

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. (UNAN-León)**

**Facultad de Odontología.**

**Especialidad de Endodoncia.**



**Tesis para optar al título de Especialista en Endodoncia**

Caracterización de conductos en forma de “C” y clasificación utilizando técnicas de tomografía computarizada de haz cónico y radiografía digital en segundos molares inferiores permanentes extraídos en clínica dental y puesto de salud de las ciudades de Managua y Nagarote.

**Autores:**

- Dr. Silvio Martín Caldera González.
- Dr. Rodolfo Marcial Sánchez Sánchez

**Tutora:** Dra. Karen Badilla.

**Asesor Metodológico:** Dr. Leonardo Mendoza.

Febrero, 2019.

**“A la Libertad por la Universidad”**

**Dedicatoria:**

- A Dios por todo lo que me ha regalado hasta hoy, he sido muy afortunado.
- A mi mama Manuela Sánchez Aguilar, por su apoyo incondicional y enseñarme que el cielo es el límite. Has sido mi ejemplo de lucha y victorias, te lo debo todo.
- A mis hermanas Kenia y Mariela, quienes siempre han creído en mí.
- A Sonia, Daysi y Nidia quienes se esforzaron por que su hogar se convirtiera en el mío durante mi formación como especialista, que Dios las Bendiga.

**Rodolfo Sánchez Sánchez.**

**Dedicatoria:**

- Dios Todo poderoso que sin él no somos nada, es quién nos ha dado la oportunidad de realizar y culminar esta etapa de nuestras vidas.
- Mi esposa e hija por su amor y paciencia durante mi especialidad, las amo
- Mis padres por ser las personas que han dado su vida por sus hijos.
- Hospital Monte España a su Director General y Vice presidenta por el apoyo incondicional brindado durante todo este tiempo.

**Silvio Caldera González.**

## **Agradecimiento:**

**A Dios**, nuestro creador, por regalarnos la vida, por todas esas bendiciones que a diario recibimos y por habernos permitido culminar con satisfacción esta meta.

**A nuestros Padres**, por su apoyo incondicional, su amor y ser ejemplo de esfuerzo y sacrificio, ser pilares para nuestro crecimiento personal y profesional.

**A nuestros Tutores**, Dra. Karen Badilla y Dr. Leonardo Mendoza por su paciencia, disposición y tiempo.

**Agradecimiento especial**, Dra Otilia Blanco por su apoyo durante la recolección de los especímenes para llevar a cabo el estudio.

## Índice

I.	Introducción.....	1
II.	Objetivos .....	4
	Objetivo General:.....	4
	Objetivos Específicos:.....	4
III.	Marco teórico.....	5
	A. Morfogénesis del órgano dentario.....	5
	1. Estadío de brote o yema dentaria:.....	5
	2. Estadío de casquete:.....	5
	3. El órgano del esmalte:.....	5
	4. Estadío de campana.....	6
	5. Papila dentaria:.....	7
	6. Estadío terminal o de folículo dentario.....	8
	B) Desarrollo y formación radicular.....	9
	1. Diferenciación de los odontoblastos .....	10
	2. Histofisiología de la morfogénesis dentaria. ....	10
	3. Desarrollo y Formación Radicular.....	12
	3.1 Formación de Raíces Únicas y Múltiples:.....	13
	3.2 Diferenciación de Odontoblastos.....	13
	3.3 Restos Epiteliales de Malassez: .....	14
	3.4 Folículo Dental.....	15
	3.5 Cementoblastos:.....	15
	3.6 Formación de conductos accesorios: .....	16
	3.7) Ápices completamente formados: .....	16
	3.8 Ápices Inmaduros:.....	17
	3.9 Consideraciones anatómicas del segundo molar inferior permanente. ....	17
	C. El conducto en forma de C:.....	18
	1. Etiología del conducto en forma de C: .....	18
	1. Clasificación del conducto en forma de C:.....	19
	Tipo I (Fusionado): .....	20
	Tipo II (simétrico):.....	20
	Tipo III (Asimétrico): .....	20
	D. Aplicaciones de la Tomografía Computarizada de haz cónico en Odontología. ....	20
	1. Indicaciones de la TCHC.....	21
	2. Principios de la Tomografía Computarizada de haz cónico.....	22
	3. Consideraciones geométricas. ....	23
	4. Métodos de reconstrucción de imagen.....	24
	5. Las técnicas de reconstrucción de imagen son: .....	24
IV.	Diseño Metodológico.....	27
	A. Tipo de Estudio: .....	27
	B. Población: .....	27

C. Unidad de Análisis.....	27
D. Material y Método de recolección de la información.....	27
V. Variables de Estudio .....	30
A. Variable Independiente:.....	30
B. Criterios de Inclusión: .....	30
C. Criterios de Exclusión:.....	30
VI. Operacionalización de Variables. ....	31
VII. Resultados. ....	32
Tabla 1.....	32
Figura 11.....	32
Tabla 2.....	33
Tabla 3.....	34
Figura 12.....	34
Tabla 4.....	35
Figura 13.....	35
VIII. Discusión de resultados .....	36
IX. Conclusiones:.....	39
X. Recomendaciones:.....	40
XI. Referencias Bibliográficas:.....	41
XII. Anexos.....	44

## Resumen

En la práctica endodóntica el conocimiento de la morfología del sistema de conductos es fundamental para alcanzar el éxito clínico. Las variaciones anatómicas son una constante durante el tratamiento y con frecuencia representan un desafío para el profesional. Una correcta eliminación del contenido del sistema de conductos para su posterior obturación son determinantes para alcanzar el éxito.

El sistema de conductos en forma de C es una variación anatómica observada mayoritariamente en segundos molares mandibulares. Se ha reportado una prevalencia de conductos en C en rangos que varían entre 2.7% a 44.9% observándose principalmente en pacientes asiáticos. Investigadores como Melton (1991) y Fan (2004) elaboraron clasificaciones con el objetivo de agrupar las variantes que presenta la morfología del conducto en C ya sea observado en una radiografía o de acuerdo a la forma que presente en un corte transversal de la raíz. (10)

En este estudio descriptivo de corte transversal se analizaron 30 segundas molares inferiores extraídas en un puesto de salud y clínica dental de las ciudades de Managua y Nagarote. Se realizaron tomas radiográficas digitales y estudio tomográfico computarizado. Las imágenes obtenidas se observaron en un computador para luego determinar las que presentaban conducto en C.

Una vez identificados, dichas imágenes se contrapusieron con las imágenes de la clasificación de Fan (2004), de esta manera ambos investigadores en consenso identificaron y agruparon cada una de las muestras según los tipos de dicha clasificación. Posteriormente la totalidad de conductos en C se agruparon de acuerdo al género. Realizado esto, se estimó la prevalencia de conductos en C y se calculó el porcentaje existente por género y tipo.

En este estudio se estima una frecuencia de conducto en C del 23.3%, la misma fué mayor en mujeres con un 57% comparado con el grupo masculino 43%. Basados en la clasificación referenciada mediante tomografía de haz cónico se logró identificar que el tipo anatómico C1 (el conducto tiene una C ininterrumpida, sin separación o división) fué predominante comparado con los demás. De acuerdo a la clasificación por método radiográfico de Fan el tipo I (las imágenes de los conductos se fusionan y forman un solo conducto antes de su salida en el tercio apical) fue la que se observó en mayor porcentaje en un 57.14% respecto al resto. No se encontraron muestras cuya anatomía correspondiera al tipo C.

## I. Introducción.

En la historia los primeros en observar los conductos en forma de C fueron Keith & Knowles (1911) en su trabajo se pudo observar la sección transversal de las raíces de los segundos molares inferiores de individuos Neandertales. Además de encontrar una estructura inusual de las raíces, también notaron que, en la cara bucal, la raíz no muestra una clara división, mientras que en la cara lingual la raíz empieza la bifurcación 7 mm debajo de la unión amelocementaria. Esta morfología es indicadora de un conducto en C. Sin embargo, los autores no les asignaron ninguna terminología específica a las variaciones morfológicas encontradas. (10)

Okumura en 1927 realizó un estudio minucioso sobre la anatomía interna e hizo una clasificación, dentro del estudio tuvo como resultado que de 458 molares inferiores se obtuvo los tipos A y B radicular, en las que las raíces no estaban fusionadas la clasificación de los conductos fue la siguiente: en las raíces mesiales 29.4% eran canales simples; 39% bifurcaciones superiores completas, 3.2% de furca inferior completa, 20.7% furca superior incompleta, 0.6% furca inferior incompleta y el 6.5% canales reticulares. (5)

En las raíces distales, el 80.1% fueron canales simples, 7.4% furca completa superior; un 2.6% furca inferior completa; 1.1% furcación inferior incompleta y 1.7% de canales reticulares. En su conjunto los canales mesiales tenían separación apical en 27.6% de los casos, y las ramas de los canales exteriores 25.5%. Los canales distales tenían separación apical en 21.3% de los casos y ramas de los canales exteriores 16.7%. (5)

El conducto en C fué por primera vez analizado en detalle por Nakayama (1941) el cual le asignó el nombre de "gutter-shaped" lo cual traducido al español sería "en forma de cuneta", reportó que 39 de los 135 (28.9%) segundos molares mandibulares presentaban raíces en forma de C. El autor sugirió que debería ser necesario una preparación cuidadosa para este tipo de raíces, porque podría ocurrir una perforación durante la limpieza y conformación. (10)

Treinta años después los doctores Grooves Cooke y Frederick Cox (1979), se refirieron a conducto en C ya que al realizar la trepanación la forma que tenía el piso de la cámara pulpar era como de la letra C, ellos hicieron un reporte de caso en el cual se realizaron 3 endodoncias en piezas con conductos en forma C, concluyendo que la realización del tratamiento de conductos en piezas con dicha variación eran difíciles de diagnosticar en la apariencia básica de una radiografía, además no sólo



el diagnóstico resulto ser complicado, también la limpieza, conformación y obturación.(8)

A partir de los casos reportados por el Dr. Grooves (1979) se empezó a indagar más acerca de las características de los segundos molares inferiores. En 1990 el Dr. Manning realizó un estudio titulado: "Anatomía del conducto radicular del segundo molar mandibular" en el cual estudió 149 segundos molares mandibulares, de las cuales, 22% tenían una sola raíz, 76% dos raíces y 2% tres raíces. En aquellas que presentaban una sola raíz, encontrar 3 conductos fue lo más común, mientras que en la raíz mesial de los dientes con dos raíces, los canales se unieron cerca del ápice de la raíz y un canal en la raíz distal fue lo más frecuente. Canales redondos fue lo más común cuando las raíces eran dos, canales en forma de C era más común cuando la raíz era única. (8)

Manning et al (1990), al determinar las variantes anatómicas encontradas en su estudio sobre los conductos en C, realizaron otro estudio basado específicamente en esa área, "Root canal anatomy of mandibular second molars. Part II C-shaped Canals", en este estudio se analizaron 19 piezas con anatomía de conducto en C, la presencia de 3 canales fué lo más frecuente, canales laterales fueron encontrados en todas las raíces. Anastomosis transversal fueron encontradas en 15 de 19 raíces. El foramen apical fué situado comúnmente lejos del ápice, deltas apicales fueron encontrados en 16 de 19 raíces. Los conductos en C fueron encontrados mayormente en Asiáticos que en otras razas. (6)

Fué en el año 2004 que Fan realizó una clasificación de estos conductos, el objetivo principal de su primer estudio fué investigar las características anatómicas del sistema de conductos radiculares en forma de C utilizando tomografía computarizada, y basado en sus resultados elaboró una clasificación utilizando 58 segundos molares mandibulares extraídas en la población China. (9)

Las variaciones en la anatomía dental y la morfología de los conductos son encontradas en todos los dientes. El conocimiento de estas variaciones, particularmente la localización y el tratamiento de todos los conductos juega un papel importante en el éxito de la terapia endodóntica. (2). La presencia de un conducto sin tratar puede ser causa de fracaso. (1)

El Dr. Mueller (1936) explica que en los dientes humanos hay grandes variaciones en la forma, longitud y anchura de los canales radiculares, al igual que varía dentro de las distintas razas. (4) Cohen, explica que dentro de los requisitos para alcanzar el éxito de la terapia de conductos es indispensable conocer las características morfológicas internas del diente para poder identificar cada uno de los conductos que éste presente y poder realizar una limpieza, desinfección y obturación adecuados. (1)

El segundo molar inferior es una de las piezas que más tratamiento endodóntico recibe, a causa de su ubicación posterior que dificulta su limpieza y de su propia morfología oclusal, lo cual lo hace muy retentivo para microorganismos. (2) Este diente usualmente presenta variaciones anatómicas, además el conducto puede tener forma de “C”, que a su vez puede presentar varias modificaciones, dificultando su localización, desinfección y obturación. (1)

En los molares inferiores, la fusión bucal de las raíces es más probable que ocurra y los canales son fusionados de diferentes formas. Pocas veces, pueden formar un simple canal y tener muchas separaciones apicales. (5)

En el posgrado de Endodoncia de la Unan-León no se han realizado estudios descriptivos acerca de la morfología del sistema de conductos utilizando métodos imagenológicos de los segundos molares inferiores permanentes, y tampoco estudios en los que se estudie la frecuencia de los conductos en forma de “C” de estos dientes en la población de las ciudades de León y Managua.

Este estudio brindará información muy útil para todos aquellos clínicos y/o estudiantes que practiquen la endodoncia al proporcionar información detallada acerca de la morfología interna de este diente en nuestra población. De esta manera quienes realicen tratamientos de conductos conocerán de forma más detallada su morfología interna, incidencia y particularidades, facilitando su tratamiento al considerar las variantes que puedan encontrarse durante la realización de dicho procedimiento.

Debido a la dificultad para lograr obtener muestras de los diferentes departamentos del país y así poder efectuar un estudio cuyo alcance permita determinar la prevalencia en la población nicaragüense, en este estudio se ha realizado una estimación de la misma y de esta forma crear un precedente en la investigación de esta importante variación anatómica en este grupo dentario en nuestra población.

## **II. Objetivos**

### **Objetivo General:**

Caracterizar conductos en forma de “C” y clasificarlos utilizando el método de tomografía computarizada de haz cónico y radiografía digital en segundos molares inferiores permanentes extraídos en la clínica dental del hospital Monte España y puesto de salud Raúl Vargas de las ciudades de Managua y Nagarote en el período comprendido de abril a julio del 2017.

### **Objetivos Específicos:**

Estimar la Frecuencia de conductos en forma de “C” en segundos molares inferiores permanentes por sexo.

Clasificar en segundos molares inferiores permanentes las distintas variantes anatómicas de los conductos en forma de “C” por técnica de Tomografía Computarizada de haz cónico. (TCHC)

Clasificar en segundos molares inferiores permanentes las distintas variantes anatómicas de los conductos en forma de “C” por técnica de Radiografía Digital. (Rx)

### III. Marco teórico

#### A. Morfogénesis del órgano dentario.

El ciclo vital de los órganos dentarios comprende en la sexta semana de vida intrauterina y continúa a lo largo de toda la vida del diente. La primera manifestación consiste en la diferenciación de la lámina dental a partir del ectodermo. El espacio ectodérmico bucal en este momento está constituido por dos capas: una superficial de células aplanadas y otra basal de células altas, conectadas al tejido conectivo embrionario por medio de la membrana basal, que constituye un factor importante para la diferenciación celular y organogénesis dental. (12)

Inducidas por el ectomesénquima subyacente, las células basales de este epitelio proliferan a todo lo largo del borde libre de los futuros maxilares, dando lugar a dos nuevas estructuras: lámina vestibular y lámina dentaria. (12)

Lámina vestibular: sus células proliferan dentro del ectomesénquima, se agrandan rápidamente y forman una hendidura que constituye el surco vestibular entre el carrillo y zona dentaria. (12)

Lámina dentaria: en la octava semana se forman en lugares específicos diez crecimientos epiteliales dentro del mesénquima de cada maxilar. De esta lámina, también se originan los 32 gérmenes de la dentición permanente alrededor del 5to mes de gestación. Los molares se desarrollan por extensión distal de la lámina dental. El indicio del primer molar permanente existe ya en el 4to mes. Los molares 2do y 3ero después del nacimiento, 4 o 5 años de edad. (12)

**1. Estadío de brote o yema dentaria:** El período de iniciación y proliferación es breve y casi a la vez aparecen diez yemas o brotes en cada maxilar. Hay un alto contenido de glucógeno, ARN y fosfatasa alcalina. (12)

**2. Estadío de casquete:** La proliferación desigual del brote a expensas de sus caras laterales determina una concavidad en su cara profunda por lo que adquiere el aspecto de un verdadero casquete. Su concavidad central encierra una pequeña porción del ectomesénquima que los rodea, es la futura papila dentaria. (12)

**3. Histológicamente se puede distinguir en el órgano del esmalte:**

- a. Epitelio externo del órgano del esmalte: constituido por una sola capa de células cuboideas bajas unidas a la lámina dental por un pedículo epitelial.
- b. Epitelio interno del órgano del esmalte: compuesto por un epitelio simple de células más o menos cilíndricas bajas, las cuales se diferencian en ameloblastos posteriormente.

