

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL  
ECUADOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS DE LA  
SALUD Y DE LA VIDA**

**ESCUELA DE ODONTOLOGÍA**



**TESIS PRESENTADA PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
ODONTÓLOGO**

**TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN: “ESTUDIO IN VITRO EN 120  
DIENTES PREMOLARES HUMANOS EXTRAÍDOS PARA COMPARAR  
LA EFICACIA EN LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE  
TRABAJO UTILIZANDO TRES TIPOS DE LOCALIZADORES APICALES  
DE TERCERA GENERACIÓN”**

**AUTOR:**

Ángel Mauricio Luna Roa

**DIRECTOR DE TESIS:**

Dra. Soledad Peñaherrera

Septiembre, 2015

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS, DE LA SALUD Y DE**  
**LA VIDA**  
**ESCUELA DE ODONTOLOGÍA**

**HOJA DE APROBACIÓN**

**Tema:**

“ESTUDIO IN VITRO EN 120 DIENTES PREMOLARES HUMANOS  
EXTRAÍDOS PARA COMPARAR LA EFICACIA EN LA DETERMINACIÓN  
DE LA LONGITUD DE TRABAJO UTILIZANDO TRES TIPOS DE  
LOCALIZADORES APICALES DE TERCERA GENERACIÓN”

**Autor:**

Ángel Mauricio Luna Roa

Dra. Soledad Peñaherrera

f. ....

**Tutora de tesis**

CALIFICADOR

f. ....

CALIFICADOR

f. ....

CALIFICADOR

f. ....

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS, DE LA SALUD Y DE**  
**LA VIDA**  
**ESCUELA DE ODONTOLOGÍA**

**DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD**

Yo, Ángel Mauricio Luna Roa, portador de la cédula de ciudadanía N° 1716529365 declaro que el trabajo de investigación “Estudio in vitro en 120 dientes premolares humanos extraídos para comparar la eficacia en la determinación de la longitud de trabajo utilizando tres tipos de localizadores apicales de tercera generación” previo a la obtención del Título de Odontóloga, es absolutamente original, auténtico y personal.

En tal virtud, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

---

Dra. Soledad Peñaherrera

TUTORA

---

Mauricio Luna Roa

AUTOR

## RESUMEN

**Introducción:** La determinación de la longitud de trabajo es uno de los principales desafíos del tratamiento endodóntico porque esta medida se determina mediante un punto crítico que es el límite CDC, mismo que solo puede ser observado histológicamente; por lo que se crearon dispositivos eléctricos como los localizadores apicales que conjuntamente con la radiografía nos ayudan a determinar este límite apical. **Objetivo:** Comparar la eficacia de la determinación en la longitud de trabajo utilizando tres tipos de localizadores apicales electrónicos de tercera generación. **Diseño de estudio:** La muestra estuvo conformada por 120 premolares humanos extraídos. Los cuales se sometieron a la determinación de la longitud de trabajo mediante tres localizadores apicales de tercera generación: woopex I ( Guillin Woodpecker Medical Instrument Co., Ltd), Root ZX II (J.Morita Corp, Tokyo, Japan), Propex Pixi (Dentsply Maillefer). Comparando su eficacia con la longitud real de trabajo obtenida mediante la radiovisiografía. **Resultados:** el localizador apical Root ZX II (Morita) obtuvo la menor diferencia con 0.18; mientras que el de mayor diferencia en sus mediciones fue el de Woodpecker con 0.32. Por lo que se concluye que el equipo más preciso en sus mediciones es el Root ZX **Conclusiones:** El empleo de localizadores apicales es un elemento importante para determinar la longitud de trabajo conjuntamente con la radiografía.

**Palabras Clave:** longitud de trabajo, localizador apical, límite CDC, radiovisiografía

## ABSTRACT

**Introduction:** the determination of the working length is one of the main challenges of endodontic treatment because this measure is determined by a critical point which is the CDC, this one can only be observed histologically, so electrical devices such as apex locators that were created together with radiography help us determine the apical limit.

**Objective:** To compare the efficacy of the determination in the working length using three types of electronic apex locators third generation.

**Study Design:** The sample consisted of 120 extracted human premolars. Which was subjected to the determination of the working length with three third-generation apex locators: woopex I (Guillin Woodpecker Medical Instrument Co., Ltd.), Root ZX II (J.Morita Corp, Tokyo, Japan), Propex Pixi ( Maillefer Dentsply). Comparing its effectiveness with real working length obtained by radiovisiography. **Results:** apical locator Root ZX II (Morita) got the slightest difference 0.18; while the largest difference in its measurements with Woodpecker was 0.32. So we conclude that the most accurate in their measurements team is the Root ZX. **Conclusions:** The use of apex locators is an important element in determining the length of working together with radiography.

**Keywords:** working length, apical locator, limit CDC, radiovisiography

## DEDICATORIA

*Aunque la mayoría de veces pareceríamos que estamos en una batalla interminable, hay momentos en que la guerra cesa y luchamos más que nunca de la mano de Dios para que nuestros objetivos de vida se cumplan.*

*Su afecto, su cariño, su amor interminable son los detonantes de mi felicidad, de mi esfuerzo de cada día, de mis ganas de vivir y luchar por algo mejor, son y serán el más grande regalo de Dios que no merecí, gracias Padres queridos: Ángel y Alba por sacrificar grandes cosas en sus vidas y darme la oportunidad de realizarme como profesional gracias por el apoyo incondicional en todo momento de mi vida y acompañarme siempre en este camino que no lo hubiera logrado sin ustedes.*

*Dedico este trabajo de investigación a ustedes por su interminable labor como excelentes padres y por compartir conmigo este y muchos logros que vendrán a mi vida.*

## AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar, quiero agradecer a Dios, por darme la vida, la sabiduría y la fuerza para poder desarrollar mis proyectos de vida.*

*A mis padres, por ser los pilares fundamentales en el desarrollo de mi carrera profesional, gracias por darlo todo por mí.*

*A mis hermanos Hugo y Andrea por ser un apoyo incondicional en mi vida, son unas de las razones más importantes de mi vivir, Andrea continúa y esfuérate con esta carrera tan maravillosa y hazla de ti, tu pasión, aquí estaré siempre como tú también lo has estado, los amo.*

*A mis amigos incondicionales que estuvieron ahí para darme ánimos y fuerzas en este largo trayecto, pero en especial quiero agradecer a mi gran amiga Susana Castro, mi Susi sin ti y tu apoyo incondicional no lo hubiera logrado, gracias por compartir este reto conmigo y hacerlo tuyo también, pero sobre todo gracias por tu amistad.*

*A la Dra. Soledad Peñaherrera, quien dirigió esta tesis y la convirtió en un gran reto para mí, gracias por ser una excelente profesional pero sobre todo por convertirse en una amiga, espero pronto llamarla mi colega.*

*Agradecer al Ing. Marco Rivera quien se encargó de realizar el análisis estadístico de esta investigación.*

*Por último mi gratitud hacia la Universidad Internacional del Ecuador, institución donde forje mi vida profesional.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: ASPECTOS BÁSICOS DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1. Planteamiento del Problema:.....	3
1.1.1. <i>Problema:</i> .....	3
1.2. Justificación: .....	3
1.3. Objetivos: .....	4
1.3.1. <i>Objetivo General:</i> .....	4
1.3.2. <i>Objetivos Específicos:</i> .....	4
1.4. Hipótesis: .....	4
1.5. Operacionalización de variables: .....	5
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	
2.1. EMBRIOLOGÍA DEL DIENTE Y CONDUCTOS RADICULARES	
2.1.1. <i>Generalidades:</i> .....	7
2.1.2. <i>Odontogénesis desarrollo embrionario del complejo dentino pulpar:</i> .....	7
2.1.3. <i>Estadio de primordio, botón o brote dental:</i> .....	7
2.1.4. <i>Estadio de Casquete:</i> .....	8
2.1.5. <i>Estadio de Campana:</i> .....	9
2.1.6. <i>Cavidad pulpar: génesis y evaluación:</i> .....	11
2.1.7. <i>División de la Cavidad Pulpar:</i> .....	12
2.1.8. <i>La porción dentaria del conducto radicular:</i> .....	14
2.1.9. <i>La porción cementaria del conducto radicular:</i> .....	14
2.1.10. <i>Región Apical y periapical:</i> .....	15
2.1.11. <i>Paradencio apical:</i> .....	15
2.1.12. <i>Pulpa Apical:</i> .....	16
2.1.13. <i>Relación Pulpo-Periodóncica:</i> .....	16
2.1.14. <i>Ápice radicular:</i> .....	17
2.1.15. <i>Etapas de los cambios en la evolución del Ápice radicular:</i> ..	18
2.1.16. <i>Primera Etapa de evolución del ápice radicular</i> .....	18
2.1.17. <i>Segunda Etapa de evolución del ápice radicular:</i> .....	19
2.1.18. <i>Tercera Etapa de evolución del ápice radicular:</i> .....	19



