periapical. La evaluación de la 'tercera dimensión' con la TC también permite determinar el número de raíces y conductos radiculares, así como donde se unen los conductos radiculares o dividen. Este conocimiento es de gran utilidad en el diagnóstico y planificación del tratamiento en endodoncia. La aceptación de la TC en endodoncia

ha sido lento por varias razones, incluyendo la alta dosis de radiación efectiva y relativa baja resolución de esta técnica. Otras desventajas de la TC son los elevados costos, mala resolución de imágenes con objetos metálicos, pobre resolución en comparación con las radiografías convencionales y el hecho de que estas máquinas sólo se encuentran en unidades de radiografía exclusivos (hospitales). El acceso puede por lo tanto ser problemático para los dentistas en la práctica. Tecnología de la TC ahora es reemplazada por la tomografía computarizada de haz cónico, CBCT ⁽¹⁷⁾.

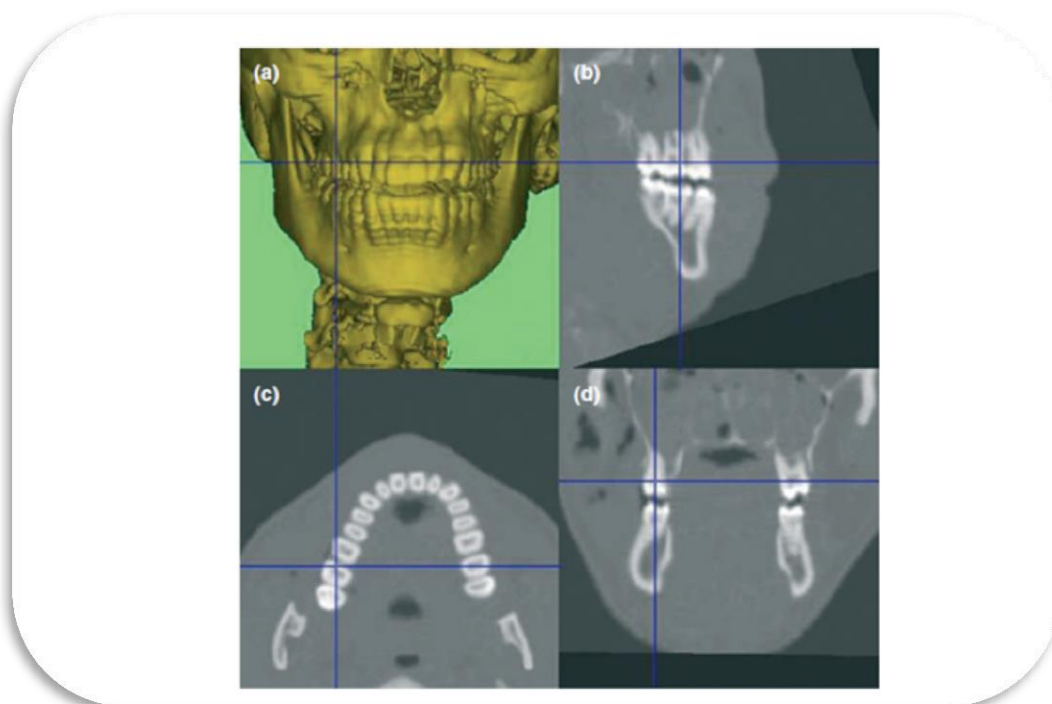


Fig 7. CT ⁽¹⁷⁾

6.2.5 Tomografía computarizada de haz cónico

La radiografía es un complemento insustituible en el examen clínico y es a menudo la única manera de determinar la presencia de la enfermedad, como inflamación perirradicular o lesiones quísticas con resorción ósea que son principalmente detectados por sus características radiológicas. Para diagnosticar la patología y para determinar la extensión y localización de infección dental, los médicos han utilizado imágenes radiográficas desde hace muchos años. La radiografía convencional periapical es una técnica

intraoral, sigue siendo el estándar para el diagnóstico radiológico de existencia. La Radiografía digital se ha generalizado desde la 1980, la cual reduce la dosis al paciente y ocupa menos tiempo ⁽²¹⁾.

La tomografía computarizada de haz cónico tiene una variedad de indicaciones en endodoncia. También se ha sugerido que es superior en la detección de la pérdida ósea periapical en situaciones donde no se había detectado patología en las radiografías periapicales. Las investigaciones han demostrado que CBCT es significativamente mejor en términos de sensibilidad, valor predictivo y exactitud diagnóstica comparado con las radiografías convencionales digitales ⁽¹⁸⁾.

La tomografía computarizada de haz cónico ha sido designada específicamente para producir información del esqueleto maxilofacial sin distorsión, incluyendo dientes y tejidos circundantes con una significativa dosis baja de radiación comparada con la tomografía computarizada (CT). La enfermedad periapical puede ser detectada tempranamente con el CBCT ⁽²¹⁾.

El manejo de los problemas de endodoncia depende de radiografías para evaluar la anatomía del diente y sus tejidos circundantes. Hasta hace poco la mayor parte de información se obtenía de radiografías convencionales. Sin embargo tales imágenes tienen limitaciones. La falta de información en tres dimensiones y el ocultar las áreas de interés por la anatomía superpuesta son de especial relevancia en endodoncia ⁽²¹⁾.

La tomografía computarizada de haz cónico o tomografía de volumen digital (DVT) utiliza un escáner de imágenes extra orales que se desarrolló a finales de 1990 para producir exploraciones en tres dimensiones del esqueleto maxilofacial a una dosis de radiación mucho menor que la tomografía computarizada convencional (CT) ⁽⁷⁾. Se introdujo por dos grupos de investigadores, un grupo italiano liderado por Mozzo y un grupo japonés encabezado por Arai. Con el CBCT, los datos se adquieren en el curso de un solo barrido de escáner, usando una relación simple, directa entre el sensor y la fuente, que giran sincrónizadamente de 180° -360° alrededor de la cabeza del paciente ⁽²²⁾.

El Haz de rayos X es en forma de cono y captura una forma cilíndrica o esférica el volumen de datos, que se describe como el campo de visión. El tamaño del campo de visión (FOV) es variable. Hay dos tipos de escáner del CBCT, el escáner de gran volumen (por ejemplo, i-CAT; Ciencias de las Imágenes Internacional, Hatfield, PA, EE.UU. y NewTom 3G, QR, Verona, Italia) es capaz de capturar la

totalidad del esqueleto maxilofacial. Algunos escáneres de CBCT también permiten la altura del campo de vista cilíndrica y otros solo capturan el maxilar o de la mandíbula (por ejemplo. i-CAT). Esto tiene la ventaja de reducir el paciente la dosis de radiación. El otro tipo de Escáner de CBCT es el de volumen limitado (por ejemplo, la Accuitomo 3D, J Morita Corporation, Osaka, Japón) que puede capturar una imagen de 40 mm de alto por 40 mm ancho que es similar al alto y ancho de una radiografía periapical. Esta técnica tanto gran volumen como el de volumen limitado tiene gran aceptación por especialidades, en ortodoncia, endodoncia, implantología oral y cirugía maxilofacial. Aplicaciones en la clínica y en investigaciones han aumentado en los campos de la odontología ⁽¹⁶⁾.

6.2.5.1 Dosis efectiva

Un de las mayores ventajas del CBCT sobre el CT es la baja dosis de radiación en la que los pacientes son expuestos (Anexo 2). La dosis eficaz de escáner CBCT varía, pero pueden ser casi tan bajo como una radiografía panorámica. En efecto, la dosis efectiva de un escáner CBCT (3D Accuimoto, J Morita, Kioto, Japón) ha sido descrito que es la misma orden de magnitud que dos o tres películas radiográficas periapicales ⁽¹⁶⁾.

Se calculó la dosis efectiva de otra CBCT de volumen limitado, el orto-CT, y fue de 7.4, 6.3 y 11.7 μ Sv para las proyecciones de los incisivos, molares maxilares y molares mandibulares, respectivamente. De nuevo, esto es comparable con las radiografías periapicales convencionales ⁽¹⁶⁾.

6.2.5.2 Limitaciones del CBCT

En la actualidad las imágenes producidas con la tecnología CBCT no tienen la resolución de las radiografías convencionales ⁽¹³⁾.

Un problema significativo, lo que puede afectar la calidad de la imagen y la precisión diagnóstica de las imágenes CBCT es la dispersión y el endurecimiento del haz causados por la alta densidad de estructuras, tales como el esmalte, el metal y restauraciones. Si esta dispersión y el endurecimiento del haz están asociados cerca de o con el diente que está siendo evaluada, los resultados de diagnósticos pueden tener un valor mínimo ⁽¹³⁾.

6.2.5.3 El uso del CBCT en el manejo de los problemas endodónticos

La Tomografía Computarizada de haz cónico supera algunas limitaciones de la radiografía convencional. Los cortes se pueden seleccionar para evitar el ruido anatómico adyacente. Por ejemplo, las raíces de los dientes posteriores superiores y sus tejidos periapicales se pueden visualizar por separado y en todos los planos ortogonales y sin superposición del arco cigomático, hueso alveolar y raíces adyacentes. La relación espacial de las raíces de los dientes multirradiculares se puede visualizar en tres dimensiones, el tamaño real y tridimensional de la naturaleza de las lesiones periapicales también pueden ser evaluadas ⁽¹⁶⁾.

6.2.5.3.1 Uso del CBCT en morfología radicular

Existen numerosos estudios en la literatura a nivel mundial que reportan casos en que el CBCT aplicado a la endodoncia está dando beneficios como la exploración previa de la anatomía radicular que permite al especialista tomar mejores decisiones y establecer un adecuado tratamiento ⁽²⁶⁾.

En la población Brasileña se reporta que existe mayor prevalencia de dos raíces con dos conductos en mesial y uno en distal en los primeros y segundos molares inferiores permanentes ⁽²⁵⁾.

En los chinos se reporta que más de la mitad tiene tres raíces con cuatro conductos, y así existen numerosos estudios ⁽²⁶⁾.

6.2.5.3.2 Detección de la periodontitis periapical

El CBCT permite detectar lesiones radiolúcidas antes que en una radiografía convencional, se comparó el diagnóstico de la precisión de las radiografías panorámicas y periapicales con CBCT para la detección de la periodontitis apical, sus resultados confirman la mayor sensibilidad de CBCT para detectar la periodontitis apical en comparación con la radiografía periapical y la radiografía panorámica. La sensibilidad de la radiografía periapical y radiografía panorámica fue de 0,55 y 0,28 respectivamente. Estos estudios clínicos parecen presumir que los hallazgos radiológicos de CBCT representan el verdadero estado de los tejidos periapicales, es decir, que puede el CBCT ser utilizado como un " estándar de oro" con una sensibilidad y especificidad de 1,0 para detectar la presencia o ausencia de enfermedad periapical ⁽¹⁶⁾.

El resultado radiográfico del tratamiento de conducto es más exitoso cuando los dientes son tratados antes de y se detectan signos radiográficos de la enfermedad periapical. Por lo tanto, la identificación más temprana de los cambios radiolúcidos periapicales con CBCT da un resultado en el diagnóstico precoz y más eficaz en el tratamiento de la enfermedad de endodoncia ⁽¹⁶⁾.

6.2.5.3.3 Evaluación pre quirúrgica

El CBCT se ha recomendado en la planificación de la cirugía endodóntica. La proyección de imagen tridimensional permite ver la relación anatómica de los ápices radiculares y también estructuras vecinas, tales como el canal del nervio dentario inferior, foramen mentoneano y seno maxilar, para identificarse claramente en cualquier plano. Varios estudios concluyeron que el CBCT puede desempeñar un importante papel en la planificación para la microcirugía periapical en las raíces palatinas de los primeros molares superiores. La distancia entre la placa cortical y el ápice de la raíz palatina podría ser medida, y la presencia o ausencia del seno maxilar entre las raíces podría ser evaluado ⁽¹⁶⁾.

El espesor de la placa cortical, el hueso esponjoso, fenestraciones, así como la inclinación de la raíces de los dientes previstos para la cirugía pueden ser determinados con precisión antes de la operación ⁽¹⁶⁾.

El verdadero tamaño, la ubicación y la extensión de la lesión periapical también se puede apreciar, mientras que la raíz real a la que la lesión está asociada puede ser confirmado. Esta información puede influir en tratamiento no quirúrgico y quirúrgico ⁽¹⁶⁾.

6.2.5.3.4 Evaluación de trauma dental

El CBCT también ha demostrado ser útil en el diagnóstico y la gestión de traumas dento alveolares. La exacta naturaleza y gravedad de las lesiones alveolares y luxación se puede evaluar desde una sola exploración de la que vistas multiplanares pueden ser seleccionados y evaluados sin distorsión geométrica o ruido anatómico. El CBCT se puede utilizar para detectar fracturas radiculares horizontales. La misma fractura pudo haber necesitado múltiples radiografías tomadas en varios ángulos diferentes para ser detectado e incluso no haber sido visualizado. El CBCT es una técnica extra

oral que es mucho más cómodo para el paciente que ha sufrido recientemente trauma dental cuando se compara con varias técnicas intra-orales ⁽¹⁶⁾.

6.3 Morfología anatómica de las raíces y conductos de los molares inferiores permanentes

6.3.1 Primer Molar Inferior

6.3.1.1 Anatomía Externa

- Cinco cúspides
 - 3V
 - 2L
- Dos raíces
 - Mesial: tiene una curvatura acentuada hacia distal
 - Distal: puede ser generalmente recta, pero puede también presentar una curvatura hacia distal
 - 2 raíces distales 5%
 - DL es más pequeña que DV
 - DL tiene una marcada curvatura apical hacia vestibular ⁽¹¹⁾.

6.3.1.2 Anatomía Interna

- Raíz mesial
 - dos conductos: mesiovestibular y mesiolingual
 - conducto mesiocentral: 1% ⁽²²⁾.
- Raíz distal
 - Un conducto
 - dos conductos: Amplios en sentido vestíbulo lingual y ovalados ⁽²²⁾.
 - tres conductos, denominándose :disto vestibular, disto lingual y disto central
 - cuatro conductos

6.3.1.3 Radix entomolaris

- Raíz accesoria ubicada distolingualmente descrita por primera vez en la literatura por Carabelli (1844) y denominada radix entomolaris.
- Raíz cónica y pequeña es una raíz extensa con volumen y longitud normal ⁽²²⁾.
- Prevalencia descrita de RE en primeros molares inferiores es del

- 0,68% en caucásico
- 3% en poblaciones africanas
- 40% en la población mongoloide ⁽²³⁾.

6.3.2 Segunda Molar Inferior

6.3.2.1 Anatomía externa

- Cuatro cúspides
- Dos raíces
 - no tan diferenciadas como el primer molar inferior
 - puede presentar fusión parcial o total ⁽²²⁾.

6.3.2.2 Anatomía Interna

- 1,2,3 y 4 conductos ⁽²²⁾.