- c. **Retículo estrellado:** se forma por aumento de líquido intercelular entre ambos epitelios, constituido por células de aspecto estrellado cuyas prolongaciones se anastomosan formando un retículo, unidas mediante desmosomas. (12)

Los espacios intercelulares están ocupados por un líquido mucoide, esta matriz extracelular es rica en glicosaminoglicanos fundamentalmente en ácido hialurónico. La captación de agua conlleva a la separación de las células y a un aumento del espacio extracelular. A esta capa se le asigna función metabólica y morfogenética. (13)

El mesénquima en el interior de la cavidad por influencia del epitelio proliferativo se condensa por división celular, dando lugar a la papila dentaria. Ésta se encuentra separada del epitelio interno del órgano del esmalte por una membrana basal que representa la futura localización de la conexión amelodentinaria. El tejido mesenquemático que se encuentra inmediatamente por fuera del casquete se condensa volviéndose fibrilar y forma el saco dentario primitivo o folículo dental. El órgano del esmalte, la papila y el saco constituyen en conjunto el germen dentario. (13)

Al finalizar esta etapa comienza a insinuarse, en el epitelio interno del órgano del esmalte, un cúmulo de células de donde parte una prolongación celular llamada cuerda del esmalte, que termina en una muesca en el epitelio externo, conocida como obliquo del esmalte. El nudo del esmalte se considera como centro regulador de la morfología dentaria a través de producción de factores. En los molares existen nudos de esmalte secundarios que regulan la morfogénesis de cada región cuspídea. (13)

#### **4. Estadío de campana.**

Ocurre sobre las 14 a 18 semanas. Se acentúa la invaginación del epitelio interno adquiriendo la forma de campana. En este período el órgano del esmalte está constituido por: (12)

**4.1 Epitelio externo:** las células cúbicas se han vuelto aplanadas, el epitelio presenta pliegues debido a invaginaciones del saco dentario que aseguran la nutrición del órgano del esmalte.

**4.2 Retículo estrellado:** es notable el aumento de espesor por el incremento del líquido intercelular, pero al avanzar el desarrollo su espesor se reduce a nivel de las cúspides o bordes incisales. El retículo se adelgaza permitiendo un mayor flujo de elementos nutricionales desde los vasos sanguíneos del saco dentario hacia las células principales o ameloblastos.

**4.3 Estrato intermedio:** formado por cuatro o cinco hileras de células planas con núcleos centrales alargados, ricas en ATPasa dependiente de calcio. El epitelio

dental interno y el estrato intermedio deben ser considerados como una sola unidad funcional responsable de la formación del esmalte.

**4.4 Epitelio interno:** las células se diferencian en ameloblastos jóvenes. Una condensación de fibras argirofílicas por debajo y adyacente al epitelio interno forma la lámina basal ameloblástica. (12)

En este estadio se determina la morfología de la corona por acción del ectomesénquima adyacente o papila dental sobre el epitelio interno. Ello conduce a que esta capa celular se pliegue, dando lugar a la forma, número y distribución de las cúspides, según el tipo de elemento dentario que dará origen. (12)

Al avanzar en el estado de campana, los ameloblastos jóvenes ejercen su influencia inductora sobre la papila dentaria. Las células superficiales ectomesenquémicas indiferenciadas (totipotentes) se diferencian en odontoblastos que comenzarán luego a sintetizar dentina. En este momento los ameloblastos jóvenes en vías de diferenciación están separados de los odontoblastos por la membrana basal (futura CAD). A través de la membrana pasan los nutrientes desde la papila hacia el epitelio interno o ameloblástico. (12)

Los ameloblastos jóvenes experimentan un cambio de polaridad en sus organoides. Los ameloblastos adquieren todas las características de una célula secretora de proteínas, pero no llevan aún a cabo ninguna función. Permanecen inactivos hasta que los odontoblastos hayan secretado la primera capa de dentina (primer tejido dentario depositado). De manera que al final del estadio de campana, los ameloblastos jóvenes se han transformado por citodiferenciación en ameloblastos secretores o maduros. Se caracteriza, además, por presentar en la región proximal, libre o secretora una prolongación cónica llamada proceso de Tomes, que desempeña una función esencial en la síntesis y secreción del esmalte prismático, también se ha encontrado en este proceso la presencia de parvalúmina, proteína que regula el paso del calcio del medio intracelular al extracelular. (12)

Se postula que el transporte de iones hacia los ameloblastos se produciría cuando las células del estrato intermedio alcanzan los máximos niveles enzimáticos de fosfatasa alcalina y ATPasa, enzimas que participan en el mecanismo de calcificación del esmalte. (12)

**5. Papila dentaria:** la diferenciación de los odontoblastos se realiza a partir de las células ectomesenquémicas de la papila que evolucionan transformándose primero en preodontoblastos, luego en odontoblastos jóvenes y, por último, en odontoblastos maduros o secretores. En su extremo proximal o libre (futuro polo secretor) se diferencia una prolongación citoplasmática única que queda localizada en plena matriz dentinaria, llamada prolongación principal, proceso odontoblástico o prolongación odontoblástica. Los odontoblastos, si bien se encuentran formando

una especie de epitelio cilíndrico simple en la periferia de la papila, están separados por espacios intercelulares que a veces contienen fibras reticulares de Von Korff e incluso capilares o nervios. (12)

Los odontoblastos presentan las características ultraestructurales de una célula secretora de proteínas para exportación. Sintetizan las fibrillas colágenas tipo I (con pequeñas cantidades de colágeno tipo III) y los glicosaminoglicanos de la matriz orgánica de la dentina. (13)

Cuando se forma dentina, la porción central de la papila se transforma en pulpa dentaria. La zona central de la papila se caracteriza ahora por presentar fibroblastos jóvenes con abundante sustancia fundamental, principalmente ácido hialurónico y condroitín sulfato responsable de su metacromasia. Al MET se han identificado dos tipos de fibras: (13)

5.1) Fibras oxitalánicas, que carecen de estriación transversal.

5.2) Fibras precolágenas estriadas asociadas a la membrana basal.

La inervación se establece en forma precoz. Delgadas prolongaciones nerviosas, dependientes del trigémino, se aproximan en los primeros estadios del desarrollo dentario, pero no penetran en la papila hasta que comienza la dentinogénesis. Existen factores tróficos como el factor de crecimiento nervioso (NGF), el factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF) y el factor neurotrófico derivado de la glia (GDNF) que se relacionan con el comienzo y el desarrollo de la inervación sensorial en la papila dental y con el crecimiento de los axones pulpares. La inervación inicial es solamente de tipo sensorial. Con respecto a la irrigación, se ha visto que agrupaciones de vasos sanguíneos penetran en la papila en la etapa de casquete. A medida que avanza el desarrollo los vasos se ubican preferentemente donde se va formar la raíz. (13)

Saco dentario: consta de dos capas, una interna célula-vascular y otra externa con abundantes fibras colágenas. La lámina dentaria prolifera en su borde más profundo formando el esbozo o brote del diente permanente. La conexión epitelial bucal se desintegra por el mesénquima en proliferación. Los restos de la lámina dentaria persisten como restos epiteliales redondeados conocidos con el nombre de perlas de Serre. (13)

## **6. Estadío terminal o de folículo dentario.**

Se identifica en la zona de las futuras cúspides la presencia del depósito de la matriz del esmalte sobre las capas de la dentina en desarrollo. Se alternan períodos de

actividad y reposo a intervalos definidos. Primero se depositan unas laminillas de dentina y luego se forma una de esmalte. En elementos dentarios multicuspidados se inicia en cada cúspide de forma independiente y luego se unen entre sí. Esto da como resultado la presencia de surcos. (14)

Una vez iniciado el proceso de dentinogénesis y amelogénesis, comienza el desarrollo y la formación del patrón radicular. La mineralización de los dientes primarios se inicia entre el 5to y el 6to mes de vida intrauterina. Cuando la corona se ha formado, el órgano del esmalte se atrofia y constituye el epitelio dentario reducido, que sigue unido a la superficie del esmalte como una membrana delgada. Cuando el diente hace erupción algunas células del epitelio reducido de las paredes laterales de la corona se unen a la mucosa bucal y forman la fijación epitelial o epitelio de unión. Dicho epitelio de fijación une la encía con la superficie del diente y establece además, un espacio virtual que se denomina surco gingival. (14)

### **B) Desarrollo y formación radicular.**

En la formación de la raíz, la vaina epitelial de Hertwig desempeña un papel fundamental como inductora y modeladora de la raíz del diente, es una estructura que resulta de la fusión del epitelio interno y externo del órgano del esmalte sin la presencia del retículo estrellado a nivel del asa cervical. En este momento las células muestran un alto contenido de ácidos nucleicos. (13)

Al proliferar, la vaina induce a la papila para que se diferencien en la superficie del mesénquima papilar, los odontoblastos radiculares. Cuando se deposita la primera capa de dentina radicular, la vaina de Hertwig pierde su continuidad, es decir, que se fragmenta y forma los restos epiteliales de Malassez, que en el adulto persisten cercanos a la superficie radicular dentro del ligamento periodontal y son la fuente del origen del revestimiento epitelial de los quistes radiculares. Se ha sugerido que un factor importante en el proceso de fragmentación de la vaina de Hertwig es la disminución rápida en la expresión de la molécula P-cadherina relacionada con la adhesión celular. (12)

En los dientes multirradiculares la vaina emite dos o tres especies de lengüetas epiteliales en el cuello, dirigidas hacia el eje del diente, destinadas a formar, por fusión, el piso de la cámara pulpar. Una vez delimitado el piso proliferan en forma individual en cada una de las raíces. Al completarse la formación radicular, la vaina epitelial se curva hacia adentro (en cada lado) para formar el diafragma, Esta estructura marca el límite distal de la raíz y envuelve al agujero apical primario. Por el agujero entran y salen los nervios y vasos sanguíneos de la cámara pulpar. Algunos autores consideran que a partir de este momento la papila se ha transformado en pulpa dental. (12)



## **1. Diferenciación de los odontoblastos**

La diferenciación de odontoblastos se inicia en la punta de la cúspide en la capa más periférica de células de la papila dental que se alinean la interfaz epitelial-mesenquimal y sigue tres pasos: inducción, competencia y la diferenciación terminal. Las señales inductivas de las células epiteliales internas más como implican los miembros de la familia TGF- $\beta$  (BMP-2 y BMP-4; TGF  $\beta$ 1) que se convierten parcialmente aislados en la lámina basal, los que luego quedaran alineadas con células de la papila dental. La competencia se alcanza después que un número predeterminado de divisiones celulares es completado y las células expresan receptores específicos de factores de crecimiento. En la ronda final de la división celular, sólo las capas más periféricas de las células subyacentes a la lámina basal responden a las señales del epitelio dental interno para ser plenamente diferenciado en odontoblastos. La capa de células de la papila subodontoblastica así representa células de la papila dental que son células competentes expuestas a las mismas señales inductivas como odontodiferenciadas, pero las células competentes carecen de la última señal de diferenciación de odontoblastos aún no se han caracterizado. (14)

Los odontoblastos completamente diferenciadas son células postmitóticas que son morfológicamente diferentes de las células de la pulpa dental. Como la diferenciación avanza en una dirección apical, la forma cuboidal de estas células se convierte en una apariencia columnar alta. En el nivel subcelular, las células adquieren un aparato sintético y secretor mediante el desarrollo de un extenso aparato de Golgi y el retículo endoplasmático rugoso, junto con numerosos lisosomas. Para acomodar estos orgánulos y para prepararse para la secreción de componentes de la matriz de dentina de manera apical y unidireccional, el núcleo se mueve hacia el polo opuesto de la célula en una posición opuesta a las células epiteliales dentales interiores. La repolarización nuclear es una de las señas de identidad de la diferenciación terminal de odontoblastos. (14)

## **2. Histofisiología de la morfogénesis dentaria.**

El desarrollo embrionario es controlado por genes heredados de nuestros padres, entre 80000 a 100000. (15)

Las primeras apariciones de centros de señalización son rudimentarios, se han relacionado con los dientes de nuestros antepasados remotos. Los rudimentos pueden rescatar su desarrollo suprimido y revitalizarlo. El siguiente desarrollo autónomo puede dar lugar a entidades patológicas orales. (15)

Entre los componentes más importantes que participan en la interacción epitelio-mesénquima están los pertenecientes a cuatro importantes familias: las proteínas

morfogenéticas óseas (BMPs), los factores de crecimiento fibroblásticos (FGFs), las proteínas Hedgehog (Shh) y las proteínas Wnt. Los factores BMPs especialmente el BMP4 intervienen en la expresión de los genes Msx-1 y Msx-2 los cuales contribuyen a determinar el patrón microscópico del órgano dentario a través de la regulación de distintas moléculas de la superficie celular y de la matriz extracelular. La expresión se produce primero en las células epiteliales y con posterioridad en las células ectomesenquimatosas. (12)

Los factores FGFs regulan la morfogénesis epitelial y el desarrollo del mesénquima estimulando la proliferación celular local. Las proteínas Shh, regulan el crecimiento y determinan la forma del diente. Las proteínas Wnt intervienen en la regulación de la proliferación, la migración y la diferenciación celular. Junto a estos componentes existen otros como el factor transformador del crecimiento (TGF $\beta$ ) y la activina que intervienen en el estadio de brote o el factor de crecimiento epidérmico (EGF) y el factor de crecimiento derivado de las plaquetas (PDGF) que lo hacen fundamentalmente a nivel del estadio de campana. (Gómez M., 2002)

La familia de los TGF $\beta$  induce la diferenciación terminal de los odontoblastos. GDF-5 es expresada en la condensación osteogénica. EGR-1 actúa en los cambios de los programas de diferenciación. (15)

Los factores de transcripción son proteínas de unión del ADN que controlan la actividad de otros genes. (15)

La información relativa a la organogénesis dental fue encontrada haciendo número de senderos en el material experimental del embrión de ratón. Todos estos estudios muestran que hay un control genético directo en la odontogénesis, que determina la posición, el número, tamaño y forma de los dientes. Más de 300 genes están involucrados en estos procesos y el papel prominente es jugado por los factores de transcripción que tienen un homeodominio. El homeodominio consta de 60 aminoácidos con una proteína de unión al ADN hélice-giro-hélice y está codificado por una secuencia homeobox. No sólo el homeodominio facilita la unión con el ADN pero también los factores de transcripción contienen un dominio de transactivación que interactúa con una ARN polimerasa y estos factores de transcripción a su vez participan en la regulación de los sitios de expresión de genes homeobox que tienen por lo tanto un papel en la activación de los genes en la embriogénesis. (16)

Las células del nudo del esmalte expresan en los patrones anidados varias moléculas señal incluyendo Shh, BMP-2, BMP-4 y BMP-7, FGF-3, FGF-4, FGF-9 y FGF-20, y Wnt-3, Wnt-10a y Wnt-10b. Las señales del nudo del esmalte afectan tanto a células epiteliales y mesenquimales, y subsiguientes interacciones recíprocas entre el mesénquima y el epitelio son responsables del mantenimiento del nudo del esmalte, así como para la posterior morfogénesis del epitelio. (17)