2.1.19. Cuarta Etapa de evolución del ápice radicular: .....	19
2.1.20. Calcificación del ápice radicular: .....	20
2.2. ANATOMÍA DE LOS CONDUCTOS RADICULARES	
<u>2.2.1. Generalidades:.....</u>	21
2.2.2. Clasificación de los conductos radiculares:.....	21
2.2.3. Variantes topográficas de los ápices radiculares:.....	22
2.2.4. Variantes en la disposición de los conductos radiculares en su porción apical .....	22
<u>2.2.5. Foramen Apical:.....</u>	24
<u>2.2.6. Tamaño y configuración de Foramen Apical:.....</u>	24
<u>2.2.7. Cambios con la edad: .....</u>	25
<u>2.2.8. Constricción Apical:.....</u>	26
<u>2.2.9. Unión Cemento-Dentina-Conducto (CDC):.....</u>	28
2.3. LONGITUD DE TRABAJO	
2.3.1. Generalidades: .....	30
2.3.2. Referencias anatómicas importantes frente a la longitud de trabajo.....	31
2.3.3. Consecuencias de una mala determinación de la longitud de trabajo.....	33
2.3.4. Obtención de una correcta longitud de trabajo:.....	34
2.4. RADIOVISIOGRAFÍA	
2.4.1. Generalidades: .....	36
2.4.2. Importancia de la radiología en la Endodoncia:.....	36
2.4.3. Aparatos de Rayos X:.....	37
2.4.4. Seguridad contra radiaciones:.....	38
2.4.5. Aplicaciones de la radiografía en Endodoncia:.....	38
2.4.6. Radiología dental computarizada: .....	39
2.5. LOCALIZADORES APICALES	
2.5.1. Generalidades: .....	41
2.5.2. Historia de los localizadores apicales:.....	41
2.5.3. Mecanismo de acción:.....	42
2.5.4. Localizadores apicales de primera generación: .....	43
2.5.5. Localizadores apicales de segunda generación:.....	43

2.5.6. Localizadores apicales de tercera generación: .....	44
2.5.7. Localizadores apicales de cuarta generación:.....	44
2.5.8. Normas de uso del localizador apical:.....	45
2.5.9. Contraindicaciones de los localizadores apicales: .....	46
2.5.10. Otros usos de los localizadores de ápice .....	46
<b>CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA</b>	
3.1. Universo: .....	48
3.2. Muestra:.....	49
3.3. Criterios de inclusión de muestra:.....	50
3.4. Criterios de exclusión de muestra:.....	50
3.5. Tipo de Investigación: .....	50
3.6. Diseño de Investigación:.....	50
3.6.1. Selección de los objetos de estudio: .....	50
3.6.2. Radiografía diagnóstica:.....	51
3.6.3. Apertura cameral:.....	53
3.6.4. Determinación de la longitud de trabajo: .....	54
3.6.5. Determinación Real de la longitud de trabajo:.....	57
3.6.6. Determinación de la longitud de trabajo con el método de Ingle:	58
3.6.7 Almacenamiento de datos obtenidos en la investigación: .....	59
<b>CAPÍTULO 4: RESULTADOS</b>	
4.1. Prueba ANOVA: .....	60
4.1.1. Prueba de Homogeneidad de Varianzas:.....	62
4.1.2. Prueba F:.....	63
4.1.3. Comprobación: .....	65
4.2. Prueba de Chi Cuadrado aplicada en el Método de Ingle: .....	67
4.2.1. Comprobación: .....	68
<b>CAPÍTULO 5: DISCUSIONES.....</b>	
<b>CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	
6.1 CONCLUSIONES.....	73
6.2. RECOMENDACIONES:.....	74
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>76</b>

## ANEXOS

8.1. Radiografías digitales de la muestra del estudio.....	79
8.2. Prueba del Chi Cuadrado aplicada al Método de Ingle.....	83
8.3. Tabla de recopilación de resultados de la medición del localizador Woodpex I.....	87
8.4. Tablas de recopilación de resultados obtenidos de la medición del localizador Pixi.....	90
8.5. Tablas de recopilación de resultados obtenidos de la medición del localizador Root ZX II.....	93

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Fig.</b>	<b>Pág.</b>
1. Estadio de brote dental.....	8
2. Estadio de casquete .....	9
3. Estadio de campana.....	11
4. Clasificación de conductos radiculares según Weine.....	21
5. Constricción apical.....	27
6. Límite CDC (conducto-dentina-cemento).....	28
7. Circuito eléctrico del localizador apical.....	42
8. Universo de 120 dientes, previa la aplicación de los criterios de exclusión e inclusión.....	48
9. Muestra del estudio conformada por 90 premolares unirradiculares y birradiculares.....	49
10. Almacenamiento de la muestra en solución salina.....	51
11. Cono del equipo de Rayos X empleado para la toma de radiografía digital.....	51
12. Software de radiología digital del equipo My Ray Zen X Xpod.....	52
13. Sensor electrónico del equipo My Ray Zen X XPod .....	52
14. Secuencia de la apertura cameral. A) Utilización de la fresa redonda diamantada. B) Utilización de la fresa Endo Z.....	53
15. Secuencia de la determinación de la longitud de trabajo mediante los distintos localizadores apicales.....	55
16. Localizador apical Woodpex I de la casa Woodpecker.....	55
17. Localizador apical Pixi de la casa Denstply.....	56
18. Localizador apical Root ZX de la casa Morita .....	57
19. Uso de la regla del software de radiografía digital para obtener la medida exacta de la conductometría.....	57
20. Aplicación del método de Ingle: Toma radiográfica del diente con el instrumento dentro del conducto (Izq.) Comprobación de la resta mediante la radiovisiografía (Der.).....	58

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tab.</b>	<b>Pág.</b>
1. Calcificación del ápice radicular.....	20
2. Rango de los valores de los resultados obtenidos de los tres localizadores apicales .....	61
3. Prueba de Homogeneidad de Varianzas.....	62
4. Obtención de los resultados con la Prueba F.....	63
5. Diferencia de mediciones entre los localizadores apicales y la longitud real de trabajo.....	66
6. Prueba del Chi Cuadrado en el Método de Ingle.....	68

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráf.</b>	<b>Pág.</b>
1. Rango de los valores de los resultados obtenidos del localizador Root ZX II.....	64
2. Rango de los valores de los resultados obtenidos del localizador Pixi .....	64
3. Rango de los valores de los resultados obtenidos del localizador Woodpex I.....	65
4. Comparación estadística de la eficacia de los tres localizadores apicales .....	67
5. Rango de los resultados obtenidos del Método de Ingle mediante Chi Cuadrado .....	69

## INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo, la determinación de la longitud de trabajo o conductometría ha sido y es uno de los principales desafíos del tratamiento endodóntico puesto que esto determina cuanto se debe avanzar con los instrumentos de trabajo y en qué punto debe terminar la preparación y obturación final de los conductos radiculares.

El límite CDC es de suma relevancia para los histólogos, pues mencionan que es aquí donde la pulpa se transforma en tejido periapical. Este es el campo de acción del endodoncista, ya que se lo considera el límite de seguridad para poder obtener el éxito en el tratamiento y conseguir la mineralización apical o cierre biológico a expensas del cemento.

El método más empelado para determinar este límite es básicamente la radiografía. Mediante el avance de la tecnología actualmente se cuenta con la radiología digital, lo cual facilita de una manera más rápida la obtención de la imagen radiográfica y evita una exposición aun mayor de radiación ya que esta se produce mediante imágenes computarizadas que son capturadas por un sensor en lugar de la película radiográfica común.

Pese al uso de los métodos radiográficos convencionales, el foramen apical no suele coincidir en la mayoría de los casos con el ápice radiográfico además, el límite CDC puede ser visualizado únicamente bajo microscopio, para esta razón se vio la necesidad de crear una nueva alternativa para la determinación de la longitud de trabajo: los localizadores apicales.

En 1918, Cluster afirmó que el sistema de conductos radiculares podría ser medido a través de una corriente eléctrica. Posterior a este evento en 1942, Suzuki describió un dispositivo que era capaz de medir la resistencia eléctrica entre el ligamento periodontal y la mucosa oral, la determinó como una constante de 6.5 Kilo Ohmios. Este principio no fue

examinado hasta 1962 por Sunada, quien realizó una serie de experimentos en pacientes y describió que la resistencia eléctrica entre la mucosa oral y el periodonto era constante, sin importar la edad del paciente, la forma o tipo de diente.

En 1987, Huang describió que este principio no es una característica biológica, sino por el contrario un principio físico. Lonue, basado en el concepto de que la resistencia eléctrica entre la mucosa oral y el periodonto son constantes, realizó modificaciones que permitieron incorporar el uso de sonidos relacionando estos a la profundidad de los conductos.

Un localizador de ápices, es un instrumento electrónico que opera basándose en la frecuencia, resistencia e impedancia. Consta de un monitor que se une mediante un cable, un gancho labial y un clip que conectado a la lima cierra el circuito eléctrico. Los localizadores apicales de tercera generación utilizan frecuencias múltiples para determinar la distancia a la que se encuentra el foramen apical, pero al igual que los de segunda generación lo que miden es la impedancia, para ello basan su funcionamiento en que el componente reactivo facilita el flujo de corriente alterna en mayor magnitud para frecuencias superiores, entonces cuando se transmiten dos corrientes alternas a través de un tejido la impedancia será mayor en la corriente de menor frecuencia. De esta manera midiendo la diferencia de impedancia entre dos frecuencias y considerando que los diferentes puntos del conducto tienen una impedancia distinta entre las frecuencias altas y bajas y que en la parte coronal del conducto esta diferencia es mínima pero a medida que la sonda va penetrando en el conducto esta diferencia va aumentando y alcanza su mayor valor a nivel del foramen apical, permite localizarlo con mayor exactitud.