6.3.3 Sistema de conductos en forma de C

- Más frecuente en el segundo molar inferior
- También en el primer molar inferior, primer y segundo molar superior, primer premolar inferior e incluso en incisivos laterales superiores ⁽²²⁾.

El primer molar inferior, es el primer diente posterior permanente al hacer erupción, se considera que es el diente más frecuentemente implicado en el procedimiento de endodoncia ⁽⁷⁾.

Los primeros molares inferiores tienen compleja morfología radicular y del conducto. Varios estudios han evaluado sus características anatómicas. En la actualidad existen variantes de esta y entre ellas se considera la de tres raíces, que es un molar con una raíz lingual supernumeraria. Esta variante fue mencionada por primera vez en la literatura por Carabelli en 1844 y se denomina radix entomolaris, se refiere a una raíz adicional distolingual, en oposición a radix paramolaris que es una raíz supernumeraria distovestibular ⁽⁷⁾.

En su forma típica, se describe como un diente que contiene tres o cuatro conductos. Más comúnmente, los molares inferiores tienen dos raíces principales, mesial y distal. La raíz mesial presenta comúnmente dos conductos principales, el mesiovestibular (MV) y el mesiolingual (ML). La raíz distal

sin embargo tiene dos configuraciones de conducto común en el que puede contener un único conducto se denomina como el distal (D) o puede contener dos conductos separados, el distovestibular (DV) y el distolingual (DL). Por lo tanto, en la raíz distal de los conductos principales podría ser, el distal (D) o el distovestibular (DB) y distolingual (DL) ⁽⁷⁾.

Como con cualquier anatomía del diente, los molares inferiores también han sido reportados con numerosas variaciones con respecto a su morfología radicular y conductos. Las variaciones en la anatomía de la raíz se han extendido de dos raíces, tal como se describe anteriormente, a un máximo de cuatro raíces distintas, mientras que las variaciones del conducto se han extendido de un solo conducto de la raíz a un máximo de siete conductos de la raíz. Una búsqueda en la literatura reveló que varios términos atípicos y diversos se han utilizado en la literatura dental para describir la misma variación morfológica en estos dientes. Además, los conductos situados en posiciones anatómicas similares se han diferenciado por el uso de números como sufijos a un nombre común, de forma análoga a los nombres tradicionales de sus homólogos superiores, como MB1, MB2, ML1, ML2. También, algunos autores han descrito la variación de múltiples conductos dentro de una raíz con sólo mencionar el número de conductos (por ejemplo, dos mesiales o tres conductos distales) ⁽⁷⁾.

6.4 Nomenclatura para Endodoncias

1. Identificación de los conductos en los molares inferiores.
 - i. Lo más común es que los molares inferiores se presentan con dos raíces principales, mesial y distal.
 - ii. En la raíz mesial , mesiovestibular (MV) o mesiolingual (ML) el conducto se encuentra usualmente en mesial y bucal o mesial y lingual, respectivamente (Figura 10 (a)).
 - iii. Cuando la raíz distal contiene un único conducto se encuentra en el centro, que se identifica como el conducto distal (D) (Figura 8 (a)).
 - iv. Sin embargo, cuando la raíz distal presenta dos conductos, ambos conductos se considerarían como conductos principales. Se determinarán sobre la base de sus respectivas posiciones anatómicas como conductos distobucal (DB) y (DL) distolingual (Figura 8 (b)). ⁽⁷⁾
2. Un conducto adicional en los molares inferiores.

- i. Cuando un conducto adicional se encuentra entre los dos conductos principales de la misma raíz, el "medio" como prefijo, denotados como "M", se añade para describir su posición anatómica entre los dos conductos principales. El nombre del conducto adicional también incluiría su posición mesio-distal dentro del diente, es decir, "mesial" o "distal". Por lo tanto, el conducto sería nombrado como mesial medio (MM) o el conducto medio distal (MD) (Figuras 8 (c)).⁽⁷⁾
3. Múltiples conductos adicionales en los molares inferiores con raíces.
- i. Si dos conductos adicionales están contenidos dentro de la misma raíz (es decir, cuatro conductos en la misma raíz), los conductos adicionales serían nombrados en función de su posición bucolingual en relación con el conducto principal más cercano. El término "buc-" o "linguo-" se añade como prefijo a los nombres de los conductos principales de los conductos adicionales son anatómicamente adyacentes. Por ejemplo, si la raíz distal contiene cuatro conductos, todos ellos situados en un plano bucolingual similares, los nombres de los conductos serían distobucal (DB),-linguo distobucal (L-DB), buco distolingual (B-DL), y distolingual (DL) (Figura 8 (d)) ⁽⁷⁾.

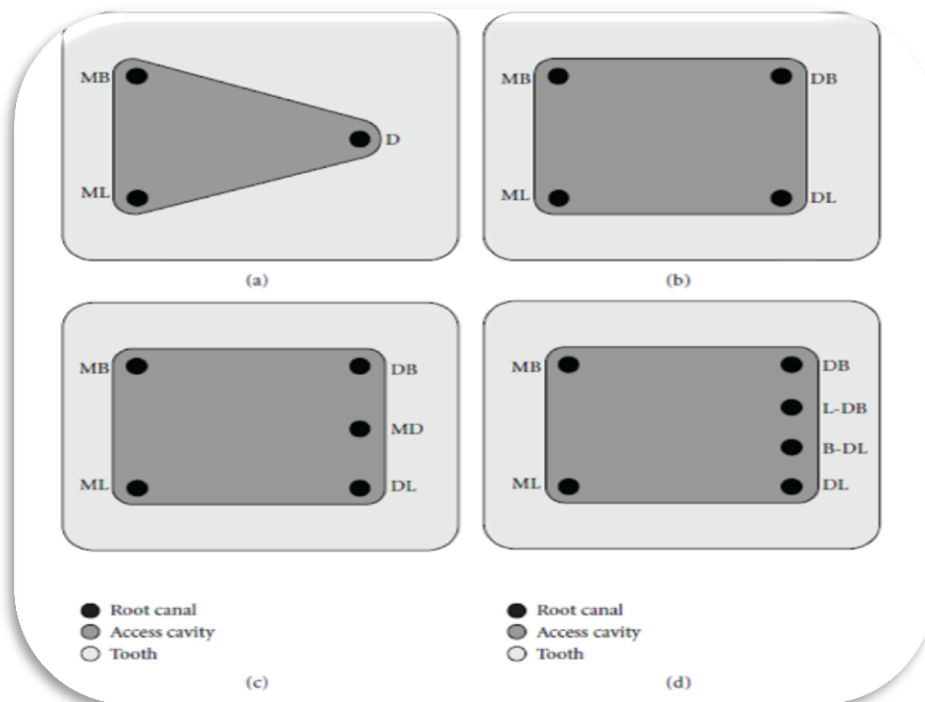


Fig.8 Variaciones en conductos de molares inferiores⁽⁷⁾

6.4.1 Variaciones de raíz

1. Dos raíces molares inferiores

- i. Si todos los conductos se encuentran dentro de las dos raíces principales, no se requiere una nueva modificación de la nomenclatura. Así, cuando los conductos se nombran sin ninguna mención de las raíces, que significaría que los conductos se encuentran en sus respectivas raíces principales. Por ejemplo, un molar inferior que contiene cuatro conductos conservaría sus nombres como MB, ML, DL y DB (Figura 9 (a)) ⁽⁷⁾.

2. Tres raíces en molares inferiores

- i. En los casos cuando dos raíces se encuentran en el lugar de la única raíz, y cada uno contiene un único conducto, el nombre (s) de las raíces y sus conductos sería como por los criterios basados anatómicamente mencionados anteriormente. Esta variación de la raíz se comunica mediante la adición del sufijo "R" para el nombre abreviado del conducto.
- ii. "R" se debe utilizar como un sufijo sólo la raíz (s) distinta de las raíces principales y cuando la raíz (s) variante contiene sólo un único conducto. (Figura 9 (b)) ⁽⁷⁾.

Cuatro Raíces en Molares inferiores

- iii. En los casos en que existen tres raíces en lugar de la única raíz, con cada una de esas raíces que contiene un único conducto, los conductos se nombran según su posición anatómica como mesiovestibular, mesial medio y mesiolingual para la mesial o distobucal, medio distal, y distolingual para el distal. Además, para comunicar la variación de la raíz, el sufijo "R" se agrega al nombre del conducto. La nomenclatura de la raíz y el conducto para esta configuración se denota como MB R, MMR, ML R o R DB, MD R, R DL para la mesial y distal, respectivamente (Figura 9 (c)) ⁽⁵⁾.

3. Tres o cuatro raíces molares inferiores con múltiples conductos en las raíces adicionales.
 - i. En los casos en que cualquiera de la raíz (s) adicional contiene 2 o más conductos, el nombre de cada conducto en la raíz adicional se basa en su posición anatómica dentro de esa raíz. Se utilizarían El prefijo buco-(B), linguo-(L), o media (M), como es el caso, para la nomenclatura de estos conductos.
 - ii. Sin embargo, cada uno de los conductos en esta raíz adicionales se designan con el sufijo "R", en lugar de la mencionada "r". El sufijo "r" se comunicaría su ubicación dentro de la misma raíz adicional. La raíz que contiene estos conductos se infiere de la denominador "r" común. Así, dos conductos en el mismo plano bucolingual de una raíz distovestibular adicional serían nombrados como L-DB y DB rr (Figura 9 (d)) ⁽⁷⁾.

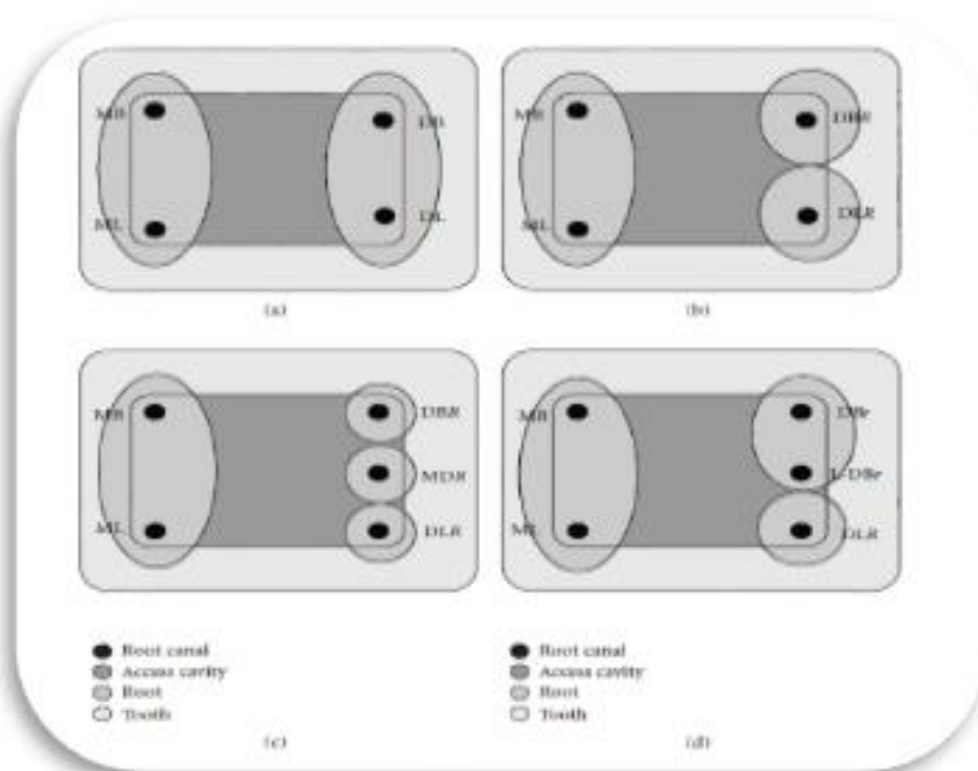


Fig.9 Variaciones en molares inferiores ⁽⁷⁾

6.4.2 Modificaciones para Variaciones Anatómicas raras

- i. En los casos en que sólo un único conducto se encuentra en la raíz mesial de un molar inferior, el conducto se denomina como "mesial", denotado como "M" (Figura 10 (a)).
- ii. En caso de un solo molar inferior arraigado con un solo conducto, se propone que sea nombrado como el conducto "central", denominado "CN" (Figura 10 (b)). Este nombre describe apropiadamente la ubicación central de un solo conducto de la raíz.
- iii. En los casos de los conductos en forma de C, el prefijo "C" se añade al nombre de los conductos. El nombre del conducto se expande para incluir la ruta del conducto en forma de C. Por ejemplo, una configuración en forma de C que implica el ML y el conducto DB, con un MB del conducto independiente, la configuración de la raíz y el conducto sería C-ML-DB, MB (Figura 10 (c)). Este modelo de nomenclatura también muestra la posibilidad de raíces fusionadas que contienen el conducto en forma de C.
- iv. Cuando un diente contiene un único conducto, que tiene forma de C, que se denomina como en forma de C del conducto central y denotado como "C-CN". La forma, la posición y la extensión del conducto también se incluyen en su nombre, en el mismo orden. Por ejemplo, C-CN-MB-ML significaría un conducto central en forma de C que se extiende desde la MB a la ML ⁽⁷⁾.