Ambas, las etapas de secreción y maduración de la formación del esmalte se caracterizan por acontecimientos cíclicos que controlan la morfología celular, la expresión genética y la secreción de proteínas y la eliminación. Para entender cómo se controla general de desarrollo del esmalte, se estudia el control circadiano de diferenciación ameloblasto. (Zheng L., 2014)

Existen muchos factores de transcripción como el Lef1, el Pax9, el Barx1, etc., que asimismo participan en el desarrollo morfogenético de la pieza dentaria. Entre las moléculas del mesénquima, relacionadas con la adhesión celular y la remodelación de la membrana basal y de la matriz, modificadas por algunos de los factores antes mencionados están el sindecán 1 (proteoglicano de la superficie celular) y la tenascina (glicoproteína de la matriz extracelular). En la remodelación final de la papila dentaria intervienen las metaloproteasas que regulan la integridad de los distintos componentes de la matriz extracelular. (12)

### 3. Desarrollo y Formación Radicular.

La vaina radicular de Hertwing fue descrita por primera vez en 1874, por Oscar Hertwing, en un estudio realizado en dientes de anfibios (Salamandras). El desarrollo de esta estructura comienza con la formación de una extensión bilateral del epitelio externo e interno del asa cervical del órgano del esmalte. (18) A medida que las células se dividen, hay una migración apical de la vaina radicular de las mismas a través de los tejidos dentales ectomesenquimatosos subyacentes (dividiéndolos en papila dental y folículo dental. (19) La doble capa epitelial continúa creciendo en dirección apical delineando la forma de la futura raíz dental. (19)

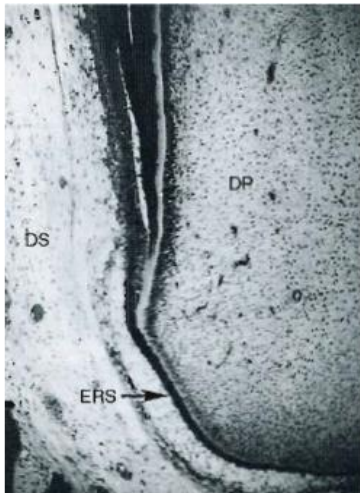


Figura 1. Vaina Epitelial de Hertwing. Tomado de referencia bibliográfica 21

Durante la fase de iniciación del desarrollo radicular, el factor de transcripción NHI-C/ CTF aparece y juega un papel fundamental en la diferenciación de los odontoblastos radiculares. (19)

El desarrollo radicular comienza después de completarse la formación del esmalte. Esta vaina determinará el tamaño y la forma de la raíz, o raíces del diente. Cumple una función parecida a la del epitelio interno del órgano del esmalte durante la formación de la corona, proporciona señales para los futuros odontoblastos y, por tanto, actúa como una planilla para la raíz. La proliferación celular de la vaina radicular está determinada genéticamente, del patrón de proliferación dependerá si la raíz es ancha o estrecha, recta o curva. (22)

La vaina radicular no se extiende a lo largo de toda la futura longitud de la raíz, tampoco crece hacia el tejido conectivo circundante como se creía anteriormente, la posición de diafragma permanece relativamente estable durante el desarrollo y crecimiento del diente. (23)

El crecimiento y proliferación del epitelio en sentido coronal, causa la formación y alargamiento de la raíz y finalmente la erupción del diente en su posición. (23)

### 3.1 Formación de Raíces Únicas y Múltiples:

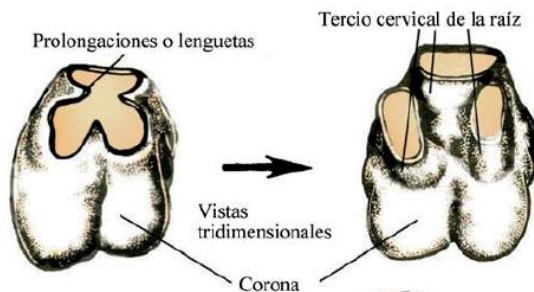


Figura 2. Formación de raíces múltiples. Tomado de referencia bibliográfica 1

El diafragma Horizontal o la porción Horizontal de la Vaina radicular puede variar de forma, en dependencia si el diente es uni o multiradicular, si el diafragma tiene forma de collar, una raíz única será formada. Por otro lado, si 2 o 3 lengüetas de epitelio crecen próximas unas con otras a este collar, cerraran la brecha que exista y se fusionaran. Dos o tres diafragmas crecerán de forma

independiente para formar 2-3 raíces respectivamente. (23)

### 3.2 Diferenciación de Odontoblastos y depósito de la primera capa de dentina.

La diferenciación de los Odontoblastos ocurre en la punta de las cúspides, en la capa más periférica de la papila dental, las células se alinean en la interfaz epitelio-mesénquima y siguen 3 pasos: 1). Inducción, 2) competencia, 3) diferenciación terminal. Las señales inductoras provienen de las células del epitelio interno y son: TGF-3, BMP-2, BMP-4, TGF 31, las cuales inducen el “secuestro parcial” de las células de la papila dentro de la lámina basal (21)

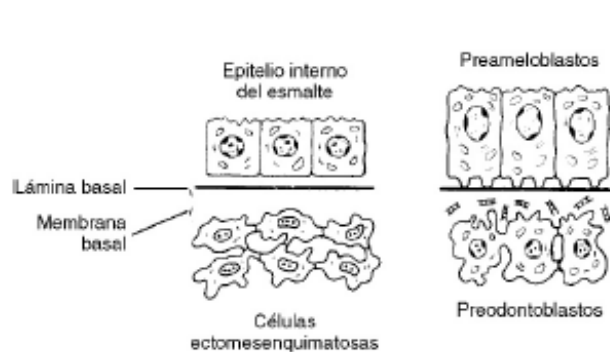


Figura 3. Diferenciación de los odontoblastos. Tomado de referencia bibliográfica 12

La competencia se alcanza luego que un número predeterminado de divisiones celulares se ha completado, y las células expresan receptores para factores de crecimiento específicos. En la fase final de división celular, solo la capa más periférica de células subyacentes a la lámina basal responde a las señales del epitelio dental interno para ser plenamente diferenciados en odontoblastos. (21)

La diferenciación de los odontoblastos ocurre en dirección apical, la apariencia cuboidal de estas células cambia a una forma columnar. A nivel subcelular la célula adquiere un aparato secretorio y sintetizador, desarrollando un extenso retículo endoplasmático rugoso y un aparato de Golgi junto con numerosos lisosomas. (21)

Para acomodar estos organelos y prepararse para la secreción de los componentes de la matriz de dentina de forma unidireccional, el núcleo se desplaza hacia el polo opuesto de la célula, en una posición opuesta a las células del epitelio dental interno. La limitación del crecimiento de los Odontoblastos está dada por la presencia del factor de transcripción Cbfa1 el cual está presente en la papila dental (21).

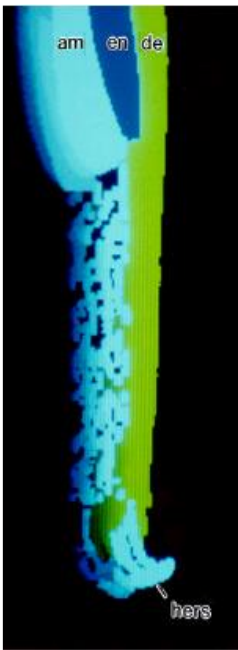


Figura 4. Fenestración de la vaina epitelial de Hertwig. Tomado de referencia bibliográfica 19.

Cuando se ha formado la primera dentina de la raíz (dentina del manto), la membrana basal situada bajo la vaina epitelial de Hertwig se rompe y las células más internas de la vaina radicular secretan un material hialínico sobre la dentina recién formada que, cuando se mineraliza, se convierte en la capa hialínica de Hopewell Smith, la cual ayuda a unir a la dentina y el cemento que se va formando inmediatamente. (22)

Poco después, la vaina radicular epitelial de Hertwig se fragmenta, esta desintegración comienza con la ruptura de la membrana basal, en esta etapa las células pierden su forma cuboidal y se adelgazan, el epitelio externo se fragmenta primero que el epitelio interno. La causa de la fragmentación y desplazamiento de la vaina se debería a la falta del aporte nutritivo que las células recibían desde la papila junto con la disminución rápida de la expresión de la molécula P-cadherina relacionada con la adhesión celular. (22)

La continua Fenestración de la vaina radicular y su colapso en los restos de Malassez provee acceso para que las células del folículo/ligamento periodontal se adhieran a la superficie de la raíz. (20)

### 3.3 Restos Epiteliales de Malassez:

En muchos dientes quedan restos celulares de la vaina radicular en el periodonto, muy cerca de la raíz, una vez que se ha completado el desarrollo radicular: son los restos epiteliales de Malassez (REM). (1) Normalmente no cumplen ninguna función, pero en caso de inflamación pueden proliferar y formar un quiste radicular en determinadas condiciones. (19)

Algunos estudios señalan la significativa proliferación de los REM durante el movimiento dental. En otros estudios se detectó la pérdida de continuidad de la red

de los REM y la penetración de vasos sanguíneos, junto con reabsorción radicular, sugiriendo una pérdida del control hemostático del ligamento periodontal, posiblemente mediado por los REM. (20)

Juntos estos estudios sugieren que los REM no solo son un sobrante del desarrollo embrionario y que pueden jugar papeles importantes en:

- ✚ Regulación y mantenimiento del espacio del ligamento periodontal.
- ✚ Prevención de la anquilosis y resorción radicular.
- ✚ Mantenimiento de la hemostasia del ligamento periodontal.
- ✚ Inducción (no secreción) en la formación del cemento acelular. (20)

### **3.4 Folículo Dental.**

Los tejidos que formarán el periodonto se desarrollan a partir del tejido fibrocelular de origen ectomesenquimatoso que rodea al diente en desarrollo (folículo dental). (3) Este está formado por dos capas: una interna o celulo-vascular y otra externa o superficial con abundantes fibras colágenas. Estas fibras se disponen de forma circular envolviendo al germen dentario en desarrollo, el colágeno presente a este nivel es de tipo I y III. De la capa celular constituida por células mesenquimatosas indiferenciadas derivarán los componentes del periodonto de inserción. (22)

Diversos estudios han demostrado la migración masiva de las células del folículo dental hacia la raíz, una vez que se fragmenta la vaina radicular. (19) Esta Migración permite que las células del folículo entren en contacto con la dentina del manto recién formada, lo cual causa su morfodiferenciación en cementoblastos, quienes depositarán la primera capa de cemento sobre la raíz. El cemento en formación engloba haces de fibras colágenas sintetizados por los fibroblastos de la región central del folículo (fibras de Sharpey) que finalmente se convierten en las fibras principales del ligamento periodontal. (23)

**3.5 Cementoblastos:** una vez que se fragmenta la vaina radicular las células ectomesenquimatosas indiferenciadas migran y se colocan en estrecha aposición con la capa hialina que cubre la superficie radicular. Estas células aumentan de tamaño y desarrollan todos los orgánulos citoplasmáticos característicos de una célula sintetizadora y secretora de proteínas, finalizando su diferenciación en cementoblastos los cuales comienzan a depositar la matriz orgánica del cemento. (22)

Esta se mineraliza por la formación de vesículas matriciales dentro de la célula, y por propagación de los cristales de hidroxiapatita desde la superficie dentinaria de la raíz. A medida que continúa este proceso los cementoblastos secretores se desplazan del límite cemento-dentinario. (22)



### 3.6 Formación de conductos accesorios:

A veces durante la formación de la vaina radicular, se interrumpe su continuidad en algunas zonas, lo que produce una hendidura pequeña. Los conductos laterales o accesorios se forman cuando estas hendiduras aparecen antes de que se forme la dentina, dando lugar a una comunicación directa entre la pulpa y el LP a través de un conducto que atraviesa la dentina y el cemento que contiene vasos sanguíneos de pequeño calibre y algunos nervios. (23)

Algunos autores afirman que el desarrollo de conductos laterales en el sistema de conductos puede ser un “defecto” en la vaina epitelial, el cual ocurre durante el desarrollo radicular, debido a la presencia de un largo o supernumerario vaso sanguíneo. Estos defectos también pueden ser encontrados en el piso de la cámara pulpar en dientes multiradicales, si la fusión de las lengüetas horizontales de la vaina epitelial es incompleta, debido igualmente a la presencia de un vaso. (23)

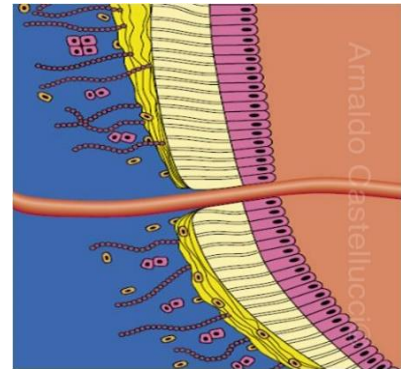


Figura 5. Ilustración de la formación de conductos laterales. Tomado de referencia bibliográfica 22.

Estudios acerca de la vascularización durante el desarrollo dental, han observado que el plexo de vasos sanguíneos se desarrolla en el área del folículo dental, este plexo rodea completamente el órgano del esmalte y la papila dental. (23)

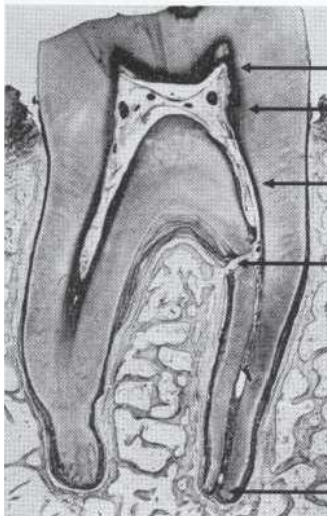


Figura 6. Conducto lateral. Tomado de referencia bibliográfica 34.