# **CAPÍTULO 1: ASPECTOS BÁSICOS DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Planteamiento del Problema:**

El estudio a realizarse tendrá como objetivo comparar la eficacia en la determinación electrónica de longitud de trabajo. Este estudio se lo realizara in vitro en dientes premolares humanos extraídos mediante la utilización de tres localizadores apicales de tercera generación: woopex I ( Guillin Woodpecker Medical Instrument Co., Ltd), Root ZX II (J.Morita Corp, Tokyo, Japan), Propex Pixi (Dentsply Maillefer)

### **1.1.1. Problema:**

- ¿Qué localizador de tercera generación, utilizado en este estudio, tiene más eficacia en el momento de determinar la longitud de trabajo, contraponiéndolos con la longitud de trabajo real obtenida mediante radiovisiografía?
- ¿Es eficaz el método de Ingle, una vez tomada la longitud real de trabajo mediante la radiovisiografía?

## **1.2. Justificación:**

Al realizar este estudio lo que se pretende es comparar la eficacia en la determinación de longitud de trabajo. Debido a que el CDC es una zona muy inestable y solamente se lo puede determinar histológicamente, se deriva la importancia que nos da la lectura llegando a dicho nivel. Sin embargo no se excluye la comprobación con la toma radiográfica convencional o radiovisiografía ya que la determinación de longitud de trabajo electrónica tiene indicaciones y contraindicaciones. El valor de ambas determinaciones permitirá aumentar la fiabilidad en el cálculo de la longitud de trabajo. Ante una discrepancia entre ambas determinaciones, nos inclinamos por aceptar la electrónica por la imposibilidad de percibir

de forma visual en una radiografía la posición de la constricción y el orificio apical.

### 1.3. Objetivos:

#### 1.3.1. Objetivo General:

Comparar la eficacia de la determinación en la longitud de trabajo utilizando tres tipos de localizadores apicales electrónicos de tercera generación mediante la obtención de la longitud real de trabajo por medio de la radiovisiografía.

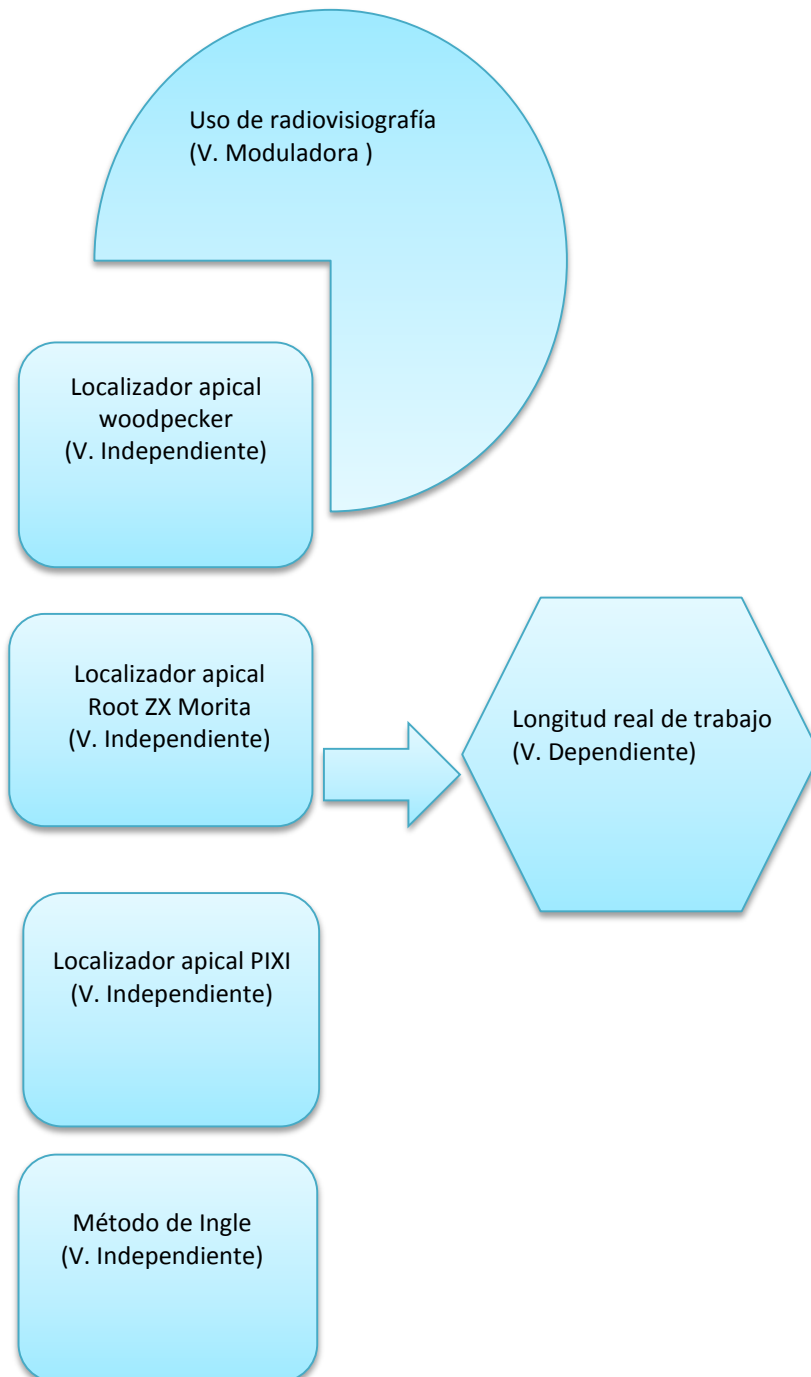
#### 1.3.2. Objetivos Específicos:

- Evaluar el margen de error que se obtiene en la longitud de trabajo con cada uno de los tres localizadores apicales.
- Determinar si se puede omitir la toma radiográfica de la longitud de trabajo durante el procedimiento de endodoncia.
- Identificar la exactitud en cuanto a las mediciones obtenidas entre las diferentes marcas de localizadores apicales.
- Verificar si el método de Ingle es eficaz el momento en el que determinemos la longitud real de trabajo.

### 1.4. Hipótesis:

Los tres localizadores apicales de tercera generación: Woopex I ( Guillin Woodpecker Medical Instrument Co., Ltd), Root ZX II (J.Morita Corp, Tokyo, Japan), Propex Pixi (Dentsply Maillefer), son iguales en determinar la Longitud Real de Trabajo obtenida a través de radiovisiografía y por tanto no existe diferencias entre las mediciones de los equipos con la Longitud Real de Trabajo.

1.5. Operacionalización de variables:



Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Escala
DEPENDIENTE				
<b>Longitud Real de Trabajo</b>	Distancia entre un punto de referencia coronario y el límite CDC	Límite CDC	radiovisiografía	digital
INDEPENDIENTE				
<b>Localizador Apical Woodpecker</b>	Localizador de ápice de tercera generación	Límite CDC	radiovisiografía	digital
<b>Localizador Apical Root ZX MORITA</b>	Localizador de ápice de tercera generación	Límite CDC	radiovisiografía	digital
<b>Localizador Apical PIXI</b>	Localizador de ápice de tercera generación	Límite CDC	radiovisiografía	digital
<b>Método de Ingle</b>	Método que resta 1 mm a la longitud real de trabajo	Límite CDC	radiovisiografía	digital
MODULADORA				
<b>Uso de la Radiovisiografía</b>	Dispositivo digital que da imágenes computarizadas que son capturadas por un sensor en lugar de la película radiográfica común.	Límite CDC	radiovisiografía	digital

## **CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. EMBRIOLOGÍA DEL DIENTE Y CONDUCTOS RADICULARES**

#### **2.1.1. Generalidades:**

Es necesario conocer no solo la anatomía topografía común, sino también, las variaciones más frecuentes de las estructuras que componen la región apical y periapical de un diente, con lo cual al tener un conocimiento más amplio de la zona mencionada, aumentará notablemente el porcentaje de éxito en los tratamientos endodónticos (Chiego, 2014).

Previo a describir la región apical y periapical, pilar indiscutible para esta investigación, es fundamental conocer el origen de las mismas, por lo que describiré de una forma breve el desarrollo embrionario, base de la formación de los dientes y de donde se derivan todas sus estructuras, explicando sólo aquellos procesos que necesariamente debemos conocer para comprender el desarrollo del complejo dentinopulpar y de los tejidos periapicales (Mora Coloma, 2002).