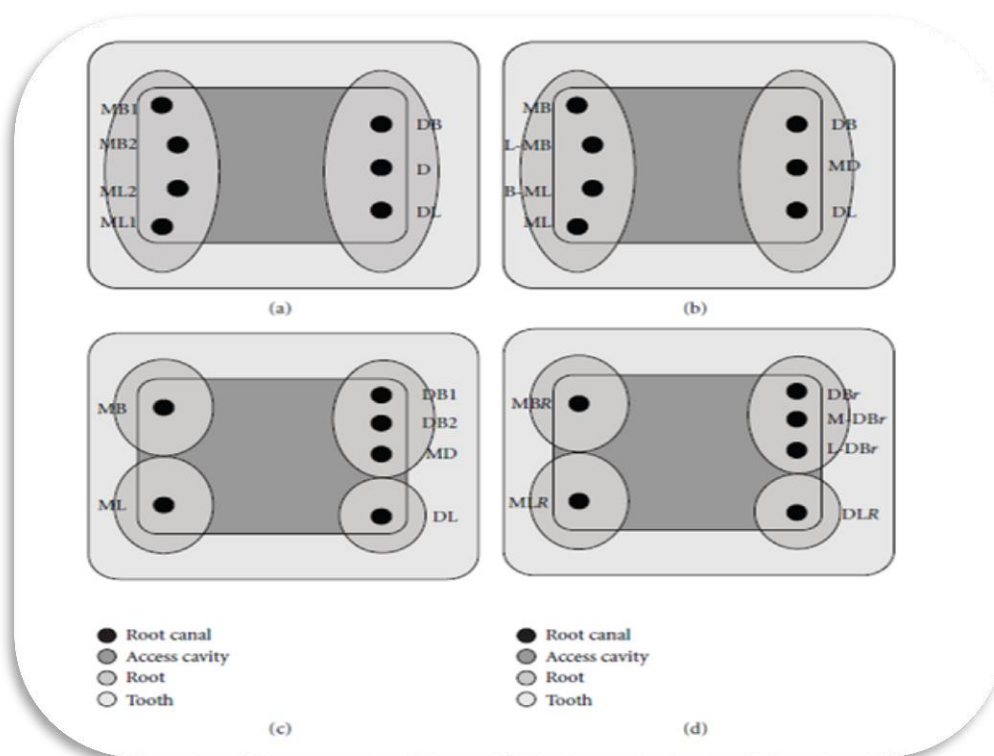


Fig.10 Variaciones anatómicas poco frecuentes ⁽⁷⁾

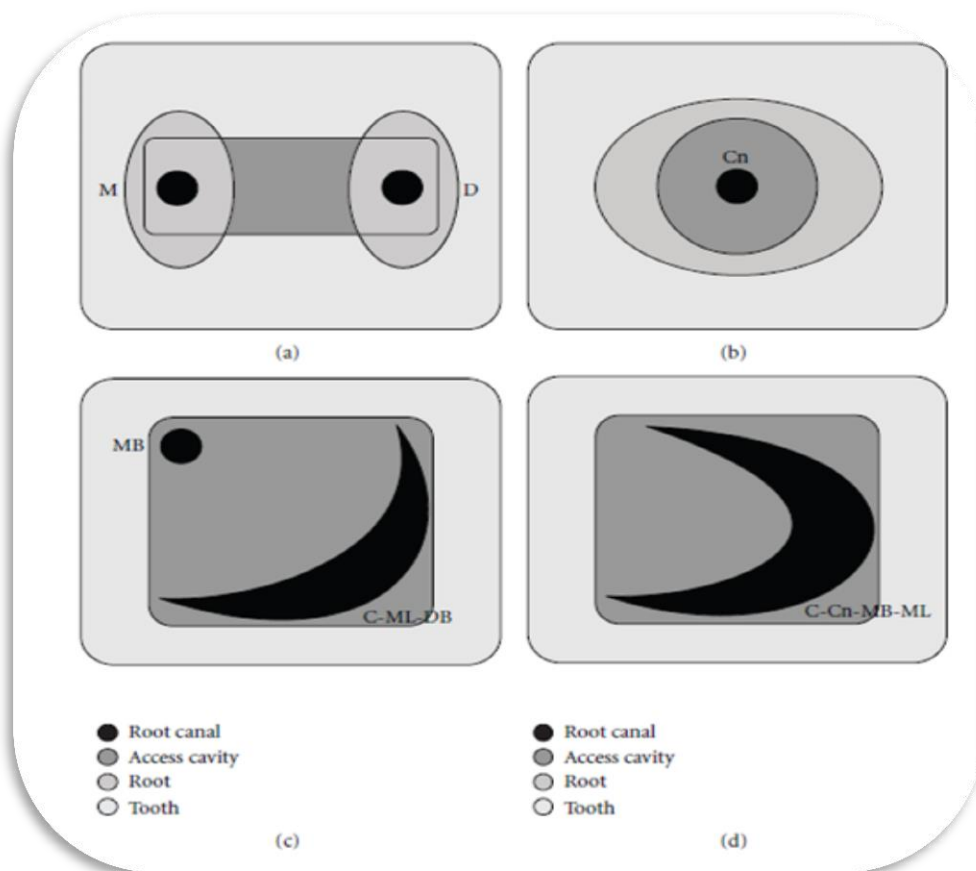


Fig.10Variaciones anatómicas poco frecuentes ⁽⁷⁾

VII. OBJETIVOS

Objetivo General:

- Evaluar con el uso de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) la morfología de la raíz y el conducto radicular de las primeras y segundas molares inferiores en pacientes de la Facultad de Odontología de la USAC.

Objetivos Específicos:

- Establecer el número de raíces presentes, la morfología de los conductos radiculares en las primeras y segundas molares inferiores según clasificación de Zhang con el uso del CBCT.
- Determinar en qué porcentaje serán encontrados los conductos en forma de C en primeras y segundas molares inferiores en pacientes de la Facultad de Odontología de la USAC con el uso de CBCT.
- Determinar en qué porcentaje será encontrada una tercera raíz en las primeras y segundas molares inferiores en pacientes de la Facultad de Odontología de la USAC con el uso de CBCT.

VIII. HIPÓTESIS

Hipótesis nula:

No existe diferencia estadísticamente significativa en la morfología de la raíz del conducto radicular de las primeras molares inferiores en sus variantes 3 y 4 ; y en los segundos molares en sus variantes 1,3 y 4 utilizando la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) como técnica de diagnóstico y la clasificación de Zhang en pacientes de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Hipótesis Alterna:

Si existe diferencia estadísticamente significativa en la morfología de la raíz del conducto radicular de las primeras molares inferiores en sus variantes 3 y 4; y en las segundas molares en sus variantes 1,3 y 4 utilizando la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) como técnica de diagnóstico y la clasificación de Zhang en pacientes de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

X. VARIABLES

Dependiente: Morfología radicular de las primeras y segundas molares inferiores permanentes.

Independiente: Clasificación de Zhang.

XI. METODOLOGÍA

En la presente investigación se utilizó las imágenes de la tomografía computarizada de haz cónico para evaluar la morfología de la raíz y el conducto radicular de los primeros y segundos molares inferiores de los pacientes de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC).

Por medio de una carta dirigida a Dirección de Clínicas se solicitó autorización para realizar esta investigación, así como también se pidió autorización al Centro radiológico Disa para hacer uso de las imágenes para dicha investigación.

Población y Muestra

La población de este estudio fue constituida por 108 pacientes ingresados a la Facultad de Odontología guatemaltecos entre los 21 y 50 años de edad. La muestra fue de 420 molares de la arcada inferior, 210 primeras molares inferiores y 210 segundos molares inferiores, Las primeras molares inferiores izquierdas con un total de 102 y primeras molares inferiores derechas con un total de 108, las segundas molares inferiores izquierdas con un total de 102 y segundas molares inferiores derechas con un total de 108.

Técnica diagnóstica

Estos datos fueron examinados con el tomógrafo Rotograph Evo 3D, tecnología multimotor 3D con mando digital de la trayectoria, generador de alta frecuencia (200kHz) con potencial constante, tamaño de mancha focal 0.5, sensor pan 3D, una imagen con un área activa 130 x130mm, tamaño de los pixeles 127µm y voxel de 166µm (Tabla 9) que se encuentra instalada en el departamento de radiología de la Facultad de Odontología de la USAC.

Criterios de inclusión

Pacientes de la Facultad de Odontología de la USAC que presentaron los primeros y segundos molares permanentes con desarrollo completo radicular, ápices cerrados y sin ningún tratamiento de conductos radiculares.

Criterios de exclusión

Pacientes de la Facultad de Odontología de la USAC que presentaron los primeros y segundos molares permanentes con reabsorciones radiculares o calcificaciones.

Se obtuvieron 108 imágenes de pacientes con CBCT de los primeros y segundos molares inferiores permanentes y se recolectó la información en una computadora. Los datos fueron evaluados por la investigadora en conjunto con dos especialistas del área de Endodoncia y se llevó a cabo la clasificación por el método de Zhang los cuales se anotaron en una hoja electrónica de Excel.

Todos los dientes fueron analizados utilizando tres planos; sagital axial y coronal. Se registraron las siguientes observaciones: 1. El número de raíces y su morfología; 2. El número de conductos por raíz; 3. La presencia de la raíz distolingual en los primeros molares mandibulares y 4. La presencia de los conductos en forma de C.

Métodos estadísticos

Una vez observadas las imágenes con CBCT, se realizaron las pruebas estadísticas de acuerdo a lo siguiente: tablas y gráficas, para establecer la tendencia de los datos y determinar el sesgo a través del coeficiente de asimetría y la distribución de los datos con el coeficiente de curtosis con el objeto de determinar el método estadístico a seguir de acuerdo a la metodología de clasificación de Zhang por el número de variantes definidos el análisis estadístico fue realizado con el test Kruskal Wallis.

CLASIFICACIÓN SEGÚN ZHANG

- ❖ Variante I: Dos raíces separadas, una raíz mesial y distal con un conducto en cada raíz.
- ❖ Variante II: Dos raíces separadas, con un conducto en la raíz mesial y dos conductos en la raíz distal
- ❖ Variante III: Dos raíces separadas, con dos conductos en la raíz mesial y un conducto en la raíz distal.
- ❖ Variante IV: Dos raíces separadas, con dos conducto en la raíz mesial y dos conductos en la raíz distal.
- ❖ Variante V: Tres raíces separadas, una mesial, una distobucal y distolingual con un conducto en cada raíz.
- ❖ Variante VI: Tres raíces, con dos conductos en la raíz mesial y un conducto distobucal y distolingual.
- ❖ Variante VII: Cuatro raíces separadas, mesiobucal, mesiolingual, distobucal y distolingual con un conducto en cada raíz.
- ❖ Variante VIII: Una raíz con un conducto.
- ❖ Variante IX: Una raíz con dos conductos.
- ❖ Variante X: Una raíz con tres conductos.
- ❖ Otros

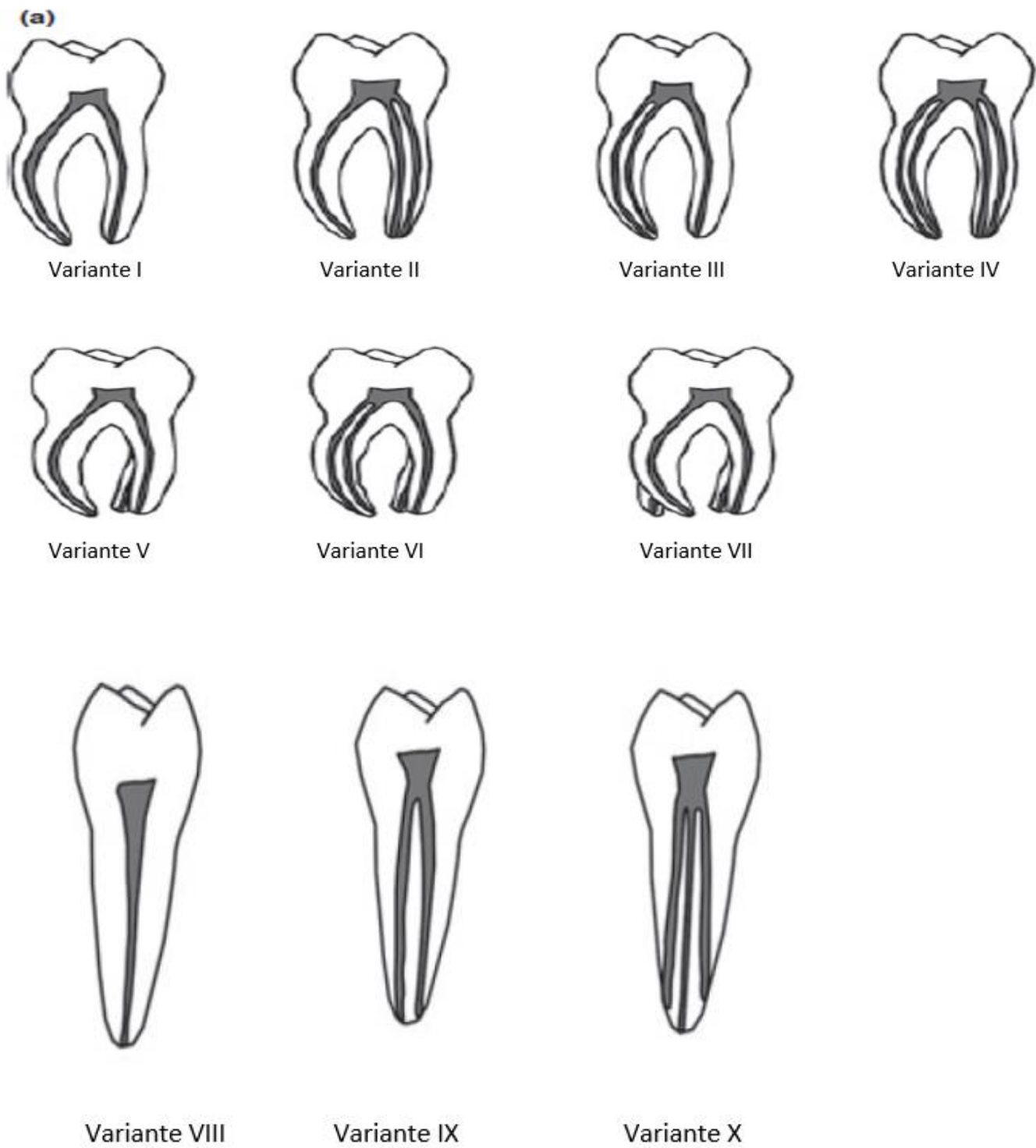


Fig.11 clasificación de variantes según Zhang.

XII. RECURSOS

- Imágenes CBCT
- Dispositivo de memoria USB
- Computadora portátil para observar la morfología de los primeros y segundos molares inferiores
- Software estadístico Statgraphics Centurion XVI

XIII. ÉTICA EN INVESTIGACIÓN

Una de las mayores ventajas del CBCT sobre el CT es la baja dosis de radiación en la que los pacientes son expuestos. La dosis eficaz de escáner CBCT varía, pero pueden ser casi tan bajo como panorámica (Fig.11). En efecto, la dosis efectiva de un escáner CBCT (3D Accuimot, J Morita, Kioto, Japón) ha sido informado de que es equivalente a dos o tres películas radiográficas periapicales .⁽⁴⁾

Se calculó la dosis efectiva de otra CBCT limitada, el orto-CT, ser 7.4, 6.3 y 11.7 μSv para las vistas de la incisivo, molar maxilar y mandibular molares, respectivamente. De nuevo, esto es comparable con las radiografías periapicales convencionales.⁽⁴⁾ Se calculó la dosis efectiva de otra CBCT limitada, el orto-CT, ser 7.4, 6.3 y 11.7 μSv para las vistas de la incisivo, molar maxilar y mandibular molares, respectivamente. De nuevo, esto es comparable con las radiografías periapicales convencionales⁽³⁾.

XIV. RESULTADOS

Primeras molares inferiores

Los 210 primeros molares inferiores incluidos en el estudio, solamente las variantes I, III, IV y VI se observaron. La presencia de dos conductos en la raíz mesial y un conducto en la raíz distal (variante III) represento la morfología más común (72%) en primeras molares izquierdas y 76%) en primeras molares derechas. La segunda morfología más común representada fue la (variante IV) con dos conductos en la raíz mesial y dos conductos en la raíz distal con un (16%) en primeras molares izquierdas y (11%) en primeras molares derechas. La tercera morfología consiste en un conducto en tres raíces, con dos conductos en la raíz mesial, un conducto distobucal y distolingual (variante VI) representada en (5%) en primeras molares inferiores izquierdas y (9%) en primeras molares inferiores derechas. Dos raíces separadas, una raíz mesial y distal con un conducto en cada raíz (variante I) con un (4%) en las primeras molares izquierdas y (3%) en las primeras molares derechas (Tabla 1-2).