A medida que el diente se desarrolla, este plexo alimenta el órgano del esmalte y envía ramas dentro de la papila en crecimiento. Una vez que el órgano del esmalte se ha formado, este plexo en el área coronal, desaparece. (23)

3.7) Ápices completamente formados: Los dientes con ápices maduros presentan el conducto radicular en forma de cono, con la base mayor vuelta hacia la cámara pulpar y la menor hacia el tercio apical, en las proximidades del foramen hay una constricción natural, que señala el límite de los procedimientos endodónticos. (24)

**3.8 Ápices Inmaduros:** En los dientes con rizogénesis incompleta, la raíz no está formada. El conducto tiene forma troncocónica, con la base vuelta hacia apical, es exageradamente amplio y el foramen, todavía no formado, tiene un diámetro muy amplio. (24)

Siempre que se diagnostique vitalidad pulpar y haya necesidad de realizar una intervención endodóntica se debe realizar un tratamiento conservador. Con él será posible mantener la vitalidad pulpar y permitir que tenga continuidad el proceso fisiológico de formación radicular. (24)

La terapia de la pulpa vital, tiene como fin minimizar el daño pulpar protegiendo la pulpa de los efectos tóxicos provenientes de irritantes: químicos, bacterianos, mecánicos y térmicos. Por lo tanto, está dirigida a tratar las alteraciones pulpares reversibles, sellando la pulpa y estimulando la formación de dentina terciaria. (21)

### **3.9 Consideraciones anatómicas del segundo molar inferior permanente.**

Es más pequeño que el primer molar inferior, tiene una longitud promedio de 19.8 milímetros y tiende a ser más simétrico, sus raíces suelen estar próximas entre sí, cuando no están fusionadas ambas se extienden distalmente con una curvatura gradual, en algunos casos presentan una única raíz. (1)

La cámara pulpar y los orificios de los conductos no son en general tan grandes como los del primero, puede tener 1,2,3, y hasta 4 conductos, los dos orificios de los conductos mesiales están localizados más cerca en sentido vestíbulo-lingual, la cara distal de la raíz mesial y la cara mesial de la raíz distal son cóncavas, la forma del conducto distal es menos “acintada” en sentido Vestíbulo-lingual, cuando sólo existen 2 conductos ( 1 mesial y 1 distal) los orificios tienen forma redondeada y están alineados en el centro del diente. (1)

El segundo molar inferior permanente puede presentar una cámara en forma de “C” principalmente en pacientes de origen asiático, el cual a su vez presentan varias modificaciones. (1)

a) Número de Raíces:

- 2 separadas (68%)
- 2 fusionadas (30.5%)
- 3 (1.5%).

b) Número de Conductos:

- 2 (16.2%)
- 3 (72.5%)
- 4 (11.3%). (3)



## **C. El conducto en forma de C:**

Los doctores Keith & Knowles en el año 1911 fueron los primeros investigadores que observaron una morfología inusual del piso de la cámara pulpar al seccionar de forma transversal la corona de los segundos molares mandibulares permanentes. Además, notaron una forma particular de la raíz en dichos molares los cuales presentaban una fusión de sus raíces en la superficie vestibular, mientras que en la superficie lingual la bifurcación inicia 7 milímetros por debajo de la unión amelocementaria. (10)

En 1941 Nakayama describe por primera vez el conducto en forma de C, asignándole en ese momento el nombre de “gutter-shaped” o conducto en “forma de cuneta” encontrando una prevalencia del 28.9% en su estudio. Treinta años después los doctores Grooves Cooke y Frederick Cox asignan el nombre de conducto en C porque al realizar la trepanación la forma que tenía el piso de la cámara pulpar era similar al de la letra C. (27)

El conducto en forma de C ha sido descrito como una “abertura continua” que comunica uno o todos los conductos en un segundo molar mandibular con raíces fusionadas, resultando en una morfología en forma de letra C al observarse en una sección transversal. Aunque la gran mayoría de los casos de conducto en forma de C se observan en segundos molares mandibulares, dicha variación anatómica también ha sido observada en premolares y molares maxilares. (26)

El conducto en C posee un sistema muy complejo con interconexiones muy finas entre los conductos mesiales y distales, así mismo dicha configuración varía a lo largo de todo el recorrido del conducto. (26) Fan et al, afirman que la forma de un conducto en C a nivel del tercio medio y apical no se puede predecir basándose en la forma del conducto a nivel de su entrada en el piso de la cámara pulpar. (9)

### **1. Etiología del conducto en forma de C:**

Se ha observado que la dentina en la superficie lingual de los segundos molares mandibulares es más delgada que en la superficie vestibular. Algunas hipótesis afirman que esto ocurre debido a una reducción en la velocidad de la deposición de dentina en la superficie lingual, siendo esta más lenta que en la vestibular; se cree que dicha disminución en la velocidad con que se deposita la dentina es causada por los odontoblastos.(10)

Un estudio más reciente plantea la hipótesis que la reducción en el tamaño de las cúspides bucales en segundos molares mandibulares induce una miniaturización en el diámetro cervical mesio-distal en la superficie bucal,

resultando en la furcación de las raíces a nivel lingual y en la fusión de las mismas en bucal. (10)

### 1. Clasificación del conducto en forma de C:

A lo largo del tiempo se han propuesto varias clasificaciones para describir los conductos en forma de C, siendo la clasificación de Fan et al, 2004 la más utilizada en la actualidad.

### 3. Clasificación según Fan.

**3.1 Categoría I (C1):** el conducto tiene una C ininterrumpida, sin separación ni división.

**3.2 Categoría II (C2):** la forma del canal se asemeja a un “semicolum”, resultante de una interrupción del contorno C, el Angulo debe ser menor a 60 grados.

**3.3 Categoría III (C3a):** dos o tres canales separados, en ambos ángulos alfa y beta debe tener menos de 60 grados.

**3.4 Categoría IV (C4):** un solo conducto redondo u ovalado en la sección transversal.

**3.5 Categoría V (C5):** no se localizó luz del canal, se logró observar hasta el final del conducto. (9)

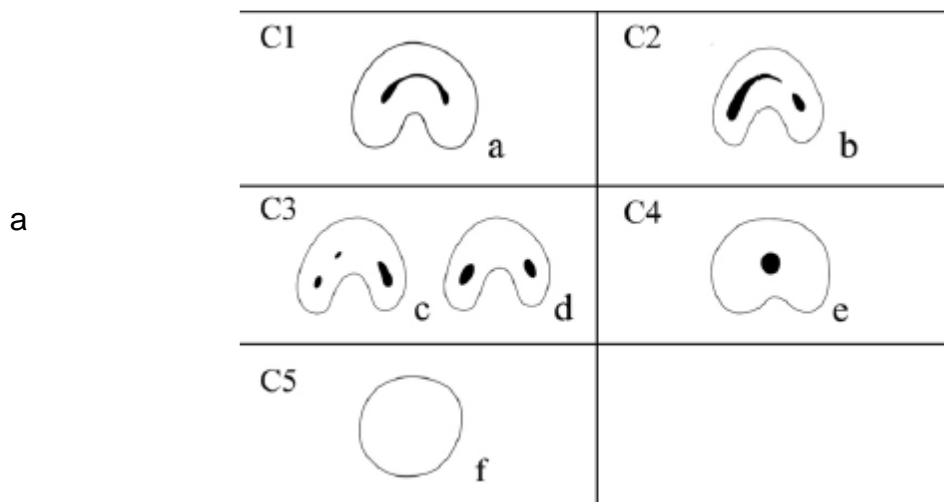


Figura 7. Clasificación de la configuración del conducto en forma de C. tomado de referencia bibliográfica 9.

El mismo doctor Fan en el año 2007 estudió 30 segundos molares mandibulares extraídos que presentaran una concavidad en la superficie lingual de su raíz (característica común en molares que presentan conducto en C) y los examinó por método radiográfico asignando 3 tipos básicos de clasificaciones:

**Tipo I (Fusionado):** las imágenes de los conductos se fusionan y forman 1 sólo conducto antes de su salida en el tercio apical. Se puede observar un área radiolúcida en la porción coronal y media de la raíz.

**Tipo II (simétrico):** existen 2 conductos separados, uno mesial y otro distal. En esta situación ambos conductos parecen ser simétricos en longitud y diámetro hasta su salida en el tercio apical, los bordes de dichos conductos son claramente diferenciados en todo su recorrido. (11)

**Tipo III (Asimétrico):** se observan 2 conductos separados, uno mesial y otro distal. Ambos aparentan ser asimétricos en su diámetro y longitud hasta su salida en el tercio apical. El borde distal del conducto distal y los bordes mesial y distal del conducto mesial son claros, mientras que el borde mesial del conducto distal se ve difuso lo cual crea la percepción de que dicho conducto es más ancho que el mesial. (11)

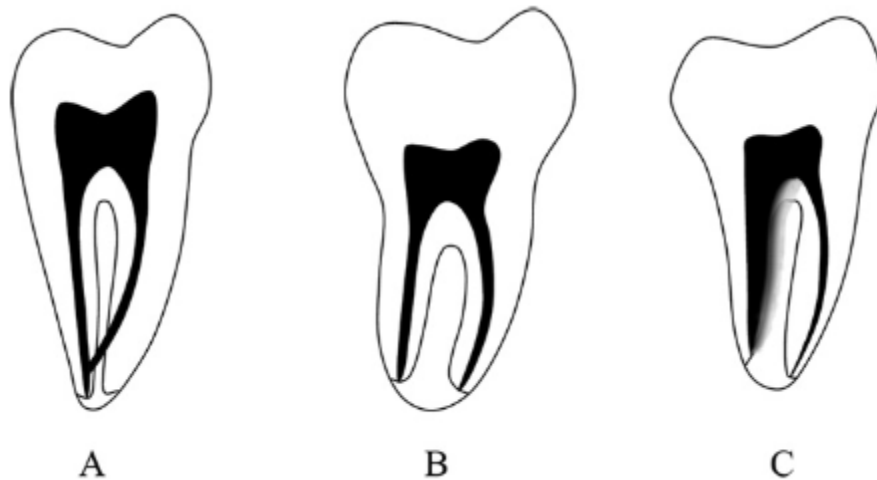


Figura 8. Clasificación radiográfica del conducto en forma de C. (A) tipo I, (B) tipo II, (C) tipo III. Tomado de referencia bibliográfica 9.

#### **D. Aplicaciones de la Tomografía Computarizada de haz cónico en Odontología.**

La necesidad creciente de mayor precisión en los diagnósticos y tratamientos dentales ha provocado un aumento en la demanda de técnicas de imágenes cada

vez más precisas. Esta situación ha puesto de manifiesto las limitaciones que las radiografías dentales y las tomografías convencionales presentan respecto a su capacidad para proporcionar información cualitativa y tridimensional precisa, identificándose entre sus defectos la distorsión, la borrosidad y la falta de referencia a estructuras adyacentes. El desarrollo de programas informáticos específicos ha propiciado la creciente utilización de TCHC en el campo de la odontología.

### **1. Indicaciones de la TCHC.**

Entre las distintas técnicas de diagnóstico mediante imagen empleadas en odontología, la TCHC es el único método que permite valorar adecuadamente el hueso y no provoca distorsiones geométricas. (• Muralidhar Mupparapu DMD, 2004) Sin embargo, y aunque hay autores que la señalan como el método ideal para la planificación preimplantológica e incluso en el resto de patologías cuando la ortopantomografía no sea concluyente, aún hay ciertas discrepancias respecto a su uso rutinario en odontología por el efecto adverso que supone la radiación recibida por el paciente. (29)

No hay que olvidar que la TCHC, al igual que la radiografía convencional, se basa en el empleo de una radiación ionizante. Una vez se toma la decisión de solicitar una TCHC, el paciente debe ser informado, teniendo en consideración sus actividades diarias y el consiguiente riesgo de radiación. Todos estamos expuestos de forma constante a radiación ambiental, entre las que se incluyen las fuentes artificiales que se estiman constituyen un 15% de total de esa radiación. Sin embargo, con los adecuados ajustes técnicos (fundamentalmente reduciendo la corriente del tubo emisor) es posible reducir la radiación recibida en un 76% sin merma de la calidad. La imagen obtenida tan solo tendría un mayor granulado de las partes blandas pero la afectación del tejido óseo sería mínima. Otra forma de reducir la dosis de radiación recibida por el paciente sería limitar el área a explorar. Una manera de conseguirlo es excluir las coronas de los dientes. Además de ser la zona clínicamente más accesible, la calidad de la exploración se beneficiaría de la eliminación de los artefactos que provocan los numerosos elementos metálicos que pueden aparecer en esta zona (obturaciones y prótesis fijas metálicas). (29)

Tal vez, el mejor aval de la fiabilidad diagnóstica de la TCHC sea en el ámbito legal, al considerarla como la prueba más adecuada para la valoración y el seguimiento de casos clínicos puesto que es el método de imagen que con mayor precisión muestra la anatomía dental, la morfología interna, junto con la calidad y cantidad de tejidos adyacentes. (29)

## 2. Principios de la Tomografía Computarizada de haz cónico.

El fundamento básico de la tecnología de TCHC es que utiliza rayos X, pero no impresiona la película directamente. Sin embargo, hay dos diferencias fundamentales con la radiografía: a) la imagen latente no es captada por una película impregnada con sales de plata, la película radiográfica, sino por unos sensores conectados a un ordenador (similares a los empleados actualmente en la radiografía digital) y b) el tubo emisor de la radiación no permanece estático como en la radiografía (lo que produce una imagen plana instantánea, como si fuera una fotografía) sino que se mueve alrededor del área de interés. Estas dos circunstancias determinan las características fundamentales de la imagen de la TC: (28)

**Es una imagen tridimensional.** El área explorada se convierte en un volumen constituido por una matriz de volúmenes más pequeños denominados vóxeles-volumen elements. (por analogía, la imagen plana que está constituida por unas unidades mínimas de superficie denominadas pixeles).

**Mayor sensibilidad y poder de discriminación de la atenuación sufrida por el rayo X.** Frente al rango tradicional con que se describen las diferentes densidades en la radiografía tradicional- aire, grasa, hueso, metal- el procesado mediante ordenador permite discriminar muchos más grados de atenuación. Estos valores de atenuación son medidos en una escala denominada de unidades Hounsfield (UH) que, dependiendo del equipo de TC, se sitúan entre -1000 UH de la densidad aire a +1000 de la densidad del hueso cortical. El gradiente completo de valores de atenuación se representaría por una escala de grises donde la densidad aire tendría un color negro absoluto mientras la densidad hueso cortical estaría representada por un blanco absoluto. (28)

Sin embargo, no todos los equipos tomográficos son iguales. En las primeras Tomografías, denominadas convencionales, al igual que en la técnica radiográfica, el paciente está siempre en la misma posición (normalmente tumbado y quieto) mientras el tubo emisor y los sensores giran a su alrededor. Una vez obtenida una sección (tomos, de ahí el nombre de esta técnica) se desplaza al paciente para conseguir el siguiente cote y así hasta completar de forma secuencial la zona a explorar. Dependiendo de la capacidad de resolución del aparato, el grosor de la sección explorada es mayor (poca resolución) o menor (mayor resolución), aplicándose la calificación de Tomografía de alta resolución cuando el grosor de la zona explorada es de 1,5mm o menor. (28)

Posteriormente aparecieron los Tomógrafos helicoidales o espirales. En este tipo de equipos, el movimiento rotatorio del tubo y los sensores se produce al mismo tiempo que el paciente se desplaza linealmente. El resultado es una serie de hélices o espiras (de ahí el termino helicoidal) a través del volumen de interés. Dependiendo de la velocidad de rotación del tubo de rayos X y del desplazamiento de la mesa-nombre de la superficie donde se coloca al paciente- las hélices serán más abiertas o más cerradas, afectando directamente al detalle que obtenga la exploración. El radiólogo puede controlar estos dos movimientos, debiendo optar entre un mayor volumen de zona a explorar con menor detalle o bien aumentar el detalle disminuyendo la zona explorada. Para obtener imágenes de alta resolución con un detalle óptimo es necesario un paso de mesa de 1mm y en el caso de la planificación operatoria se requiere que la rotación del tubo de rayos X sea de al menos un segundo. (28)

### **3. Consideraciones geométricas.**

Una vez se ha concluido el barrido de la zona de interés, el ordenador guarda la información de todo el volumen explorado (sería la imagen latente que contiene la película radiográfica antes de revelado). El proceso informático mediante el que esta información se transforma en una imagen se denomina reconstrucción o reformado. La gran ventaja de la TCHC sobre la radiografía convencional e incluso respecto a la tomografía no computarizada es que gracias a ese proceso de reconstrucción se pueden producir imágenes en una orientación distinta a la que se obtuvieron originalmente. Seleccionando la información, podremos obtener diferentes imágenes de la zona explorada sin alterar los vóxeles. (33)

Un ejemplo sencillo de este proceso de reconstrucción o reformado sería el corte según criterios geométricos del volumen (también llamados secuencia). De imágenes de TCHC de un cráneo completo. De esta manera se obtendrían imágenes planas en los planos axial, sagital y coronal. La ventaja de estas imágenes planas obtenidas por el TCHC sobre las radiografías convencionales de proyección geométrica similar es la ausencia de superposición de las estructuras situadas por delante o detrás del corte a lo largo de la dirección seleccionada.

Dada la forma semicircular de las arcadas dentales, un plano sagital a la cresta alveolar sería perpendicular a esta estructura. Los cortes en este plano sagital mostrarían tan solo una parte de la anatomía dental pero son útiles para valorar el recorrido del conducto óseo del nervio alveolar inferior o parte de los senos paranasales. Otra ventaja de la TCHC radica en que con una única exploración podemos realizar todas las reconstrucciones que queramos. De esta manera, podríamos reconstruir la mandíbula por una línea curva que siguiera su forma

semicircular, obteniendo una imagen análoga a la ortopantomografía convencional.  
(33)

#### **4. Métodos de reconstrucción de imagen.**

Una vez el equipo de TCHC ha terminado el barrido de la zona de interés el ordenador contiene una serie de datos en bruto que constituyen el volumen a analizar (utilizando como analogía una preparación histológica, el ordenador tendría un bloque de aire donde estaría incluida la muestra a analizar). Dependiendo de cómo la pidamos al ordenador que seleccione esos datos, la imagen tendrá unas características u otras. Por lo tanto, obtendremos una información u otra. Las diferentes maneras que tenemos para seleccionar los datos es lo que se denominan técnicas de reconstrucción de imagen.