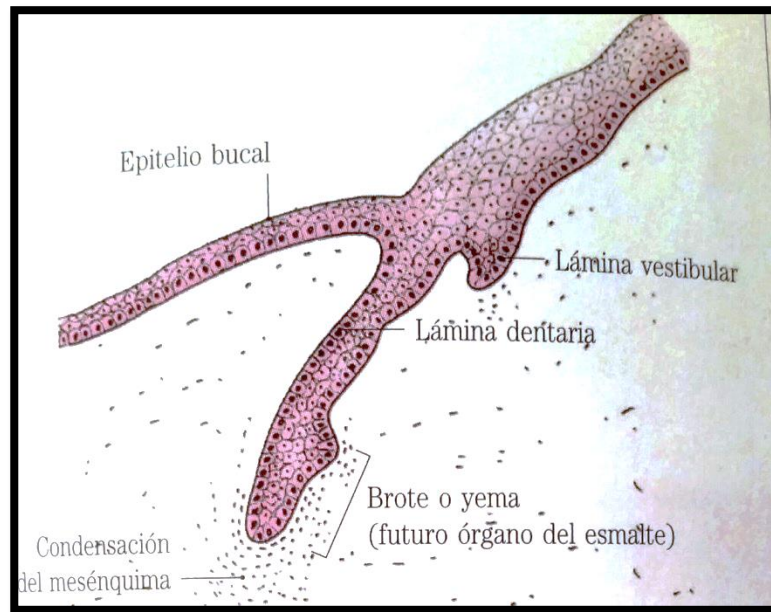
#### **2.1.2. Odontogénesis desarrollo embrionario del complejo dentino pulpar:**

A continuación explicaremos las fases iniciales de la formación dentaria, enfocándonos especialmente en la génesis de la pulpa dental, misma que induce a su vez a la formación de la porción radicular de los dientes (Mora Coloma, 2002) (Gómez de Ferraris & Campos Muñoz, 2010):

#### **2.1.3. Estadio de primordio, botón o brote dental:**

En la odontogénesis tenemos un primer estadio que es el de botón, primordio o brote dental, en el cual consiste en un crecimiento redondeado, localizado, de células ectodérmicas rodeadas por células

mesenquimatosas. Las células del epitelio de la lámina dental empiezan a proliferar y van a dar lugar a la formación de un engrosamiento a nivel del extremo más profundo y este vendría a ser el primordio y al mismo tiempo también se dará la formación del saco o folículo dentario que es cuando el ectomesénquima rodea a esta estructura (Mora Coloma, 2002) (Chiego, 2014).

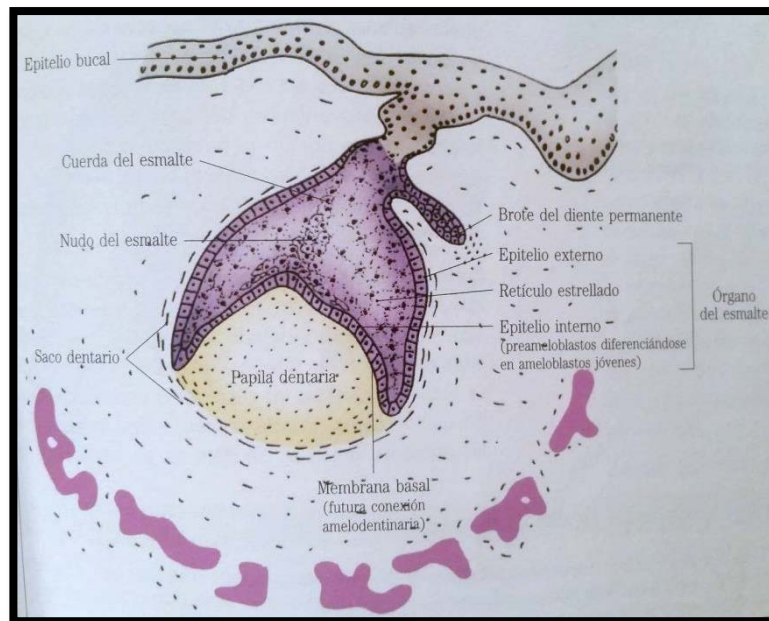


**Figura 1.- Estadio de brote dental.**

**Fuente:** Gómez de Ferraris, Ma. E. (2009), *Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental*. Pag.115.

#### 2.1.4. Estadio de Casquete:

En el estadio de casquete, los primordios dentales empiezan a aumentar su tamaño y van a permitir que el ectomesénquima se invagine para que se dé el origen de la papila dental, que será la futura pulpa del diente, es en esta etapa donde el germen dentario toma la forma de un casco o caperuza y se observara un epitelio periférico externo constituido por células cúbicas. Las células ectodérmicas cambian a lo que después será el órgano del esmalte y permanecen unidas a la lámina (Mora Coloma, 2002) (Chiego, 2014).



**Figura 2.- Estadio de casquete.**

**Fuente:** Gómez de Ferraris, Ma. E. (2009), *Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental*. Pag.119

#### 2.1.5. Estadio de Campana:

En el estadio de campana aumentará la invaginación de la papila dental al crecer el germen dentario, cambiando su morfología y dando el aspecto de una campana que darán las características de la corona de un diente en formación. Es en este estadio donde se producirá la histodiferenciación y morfodiferenciación de todos los elementos. En el epitelio periférico se pueden distinguir dos áreas, una que se encuentra en relación a la papila dental, que conforma lo que es el epitelio interno del esmalte y otra en relación con el saco o folículo dentario que será el epitelio externo del esmalte (Mora Coloma, 2002).

Cuando comienza la unión esmalte-cemento, la dentina coronaria está calcificada, comenzando de aquí en adelante la formación de dentina radicular, por medio de la vaina epitelial de Hertwig, esta estructura

ayudará al diseño de la unión dentino-cemento y determinará la morfología de la raíz del diente (Pucci, 1944) (Mora Coloma, 2002).

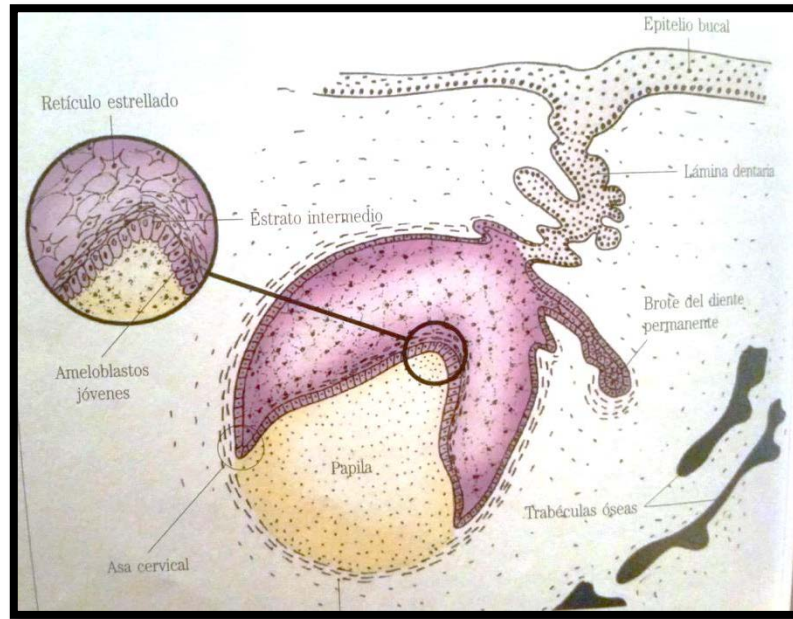
En la dentina que se encuentra ya formada y terminada, existen diferencias de estructura entre las regiones de la raíz y la corona. Esto se entenderá por medio de ciertas influencias llevadas por el periodo de formación dentaria (Pucci, 1944) (Mora Coloma, 2002).

Podemos decir aquí que la capa de la dentina coronaria se encontrara más densamente calcificada porque está bajo la estimulación de los ameloblastos, mientras que la línea medular de Tomes de la raíz, deficientemente calcificada, comienza a formarse por la estimulación de la vaina epitelial de Hertwig, muy cerca al cemento y al periodoncio (Pucci, 1944) (Mora Coloma, 2002).

El vértice del cuerno pulpar primario se inicia una vez que la anchura final de la dentina primaria ha sido terminada, seguido de esto líneas de incremento se depositan en forma de conos truncados superpuestos, en los cuales su diámetro reduce su tamaño gradualmente para formar el ápice radicular (Pucci, 1944) (Mora Coloma, 2002).

El ciclo de vida primario de las células formadoras de dentina, determinan un diseño relativamente, constante de la cavidad pulpar. El diámetro de la dentina primaria está determinada por la mitad de la longitud de los túbulos dentinarios. Aquello ocurre dentro de los límites que van desde la parte máxima oclusal a una mínima apical, todo de acuerdo al desarrollo embrionario. Es por esto que la pulpa en su contorno primario sigue la forma de las uniones dentino-esmalte y dentino –cemento (Pucci, 1944) (Gómez de Ferraris & Campos Muñoz, 2010)





**Figura 3.- Estadio de campana.**

**Fuente:** Gómez de Ferraris, Ma. E. (2009), *Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental*. Pag.120

#### 2.1.6. Cavidad pulpar: génesis y evaluación:

Como conocemos la cavidad pulpar será el espacio interior del diente en la que se encontrara el tejido pulpar y rodeado casi completamente de dentina. El diseño de la mencionada cavidad mantiene paralelismo con las uniones dentino-esmalte y dentino-cemento, por lo que la papila dentaria con el transcurso de la formación de la dentina de afuera hacia dentro, va reduciendo su volumen, hasta que una vez terminada la raíz se conforma definitivamente la cavidad primaria que encierra a la pulpa (Pucci, 1944) (Mora Coloma, 2002).