Tabla 1

Distribución y Porcentaje de las variantes en la morfología de la raíz del conducto radicular de acuerdo a la Clasificación de Zhang, para la primera molar inferior izquierda.

	Variante %													TOTAL
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	C1	C2	OTROS	
Pacientes	4	0	74	16	0	5	0	0	0	0	0	3	0	102
Porcentaje	4	0	72	16	0	5	0	0	0	0	0	3	0	100

Fuente: Datos obtenidos de tomografías computarizadas de haz cónico de 420 primeros y segundos molares inferiores de pacientes guatemaltecos realizado en la Facultad de Odontología USAC año 2014.

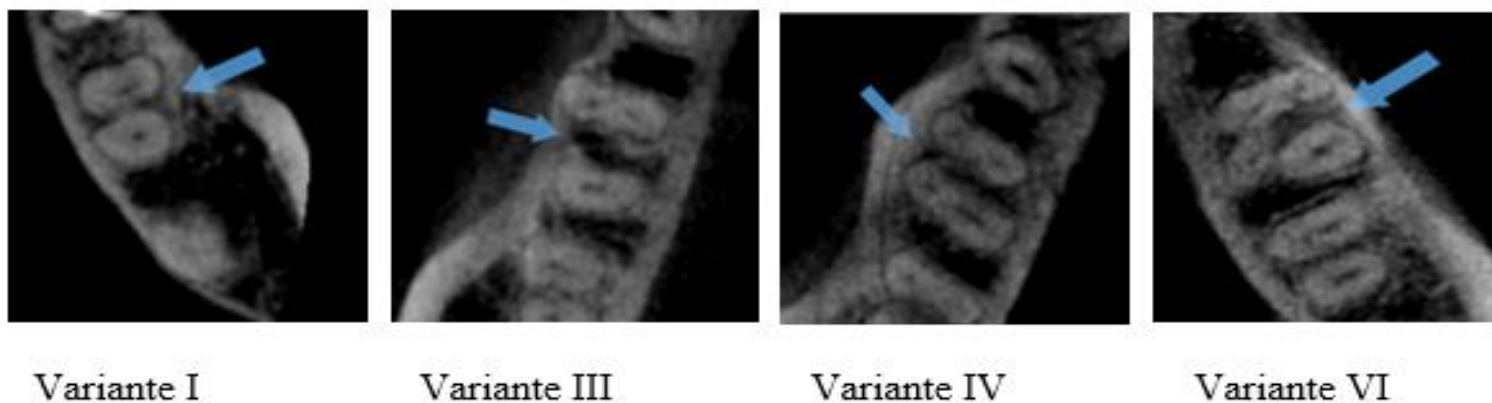
Tabla 2

Distribución y Porcentaje de las variantes en la morfología de la raíz del conducto radicular de acuerdo a la Clasificación de Zhang, para la primera molar inferior derecha

	Variante %													TOTAL
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	C1	C2	OTROS	
Pacientes	3	0	82	12	0	10	0	0	0	0	0	1	0	108
Porcentaje	3	0	76	11	0	9	0	0	0	0	0	1	0	100

Fuente: Datos obtenidos de tomografías computarizadas de haz cónico de 420 primeros y segundos molares inferiores de pacientes guatemaltecos realizado en la Facultad de Odontología USAC año 2014.

Figura 12. Corte axial donde se observan las variantes I, III, IV y VI encontradas en las primeras molares inferiores. Las flechas celestes indican el diente examinado.



Segundas molares inferiores

De los 210 segundos molares inferiores incluidos en el estudio, solamente las variantes I, III, IV, V y VIII se observaron. La presencia de dos conductos en la raíz mesial y un conducto en la raíz distal (variante III) represento la morfología más común (52%) en segundas molares izquierdas y (53%) en segundas molares derechas. La segunda morfología más común, un conducto en la raíz mesial y un conducto en la raíz distal (variante I) con un (20%) en las segundas molares izquierdas y (15%) en las segundas molares derechas. La tercera morfología fue la (variante 4) con dos conductos en la raíz mesial y dos conductos en la raíz distal con un (3%) en segundas molares izquierdas y (0%) en segundas molares derechas. La cuarta morfología fue una raíz con un conducto (Variante VIII) se representó con (1%) en segundas molares izquierdas y (3%) en segundas molares derechas. Tres raíces separadas una mesial, una distobucal y distolingual con un conducto en cada raíz (variante V) se representó con (1%) en segundas molares izquierdas y (0%) en segundas molares derechas (Tabla 3-4).

Tabla 3

Distribución y Porcentaje de las variantes en la morfología de la raíz del conducto radicular de acuerdo a la Clasificación de Zhang, para la segunda molar inferior izquierda.

	Variante %													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	C1	C2	OTROS	TOTAL
Pacientes	20	0	54	3	1	0	0	1	0	0	3	20	0	102
Porcentaje	20	0	52	3	1	0	0	1	0	0	3	20	0	100

Fuente: Datos obtenidos de tomografías computarizadas de haz cónico de 420 primeros y segundos molares inferiores de pacientes guatemaltecos realizado en la Facultad de Odontología USAC año 2014.

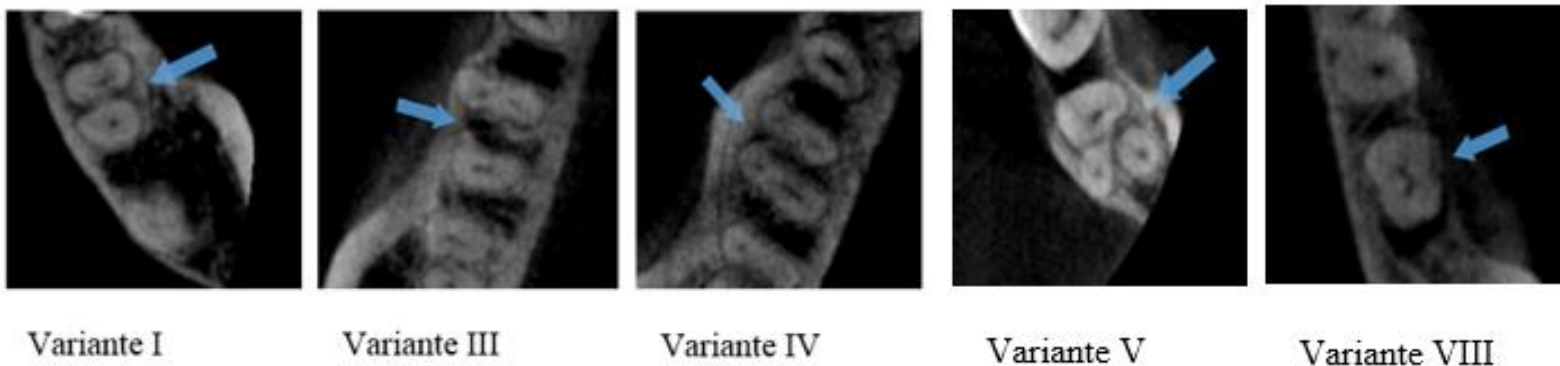
Tabla 4

Distribución y Porcentaje de las variantes en la morfología de la raíz del conducto radicular de acuerdo a la Clasificación de Zhang, para la segunda molar inferior derecha

	Variante %													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	C1	C2	OTROS	TOTAL
Pacientes	16	0	57	0	0	0	0	3	0	0	7	25	0	108
Porcentaje	15	0	53	0	0	0	0	3	0	0	6	23	0	100

Fuente: Datos obtenidos de tomografías computarizadas de haz cónico de 420 primeros y segundos molares inferiores de pacientes guatemaltecos realizado en la Facultad de Odontología USAC año 2014.

Figura 13. Corte axial donde se observan las variantes I, III, IV y VIII en las segundas molares inferiores. Las flechas celestes indican el diente examinado.



De los 210 primeros molares inferiores los conductos en forma de C con dos raíces se encontraron en un porcentaje del lado izquierdo de (3%) y del lado derecho (1%) y un (0%) conductos en C con una raíz.

De los 210 segundos molares inferiores los conductos en forma de C con una raíz se encontraron en un porcentaje del lado izquierdo de (3%) y del lado derecho (6%); los conductos en forma de C con dos raíces se encontraron en un porcentaje del lado izquierdo de (6%) y del lado derecho (23%) (Tabla 1-4).

Figura 14. Corte axial y sagital donde se observan los conductos en C con una y dos raíces. Las flechas celestes indican el diente examinado.

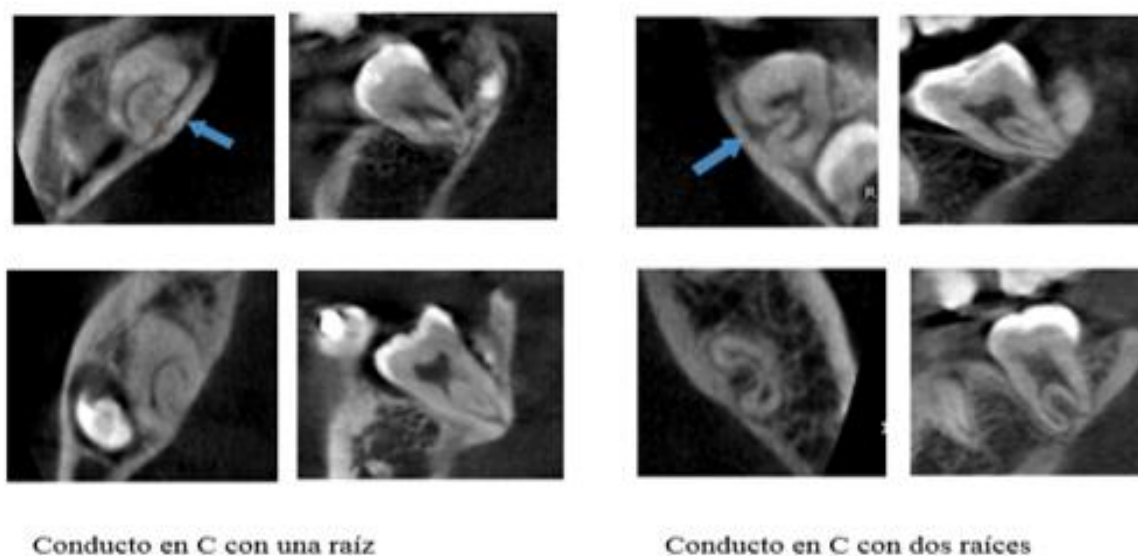


Tabla 5

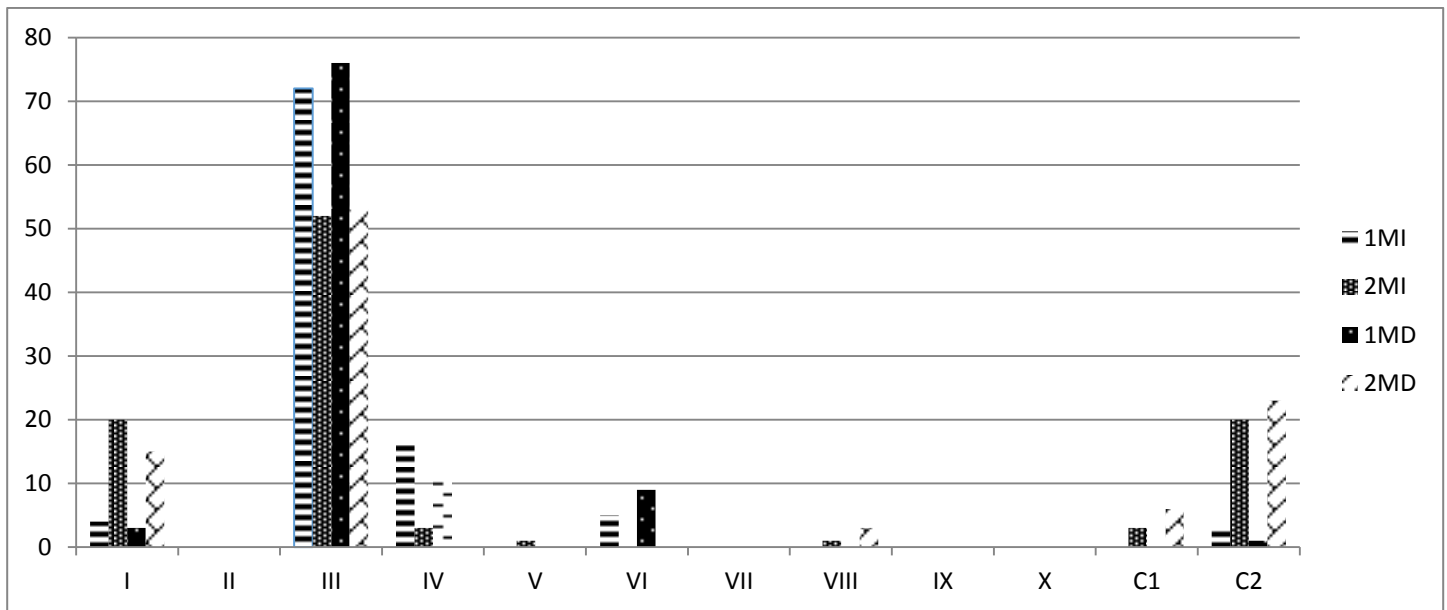
Porcentaje de las variantes del Sistema Morfológico de canales (raíz)

Molar	Variante %											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	C1	C2
1MI	4	0	72	16	0	5	0	0	0	0	0	3
2MI	20	0	52	3	1	0	0	1	0	0	3	20
1MD	3	0	76	11	0	9	0	0	0	0	0	1
2MD	15	0	53	0	0	0	0	3	0	0	6	23

Fuente: Datos obtenidos de tomografías computarizadas de haz cónico de 420 primeros y segundos molares inferiores de pacientes guatemaltecos realizado en la Facultad de Odontología USAC año 2014.

Gráfica 1

Morfología del conducto radicular de las primeras y segundas molares inferiores derecha e izquierda.