El odontólogo debe transmitir al radiólogo la información que necesita para que este decida qué forma de reconstrucción de imagen es la más adecuada para conseguirla (siguiendo el ejemplo de la preparación histológica, dependiendo del tejido que se desee observar, el clínico escogerá la técnica de tinción que evidencie el tejido de interés. Sin embargo, a diferencia de la tinción histológica que solo puede hacerse una única vez en cada muestra, el ordenador nos permite seleccionar los datos de un mismo volumen de cuantas maneras queramos hasta conseguir la información que necesitamos. (31)

#### **5. Las técnicas de reconstrucción de imagen son:**

- Representación en superficie
- Representación volumétrica
- Proyección de máxima intensidad (MIP)
- Reconstrucción multiplanar (MPR)

Para comprender mejor las diferencias de información que obtenemos, iremos mostrando las imágenes que se pueden obtener de una mandíbula totalmente desdentada según la forma de reconstrucción. (31)

##### **a) Representación en superficie.**

Es la primera técnica de representación tridimensional que se suele utilizar y consigue superficies aparentes en el interior del volumen definiendo límites (por ejemplo la superficie del hueso cortical). El resultado son objetos tridimensionales opacos (no dejan ver su interior) que son representados como iluminados por una

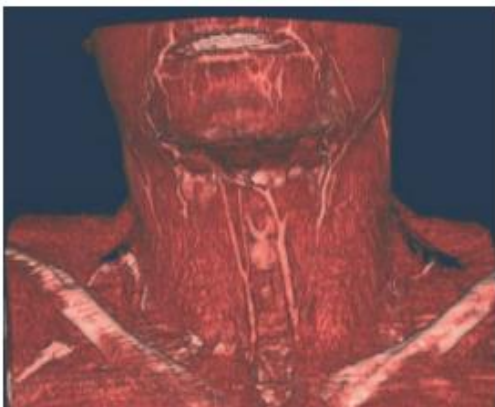
fuentes de luz que se puede modificar en intensidad y localización. La superficie del objeto queda solo incluida los vóxeles que estén dentro de este rango e ignora el resto. (32)

Esta técnica de reconstrucción, en realidad, desaprovecha muchos datos (solo utiliza el 10% de la información disponible) pero tiene la ventaja de que es rápida de obtener y de procesar (podemos girar la imagen para verla desde diferentes perspectivas). Su ventaja radica en que nos permite una valoración volumétrica global de una estructura concreta ignorando los tejidos que le rodean. (32)

### **b) Representación volumétrica:**

Valora todos los datos de volumen vistos desde una perspectiva concreta. Para diferenciar las estructuras, el radiólogo asigna diferentes valores de opacidad (que quedarían representados por colores diferentes) en función de los rasgos de atenuación que definen a cada tejido. De esta manera podemos diferenciar los tejidos por capas o superposiciones, obteniendo imágenes muy realistas, útiles para analizar la relación entre las partes blandas y el hueso y especialmente indicadas en el tratamiento de las deformidades faciales. Al analizar el ordenar varias estructuras anatómicas, se obtiene una imagen a la mayor fidelidad con el paciente real, pero tiene el inconveniente de que, al manejar todo el volumen de datos disponibles, es necesario emplear ordenadores más potentes. (32)

### **c) Proyección de máxima intensidad (MIP).**



*Figure 9. Reconstrucción Multiplanar (MPR).  
Tomada de referencia bibliográfica 31*

Es una forma de representación que permite buscar una estructura anatómica concreta dentro del volumen de datos (por ejemplo, una litiasis salival). Para ello, desde una perspectiva fija, evalúa cada vóxel a través del volumen de datos (atravesándolo a lo largo de una línea imaginaria desde el ojo del observador), representando sólo aquellos vóxeles que tengan el valor máximo (máxima intensidad de atenuación, de ahí su nombre). A diferencia de la representación en superficie que genera más imágenes opacas, esta forma

de reconstrucción genera imágenes transparentes que permiten ver en el interior de las estructuras pero solo desde la perspectiva que hemos elegido. Y en esta característica también reside su principal limitación pues igual que en una radiografía periapical, dependiendo de la proyección, una obturación endodóntica

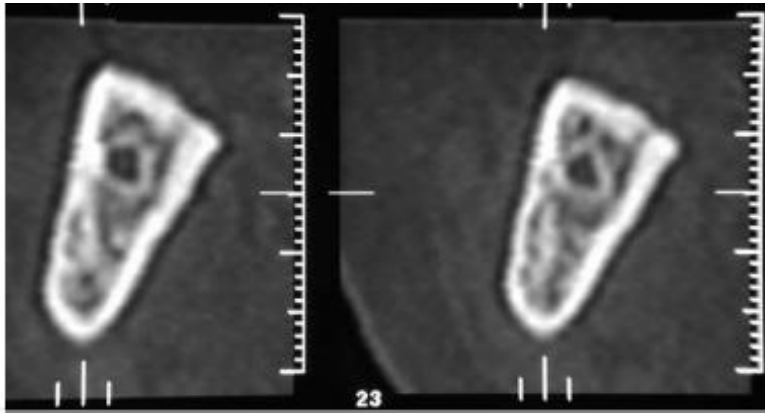


puede enmascarar una subobtención, la mayor densidad de un osteoma podría tapar un quiste que estuviera detrás. De esta manera, el radiólogo buscará la proyección concreta que permita evitar dichas superposiciones y los enmascaramientos que provocan. (32)

#### **d) Reconstrucción multiplanar (MPR)**

A diferencia de los sistemas de reconstrucción previos, el radiólogo no se basa en las características de atenuación de la radiación sino que obtiene la imagen en función de la interpretación espacial que hace de la zona a explorar. Es decir, que traza un plano por donde va a ver todo lo que hay en ese conjunto de datos. Es la técnica de representación más fácil e intuitiva, conocida como reformado o reconstrucción multiplanar (MPR) pues para situarla en el espacio utiliza varios planos, empleando el ordenador para cortar el volumen global de datos (volviendo al símil de la preparación histológica, el volumen de datos sería el bloque que cortamos con el micrótopo, donde la muestra tercio inferior facial estaría dentro de un bloque de parafina aire que rodea la cara del paciente). (32)

Para orientarse espacialmente, el radiólogo comienza tomando referencias sobre



*Figure 10. Tomografía computarizada de mandíbula Inf. Tomada de referencia bibliográfica 31*

un corte sagital de la cabeza completa (una imagen muy similar a una tele-radiografía). Esta imagen lateral de la cabeza le permite posicionar el plano de referencia, una línea que constituirá la base del bloque rectangular que contendrá la estructura de interés (en el maxilar superior se suele

emplear el paladar duro- mientras en la mandíbula usamos la rama mandibular). (32)

Tras eliminar el resto de vóxeles, puede ver la posición del maxilar desde arriba (es la visión axial donde sitúa los cortes). Y decidir si lo corta de forma sagital obteniendo secciones sagitales oblicuas de la mandíbula que permite ver la posición buco-lingual del conducto del nervio alveolo-dentario inferior y su altura respecto a la cortical. O bien, hacer cortes longitudinales paralelos, consiguiendo reconstrucciones pseudoortopantomográficas que permiten visualizar el recorrido del canal del nervio alveolo-dentario inferior dentro de la mandíbula. (33)

#### IV. Diseño Metodológico

- A. **Tipo de Estudio:** Estudio descriptivo de corte Transversal.
- B. **Población:** Pacientes atendidos en la clínica dental del hospital Monte España y puesto de salud Raúl Vargas de las ciudades de Managua y Nagarote respectivamente.
- C. **Unidad de Análisis:** 30 segundos molares inferiores permanentes extraídos en la clínica dental del hospital Monte España y el puesto de salud Raúl Vargas de las ciudades de Managua y Nagarote, en pacientes mayores de 18 años.
- D. **Material y Método de recolección de la información.**

Se dirigió una carta a la doctora responsable de la clínica odontológica del centro de salud “Raul Vargas” de Nagarote explicando los objetivos del estudio y solicitando su colaboración en la recolección de las muestras. Para la recolección de las mismas se utilizaron recipientes de muestras de orina, 50 en total: 25 se entregaron en el puesto de salud y 25 en la clínica dental del hospital Monte España; debidamente rotulados con el nombre, y número de órgano dental del paciente a su vez dichos recipientes contenían cloruro de Benzalconio con fines de desinfección.

Una vez recolectadas las 50 muestras se procedió a seleccionarlas de acuerdo a los criterios de inclusión obteniendo así un total de 30 muestras (15 femeninas y 15 masculinas). Dichas muestras se limpiaron y desinfectaron utilizando frascos con Hipoclorito de sodio al 3.25% durante 10 minutos, luego se lavaron con solución salina para luego proceder a la eliminación de cálculo dental en los casos que era necesario utilizando equipo ultrasónico DTE a una frecuencia de 2000Hz, posteriormente se secaron con gasas estériles sobre un campo operatorio.

Al finalizar el proceso de limpieza y desinfección se les asignó un código a cada una de las muestras para así identificarlas: XX femenino y XY masculino con un lápiz marcador en la raíz; realizado esto se tomaron radiografías digitales a cada una de ellas sobre una superficie plana de manera que el rayo incidiera de forma perpendicular a la muestra utilizando el sensor marca Gendex, y el equipo de rayos x por un tiempo de exposición de 0.11 segundos; las tomas radiográficas se realizaron en sentido vestíbulo-lingual para así poder compararlas con la clasificación radiográfica del doctor Fan las cuales son en la misma orientación.

Las radiografías digitales de las muestras se contrapusieron con las imágenes de la clasificación radiográfica de Fan, y una a una fueron analizadas por ambos

investigadores quienes en consenso identificaron y clasificaron las muestras para agruparlas en los diferentes subtipos de la clasificación radiográfica (Tipo I, II, III.) (9)

Las muestras se insertaron en una plataforma de acrílico de dimensiones 20x20 cm con la corona dentro del acrílico y las raíces expuestas. Las mismas fueron insertadas siguiendo un patrón específico: para las muestras femeninas (zig-zag) y para las muestras masculinas (dos filas paralelas) esto con el objetivo de poder identificar a que grupo pertenecían una vez que se analizaran en la pantalla del computador.

Utilizando una computadora portátil se observaron las imágenes obtenidas del estudio tomográfico digital y se contrapusieron con las imágenes de la clasificación de Fan ambos investigadores en consenso identificaron y determinaron en cuales se observaba la presencia de conducto en forma de C. Una vez que se determinó que dientes presentaban dicha morfología se identificó su ubicación en la tabla, se anotaron cuales pertenecían a mujeres y cuales a hombres y se secciono la misma en muestras individuales utilizando un disco para cortar acrílica marca Jota.

Se tomaron los dientes que presentaban conducto en C y se montaron nuevamente en un arco de acrílico simulando una hemiarcada, las muestras masculinas se colocaron al lado izquierdo y las femeninas al lado derecho para facilitar su identificación, posteriormente se realizó un nuevo estudio tomográfico con el objetivo de observar con mayor detalle la morfología del sistema de conductos.

Una vez realizado se observaron las imágenes obtenidas de la tomografía de los dientes que presentaban conducto en forma de C y se analizaron las muestras en un corte transversal en sentido corono-apical, las imágenes nuevamente se contrapusieron con las de la clasificación y ambos investigadores en consenso observaron y determinaron a que tipo pertenecían según la clasificación de Fan (Tipo C1, C2, C3a, C3b, C4). (9)

## **1. Instrumentos y materiales:**

Aparato de Rayos X.

Radiovisiógrafo Gendex.

Scaler ultrasónico DTE.

Computadora portátil Apple IMac.

Frascos para muestras.

Acrílico rápido.

Cera rosada.

Polímero rosado.

Hipoclorito de Sodio 3.25% (Lejía doméstica Clorox)

Cloruro de Benzalconio.

Agua destilada.

Campos operatorios.

Guantes de Nitrilo.

Lupas dentales 3.5X de aumento.

Gasas.

Lentes protectores.

Nasobucos.

Explorador Endodóntico DG16.

Pinza algodona.

Marcador negro.

## V. Variables de Estudio

### A. Variable Independiente:

- Variaciones anatómicas de los conductos en forma de C. (cualitativa)
- Sexo. (cualitativa)

### B. Criterios de Inclusión:

- Pacientes originarios de las ciudades de Managua y Nagarote.
- Segundos Molares inferiores permanentes que no presenten reabsorciones internas y/o externas.
- Que no presenten fracturas radiculares horizontales, verticales y oblicuas.
- Que tengan ápice completamente desarrollado.
- Que no presente tratamiento de conductos.
- Que tengan un mínimo de 3 milímetros de estructura coronaria.
- Que no presenten calcificaciones extensas de sus conductos.

### C. Criterios de Exclusión:

- Todos aquellos que no cumplan con los criterios de Inclusión

## VI. Operacionalización de Variables.

Variable	Concepto	Indicador	Escala	Valor
<b>Variaciones Anatómicas de los Conductos en forma de "C"</b>	Distintos tipos de Morfología que Puede presentar el conducto en forma De "C"	Clasificación de la Morfología del Conducto según la clasificación Radiográfica de Fan.	Nominal	Tipo I. Tipo II. Tipo III.
<b>Variaciones Anatómicas de los Conductos en forma de "C"</b>	Distintos tipos de Morfología que Puede presentar el conducto en forma De "C"	Clasificación de la Morfología del Conducto por técnica de tomografía computarizada haz cónico según la clasificación de Fan.	Nominal	C1 C2 C3a-C3b C4 C5
<b>Sexo</b>	Condición orgánica masculina o femenina de los animales y las plantas.	Cantidad de hombres y mujeres que presenten conductos en forma de "C".	Nominal	Hombre Mujer

## VII. Resultados.

**Tabla 1. Estimación de la Frecuencia de conductos en forma de C de los segundos molares inferiores permanentes.**

Dientes	Conductos en C	Porcentaje
30	7	23.3%

Se calculó que un 23.3% presenta conductos en forma de C. estos resultados son similares a los reportados por algunos autores, Ohno (2004), Park (2004), Pedraza (2013).

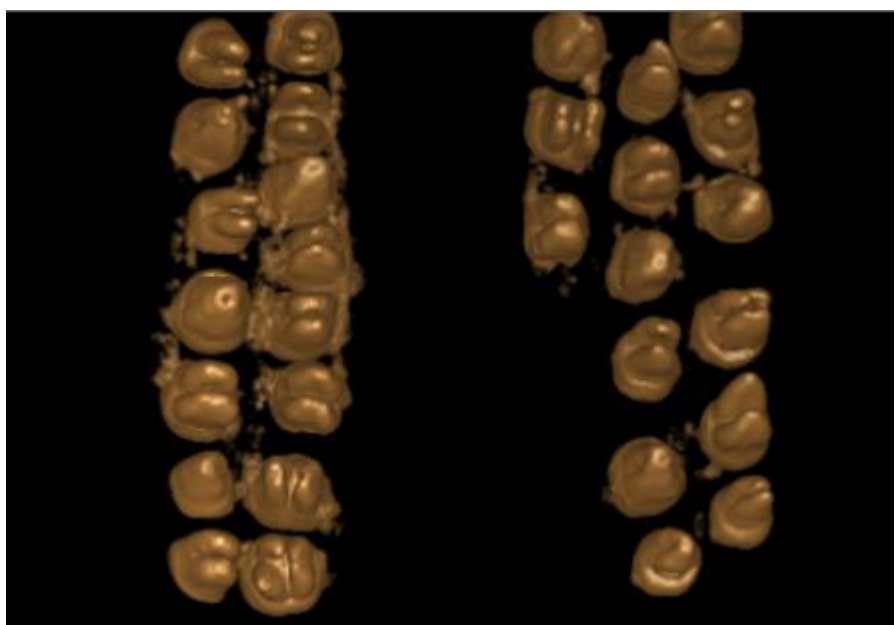


Figura 11. Tomografía del total de muestras del estudio.