Al erupcionar el órgano dentario, se dice que ya tiene calcificada exteriormente la tercera parte de la raíz y ampliada más o menos la cámara pulpar y así conforme vaya avanzando la erupción sigue el proceso de calcificación radicular y la formación del conducto. A los trece meses ya se puede establecer que las dos terceras partes

exteriores de la raíz o de las raíces están formadas, una vez que el diente alcance el plano oclusal, es decir, el diente entre en contacto con el diente antagonista (Chiego, 2014).

A nivel del ápice radicular, se encuentra una parte incompleta, con una amplia terminal infundibuliforme del conducto y deberán pasar alrededor de tres años desde que el diente llegue a la oclusión para que se forme por completo la raíz y así también el conducto radicular. Los diámetros de la cavidad pulpar van reduciéndose por el engrosamiento y adosamiento de las paredes, debido al continuo depósito de dentina secundaria, al aumento de la edad, la actividad funcional, traumatismos, caries, etc (Mora Coloma, 2002).

#### 2.1.7. División de la Cavidad Pulpar:

La cavidad pulpar se divide en dos partes: una que será la cámara pulpar, que corresponde a la corona del diente y la otra el conducto radicular que está en la raíz del diente. Debido a mi trabajo de investigación que tiene que ver con la longitud de trabajo que se da a nivel del conducto radicular no me referiré a la cámara pulpar, sino que me enfocaré en el área del conducto radicular y su porción final que corresponderá a la región apical, lugar donde termina la longitud de trabajo (Mora Coloma, 2002).

Investigaciones como las de Kultter afirman que el conducto radicular no es un cono uniforme debido a que se encuentra en relación íntima con las características morfológicas de la raíz, es así como actualmente se sostiene que está formado por dos conos: uno largo y no muy acentuado y el otro corto y acentuado. Un cono se encuentra formado por dentina, que tiene su volumen disminuido por la aposición de dentina secundaria, reduciéndole la luz al conducto; mientras el otro es de procedencia cementaria, mismo que se trata de un cono mucho más corto pero éste se encontrará bien acentuado. Estos dos conductos se unen en un punto

visible y diferenciado microscópicamente que sería la unión cemento-dentina-conducto (Chiego, 2014).

Si hablamos de longitud, el conducto es menos largo que la raíz, porque empieza un poco más allá del cuello dentario y finaliza antes del ápice o en otros casos a un lado del mismo. El conducto radicular, precisamente a nivel de su tercio medio, se encuentra por lo común en el centro de la raíz, exceptuando su porción terminal. Si nos referimos a la dirección del conducto radicular, éste seguirá el mismo eje que tiene la raíz del diente, acompañándole en sus curvaturas propias. La mayoría de las curvaturas son distales y las otras son mesiales, linguales o palatinas y vestibulares. Tenemos que tener en cuenta que algunas veces los conductos son rectos en raíces poco curvadas o presentan una ligera curvatura en raíces rectas, pero debemos recalcar que un mínimo porcentaje (3%) de los conductos radiculares son realmente rectos, con esto me refiero tanto en sentido mesiodistal como vestibulolingual (Gómez de Ferraris & Campos Muñoz, 2010).

El número de conductos está relacionado con el número de raíces y de sus características. Tomando en cuenta que las raíces de los dientes podemos encontrarlas en tres formas que son: simples, bifurcadas o divididas y fusionadas (Mora Coloma, 2002).

Como recordatorio podemos decir que las raíces divididas siempre tienen dos conductos o uno que se divide en dos. La gran mayoría o en un elevado porcentaje las raíces simples y también las fusionadas presentan un solo conducto, es raro encontrar dos conductos. Adicional a esto se puede encontrar bifurcaciones, las mismas que pueden situarse a nivel del tercio apical o tercio medio de las raíces simples, se encontrarán muy aplanadas en sentido mesiodistal y en algunas fusionadas. A veces las dos ramas vuelven a unificarse en su trayecto terminal y acabaran en un

solo foramen, principalmente en ápices de vértice agudo. En ciertos casos se podrán observar conductos rectiformes. (Mora Coloma, 2002).

El conducto radicular se divide en dos partes bien diferenciadas: la porción dentinaria, larga que se encuentra rodeada de dentina y la otra es la porción cementaria, muy corta que se encuentra rodeada de cemento (Mora Coloma, 2002) (Chiego, 2014).

#### 2.1.8. La porción dentaria del conducto radicular:

Se refiere al tramo del conducto que está en el seno de la dentina y que es gradualmente cónico, largo, con el diámetro mayor en la unión con la cámara y el menor en el punto donde se une con la porción cementaria. En ciertas ocasiones, se puede presentar algunas irregularidades debido a que la superficie de la dentina es porosa en este trayecto (Mora Coloma, 2002).

#### 2.1.9. La porción cementaria del conducto radicular:

Revestida por cemento en toda su extensión, teniendo 506 micras en dientes jóvenes y 784 micras en dientes adultos seniles. Con respecto a la porción que ocupa, es de alrededor de 0.5 a 3 milímetros del extremo final del conducto radicular y se encuentra formada por completo de 3 a 5 años después de la erupción del diente. (Mora Coloma, 2002) (Chiego, 2014).

Esta porción se va a presentar de forma cónica, corta, pero se encuentra bien acentuada, con base dirigida hacia los tejidos periapicales y su vértice truncado en la unión con la parte estrecha de la porción dentaria. Esta región del conducto tiene su volumen ampliado por la distribución de fuerzas oclusales y la aposición constante de cemento, este último factor incrementa con la edad. Con respecto a dientes jóvenes, la región periapical está resguardada por la concentración de fuerzas que se

distribuye a través de toda la raíz en relación de la estructura oclusal más pronunciada por el contraste entre fosas y surcos, con cúspides prominentes. En los dientes adultos, la morfología oclusal varía y aumenta la concentración de fuerzas a nivel apical, debido a esto se produce una mayor aposición cementaria.(Mora Coloma, 2002).

Finalmente se puede mencionar que el conducto cementario es de vital importancia para el especialista; puesto que es la zona de respeto para cualquier tratamiento endodóncico, ya que en esta zona es donde se encuentra el muñón pulpar, el cual está formado por tejido conjuntivo maduro importante para el mantenimiento y regeneración apical y periapical (Mora Coloma, 2002) (Gómez de Ferraris & Campos Muñoz, 2010).

#### 2.1.10. Región Apical y periapical:

Es la zona donde finaliza la longitud de trabajo del diente y está conformada por tejido que rodea el ápice radicular. Esta región esto se encuentra en relación con el periodonto, mismo que podría alterarse por intervención profesional, acción de las bacterias y demás toxinas. Además, es considerada como una región de gran actividad metabólica por el papel que juega dentro de la reparación apical (Mora Coloma, 2002) (Vertuchi, 2005).

#### 2.1.11. Paradencio apical:

Es una zona que rodea la región apical del diente y que presenta suma importancia pues contribuye a la restitución de los tejidos periapicales cuando son injuriados (Mora Coloma, 2002).

Esta estructura se forma después de que el diente haya erupcionado y entre en oclusión. Una vez finalizada la conformación del extremo radicular por la vaina de Hertwig, esta desaparece y deja como únicos

rastros, restos diseminados en el periodonto, además partes estructurales del saco o folículo dentario también intervienen en la génesis de esta estructura (Mora Coloma, 2002) (Vertuchi, 2005).

Los tejidos que van a intervenir en la formación del paradencio son: cemento, periodoncio, tejido alveolar periapical, pulpa apical. (Mora Coloma, 2002).

#### 2.1.12. Pulpa Apical:

La pulpa a nivel de su porción apical tiene una contextura más simple, con menor cantidad de células y una mayor cantidad de fibras. El lumen del conducto en el tercio apical, está ocupado en gran mayoría por los vasos y nervios principales de la pulpa que entran por el foramen. A diferencia de la pulpa cameral, en la pulpa apical hay escasa presencia de odontoblastos. En casos de degeneración pulpar en la porción apical, hay mayor presencia de fibras conjuntivas con calcificaciones (Mora Coloma, 2002).

#### 2.1.13. Relación Pulpo-Periodóncica:

El conocimiento de esta relación es fundamental para realizar una terapia endodóntica, debido a que constituye una región en donde obligatoriamente debemos mantener una longitud de trabajo correcta para así evitar lesionar tejidos apicales y periapicales y a su vez, garantizar los procesos de regeneración y reparación (Mora Coloma, 2002).

Se debe considerar también la dificultad que existe al determinar los límites entre la pulpa y el paradencio apical, pues ambas estructuras están formadas por tejido conjuntivo. Se podría decir que en su punto de unión, no existe mayor diferencia, a más de la histología que presenta cada una y el tejido duro que las delimita respectivamente. Se torna más complicado el determinar los límites pulpa-periodoncio cuando se trata de

dientes jóvenes en los cuales el ápice se puede encontrar abierto (Mora Coloma, 2002).

#### 2.1.14. Ápice radicular:

Estructura terminal a nivel del vértice o punta de la raíz que comprende alrededor de 2 a 3 mm. El ápice no suele coincidir con el foramen apical y mucho menos con el límite cemento dentina conducto. Skillen manifiesta que la forma cónica de las raíces de los dientes pueden atribuirse a que el tejido en la base de la papila y dentro del folículo, va convirtiéndose en tejido más fibroso y permite así mayor resistencia al pasaje del paquete vasculo-nervioso, formándose así una banda dentaria que está compuesta por células odontoblásticas.(Mora Coloma, 2002)(Saad, 2003).