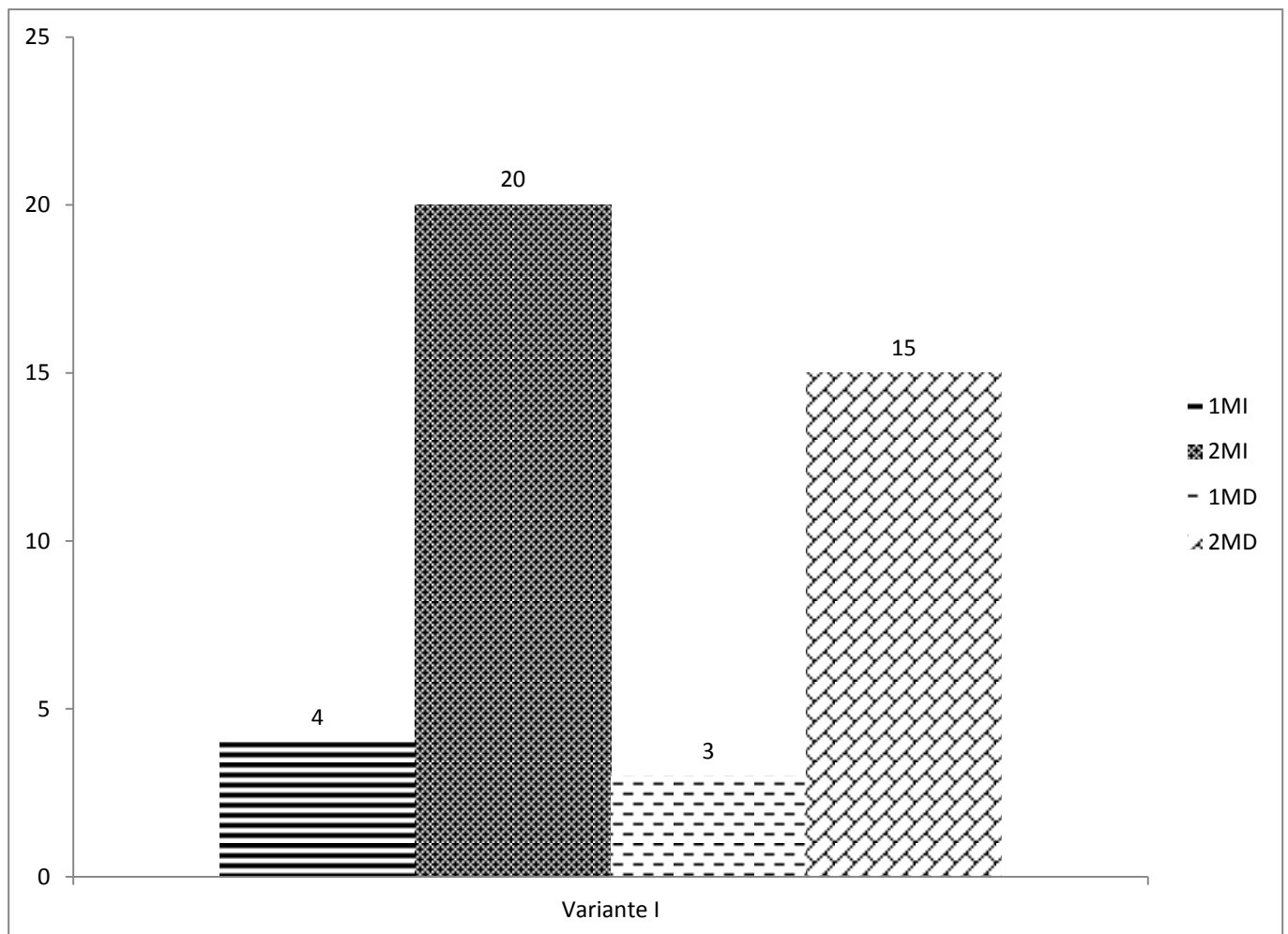


Fuente: Datos obtenidos de tomografías computarizadas de haz cónico de 420 primeros y segundos molares inferiores de pacientes guatemaltecos realizado en la Facultad de Odontología USAC año 2014.

Interpretación: La variante III en las primeras molares inferiores se representa con un porcentaje del 72% del lado izquierdo y del 76% del lado derecho y en las segundas molares inferiores se representa con un porcentaje del 52% del lado izquierdo y del 53% del lado derecho. La variante VIII de tres raíces se representa solamente en las segundas molares inferiores del lado izquierdo con un 1% y del lado derecho con un 3%. Los conductos en C con dos raíces en las primeras molares inferiores se representa con un porcentaje del 3% del lado izquierdo y del 1% del lado derecho y en las segundas molares inferiores se representa con un porcentaje del 20% del lado izquierdo y del 23% del lado derecho.

Gráfica 2

Variante I en primeras y segundas molares inferiores

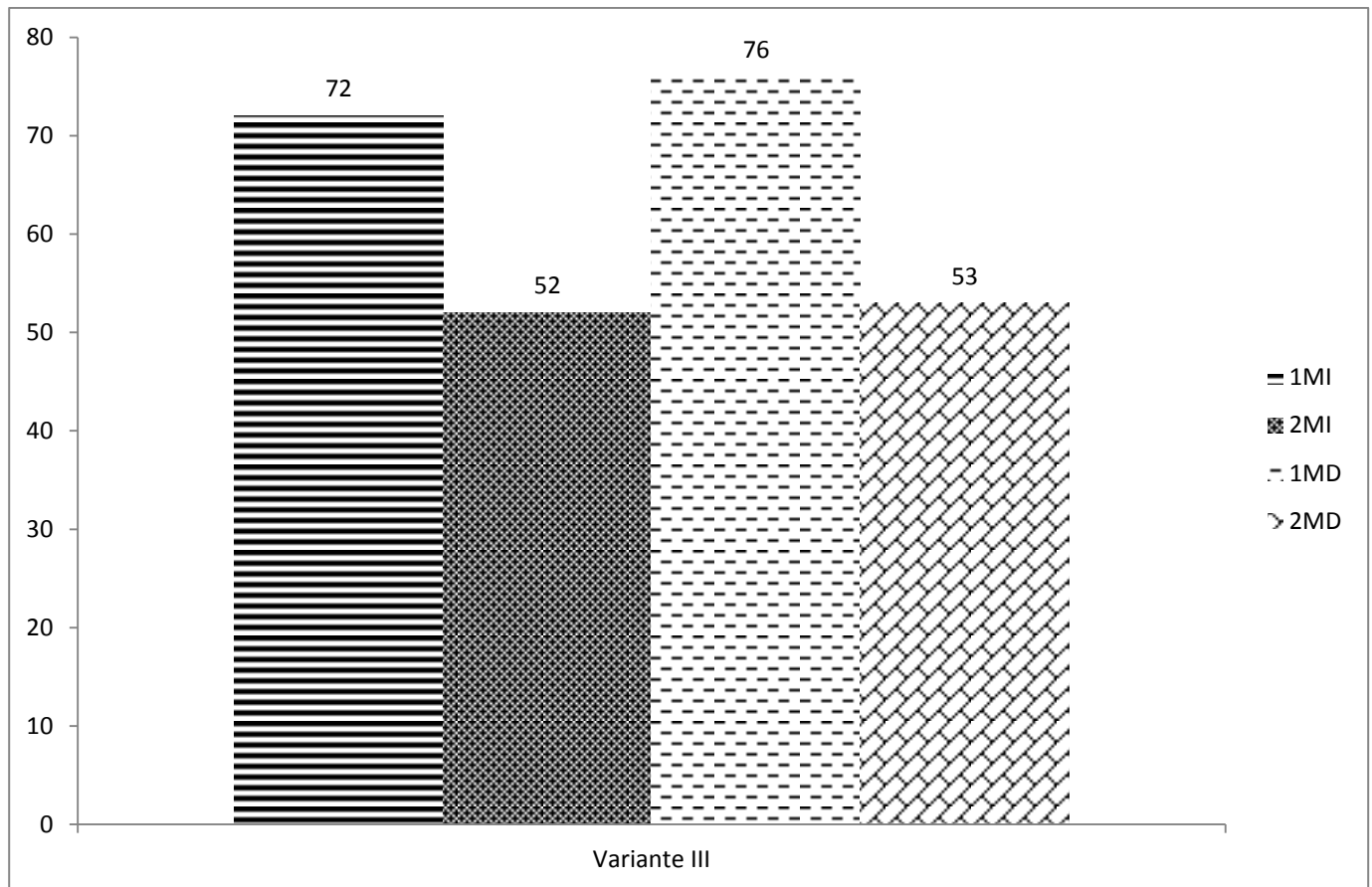


Fuente: Datos obtenidos de tomografías computarizadas de haz cónico de 420 primeros y segundos molares inferiores de pacientes guatemaltecos realizado en la Facultad de Odontología USAC año 2014.

Interpretación: Variante I fue la morfología más común en las segundas molares inferiores y la menos común en primeras molares inferiores, según resultados de la tabla 5.

Gráfica 3

Variante III en primeras y segundas molares inferiores

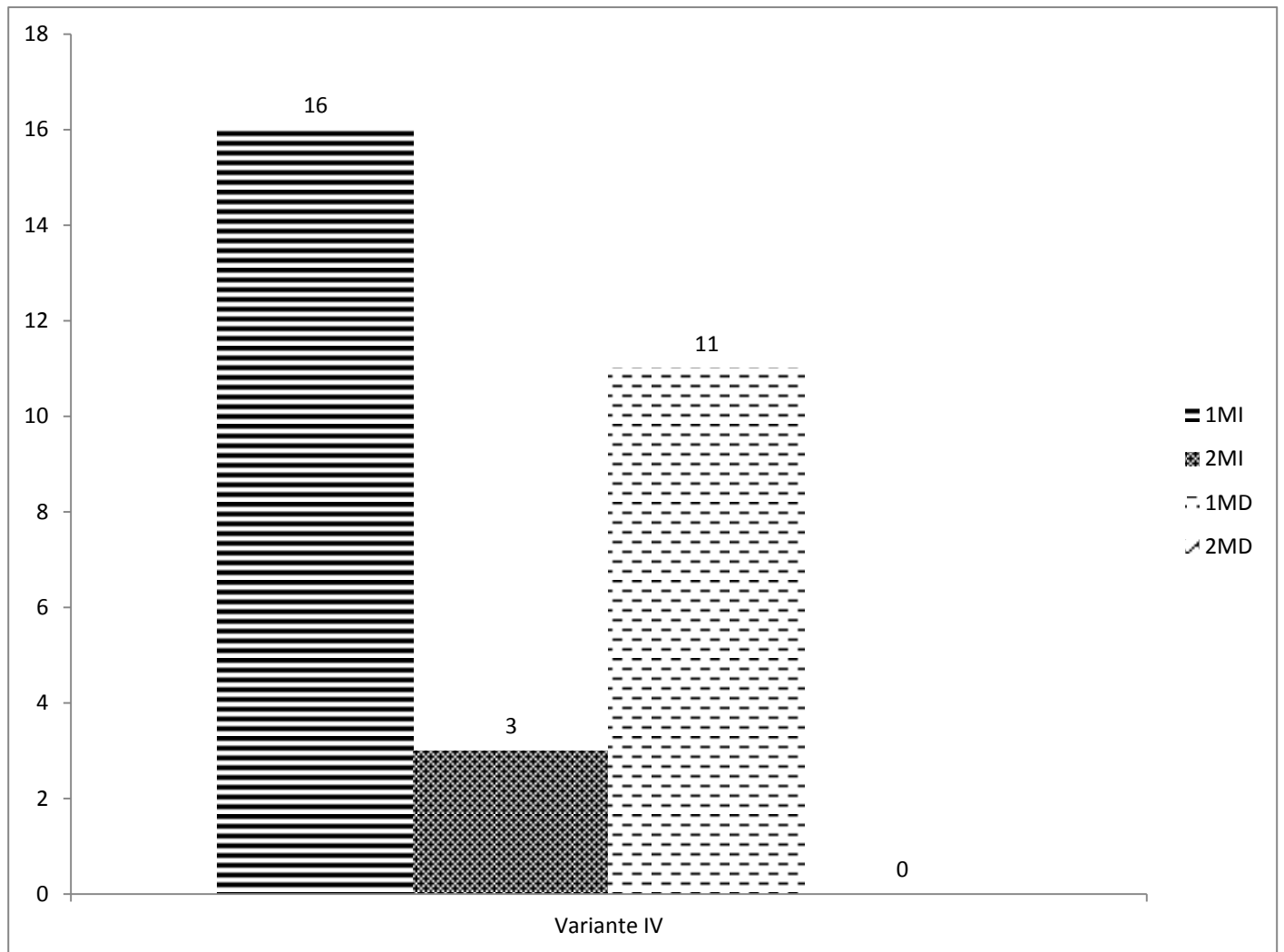


Fuente: Datos obtenidos de tomografías computarizadas de haz cónico de 420 primeros y segundos molares inferiores de pacientes guatemaltecos realizado en la Facultad de Odontología USAC año 2014.

Interpretación: Variante III fue la primera morfología más común en las primeras y segundas molares inferiores, pero representándose con un porcentaje menor en las segundas molares inferiores, según resultados de la tabla 5.

Gráfica 4

Variante IV en primeras y segundas molares inferiores

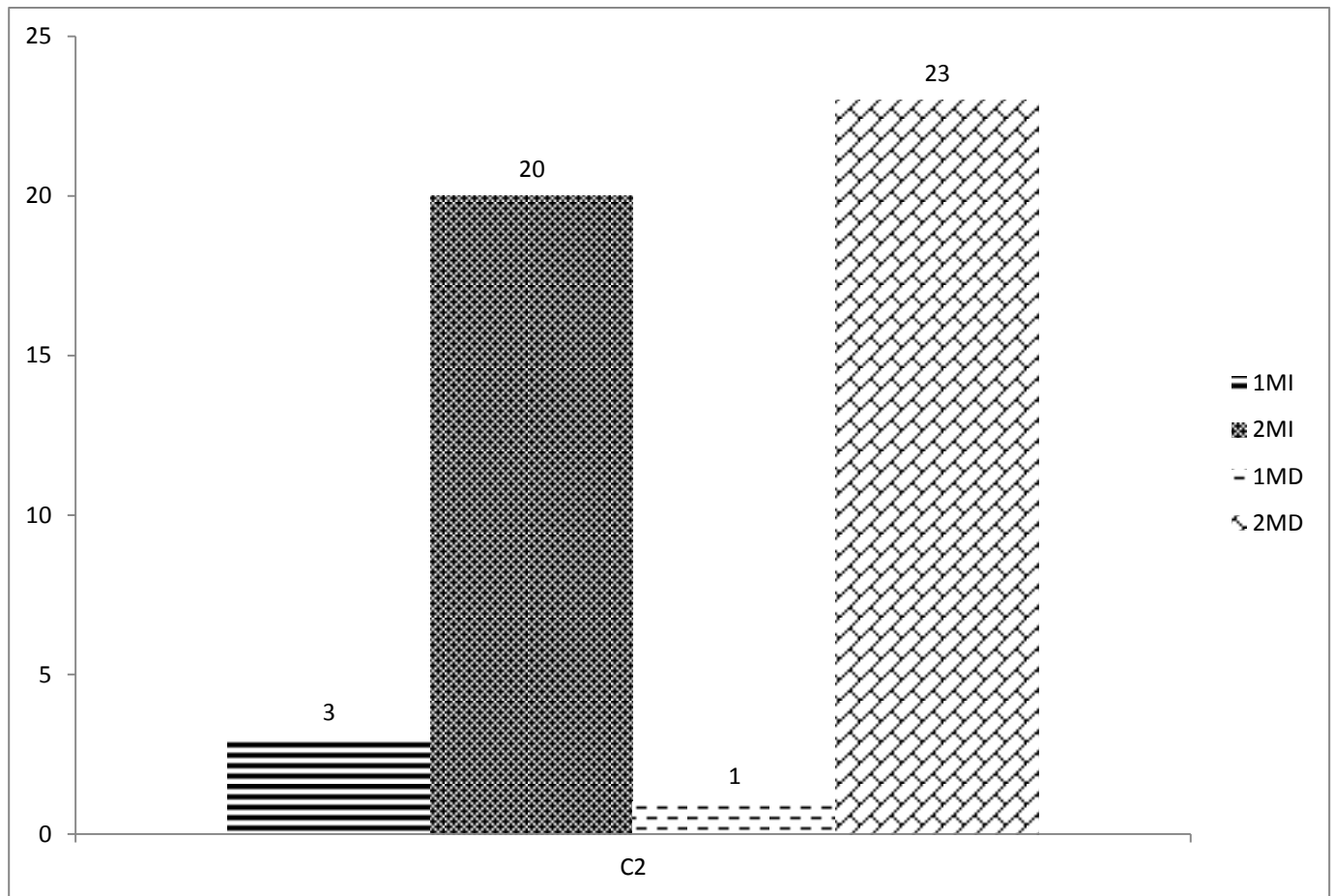


Fuente: Datos obtenidos de tomografías computarizadas de haz cónico de 420 primeros y segundos molares inferiores de pacientes guatemaltecos realizado en la Facultad de Odontología USAC año 2014.