**Tabla 2. Frecuencia de conductos en forma de C de los segundos molares inferiores permanentes por sexo.**

<b>Sexo</b>	<b>No de conductos en C</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Masculino</b>	3	43%
<b>Femenino</b>	4	57%
<b>Total</b>	7	100%

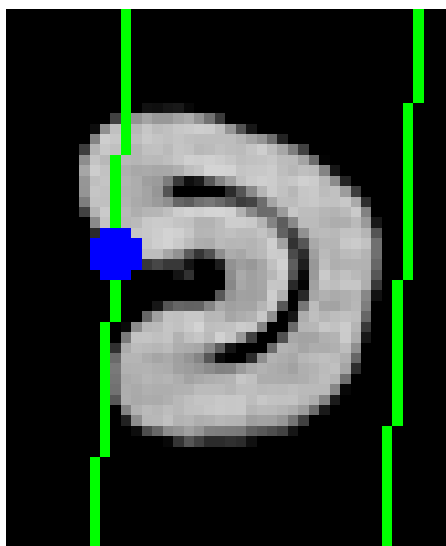
En la tabla se puede observar el porcentaje de conductos radiculares en forma de C según el género. Observándose que el porcentaje es mayor en el género femenino (57%), mientras que en el masculino (43 %) fué relativamente menor.



**Tabla 3. Clasificación de los conductos en C de acuerdo a la morfología del piso de la cámara pulpar según Fan.**

Clasificación	Hombres	Mujeres	Porcentaje
C1	1	2	43%
C2	1	1	29%
C3a	0	1	14%
C3b	0	0	0%
C4	1	0	14%
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>100%</b>

Se observa que de acuerdo a la clasificación de Fan el tipo de conducto radicular en forma de C más frecuente fue el C1 (43%), seguido del tipo C2 (29%), tanto el tipo C3a como el tipo C4 se encontraron en un 14%. No se identificó en las muestras el tipo C3b.



**Figura 12.** Tomografía de corte Axial del piso de cámara pulpar de segundo molar inferior, en donde se aprecia el tipo C1.

**Tabla 4. Clasificación de los conductos en forma de C de acuerdo a la Clasificación Radiográfica de Fan.**

Clasificación	HOMBRES	MUJERES	PORCENTAJE
I	3	1	57%
II	0	3	43%
III	0	0	0%
TOTAL	3	4	100%

En la tabla se observa que el tipo I de la clasificación Radiográfica corresponde a un 57% del total de muestras que presentaron conducto en forma de C y el tipo II con un 43%. No se identificó ninguna muestra correspondiente al tipo III.



**Figura 13.** Radiografía Digital de segunda molar inferior donde se aprecia Tipo I de la clasificación Radiográfica.

## VIII. Discusión de resultados

Según Walid (2000) la endodoncia exitosa se basa en el conocimiento y el respeto por la anatomía del conducto radicular. (36) Se sabe que la anatomía interna de las piezas dentales presenta una gran variedad de morfologías, haciendo de esta un gran reto para el endodoncista. Dentro de los órganos dentales con mayor prevalencia de morfologías aberrantes del sistema de conductos están las segundas molares inferiores, las cuales han sido estudiadas en su gran mayoría en la población asiática, la mayor referencia de acuerdo a la literatura son los artículos publicados por el doctor Fan. (37)

En este estudio se investigó mediante la identificación y estimación de la frecuencia de conductos en C de las raíces de los segundos molares inferiores permanentes por medio de tomografías computarizadas de haz cónico y radiografías periapicales digitales. Se decidió realizar ambas técnicas, ya que, la mayoría de los tratamientos de conductos son realizados utilizando radiografías periapicales, por lo tanto, se debe conocer la interpretación radiográfica de estas piezas para brindar una mayor información al clínico.

Ohno (2004) afirma que usualmente en la población asiática la prevalencia de conductos en C oscila entre un 10%-31.5%. (38) Hamid (2007) demuestra una prevalencia en la población china en un rango de 0.06% a un 41.27%, mientras que la población japonesa de un 31.3% a un 45.5% (39). Park (2004) en su estudio indica una prevalencia de 21.5%. (40)

Unapanta (2011) en su estudio en Ecuador indica que un 15% presentaba hallazgos de conducto en forma de C estudiando 100 pacientes al azar (41). Pedraza (2013) en su tesis en México revela un porcentaje de 23.26% de prevalencia en conductos en C estudiando a 310 pacientes (42) muchos de estos resultados son similares a los observados en este estudio los cuales reflejan que un 23.3% del total de muestras analizadas presentan conductos en forma de C.

Existe poca información acerca de la prevalencia de conductos en C según el género. Mandana Naseri (2013) habla de un radio de 3:2 (mujer-hombre) (43). Astudillo (2017) en su estudio observó una prevalencia de 64% en el sexo Femenino y un 36% correspondiente al sexo Masculino (44). Unapanta (2011), también, estudió la prevalencia de acuerdo al género e identificó un 85% de prevalencia para mujeres comparado con un 15% para los del sexo opuesto. (41) Pedraza (2013) también determinó la prevalencia de conductos en C en pacientes que acudieron a la Universidad de nuevo león UANL y el porcentaje de mujeres con conductos en C fué del 60% mientras que los del sexo masculino del 40%. (42) En este estudio la prevalencia según el sexo se aproxima a estos valores siendo un 57.14% observado

en las mujeres y un 42.85% para el sexo masculino. Es importante señalar que las mujeres acuden con mayor frecuencia a los puestos de salud.

Numerosos estudios sobre conductos en forma de C y sus variaciones anatómicas han sido publicados, las más destacadas han sido investigaciones en la población asiática. La mayoría de estos reportes se enfocan primordialmente en la morfología y la incidencia, casos control y observaciones antropológicas (45). Wei Fan (2004) clasificó los conductos en C de acuerdo a la forma observada en el piso de la cámara pulpar en 5 tipos: C1, C2, C3a C3b y C4 (9). Quijano (2016) en el Perú analizó segundas molares permanentes mediante el uso de TAC utilizando la clasificación de Melton, determinaron que presentaba mayor frecuencia el tipo II de Melton (C2 Fan) con un 66.3%, mientras que el tipo I (C1 Fan) se presentó en un 33.7% (46).

Quispe Fuentes (2015) en su estudio monográfico de la Universidad Católica Santa María en Perú obtuvo un 51% de prevalencia para el tipo III según la clasificación del Dr. Mint (C3a Fan) seguida del tipo I (C1 Fan) con un 29%, luego se encuentra el tipo II (C2 Fan) con un 11.8% y el tipo IV (C4 Fan) con un 7.9% (47). En el presente estudio el tipo más frecuente fue el C1 con un 42.85%, seguido de C2 con 28.57%, mientras que se observa un porcentaje semejante en los subtipos C3a y C4 con un 14.25% respectivamente.

Aunque varios reportes aseveran que los conductos en forma de C pueden ser identificadas antes del tratamiento de conductos utilizando una radiografía periapical, muchos otros estudios demuestran que no es tan sencillo usando simplemente un método radiográfico. Sin embargo, los clínicos deberían familiarizarse con la apariencia de estos en una radiografía. (37)

Haddad et al notó que la mayoría de las raíces en forma de C presentaban: (i) fusión o una aproximación de las dos raíces, (ii) un conducto distal amplio, (iii) un conducto mesial estrecho, (iv) una imagen borrosa en el tercer conducto intermedio. Además, recomendó realizar tomas radiográficas en diferentes angulaciones, así también, radiografías de aleta de mordida, panorámicas o contralaterales para contribuir a la identificación de los conductos en C. (45)

En este estudio se utilizó el método de tomográfico y radiográfico digital, para identificar con mayor facilidad la morfología del sistema de conductos y las radiografías periapicales ya que este último es el método comúnmente utilizado en la práctica clínica para realizar tratamientos endodónticos.

De acuerdo a la clasificación radiográfica en los resultados obtenidos en este estudio se observó un alto porcentaje del tipo I 57.17% Fan lo define como Fusionado: las imágenes de los conductos se fusionan y forma 1 solo conducto antes de su salida en el tercio apical (11). Del tipo II llamado Simétrico: existen 2 conductos separados, uno mesial y otro distal, el porcentaje de la investigación

también fué alto y refleja un 42.85%. No se encontró ninguna muestra correspondiente al tipo III.

## **IX. Conclusiones:**

- La frecuencia de conductos en forma de C en segundos molares inferiores permanentes fué baja (23.3%).
- De acuerdo al género, en las mujeres el conducto en C se observa en mayor medida 57.1% comparado a los hombres 42.8%.
- Basados en la clasificación de Fan existe mayor frecuencia del subtipo C1: 42.8% seguido del subtipo C2: 28-5%.
- Según la clasificación radiográfica de Fan el tipo I se encontró en un 57.1% y el tipo II 42.8%.
- La tomografía computarizada permite identificar esta variación anatómica, facilitando su abordaje.
- La radiografía digital en pocas ocasiones permite reconocer este tipo de variante.

## **X. Recomendaciones:**

- A la especialidad de endodoncia de la UNAN-león, desarrollar más estudios similares aumentando el número de muestras y de varias regiones geográficas de Nicaragua.
- Al posgrado de endodoncia, se recomienda adquirir un equipo de tomografía de haz cónico para facilitar el diagnóstico y abordaje de casos complejos.
- A los investigadores, efectuar un análisis morfológico del sistema de conductos en C.
- A los investigadores, realizar una tomografía individual a cada de las muestras para observar con mayor detalle el sistema de conducto en C.
- A los clínicos que practiquen la endodoncia, considerar el uso de la tomografía como herramienta esencial en el diagnóstico y abordaje de esta variación anatómica.
- A los odontólogos, considerar las limitaciones de la radiografía digital como herramienta auxiliar en el manejo de estos casos.

## XI. Referencias Bibliográficas:

1. Cohen S, Burns R. Las vías de la pulpa. 10ma ed. España. Edit. Elsevier; 2011. Morfología del Diente y preparación de la cavidad de acceso. Pág. 136-154.
2. Sekar V, Latha J, Natanasabapathy V. Evaluation of penetration depth of 2% chlorhexidine digluconate into root dentinal tubules using confocal laser scanning microscope. Restorative Dentistry & Endodontics. 2015.40.2.149.
3. Estrela Carlos. Ciencia Endodóntica. 1ra ed. Sao Paulo, Brasil. Edit. Artes Médicas; 2005. Anatomía Dental Interna. Pág. 11-35.
4. A.H. Mueller. Morphology of root Canals. The journal of American Dental Association. Vol.23. September. 1936. Pag 1698-1706.
5. T. Okumura. Anatomy of roots canals. Tokyo, Japan. Journ. A.D.A., April 1927. Pag 632-637.
6. Manning S.A. Root canal anatomy of mandibular second molars. IE.,1990. Vol 23. Pag 34-9.
7. Manning S.A. Root canal anatomy of mandibular second molars. C shaped canals part II. IE.,1990. Vol 23. Pag 40-45.
8. Melton D, Keith V. Krell, Michael W. Fuller. Anatomical and histological features of C shaped canals in mandibular second molars. JOE. Vol 17. August 1991. Pag 384-88.
9. Bing Fan, DDS, MSC, Phd. Gary S.P. Cheung. DDS, MSc. Mingwen Fan. DDS. James Gutman. DDS, Phd, FACD, FICD. Zhuan Bian. DDS, Phd. Msc. C-shaped canal systems in mandibular second molars. JOE. Vol 30. December 2004. Pag 899-903.
10. A. Kato, A. Ziegler, N. Higuchi, K. Nakata, H. Nakamura & N. Ohno. Aetiology, incidence and morphology of the C-shaped root canal system and its impact on clinical endodontics. International Endodontic Journal,47, Pag 1012-1033, 2014.
11. Wei Fan, Bing Fan, Gutmann J, Cheung G. Identification of C-shaped in mandibular second molars. Part I: Radiographic and anatomical features revealed by intraradicular contrast medium. JOE,33,7,2007. P 806-807.
12. Gómez M., Campos A. Histología y embriología bucodental. 2da edición. Madrid : Ed. Panamericana, 2002. págs. 85-100.
13. HF Thomas. Root formation. International journal of developmental biology 39 (1). 2003. Pag 231-237.
14. Hargreaves K., Goodis H. Seltzer and Bender's Dental Pulp. Quintessence, 2002. Pag 31-33.
15. Hovorakova M., Peterka M., Lesot H. Three-dimensional analysis of the early development of the dentition. Peterkova R., Aust Dent J, 2014, Vol. 59, Pag: 55-80.
16. Suryadeva S., Begum M. Role of homeobox genes in tooth morphogenesis: a review. J Clin Diagn Res, 2015, Vol. 9, Pag: 09-12.
17. Thesleff S. Epithelial-mesenchymal signalling regulating tooth morphogenesis. Journal of Cell Science, 2003, Vol. 116, Pag: 1647-1648.
18. Zheng L, Ehardt L, McAlpin B, Kim D, Papagerakis S, Papagerakis P. The Tick Tock of Odontogenesis.. 2014, Exp Cell Res, Vol. 325, Pag: 83-89.