Las fuerzas de masticación determinarán las características del ápice completamente formado, pues éstas estimularán a los tejidos de la raíz que se encuentran en vías de terminar su formación. Cuando el diente entra en oclusión, la forma de la raíz se presenta con un aspecto de una banda delgada y cónica de dentina, que se encuentra parcialmente calcificada y el cemento aún no está formado (Mora Coloma, 2002).

Cuando la dentina y el cemento aún se encuentra en estadio de calcificación, permiten dos posibles alternativas: la primera, es que exista una circulación colateral dado que los vasos no se mantienen unidos en un solo fascículo y la segunda, es que durante cierto trayecto los vasos se conduzcan unidos frente a la estructura del diente en formación, ingresando de esta forma en la pulpa, y así creándose el foramen central (Mora Coloma, 2002)(Saad, 2003).

Otro aspecto fundamental en los elementos de la estructura apical es la adherencia entre sí del fascículo de fibras y la pulpa. La explicación para esta circunstancia es la que la pulpa dentaria en el ápice, al volverse fibrosa, adquiere más resistencia, transformándose así en una fuerza

estimulante en la diferenciación tisular, formando dentina y cemento en la luz del foramen (Mora Coloma, 2002)(Saad, 2003.

Cabe recalcar que todas las características de la estructura apical se encuentran sujetas a una gran irregularidad por las fuerzas, los movimientos y tracciones de nuestra oclusión, ya que esto se produce antes de la génesis de las raíces de los dientes. (Mora Coloma, 2002).

#### 2.1.15. Etapas de los cambios en la evolución del Ápice radicular:

Para comprender la evolución del ápice radicular es preciso mencionar las cuatro etapas fundamentales que permitirán estudiar los cambios que se producirán en la relación tisular pulpo-periodóncica. Estos cambios son (Mora Coloma, 2002):

- El ápice se encuentra ampliamente abierto y sus paredes divergentes en forma de un embudo (Mora Coloma, 2002).
- El ápice se encuentra terminando su formación aún abierto y las paredes del conducto son únicamente divergentes en su extremo foraminal (Mora Coloma, 2002).
- El ápice se encuentra estrecho y cubierto por cemento (Mora Coloma, 2002).
- El ápice está aún más constricto y por lo cual el conducto también se ha estrechado (Mora Coloma, 2002).

#### 2.1.16. Primera Etapa de evolución del ápice radicular:

En esta etapa se encuentra en el ápice un conducto muy amplio con sus paredes terminales divergentes, que tienen un tejido pulpar abundante en fibras conjuntivas, además es altamente vascularizado y termina por confundirse en el espesor del tejido óseo, aunque los límites a nivel lateral del periodoncio no estén bien diferenciados. Se encuentra vestigios o restos de la vaina de Hertwig; además el cemento y la dentina se



encuentran entremezclados en el extremo en forma de pico de flauta, limitando el amplio foramen dentario. (Mora Coloma, 2002) (Gómez de Ferraris & Campos Muñoz, 2010).

#### 2.1.17 Segunda Etapa de evolución del ápice radicular:

En esta etapa que va a corresponder al segundo período de formación, el ápice pretende cerrarse y existe un lumen estrecho para permitir el paso del filete pulpar. Es aquí, donde la aposición de dentina y cemento disminuye significativamente el conducto, en especial a nivel del tercio apical. (Mora Coloma, 2002) (Gómez de Ferraris & Campos Muñoz, 2010).

#### 2.1.18. Tercera Etapa de evolución del ápice radicular:

En esta etapa el ápice se encuentra totalmente formado y ya está rodeado por dentina, cemento y el paradencio apical. El paquete vasculo-nervioso ingresa por un lumen estrecho pero se va abriendo a medida que avanza hacia la cámara pulpar (Mora Coloma, 2002) (Gómez de Ferraris & Campos Muñoz, 2010).

#### 2.1.19. Cuarta Etapa de evolución del ápice radicular:

En esta etapa la parte apical del conducto se estrecha aún más, marcándose significativamente la constricción que delimita el conducto dentinario del conducto cementario. (Mora Coloma, 2002) (Gómez de Ferraris & Campos Muñoz, 2010).

2.1.20. Calcificación del ápice radicular:

El ápice radicular está completamente formado en aproximadamente tres años después de la erupción del diente. (Mora Coloma, 2002).

**Tabla 1.- Calcificación del Ápice radicular**

	Incisivo central	Incisivo lateral	Canino	Primer premolar	Segundo premolar	Primer molar	Segundo molar
Tiempo de Erupción (años)	6-8	7-9	10-12	9-11	11-12	5-7	12-13
Calcificación	10-12	11-12	13-14	12-14	13-14	10-11	15-16

**Fuente:** Mora Coloma. M. (2002).

## 2.2. ANATOMÍA DE LOS CONDUCTOS RADICULARES

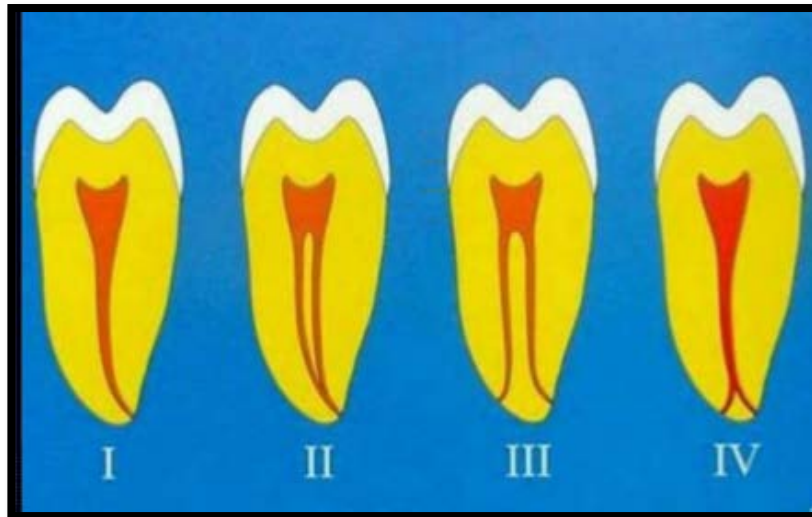
### 2.2.1. Generalidades:

Krasner y Rankow efectuaron un estudio en 500 dientes, demostrando que la unión amelo-cementaria es el punto más importante para la localización de las cámaras pulpares y las entradas de los conductos radiculares. A través de esta investigación se concluyó además que existe una anatomía propia del piso y de las paredes de la cámara pulpar (Nageswar Rao, 2011).

### 2.2.2. Clasificación de los conductos radiculares:

Weine los clasifica en cuatro tipos:

- Tipo I: un conducto único de la cámara pulpar hasta el ápice (Nageswar Rao, 2011).
- Tipo II: dos conductos separados que abandonan la cámara, pero se reúnen a corta distancia del ápice para formar un único conducto (Nageswar Rao, 2011).
- Tipo III: dos conductos que se encuentran separados abandonando la cámara pulpar y la raíz por dos forámenes distintos (Nageswar Rao, 2011).
- Tipo IV: un único conducto que abandona la cámara pulpar, se divide a corta distancia del ápice formando dos conductos separados con sus respectivos forámenes (Nageswar Rao, 2011).



**Figura 4.- Clasificación de conductos radiculares según Weine.**

**Fuente:** Canalda, C., & Brau, E. (2006). *Endodoncia técnicas Clínicas y Bases Científicas*

### 2.2.3. Variantes topográficas de los ápices radiculares:

Las raíces dentales pueden finalizar en un ápice recto, pues en este caso siguen la dirección del eje mayor del diente, cuando es curvo siguen la curvatura simple y gradual de la raíz y esta puede dirigirse hacia distal, mesial, vestibular, lingual o palatina. Además también puede presentarse una encorvadura doble que puede tener una forma de “S” o en forma de bayoneta (Mora Coloma, 2002).

Los dientes que presentan un mayor porcentaje de ápices rectos son: incisivo central superior e inferior, incisivo lateral inferior, caninos inferiores, raíces distales de los primeros y segundos molares inferiores y de los primeros molares superiores. En cambio el incisivo lateral superior presenta en un mayor porcentaje ápices curvos hacia distal (Mora Coloma, 2002).

### 2.2.4. Variantes en la disposición de los conductos radiculares en su porción apical:

El conducto principal va a desembocar en el ápice, por lo que es imprescindible conocer el hecho de que existen ramificaciones de los

canales radiculares principales, mismos que son producto de la evolución y desarrollo del ápice radicular. Durante la adolescencia el conducto permanece único y abierto, posteriormente el número de canales podría variar dependiendo del diente (Mora Coloma, 2002).

Entre la segunda y cuarta década de vida se observa el mayor porcentaje de ramificaciones. Cuando hablamos de dientes unirradiculares, se afirma que existe una disminución de estas ramificaciones entre la edad de 40 y 55 años, por su parte en los dientes multiradicales hay un aumento de estas ramificaciones (Mora Coloma, 2002) (Vertuchi, 2005).