Interpretación: La variante IV fue la segunda morfología más común en primeras molares inferiores y la tercera en segundas molares inferiores, según resultados de la tabla 5.

Gráfica 5

Conductos en C con dos raíces en primeras y segundas molares inferiores



Fuente: Datos obtenidos de tomografías computarizadas de haz cónico de 420 primeros y segundos molares inferiores de pacientes guatemaltecos realizado en la Facultad de Odontología USAC año 2014.

Interpretación: los conductos en C con dos raíces se encontraron en un porcentaje más alto en los segundos molares inferiores que en los primeros molares inferiores, según resultados de la tabla 5.

XV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las imágenes se describieron por medio de CBCT para el estudio de la morfología de la raíz y del conducto radicular de las primeras y segundas molares inferiores en pacientes de la Facultad de Odontología de la Universidad San Carlos de Guatemala. En muchos de estos casos la Tomografía computarizada (CT) también pudo haber sido una opción pero por las consecuencias que tiene como por ejemplo una dosis de radiación alta, se consideró el uso del CBCT ya que la calidad del mismo es suficientemente alta para visualizar la morfología de los conductos radiculares en endodoncia con una baja radiación. En este estudio las molares inferiores fueron seleccionados, tomando en cuenta que algunos factores pueden afectar la evaluación de la morfología de los conductos radiculares de los cuales son: obliteración del conducto y reabsorción interna, materiales de relleno (artefactos) que crean distorsión o ruído anatómico en las imágenes del CBCT, lesiones periapicales que a largo plazo pueden destruir los ápices radiculares; por tal motivo fueron excluidos en este estudio.

En la presente investigación, para asegurar la integridad de la morfología de los conductos radiculares de los molares inferiores, solo se tomaron en cuenta los que tenían completo el desarrollo de las raíces y sin haber sido tratados endodónticamente.

Se utilizó la clasificación de Zhang ya que incluye una amplia variedad de la morfología de las molares inferiores para poder ser incorporada en la tecnología actual de tres dimensiones.

Primeros molares inferiores

De los 210 molares inferiores en este estudio la presencia de dos conductos en la raíz mesial y un conducto en la raíz distal (variante III) representó la morfología más común (72%) en primeras molares izquierdas y (76%) en primeras molares derechas. En estudios anteriores se presentó la misma alta incidencia de la variante III para primeros molares inferiores ⁽²⁶⁾. Si se observó una tercera raíz que fue la tercera morfología más común que consiste en un conducto en tres raíces, con dos conductos en la raíz mesial, un conducto distobucal y distolingual (variante VI) representada en (5%) en primeras molares inferiores izquierdas y (9%) en primeras molares inferiores derechas. La presencia de una tercera raíz es una variación típica en Thai (13%), de Birmania (10%), y especialmente en las poblaciones chinas (29%) ⁽²⁶⁾. La segunda morfología más común representada fue la (variante IV) con dos conductos en la raíz mesial y dos conductos en la raíz distal con un (16%) en primeras molares izquierdas y (11%) en primeras molares derechas. Y ya con menor incidencia las dos raíces separadas,

una raíz mesial y distal con un conducto en cada raíz (variante I) con un (4%) en las primeras molares izquierdas y (3%) en las primeras molares derechas (Tabla 1-2). Así como también se observó una baja incidencia en las primeras molares mandibulares de los conductos en forma de C con dos raíces se encontraron en un porcentaje del lado izquierdo de (3%) y del lado derecho (1%) y un (0%) conductos en C con una raíz ⁽²⁶⁾.

Segundos molares inferiores

La presencia de dos conductos en la raíz mesial y un conducto en la raíz distal (variante III) represento la morfología más común (52%) en segundas molares izquierdas y (53%) en segundas molares derechas, que es similar a la prevalencia en birmano (58,2%) y Tailandia (54%) las poblaciones ⁽²⁵⁾ e inferior a la prevalencia en Poblaciones indígenas (83,4%) ⁽²⁵⁾. La segunda morfología más común, un conducto en la raíz mesial y un conducto en la raíz distal (variante I) con un (20%) en las segundas molares izquierdas y (15%) en las segundas molares derechas. La tercera morfología fue la (variante IV) con dos conductos en la raíz mesial y dos conductos en la raíz distal con un (3%) en segundas molares izquierdas y (0%) en segundas molares derechas. La cuarta morfología fue una raíz con un conducto (Variante VIII) se representó con (1%) en segundas molares izquierdas y (3%) en segundas molares derechas. Tres raíces separadas una mesial, una distobucal y distolingual con un conducto en cada raíz (variante V) se representó con (1%) en segundas molares izquierdas y (0%) en segundas molares derechas (Tabla 5-6). En el presente ejemplo, la posición de esta tercera raíz era lingual. Esta conclusión está de acuerdo con estudios que identificaron raíces distolinguales en primeros y segundos molares lo cual indica que este fenómeno se debe considerar un rasgo genético más que una anomalía del desarrollo ⁽²⁵⁾. La presencia y principios diagnóstico de esta raíz son de importancia clínica y podría no ser visualiza en las radiografías periapicales debido a la artificial impresión de una perforación. Configuración del canal en forma de C se ha demostrado que tienen una alta prevalencia (14% -52%) en los segundos molares inferiores de poblaciones chinas, japonés y libanesa ⁽²⁶⁾. Nuestro estudio mostró que el conducto en forma de C con una raíz estaba en un porcentaje del lado izquierdo de (3%) y del lado derecho (6%); los conductos en forma de C con dos raíces se encontraron en un porcentaje del lado izquierdo de (6%) y del lado derecho (23%), un porcentaje más alto que los primeros molares inferiores.

Tabla 6

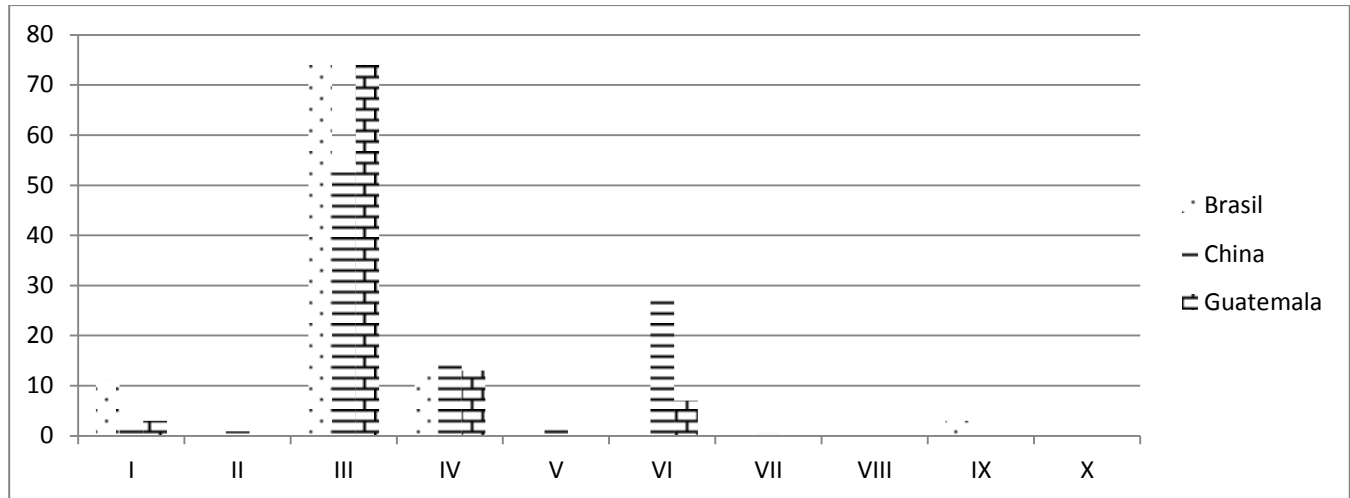
Porcentaje de las variantes del Sistema Morfológico de canales (raíz)
Datos comparados con artículos de otros Países en Primeras Molares (En Porcentaje)

Molar	Variante									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Brasil	11	0	74	12	0	0	0	0	3	0
China	2	1	53	15	2	27	0	0	0	0
Guatemala	3	0	76	14	0	7	0	0	0	0

Fuente: Datos obtenidos de tomografías computarizadas de haz cónico de 420 primeros y segundos molares inferiores de pacientes guatemaltecos realizado en la Facultad de Odontología USAC año 2014.

Gráfica 6

Morfología del conducto radicular de las primeras molares inferiores, comparando artículos de otros países.

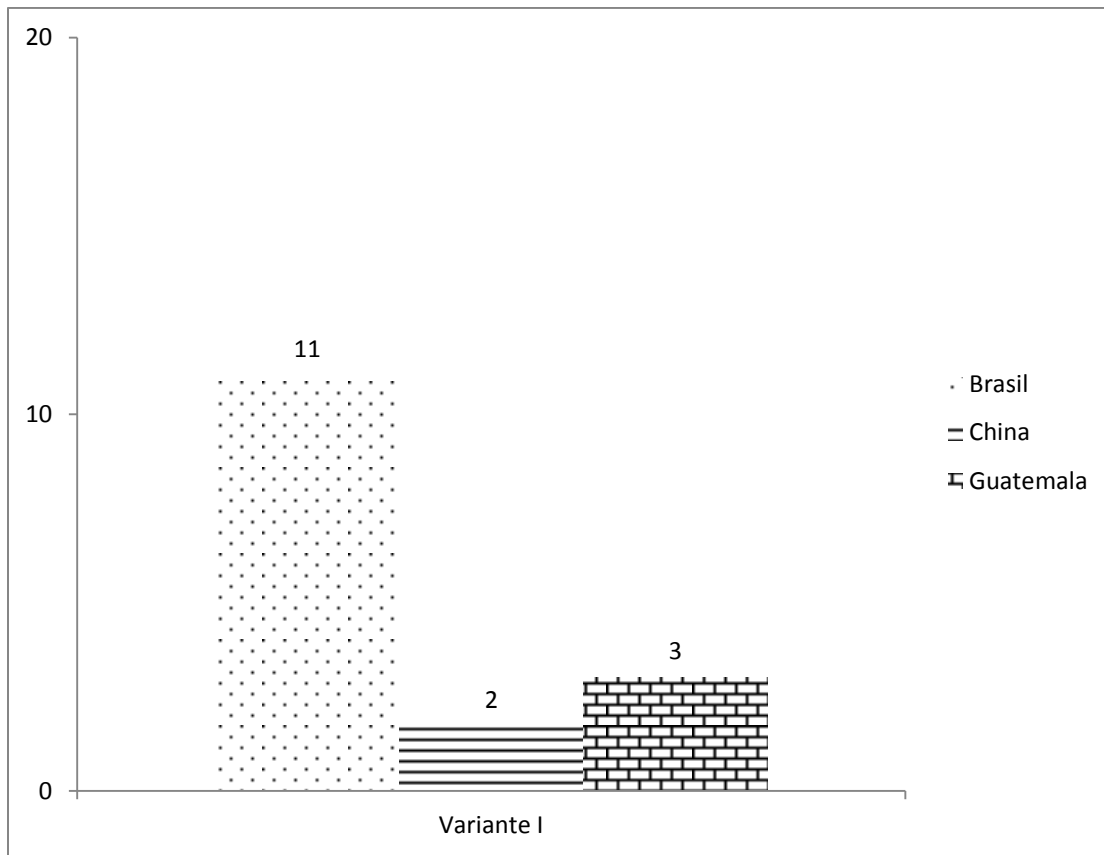


Fuente: Datos obtenidos de tomografías computarizadas de haz cónico de 420 primeros y segundos molares inferiores de pacientes guatemaltecos realizado en la Facultad de Odontología USAC año 2014 y de artículos científicos de Brasil y China.

Interpretación: En primeras molares inferiores la variante I se representa con un porcentaje de 11% Brasil 2% China y 3% Guatemala, variante II se representa con un porcentaje de 0% Brasil 1% China y 0% Guatemala, variante III se representa con un porcentaje de 74% Brasil 53% China y 76% Guatemala, variante VI se representa con un porcentaje de 12% Brasil 15% China y 14% Guatemala, variante V se representa con un porcentaje de 0% Brasil 2% China y 0% Guatemala, variante VI se representa con un porcentaje de 0% Brasil 27% China y 0% Guatemala. , variante IX se representa con un porcentaje de 3% Brasil 0% China y 0% Guatemala, según resultados de tabla 6.

Gráfica 7

Variante I de la morfología del conducto radicular de las primeras molares inferiores.