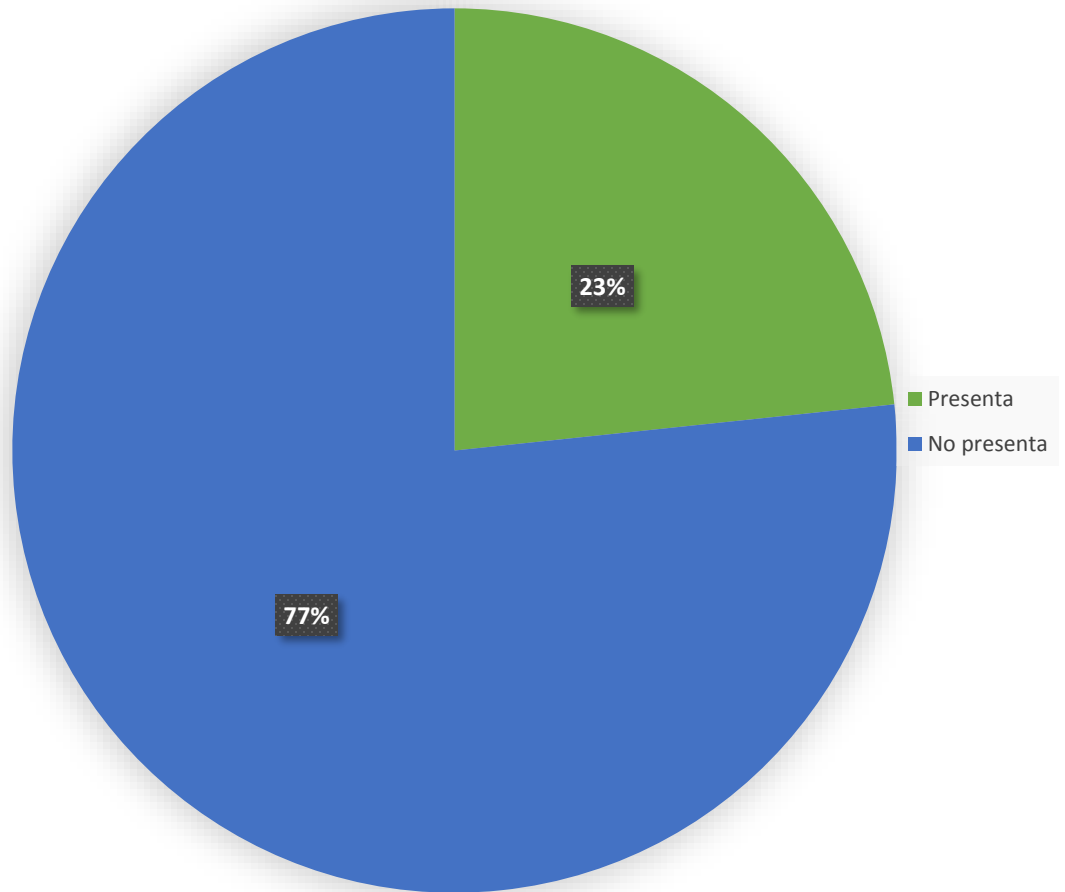


19. Margarita Zeichner- David, Oishi K, Zhengyan S, Zakartchenko V, Chen L, Arzate H, Bringas P Jr. Role of Hertwig's Epithelial Root Sheath Cells in Tooth Root Development. July 23th, 2003.
20. Xianghong L, Yoshihiro I, Diekwisch T. Evolution and Development of Hertwig's Epithelial Root Sheath. National Institute of Health, 2006, Pag: 235.
21. Samuel Seltzer and I.B. Bender. Dental Pulp. 3ra Ed. Edit Quintessence; 2002. P 33-42.
22. Ma. E. Gomez, de Ferraris. A. Campos Muñoz. Histología y embriología Bucodental. 2da Ed. Edit Panamericana. P 100-111.
23. Arnaldo Castellucci. Endodontics. 2da Ed. Edit IL tridente. P 14-20.
24. Soares Ilson, Goldberg Fernando. Endodoncia Técnica y Fundamentos. 1ra ed. Porto Alegre, Brasil. Edit. Medica panamericana S.A. 2002.
25. W. K. M. Soo, Y. L. Thong, J. L. Gutmann. A comparison of four gutta-percha filling techniques in simulated C-shaped Canals. International Endodontic Journal, 48, 736–746, 2015.
26. Grooves H, Cox F. C-shaped Canals configurations in mandibular molars. Journal of American Dental Association. Clinical reports, Vol. 99, November 1979.
27. Muralidhar Mupparapu DMD, S. R. Implant Imaging for the Dentist. J Can Dent Assoc, 2004; 7 70(1): 32-34.
28. Gahleitner, G. W. Dental CT: imaging technique, anatomy, and pathologic conditions of the jaws. Eur Radiol, 2003; (13): 366-76.
29. European Guidelines of radiation protection in dental radiology. 2004; P 9-17.
30. Harris, K. H. Guidelines for the use of diagnostic imaging in implant dentistry; A consensus workshop organized by the European Association for Osseointegration at the Medical University of Warsaw. Clinical and oral implant research, 2012, (25): 1243-58.
31. Donald A. Tyndall, S. L. (s.f.). Selection criteria for dental implant site imaging: A position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. Oral surgery, Oral medicine, Oral pathology, 89(5), 630-37.
32. Arana Fernández E, de Moya P. Tomografía computarizada: Introducción a las aplicaciones dentales. RCOE, 2006; 11(3): 311-22.
33. Rustemeyer P, Low-Dose Dental Computed Tomography: Significant Dose Reduction without Loss of Image Quality. *Acta radiológica*, 2004; 847-852.
34. Cheung GSP, Yang J, Fan B. Morphometric study of the apical anatomy of C-shaped root canal systems in mandibular second molars. International Endodontic Journal, 40, 239–246, 2007.
35. Torabinejad Mahmoud. Walton Richard. Biology of dental pulp and periradicular tissues. Principles and practices of endodontics P 4-10. Third Edition. Edit W.B Saunder company. 2002.
36. Walid. The use of two pluggers for the obturation of an uncommon C-shape canal., July 2000, Journal Endodontic, Vol. 26, Pag: 422-4.
37. Marina Fernandes, Ida de Ataíde, Rahul Wagle. c-shaped root canal configuration: A review of literature. 4, 2014, Journal of Conservative Dentistry, Vol. 17, Pag. 312-319.

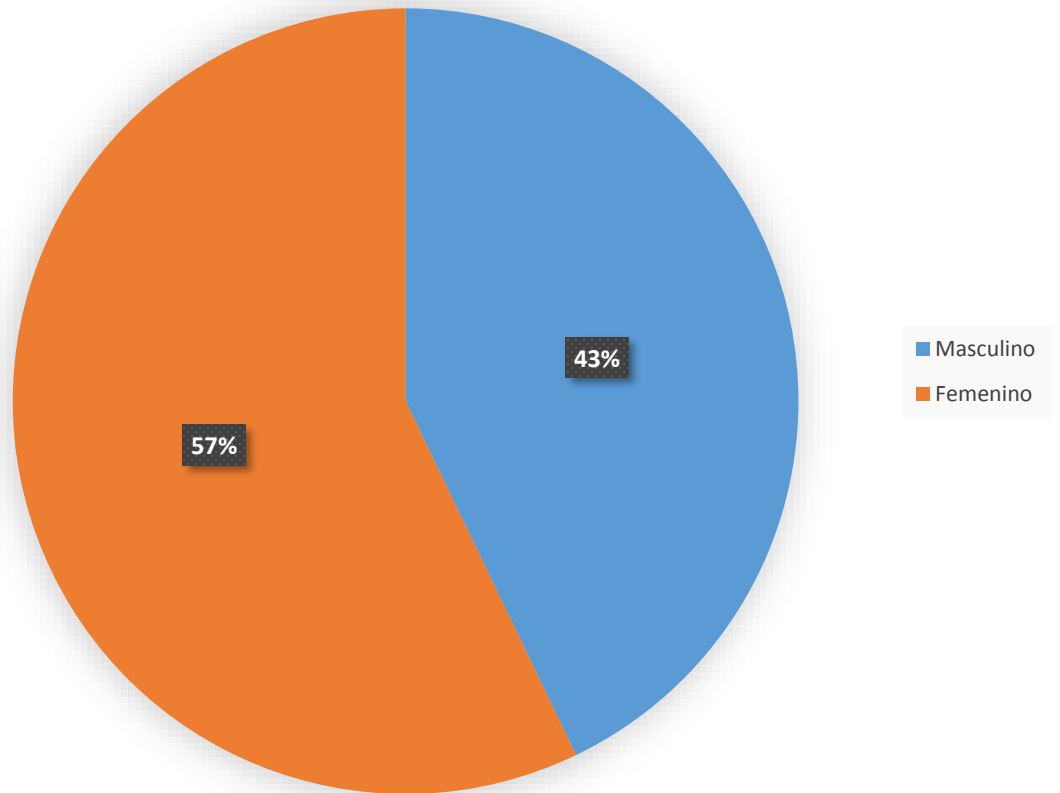
38. C-shaped root canal configuration: A review of literature. Marina Fernandes, Ida de Ataíde, Rahul Wagle. 4, 2014, Journal of Conservative Dentistry, Vol. 17, pp. 312-319.
39. Hamid Jafarzadeh, DDS, MSc and You-Nong Wu, DDS, PhD. The C-shaped Root Canal Configuration: A Review. May 2007, Journal Of Endodontic, Vol. 33, Pag. 517-523.
40. C-shaped root canals of mandibular second molars in a Korean population: clinical observation and in vitro analysis. Park, M. S. Seo & D. S. s.l. : Blackwell, 2004, International Endodontic Journal, Vol. 37, Pag. 139-144.
41. Unapanta JG. "Incidencia de Conductos en "C" a través de Valoración Radiográfica de Segundos Molares Permanentes Inferiores en Pacientes Atendidos en la Clínica Odontológica de UCSG" (Tesis). Universidad catolica de santiago de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador: 2011. Pag
42. Pedraza Quiñonez JA. Prevalencia de conducto en forma de C en segundos molares inferiores en pacientes de la facultad de odontología de la universidad autonoma de nuevo Leon (Tesis). Nuevo Leon, Monterrey, México: 2013. Pag
43. Mandana Naseri, Ali Kangarlou Haghighi, Mohammad Javad Kharazifard, Atefeh Khavid. Prevalence of C-Shaped Root Canals in Iranian Population: A Systematic Review. 2, : Tehran University of Medical Sciences, 2013, Journal Of Dentistry, Vol. 10, Pag. 186-196.
44. Esteban Astudillo-Ortiz, Andrés Palacios, José Cáceres-Carpio, Jaime Astudillo. Diagnosis of C-shaped root canals in mandibular second molars through the «evidence of obtained angle». A pilot validation study. 6, 2017, Revista ADM, Vol. 74, Pag. 293-297.
45. Gaby Y. Haddad, DCD, DESE, Walid B. Nehme, DCD, DESE, and Hani F. Ounsi, DCD, DESE. Diagnosis, Classification, and Frequency of C-Shaped Canals in Mandibular Second Molars in the Lebanese Population. 4, April 1999, Journal of Endodontic, Vol. 25.
46. Quijano Santiago, García Carmen, Rios Katty, Ruiz Vilma, Ruíz Ana. Sistema de conducto radicular en forma de C en segundas molares mandibulares evaluados por tomografía cone beam: Enero-Marzo 2016. Revista Estomatológica Herediana, Vol. 26, Pag. 28-36.
47. Fuentes Quispe MA. Analisis de la frecuencia de conductos radiculares en forma de C en los segundos molares inferiores a traves de la tomografia cone beam en la clinica odontologica de la UCSM Arequipa 2015 -2016 (Tesis). Universidad catolica de santa maria. Arequipa, Ecuador: 2016. Pag

# ANEXOS

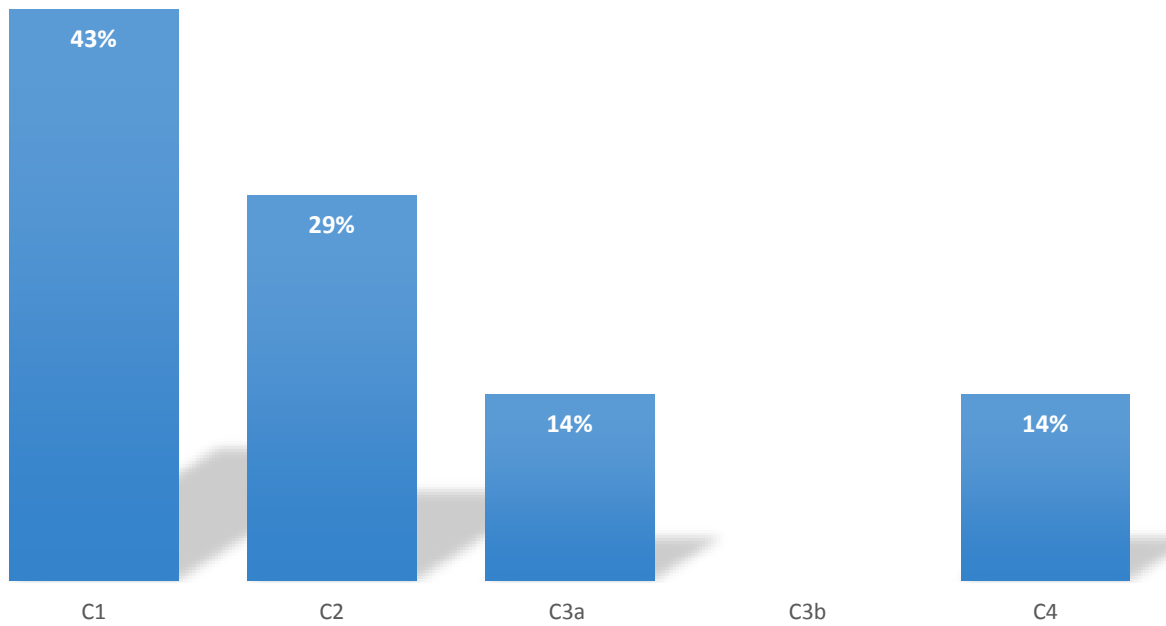
**Estimación de la Frecuencia de conductos en forma de C en segundos molares permanentes**



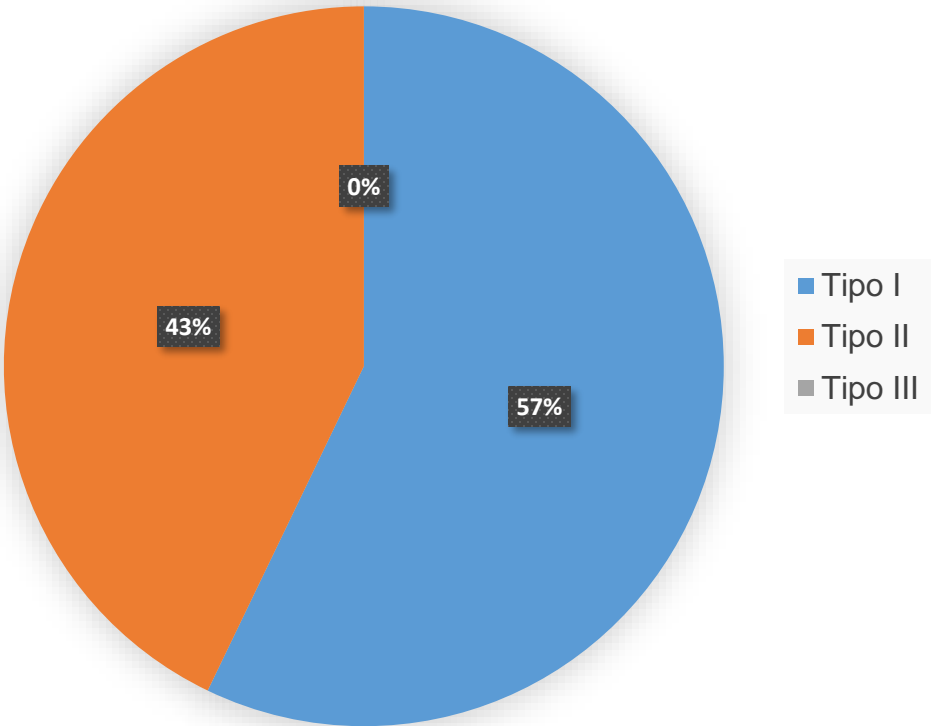
**Frecuencia de conductos en forma de C de los segundos molares inferiores permanentes por sexo**



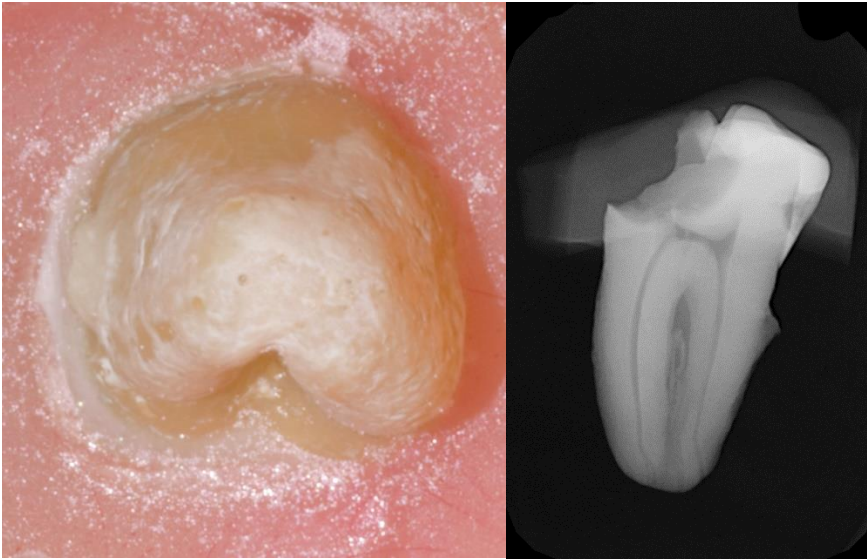
**Frecuencia de los conductos en Forma de C por técnica de tomografía computarizada de haz cónico. (TCHC)**



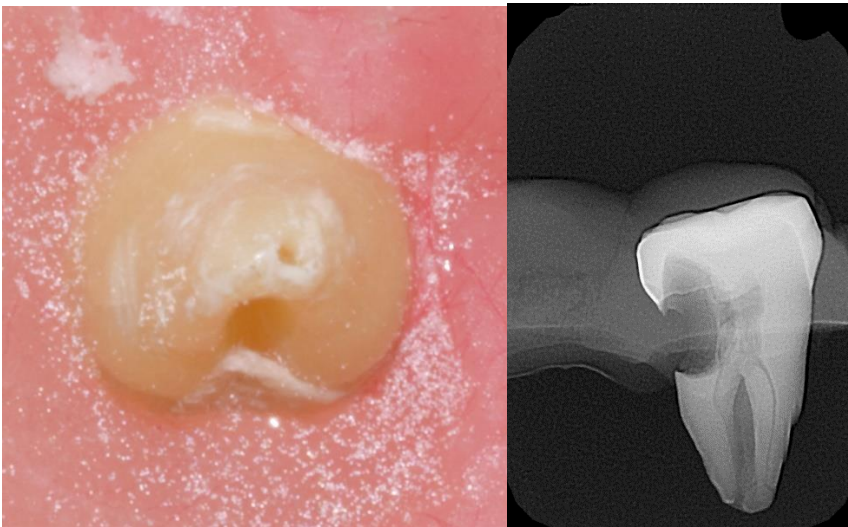
Frecuencia de los conductos en forma de C de acuerdo a la Clasificación Radiográfica.