En cuanto a la falta de preparación mecánica y química de este tipo de conductillos, Thomas realizó un estudio que involucró el análisis de un gran número de cortes seriados de ápices radiculares y encontró que varios de los conductos radiculares en su región apical, en aquellos casos de desgaste o descalcificación, no se hallaban en comunicación directa con la pulpa. Kronfels, con respecto a este tema manifiesta: “el examen microscópico de dientes extraídos clínicamente bien obturados y que no presenten infección del conducto principal, prueba que la naturaleza toma a su cargo la reparación de los conductos laterales y las ramificaciones apicales no obturadas. Todos estos conductos finos contienen tejido vivo que permanece con vitalidad y una vez removida la pulpa del conducto principal, forma cemento que con el correr del tiempo, puede obliterar por completo los conductos” (Mora Coloma, 2002).

Kirkham mediante un estudio in vitro que incluyó un análisis radiográfico, comprobó que el 17% de 10 dientes, tenían un conducto accesorio. DeDeus, por su parte observó que el 7.7% de los dientes presentaban evidencia de conductos laterales y accesorios en la zona apical y que el 2.3 % presentaban este tipo de conductos en la zona de la furca (Vertuchi, 2005).

#### 2.2.5. Foramen Apical:

Una vez que el diente ha erupcionado y se ha conformado el ápice radicular por la estimulación masticatoria, transcurre un cierto período durante el cual el conducto radicular termina en una estructura abierta y amplia, y a esta estructura se la denomina: foramen apical (Mora Coloma, 2002).

Los estudios anatómicos demostraron que el foramen apical presenta una forma piramidal, está ubicado en la porción más apical del diente y comprenderá un foramen mayor y un foramen menor que terminará en una forma de reloj de arena. (Mora Coloma, 2002)

- Foramen Menor: Constituye la llamada constricción apical, se ubica dentro de la dentina y crea un espacio infundibular. (Mora Coloma, 2002)
- Foramen Mayor: Corresponde a la base mayor del foramen, dirigido al ligamento periodontal que estará ubicada dentro del cemento. (Mora Coloma, 2002)

El foramen apical no siempre es visible cuando lo apreciamos radiográficamente y sólo podremos descifrarlo en algunos casos en los que pueda haber una lesión ósea de origen pulpar, lo que nos da una idea de donde termina el conducto (Mora Coloma, 2002) (Saad, 2003).

#### 2.2.6. Tamaño y configuración de Foramen Apical:

Previamente a la maduración el foramen apical está abierto, con la proliferación aumentada de cemento y dentina, el tamaño del agujero apical se hace más estrecho y disminuye de acuerdo a la función y maduración del diente. La erupción progresiva del diente así como en su inclinación mesial, causa la aposición de capas de cemento en los ápices

radiculares, provocando un constante cambio en la localización y forma del foramen o forámenes apicales (Mora Coloma, 2002).

En los dientes jóvenes con desarrollo incompleto, el foramen apical presenta una forma infundibuliforme, el mismo que más tarde se cubre por dentina y cemento. De esta manera, a medida que la raíz continúa su desarrollo, el foramen apical se va estrechando y el cemento se aposiciona en la superficie interna del ápice radicular, pudiendo extenderse una corta distancia en el interior del conducto alrededor de 1 mm aproximadamente (Mora Coloma, 2002)(Saad, 2003).

Grove ha destacado este hecho sosteniendo que no es necesario obturar los conductos hasta el ápice, sino hasta la unión cemento-dentinaria, situada en muchos casos en el interior del conducto un poco antes de llegar al ápice. Como la unión cemento-dentinaria tiene una posición variable, es muy difícil determinar con exactitud su localización por medios tradicionales; es por esta que en la actualidad es fundamental el uso de la radiografía y lo ideal sería complementarla con la ayuda de los localizadores apicales para determinar esta unión (Mora Coloma, 2002).

El foramen apical no es precisamente la parte más estrecha del conducto radicular. Los estrechamientos pueden presentarse antes de alcanzar el extremo de la raíz. Chapman observó la presencia de constricciones a una distancia de 0.5 a 1.0 mm del ápice radicular (Mora Coloma, 2002).

En muchas ocasiones el agujero apical presenta una terminación centrada, mientras que en otras situaciones puede tomar una posición lateral y se abre hacia mesial, distal, vestibular o lingual, o simplemente continua la curvatura del conducto. (Mora Coloma, 2002).

#### 2.2.7. Cambios con la edad:

Stein & Corcoran (1990), investigaron los cambios del foramen apical con la edad, encontrando una relación directamente proporcional, en donde a medida que incrementa la edad, también aumenta la desviación lateral del

foramen. De igual manera, el ancho del foramen mayor también incrementa con la edad, lo cual según Kuttler (1955) parece ser el resultado de un engrosamiento del cemento apical. Sin embargo la unión cemento dentina (CDC) permanece constante (Cortéz Gómez, terapéutica en endodoncia) (Mora Coloma, 2002).

#### 2.2.8. Constricción Apical:

Concierno el menor diámetro apical del conducto, se lo confunde con la unión cemento-dentinaria y cambia de acuerdo a la disposición de las paredes del conducto radicular, pudiendo existir tres formas de presentación de las mismas (Mora Coloma, 2002) :

- Paredes convergentes-. Esto facilita una obturación completa del conducto y así se minimiza el riesgo de sobreinstrumentación y sobreobturación apical (Mora Coloma, 2002).
- Paredes paralelas-. El conducto tendría un diámetro uniforme en toda su extensión hasta el ápice (Mora Coloma, 2002)
- Paredes divergentes-. Formación incompleta del extremo radicular (Mora Coloma, 2002).

La constricción apical es el accidente anatómico más común en la longitud de trabajo, tanto si está en la dentina como en el cemento. Por este motivo existe una controversia entre varios autores para poder definir con exactitud hasta donde se debe instrumentar y limpiar. Pese a que esta estructura no siempre determina la posición del ápice dentario, constituye un elemento fundamental para la obtención de la longitud de trabajo y así mantener los principios biológicos de un tratamiento endodóntico adecuado (Mora Coloma, 2002)(Haffner, 2005).

Por medio de este punto de terminación arbitrario, el orificio del ápice está protegido de una ampliación y con ello se evita un ingreso de bacterias hacia el espacio periapical. Si durante la determinación de la medida de trabajo existe colección de bacterias en la zona crítica apical, se puede



desarrollar una lesión periapical en el post-operatorio; la zona crítica está representada por los 3 mm apicales del conducto. Por ello para eliminar totalmente las bacterias y sus productos, también tiene sentido una instrumentación hasta el ápice radiológico (Simón, 1993) (Mora Coloma, 2002).

Las bacterias que hay dentro de un sistema de conductos radiculares pueden extenderse a la constricción apical donde los mecanismos de defensa de los tejidos periapicales detienen su progreso. Es imposible localizar hasta donde llega la contaminación del conducto de forma clínica, por tal motivo es mejor suponer que la contaminación ha llegado hasta el agujero apical. De tal modo, se debería realizar una minuciosa desinfección hasta dicho punto en casos de pulpitis, pero sobre todo en aquellos casos de necrosis pulpar (Mora Coloma, 2002).

Otra de las razones para terminar la terapia endodóntica en esta estructura, es el hecho de que en este punto el canal se abre y presenta un amplio flujo vascular, por lo tanto cumple un papel importante en el control del proceso inflamatorio (Mora Coloma, 2002).

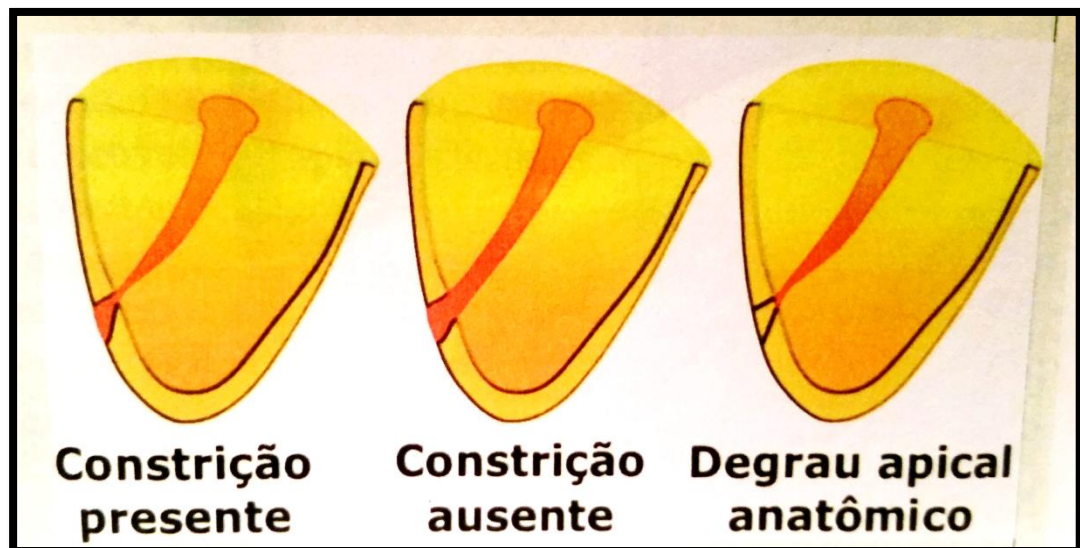


Figura 5.-Constricción apical.