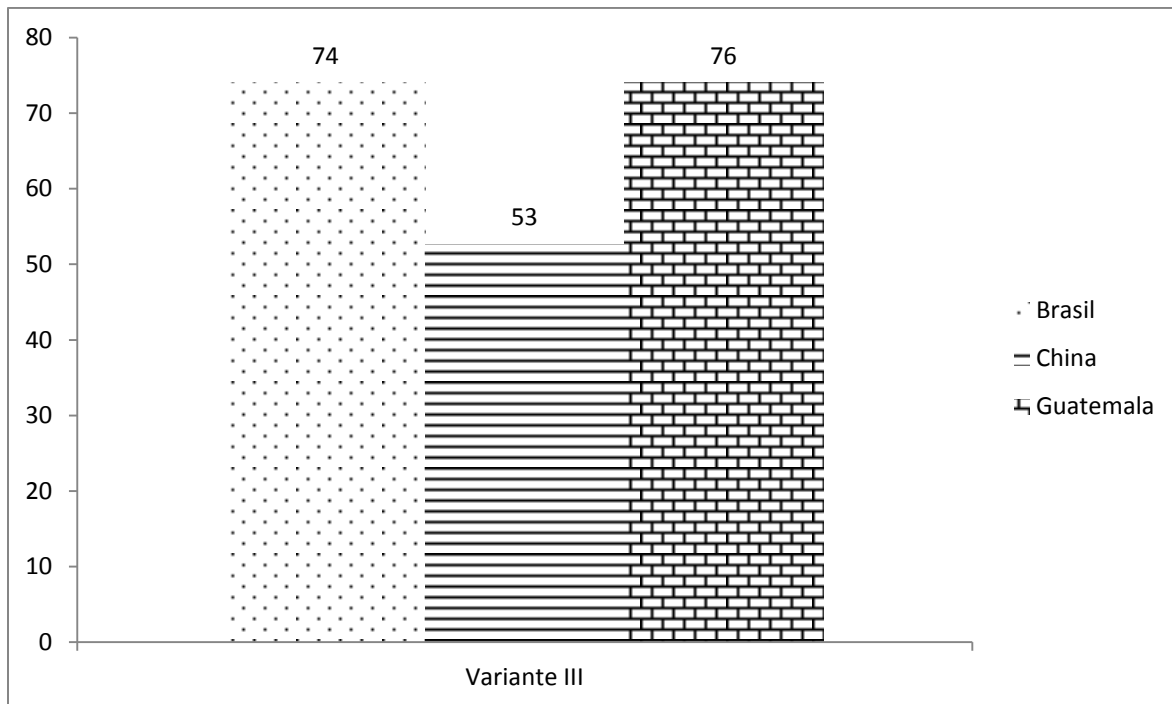


Fuente: Datos obtenidos de tomografías computarizadas de haz cónico de 420 primeros y segundos molares inferiores de pacientes guatemaltecos realizado en la Facultad de Odontología USAC año 2014 y de artículos científicos de Brasil y China.

Interpretación: Variante I indica similitud entre Guatemala, Brasil y China, según resultados de la tabla 6.

Gráfica 8

Variante III de la morfología del conducto radicular de las primeras molares inferiores.

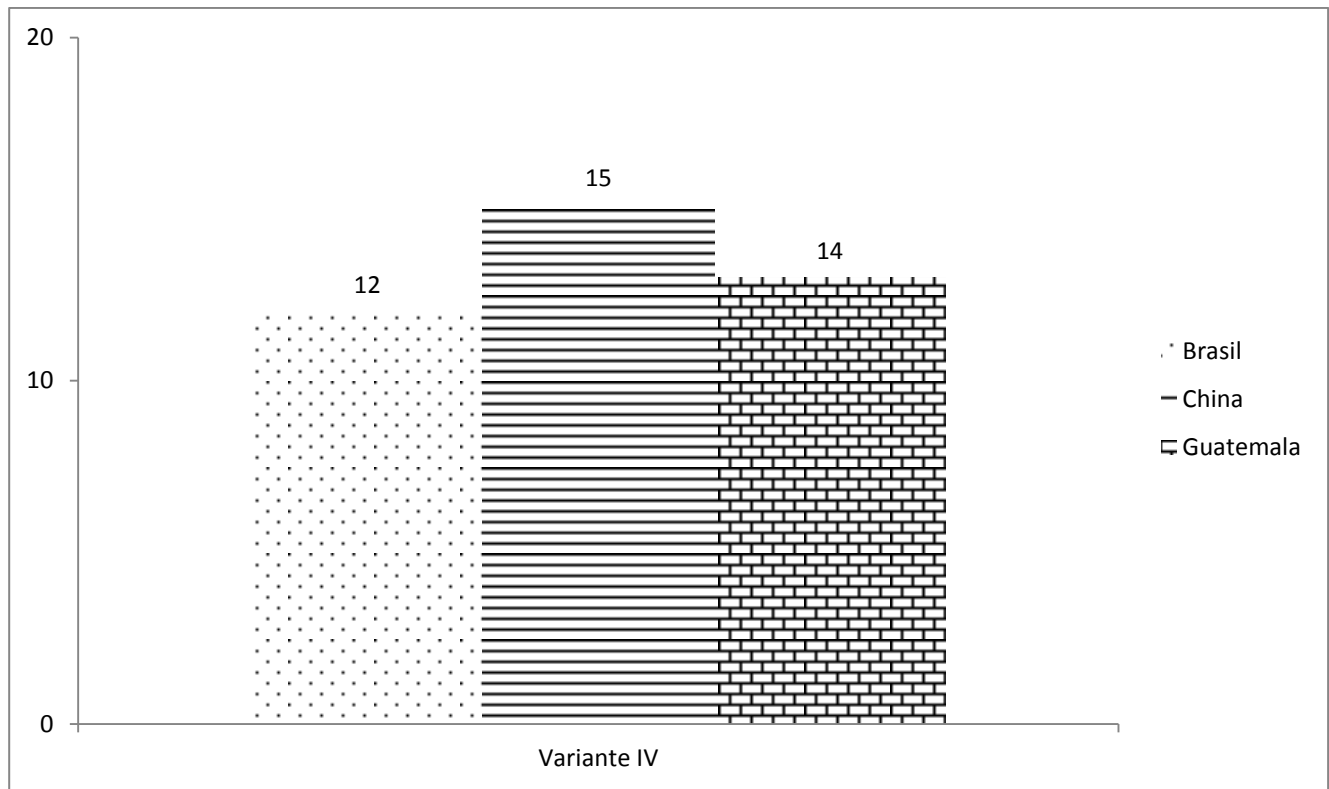


Fuente: Datos obtenidos de tomografías computarizadas de haz cónico de 420 primeros y segundos molares inferiores de pacientes guatemaltecos realizado en la Facultad de Odontología USAC año 2014 y de artículos científicos de Brasil y China.

Interpretación: La variante III indica similitud entre ellas, según resultados de tabla 6.

Gráfica 9

Variante IV de la morfología del conducto radicular de las primeras molares inferiores



Fuente: Datos obtenidos de tomografías computarizadas de haz cónico de 420 primeros y segundos molares inferiores de pacientes guatemaltecos realizado en la Facultad de Odontología USAC año 2014 y de artículos científicos de Brasil y China.

Interpretación: La variante IV indica similitud entre los países de Guatemala, Brasil y China, según tabla 6.

XVI. CONCLUSIONES

1. El CBCT es una herramienta útil para el diagnóstico y tratamiento en la endodoncia ya que facilita el conocimiento de la morfología de la raíz y el conducto radicular de las primeras y segundas molares inferiores en los pacientes.
2. Del estudio realizado en 108 pacientes ingresados a la Facultad de Odontología se determinó que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las primeras y segundas molares derechas e izquierdas en la morfología de la raíz del conducto radicular utilizando el CBCT como técnica de diagnóstico.
3. Una mayor prevalencia de dos conductos en la raíz mesial y un conducto en la raíz distal (variante III) represento la morfología más común en las primeras y segundas molares mandibulares. Además una menor incidencia de conductos en forma de C y tres raíces se observó en la muestra de la población guatemalteca en la Facultad de Odontología en la Universidad San Carlos de Guatemala.
4. De los 210 primeros molares inferiores los conductos en forma de C con dos raíces se encontraron en un porcentaje del lado izquierdo de (3%) y del lado derecho (1%) y un (0%) conductos en C con una raíz y de los de los 210 segundos molares inferiores los conductos en forma de C con una raíz se encontraron en un porcentaje del lado izquierdo de (3%) y del lado derecho (6%); los conductos en forma de C con dos raíces se encontraron en un porcentaje del lado izquierdo de (6%) y del lado derecho.
5. Tres raíces separadas una mesial, una distobucal y distolingual con un conducto en cada raíz (variante V) se representó con (1%) en segundas molares izquierdas y (0%) en segundas molares derechas.

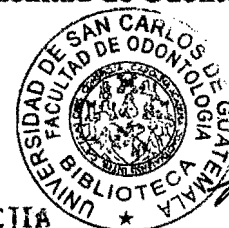
XVII. RECOMENDACIONES

Luego de conocer las variaciones de la morfología de la raíz y conductos radiculares, después de haber realizado este estudio en los pacientes de la Facultad de Odontología de la USAC y debido a los datos obtenidos de los 420 primeras y segundas molares inferiores se recomienda lo siguiente:

1. Los resultados de este estudio deben ser considerados en el proceso de enseñanza-aprendizaje del curso de Endodoncia del Área Médico Quirúrgica de la Facultad de Odontología de la USAC, como datos obtenidos de la población guatemalteca.
2. Se recomienda ampliar la muestra para obtener datos en las diferentes regiones del país de Guatemala.
3. Tener consideración de que la variante III que consiste en dos raíces separadas, con dos conductos en la raíz mesial y un conducto en la raíz distal es la más común en las primeras y segundas molares y por consiguiente se recomienda que el acceso sea en forma rectangular.
4. Tener en consideración en el momento de evaluar la radiografía inicial antes de hacer el tratamiento de conductos radiculares en los molares inferiores la posible presencia de una tercera raíz.
5. Considerar la posible presencia de conductos en forma de C en segundas molares inferiores ya que se encuentran en un porcentaje mayor que en las primeras molares inferiores.

XVII. BIBLIOGRAFÍA

1. Alpírez Piron, N. C. (2003). **Frecuencia del conducto mesiopalatino en primeras molares superiores permanentes**. Tesis (Lic. Cirujano Dentista). Guatemala: Universidad Mariano Gálvez, Facultad de Odontología. 51 p.
2. Barton, D. J., et al. (2003). **Tuned-aperture computed tomography versus parallax analog and digital radiographic images in detecting second mesiobuccal canals in maxillary first molars**. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* no. 96:223-84.
3. Berkovitz, B. K.; Holland, G. R. y Muxham, B. J. (1992). **Tooth morphology**. 4 ed. London: Wolf. pp. 24-43.
4. Cheung, G. S.; Wei, W. L y McGrant, C. (2013). **Agreement between periapical radiographs and cone-beam computed tomography for assessment of periapical status of root filled molar teeth**. *Int Endod J.* no. 46:889-895.
5. Cotti, E., et al. (2003). **Ultrasound realtime imaging in the differential diagnosis of periapical lesions**. *JOE.* no. 36:556-63.
6. Cotton, T. P., et al. (2007). **Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography**. *J Endod.* no. 33:1121-32.
7. Denzil, V. A.; Kottoor, J. y Natanasabapathy, V. (2011). **A new anatomically based nomenclature for the roots and root canals—part 2: mandibular molars**. *Inter Joe of Dentistry.* no. 42:335.340.
8. Eggars, G., et al. (2005). **Artefacts in magnetic resonance imaging caused by dental material**. *MRMP.* no. 18:103-11.
9. Estevez, R., et al. (2010). **Root anatomy and canal configuration of the permanent mandibular first molar: a systematic review**. *J Endod.* no. 36:1919-31.
10. Fan, B., et al. (2008). **Identification of a c-shaped canal system in mandibular second molars—part II: the effect of bone image superimposition and intraradicular contrast medium on radio-graph interpretation**. *J Endod.* no. 34:160-5.
11. Gu, Y., et al. (2011). **Root canal morphology of permanent three-rooted mandibular first molars: part III—an odontometric analysis**. *JOE.* no. 37:485-490.
12. Guillen Fernández, R. (1993). **Estudio de frecuencia del cuarto conducto en la raíz mesio-bucal de primeros molares superiores en tratamientos de conductos radiculares efectuados por alumnos de cuarto año en el laboratorio de endodoncia de la Facultad de Odontología**



- de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Tesis (Lic. Cirujano Dentista). Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología. 113 p.
13. Lofthag, S., et al. (2007). **Limited cone-beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology.** Oral Surg Oral Med Oral Pathol. no. 103:114-9.
 14. Mozzo, P., et al. (2001). **A new volumetric CT machine for dental imaging. based on the cone-beam technique: preliminary results.** European Radiology. no. 8:1558-64.
 15. Oviedo, P. y Hernández, J. F. (2012). **Tomografía computarizada Cone Beam en endodoncia.** Rev Estomatol Herediana. 22(1):59-64.
 16. Patel, S. (2009). **New dimensions in endodontic imaging: part 2 cone beam computed tomography.** IntEndod J. no. 42: 463-475.
 17. _____. (2009). **New Dimensions in Endodontic imaging:Part 1.Conventional and alternative radiographic systems.** Int Endod J. no. 42: 447-425.
 18. _____. (2007). **The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems.** Int Endod J. no. 40:818-30.
 19. Qing-hua, Z., et al. (2010). **A cone-beam computed tomography study of maxillary first permanent molar root and canal morphology in a chinese population.** JOE. 39(9):1480-1484.
 20. Silva, E., et al. (2013). **Evaluation of root canal configuration of mandibular molars in a Brazilian population by using cone-beam computed tomography: an in vivo study.** JOE. 39 (7):849-52.
 21. Velvart, P., et al. (2001). **Detection of the apical lesion and the mandibular canal in conventional radiography and computed tomography.** Oral Surg Oral Med Oral Pathol. no. 92:682-8.
 22. Vertucci, F. (1984). **Root canal morphology of the human permanent teeth.** Oral Sur, Oral Med and Oral Pathol. no. 58: 589-99.
 23. Wang, Q., et al. (2001). **Evaluation of x-ray projection angulation for successful radix entomolaris diagnosis in mandibular first molars in vitro.** JOE. no. 37:1063-1068.
 24. Williamson, G. F., et al. (2009). **Intraoral Radiography: Positioning and Radiation Protection.** (en línea). 4ed. Ecuador: Consultado el 17 de Julio del 2014. Disponible en: [http://www.share-pdf.com/38c32aa0e8cd427e9b4298e41cd0df93/\(RX\)%20MARTINO%20ANALIA.pdf](http://www.share-pdf.com/38c32aa0e8cd427e9b4298e41cd0df93/(RX)%20MARTINO%20ANALIA.pdf)
 25. Yuri, N., et al. (2013). **Evaluation of Root Canal Configuration of Mandibular Molars in a Brazilian Population by Using Cone-beamComputed Tomography: An In Vivo Study.** JOE. 39 (7):849-852.

26. Zhang, R., et al. (2011). Use of cone-beam computed tomography to evaluate root and canal morphology of mandibular molars in chinese individuals. IntEndod J. no. 44:990-9.



XIX. ANEXOS

**Tabla 7. CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES
CLASIFICACIÓN SEGÚN ZHANG**

VARIANTE	PRIMERA MOLAR INFERIOR IZQUIERDA	SEGUNDA MOLAR INFERIOR IZQUIERDA	PRIMERA MOLAR INFERIOR DERECHA	SEGUNDA MOLAR INFERIOR DERECHA
TIPO I				
TIPO II				
TIPO III				
TIPO IV				
TIPO V				
TIPO VI				
TIPO VII				
TIPO VIII				
TIPO IX				
TIPO X				
OTROS				

Tabla 8. COMPARACION DE LA DOSIS EFECTIVA DE LAS DIFERENTES FUENTES DE RADIACIÓN DENTAL

Radiographic source	Effective dose (μ Sv)	Dose as % annual background radiation
Cone beam CT		
3D Accuitomo (1½ inch) ^a	7.3	0.2
i-CAT ^b (12 inch FOV)	134.8	5.4
i-CAT ^b (9 inch FOV)	68.7	1.9
Conventional CT		
Conventional CT ^c	1400 (maxilla)	38.9
	1320 (mandible)	36.7
Conventional radiography		
Periapical ^c	5	0.14
Panoramic ^d	6.3	0.2
Cosmic radiation on board an aircraft flying a round trip between Paris-Tokyo ^e	150	4.2

^aArai *et al.* (2001).