Muestras sexo Femenino.

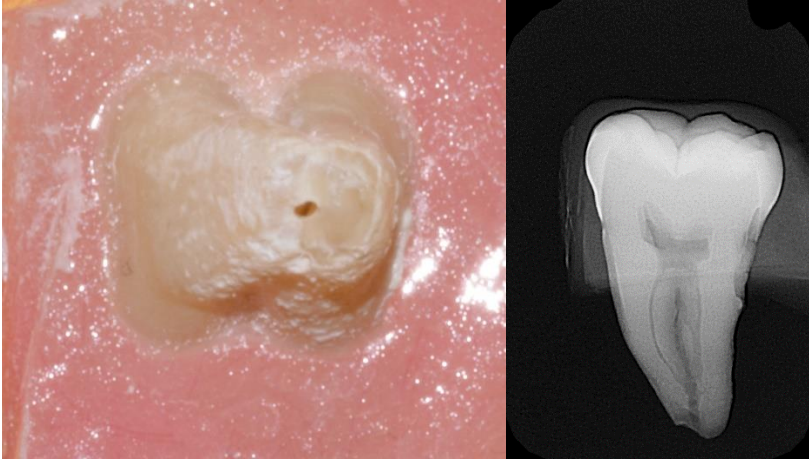


Tipo II Según Clasificación Radiográfica de Fan.

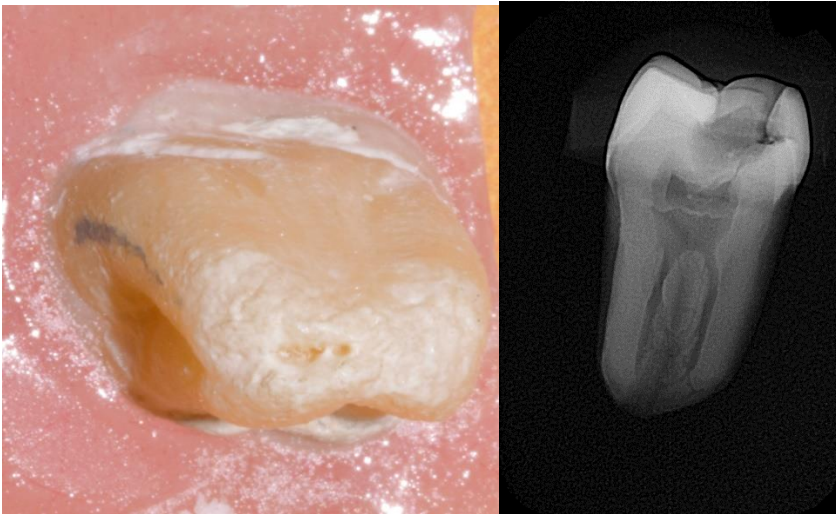


Tipo II Según Clasificación Radiográfica de Fan.



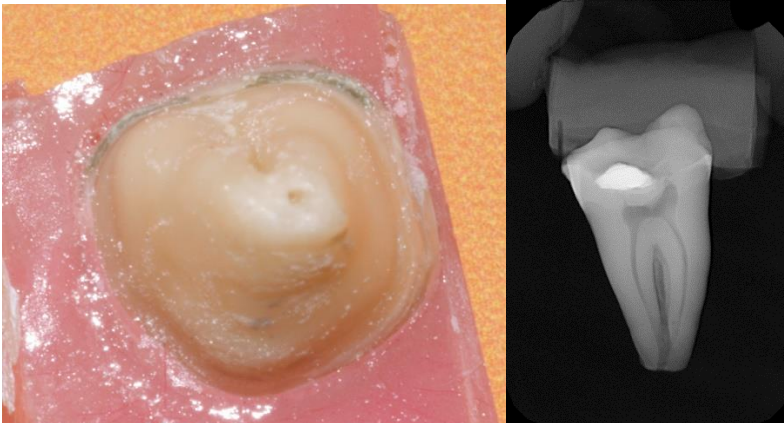


Tipo I Según Clasificación Radiográfica de Fan.

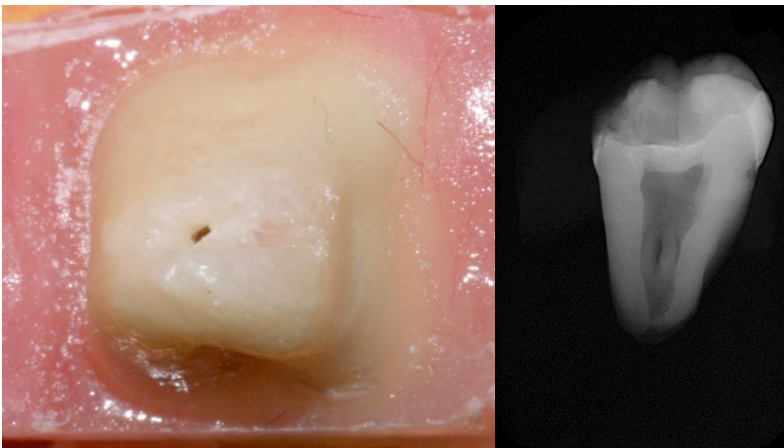


Tipo II Según la clasificación Radiográfica de Fan.

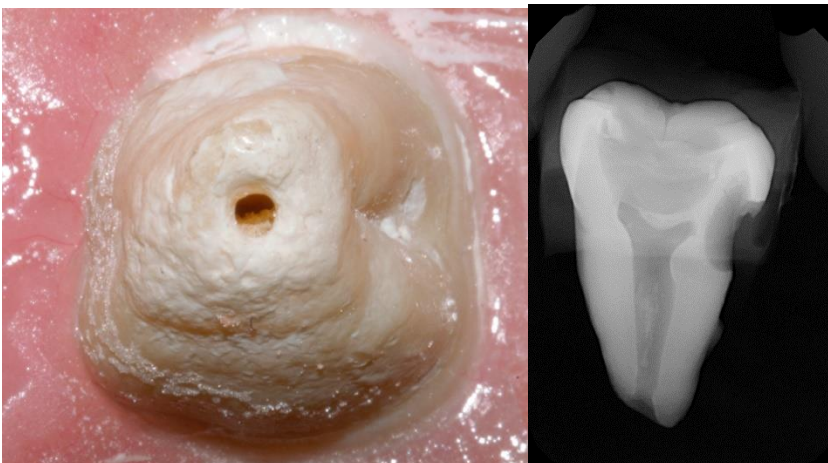
## Muestras sexo Masculino



Tipo I Según la clasificación Radiográfica de Fan.



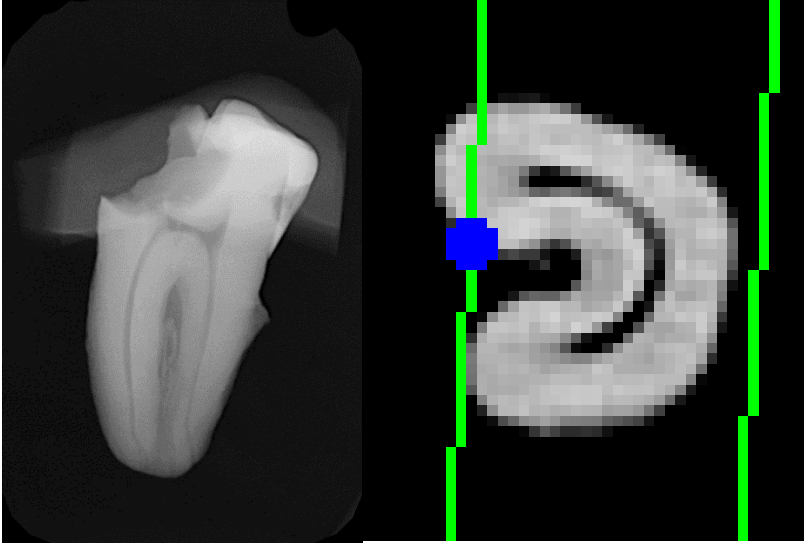
Tipo I Según la Clasificación Radiográfica de Fan.



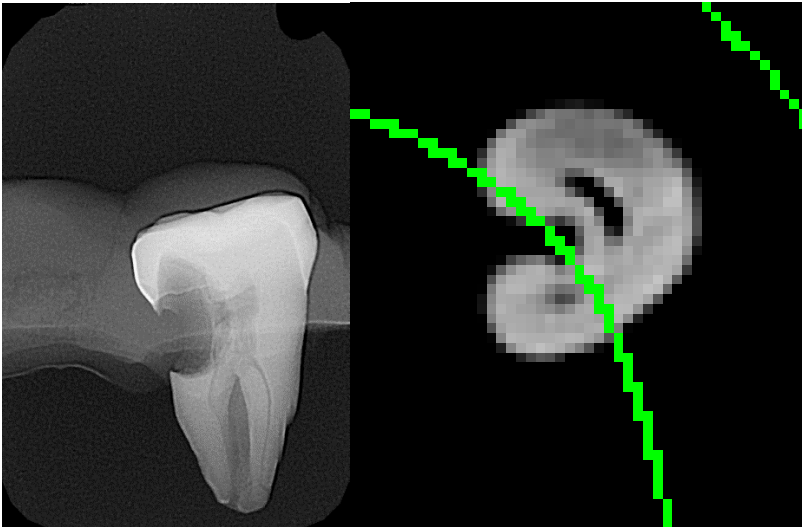
Tipo I Según la Clasificación Radiográfica de Fan.

## Estudio tomográfico.

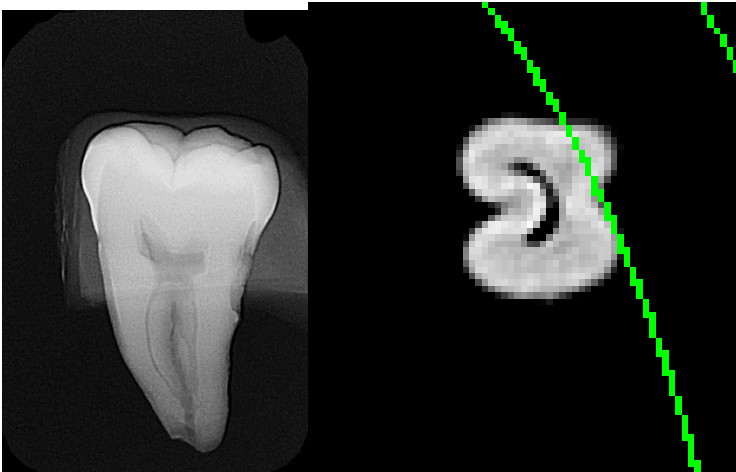
Muestras sexo Femenino



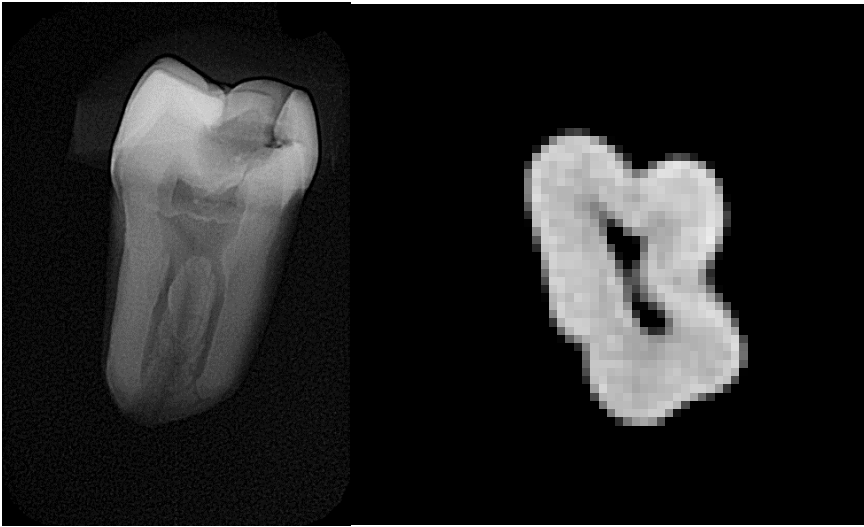
Tipo C1 clasificación Tomográfico de Fan.



Tipo C2 Clasificación Tomográfico de Fan

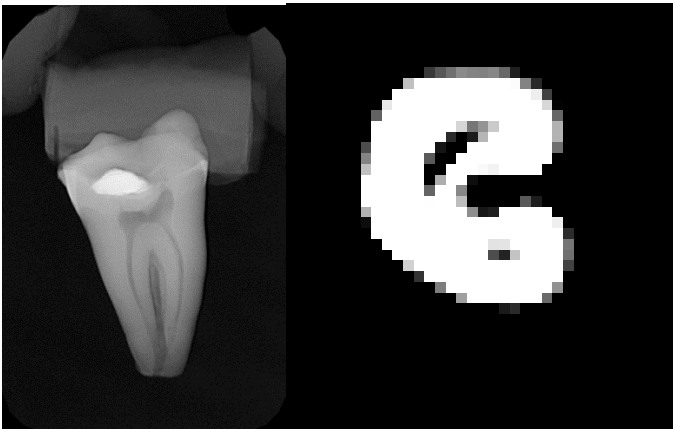


Tipo C1 Clasificación Tomográfico de Fan.

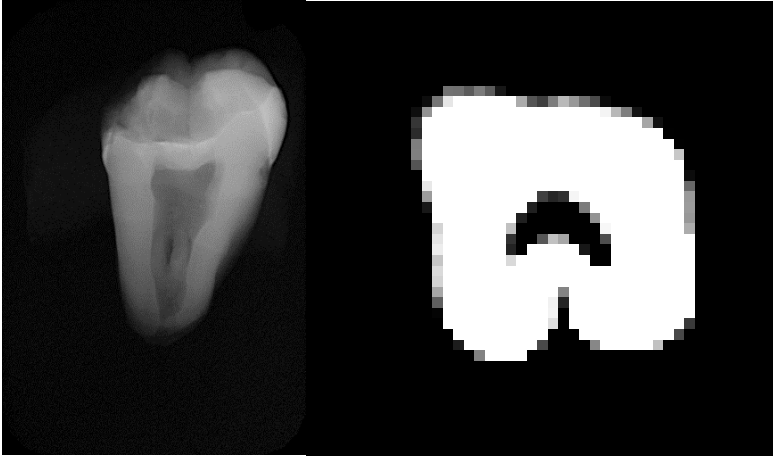


Tipo C3a Clasificación Tomográfico de Fan

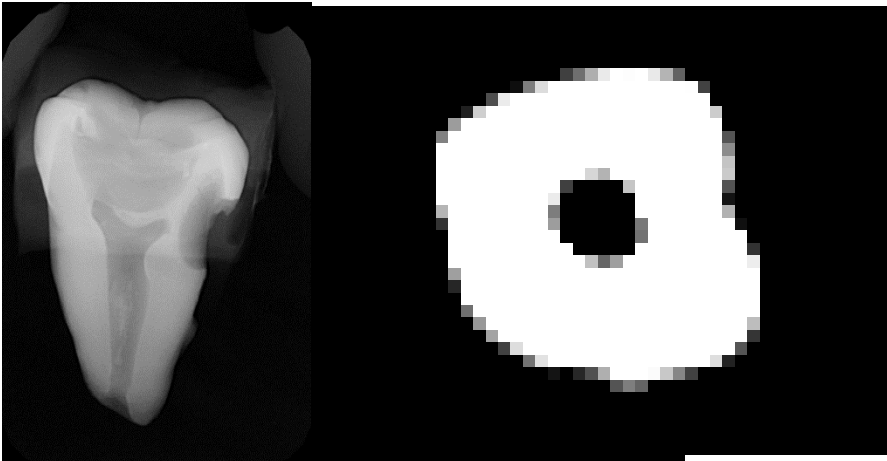
### Muestras sexo Masculino



Tipo C2 Clasificación Tomográfica de Fan.



Tipo C1 Clasificación Tomográfica de Fan.



Tipo C4 Clasificación Tomográfica de Fan.