^bLudlow *et al.* 2006.

^cNgan *et al.* (2003).

^dLudlow *et al.* (2003).

^eBottollier-Depois *et al.* (2003)

CT, computer tomography.

Tabla 9. DATOS TÉCNICOS CBCT



Datos Técnicos

Tecnología de movimiento	Multi-motor con mando digital de la trayectoria
Tecnología 3D	Cone Beam Volumetric Tomography (CBVT)
Generador	Alta frecuencia (200 kHz), potencial constante
Tamaño de la mancha focal	0.5 (EN 60336)
Sensor Pan + 3D	
Tecnología	Detector de Silicio Amorfo con pantalla de yoduro de Cesio
Área activa	130 x 130 mm
Tamaño de los pixel	127 µm
Tamaño de los voxel	166 µm
Tamaño y forma del volumen reconstruido (FOV – Cilíndrico, 85x85 mm (diámetro x altura) Field of View)	
Sensor Ceph	
Tecnología	Sensor CCD con pantalla de yoduro de Cesio (CsI)
Área activa	6x220 mm
Tamaño de los pixel	48 µm
Tamaño de la imagen	3000 x 2305 pixels (Max Ceph)
Características eléctricas	
Tensión de alimentación	110-120 / 220-240 Vac
Frecuencia	50/60 Hz
Características mecánicas	
Carga del sistema Pan-3D	161kg (354 lb) montaje en la pared; 191 kg (411 lb) montaje en el suelo
Carga del sistema Pan-3D-Ceph	186kg (409 lb); 216 kg (475 lb) con montaje superficial
Altura total máxima	2450mm (96,4")
Posibilidad de montaje	En la pared (estándar) o en el suelo (con base en el suelo opcional)

Tabla 10. DATOS ESTADISTICOS

1MI-102	2MI-102	1MD-108	2MD-108
4	20	3	16
0	0	0	0
74	54	82	57
16	3	12	0
0	1	0	0
5	0	10	0
0	0	0	0
0	1	0	3
0	0	0	0
0	0	0	0
0	3	0	7
3	20	1	25
0	0	0	0
102	102	108	108

VARIANTE	1MI-102	2MI-102	1MD-108	2MD-108
TIPO I	4	20	3	16
TIPO III	74	54	82	57
TIPO IV	16	3	12	0
TIPO V	0	1	0	0
TIPO VI	5	0	10	0
TIPO VIII	0	1	0	3
Conductos en C1 Raíz	0	3	0	7
Conductos en C2 Raíz	3	20	1	25
n=	102.00	102.00	108.00	108.00
Promedio=	12.75	12.75	13.50	13.50
Desviación Estándar=	25.30	18.65	28.08	19.75
Asimetria=	2.60	1.87	2.67	1.86
Curtosis=	6.95	3.55	7.31	3.47

ANALISIS ESTADISTICO DE DIFERENCIAS NO PARAMÉTRICAS																
PRUEBA DE KRUSKALL WALLIS																
					ORDEN											
No	VARIANTE	1MI-102		MOLAR	ASCENDENTE	RANGO 1	RANGO		No	VARIANTE	1MI-102		RANGO		SUMA	
1	TIPO I	4		4	1	1	2		1	TIPO I	4		9			
2	TIPO III	74		74	1	2	2		2	TIPO III	74		21			
3	TIPO IV	16		16	1	3	2		3	TIPO IV	16		14.5			
4	TIPO VI	5		5	3	4	6		4	TIPO VI	5		10			
5	Conductos en C2 Raíz	3		3	3	5	6		5	Conductos en C2 Raíz	3		6		60.5	
				20	3	6	6									
	VARIANTE	2MI-102		54	3	7	6			VARIANTE	2MI-102					
1	TIPO I	20		3	3	8	6		1	TIPO I	20		16.5			
2	TIPO III	54		1	4	9	9		2	TIPO III	54		19			
3	TIPO IV	3		1	5	10	10		3	TIPO IV	3		6			
4	TIPO V	1		3	7	11	11		4	TIPO V	1		2			
5	TIPO VIII	1		20	10	12	12		5	TIPO VIII	1		2			
6	Conductos en C1 Raíz	3		3	12	13	13		6	Conductos en C1 Raíz	3		6			
7	Conductos en C2 Raíz	20		82	16	14	14.5		7	Conductos en C2 Raíz	20		16.5		68	
				12	16	15	14.5									
	VARIANTE	1MD-108		10	20	16	16.5			VARIANTE	1MD-108					
1	TIPO I	3		1	20	17	16.5		1	TIPO I	3		6			
2	TIPO III	82		16	25	18	18		2	TIPO III	82		22			
3	TIPO IV	12		57	54	19	19		3	TIPO IV	12		13			
4	TIPO VI	10		3	57	20	20		4	TIPO VI	10		12			
5	Conductos en C2 Raíz	1		7	74	21	21		5	Conductos en C2 Raíz	1		2		55	
				25	82	22	22									
	VARIANTE	2MD-108								VARIANTE	2MD-108					
1	TIPO I	16							1	TIPO I	16		14.5			
2	TIPO III	57							2	TIPO III	57		20			
3	TIPO VIII	3							3	TIPO VIII	3		6			
4	Conductos en C1 Raíz	7							4	Conductos en C1 Raíz	7		11			
5	Conductos en C2 Raíz	25							5	Conductos en C2 Raíz	25		18		69.5	

VALOR CRITICO DE KRUSKALL WALLIS												
K=	$\frac{12}{506}$	*	[	$\frac{3660.25}{5}$	+	$\frac{4624}{7}$	+	$\frac{3025}{5}$	+	$\frac{4830.25}{5}$	]	- 69
K=	0.02372	*	[	732.05	+	660.571	+	605	+	966.05	]	- 69
K=	0.02372	*	[	2963.67	]	-	69					
VALOR CRITICO DE KRUSKALL WALLIS												
K=	1.2847											

VALOR CRITICO DE CHI CUADRADO CON $\alpha = 5\%$, GRADOS DE LIBERTAD = (4 - 1) = 3									
$\chi^2 =$	7.8147								
VALOR CRITICO DE KRUSKALL WALLIS									
K=	1.2847								

XX. FIGURAS

- a. Fig.1 Radiografías periapicales de un primer molar mandibular inferior derecho con tratamiento radicular. (a) Pretratamiento en la cual la radiografía revela tres conductos bien obturados (dos mesiales y uno distal),(c, d) después del tratamiento se muestra en la radiografía dos conductos adicionales que han sido identificados y tratados, las flechas indican la entrada de cada uno de los tres conductos mesiales. Estos canales adicionales no se identificaron en la radiografía de pre-tratamiento o en (c) ⁽¹⁸⁾.
- b. Fig.2 Radiografía convencional periapical que presenta defecto de resorción en el cuello cervical en el primer premolar derecho permanente, la lesión ha provocado reabsorción, pero la profundidad dela lesión no puede ser determinada a partir de las radiografías periapicales convencionales ⁽¹⁸⁾.
- c. Fig. 3 Radiografías periapicales convencionales realizadas con la técnica paralela de un premolar y molares inferiores izquierdos con una lesión radiolúcida.. No es posible determinar la profundidad de la lesión, es decir, que tiene perforado la cortical lingual y hay un segundo conducto no tratado ⁽¹⁸⁾.
- d. Fig 4. Una fractura oblicua raíz 2-3 mm por debajo de la cresta ósea marginal (izquierda) en una imagen de dos dimensiones y en dos versiones en TACT (en medio y derecha)⁽¹⁸⁾
- e. Fig 5. MRI ⁽¹⁸⁾.
- f. Fig.6 (a) Vista palatina de un paciente con 20 mm hinchazón de diámetro. (b) la imagen de ultrasonido muestra en la parte superior en la región de los incisivos maxilares,una perforación de la placa cortical labial (flecha amarilla) y una hipoeoica región (oscuro) (marcado 'X') que representa la hinchazón del paladar ⁽¹⁸⁾.
- g. Fig 7. CT ⁽¹⁸⁾.
- h. Fig.8 Variaciones en conductos de primeras molares inferiores ⁽⁷⁾.
- i. Fig.9 Variaciones en molares inferiores ⁽⁷⁾.
- j. Fig.10 Variaciones anatómicas poco frecuentes ⁽⁷⁾.
- k. Fig.11 Clasificación de variantes según Zhang.
- l. Fig.12 Corte axial donde se observan las variantes I, III, IV y VI en las primeras molares inferiores. Las flechas celestes indican el diente examinado.
- m. Fig. 13 Corte axial donde se observan las variantes I, III, IV y VIII en las segundas molares inferiores. Las flechas celestes indican el diente examinado.

- n. Fig. 14 Corte axial y sagital donde se observan los conductos en C con una y dos raíces. Las flechas celestes indican el diente examinado.

XXI. TABLAS

- a. Tabla 1 Distribución y porcentaje de las variantes en la morfología de la raíz del conducto radicular de acuerdo a la Clasificación de Zhang, para la primera molar inferior izquierda.
- b. Tabla 2 Distribución y porcentaje de las variantes en la morfología de la raíz del conducto radicular de acuerdo a la Clasificación de Zhang, para la primera molar inferior derecha.
- c. Tabla 3 Distribución y porcentaje de las variantes en la morfología de la raíz del conducto radicular de acuerdo a la Clasificación de Zhang, para la segunda molar inferior izquierda.
- d. Tabla 4 Distribución y porcentaje de las variantes en la morfología de la raíz del conducto radicular de acuerdo a la Clasificación de Zhang, para la segunda molar inferior derecha.

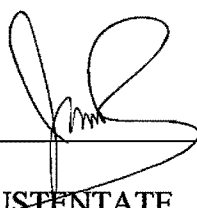
- e. Tabla 5 Porcentaje de las variantes del Sistema Morfológico de canales (raíz).
- f. Tabla 6 Porcentaje de las variantes en la morfología de la raíz de los conductos radiculares de acuerdo a la clasificación de Zhang. Datos comparados con artículos de otros Países en Primeras Molares inferiores en porcentaje.

- g. Tabla 7 Configuración del sistema de conductos radiculares clasificación según Zhang.
- h. Tabla 8 Comparación de la dosis efectiva de las diferentes fuentes de radiación dental.
- i. Tabla 9 Datos técnicos del CBCT.
- j. Tabla 10 y 11 Datos estadísticos.

XXII. GRÁFICAS

- a. Gráfica No. 1 Interpretación y análisis de los resultados de la tabla 5 según las variantes de la morfología del conducto radicular de las primeras y segundas molares inferiores derecha e izquierda
- b. Grafica No. 2 Interpretación y análisis de los resultados de la tabla 5 indicando que la variante I fue la segunda morfología más común en las segundas molares inferiores y la menos común en las primeras molares inferiores.
- c. Grafica No. 3 Interpretación y análisis de los resultados de la tabla 5 indicando que la variante III fue la primera morfología más común en primeras y segundas molares inferiores con un porcentaje menor en las segundas molares inferiores.
- d. Grafica No. 4 Interpretación y análisis de los resultados de la tabla 5 indicando que la variante IV fue la segunda morfología más común en primeras molares inferiores y la tercera en segundas molares inferiores.
- e. Grafica No. 5 Interpretación y análisis de los resultados de la tabla 5 indicando que los conductos en C con dos raíces se encontraron en un porcentaje más alto en los segundos molares inferiores que en los primeros molares inferiores.
- f. Gráfica No. 6 Interpretación y análisis de los resultados de la tabla 6 según las variantes de la morfología del conducto radicular de las primeras molares inferiores, comparando artículos de otros países.
- g. Gráfica No. 7 Interpretación y análisis de los resultados de la tabla 6 según la variante I de la morfología del conducto radicular de las primeras molares inferiores, entre Brasil, China y Guatemala indicando similitud entre ellas.
- h. Gráfica No. 8 Interpretación y análisis de los resultados de la tabla 6 según la variante III de la morfología del conducto radicular de las primeras molares inferiores, entre Brasil, China y Guatemala indicando similitud entre ellas.
- i. Gráfica No. 9 Interpretación y análisis de los resultados de la tabla 6 según la variante IV de la morfología del conducto radicular de las primeras molares inferiores, entre Brasil, China y Guatemala indicando similitud entre ellas.

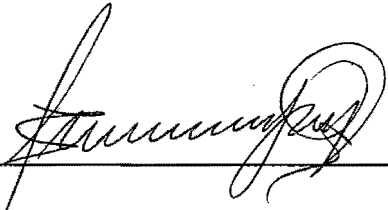
El contenido de esta tesis es única y exclusivamente responsabilidad del autor

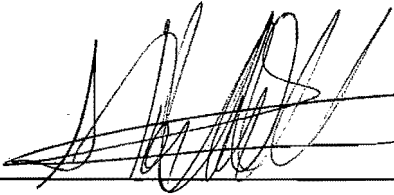
(f) 
SUSTENTATE
Ingrid Anaite Ruiz Arreaga

FIRMAS DE INFORME FINAL DE TESIS

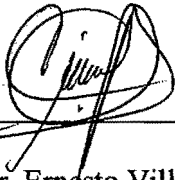
(f) 
Ingrid Anaite Ruiz Arreaga
SUSTENTATE

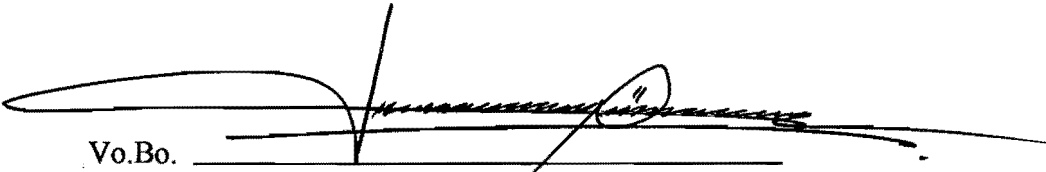
) 
Dr. Carlos Alvarado Barrios
Cirujano Dentista
ASESOR

(f) 
Dr. Kenneth Pineda Palacios
Cirujano Dentista
ASESOR

(f) 
Dr. José Fernando Ávila
Cirujano Dentista
PRIMER REVISOR
Comisión de Tesis




Dr. Ernesto Villagrán
Cirujano Dentista
SEGUNDO REVISOR
Comisión de Tesis

Vo.Bo. 
Dr. Julio Rolando Pineda Córdón
Secretario General
Facultad de Odontología
Universidad de San Carlos de Guatemala