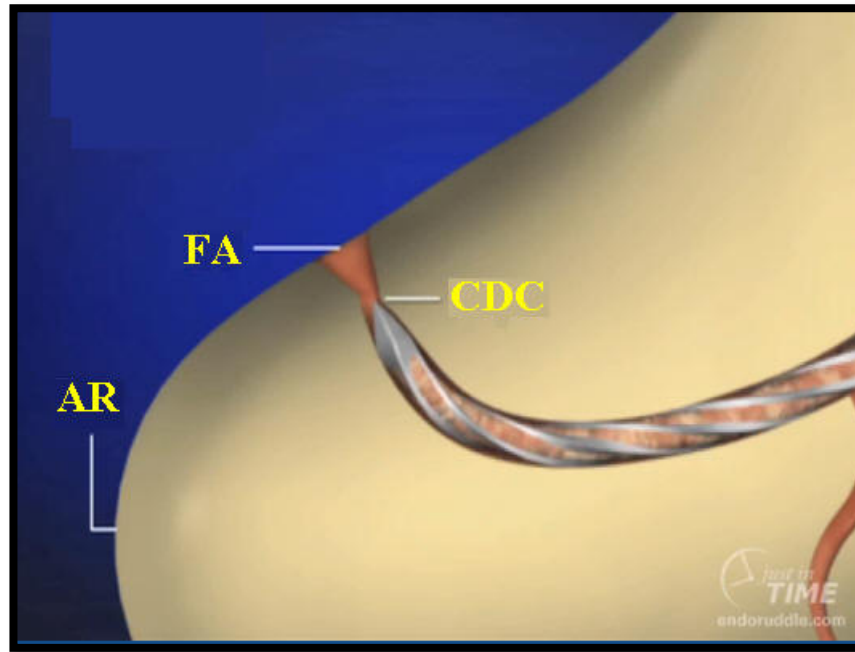
Fuente: Spironelli C. & Bramante C.(2005), Odontometria Fundamentos e Técnicas.

### 2.2.9. Unión Cemento-Dentina-Conducto (CDC):

Desde el punto de vista de la terapia radicular, refiere especial interés el estudio del límite cemento-dentina-conducto, debido a la cercanía que presenta esta zona con los tejidos periapicales y con la constricción apical, estructura límite de los tratamientos endodónticos. El diámetro de esta constricción es de 224 micras en los jóvenes y 210 en los adultos mayores. Por tal razón, esta unión es considerada como la interfase de dentina y cemento que se encuentra hacia apical, cerca del foramen y que en el 96% de los casos es visible y se diferencia microscópicamente. (Mora Coloma, 2002)(Haffner, 2005).

Este elemento representa suma relevancia para los histólogos, pues mencionan que es aquí donde la pulpa se transforma en tejido periapical. Este es el campo de acción del endodoncista, con esto quiero decir que es el límite de seguridad para poder obtener el éxito en el tratamiento y conseguir la mineralización apical o cierre biológico a expensas del cemento (Mora Coloma, 2002).

Desafortunadamente, esta estructura no suele ser apreciada a simple vista, lo que no permite tener la precisión necesaria para determinar la posición del límite cemento-dentina-conducto, a pesar de que se emplee radiografías. Por lo que se utilizan otros métodos y pruebas diagnósticas auxiliares como por ejemplo la sensación táctil y principalmente el uso de los localizadores apicales electrónicos, cuyo perfeccionamiento en la actualidad los ha hecho instrumentos totalmente confiables para los operadores (Mora Coloma, 2002)(Haffner, 2005).



**Figura 6.- Límite CDC (conducto-dentina-cemento)**

**Fuente:** Iruretagoyena M. (2014), <http://www.sdpt.net/endodoncia/apexlocalizador.htm>.

## 2.3. LONGITUD DE TRABAJO

### 2.3.1. Generalidades:

Dentro de tantas afirmaciones sobre un tratamiento endodóntico, una interesante expresión parece sintetizar eficazmente la filosofía que ejecuta la clínica de operatoria endodóntica: “la fase más importante de la endodoncia es aquella que estamos realizando”. (Spironelli Ramos & Bramante, 2005). Es así como consideramos que cada una de las etapas que corresponden a la realización de una terapia endodóntica presentan igual valor y la determinación de la longitud de trabajo no es una excepción (Ingle, 1996).

La obtención de la longitud de trabajo del diente, también conocida como cavometría, odontometría o conductometría, nos ayuda a valorar la extensión apical de nuestra instrumentación para llegar a una correcta obturación del conducto radicular (Ingle, 1996).

Nuestra necesidad en determinar esta longitud de trabajo en los límites reales de la extensión apical del diente nos han llevado a buscar nuevas técnicas y desarrollar procedimientos más eficientes que nos conduzcan al éxito de un tratamiento de endodoncia (Mora Coloma, 2002).

Para poder entender mejor e introducirnos más en lo que respecta a este trabajo de investigación, definiremos a la longitud de trabajo como la medida entre el límite CDC y una referencia anatómica externa del diente al que estemos trabajando; esta distancia se expresa comúnmente en milímetros, dado que determina la extensión que hay entre el punto de referencia de la corona que se encuentra dentro de nuestro campo visual clínico y el ápice anatómico. En resumen, se podría decir que la longitud de trabajo es ese espacio entre la referencia coronal y la constricción apical de nuestro diente a tratar (Rivas Muñoz , 2009).

Una vez realizado el acceso en la corona del diente y la exploración para encontrar la entrada de los conductos radiculares, el siguiente paso es la evaluación exacta de la extensión del diente antes de la preparación de los canales radiculares, esto con el fin de obtener un correcto cálculo de la longitud de trabajo para conseguir una instrumentación con la medida adecuada (Rivas Muñoz , 2009).

Una longitud de trabajo inadecuada compromete el pronóstico del tratamiento desde su inicio. La conductometría insuficiente o corta deja un segmento del conducto radicular sin la correcta conformación y limpieza a nivel del periápice del diente. Por otra parte, la conductometría extensa o sobre-extendida conllevará a una sobreinstrumentación y por ende, a una sobreobturación pudiendo ocasionar dolor post-operatorio (Mora Coloma, 2002).

Existen debates de que tan cerca de la constricción apical se debe limpiar y conformar el conducto radicular. La permeabilidad adecuada del canal radicular contribuye a la preparación biomecánica, irrigación y aspiración del mismo. La permanencia de tejido pulpar en la región apical predispone a un fracaso endodóntico a largo plazo ya que el tejido remanente se necrosa y es susceptible a infección (Mora Coloma, 2002)(Haffner, 2005).

### 2.3.2. Referencias anatómicas importantes frente a la longitud de trabajo:

Spironelli & Bramante refieren que para poder discutir y comprender la longitud de trabajo en operatoria endodóntica, existen algunos factores que deben ser considerados y revisados:

- **Ápice radicular:** Extremo de la raíz del diente (Spironelli Ramos & Bramante, 2005).
- **Ápice radiográfico:** Extremo de la raíz determinado por la interpretación de una imagen radiográfica. Su localización puede

ser diferente al ápice anatómico debido a su morfología radicular o por la distorsión de imagen (Spironelli Ramos & Bramante, 2005).

- Unión del cemento-dentina-canal (CDC): Unión entre los canales dentinarios y cementarios, el conducto radicular está dividido en una porción larga cónica dentinaria y una porción corta cementaria en forma de embudo. La porción cementaria que tiene forma de cono invertido tiene su diámetro más angosto en la unión con la dentina y su base hacia el ápice radicular. Ocasionalmente, el cemento se introduce al conducto a una distancia considerable de una manera irregular (Spironelli Ramos & Bramante, 2005).
- Constricción apical: Punto del canal radicular que presenta el menor diámetro de todo su trayecto, pudiendo variar de forma y posición. (Spironelli Ramos & Bramante, 2005).
- Foramen apical: Lugar por donde el paquete vasculo-nervioso ingresa desde la región periapical hacia la cámara pulpar. (Spironelli Ramos & Bramante, 2005).
- Longitud del diente: Distancia desde el punto de referencia coronario hasta el ápice radicular (Spironelli Ramos & Bramante, 2005).
- Extensión de la longitud de trabajo: Distancia entre un punto de referencia coronario y el límite CDC, donde se deberá realizar o trabajar las maniobras de instrumentación del conducto radicular y su obturación (Spironelli Ramos & Bramante, 2005).
- Diámetro anatómico: Calibre original de la porción apical final del canal radicular antes de los procedimientos de instrumentación. (Spironelli Ramos & Bramante, 2005).

Una clave muy importante para el éxito del tratamiento endodóntico es el conocimiento detallado y la valoración preoperatoria adecuada de los conductos radiculares, teniendo en cuenta que el examen radiográfico

aún se considera el método más confiable para este propósito. Dentro de la práctica clínica, esto quiere significar la selección de métodos que den un mejor resultado diagnóstico con la menor dosis de radiación para el paciente. (Spironelli Ramos & Bramante, 2005) (Weine, 1991).

La longitud de trabajo determina la extensión de la limpieza y de la conformación. Con esta medida podemos delimitar el ingreso de los instrumentos y determinaremos el proceso de conformación e instrumentación. Es de gran importancia realizar una determinación fidedigna de la longitud de trabajo, de lo contrario las otras etapas no se realizarán adecuadamente. (Mora Coloma, 2002).

### 2.3.3. Consecuencias de una mala determinación de la longitud de trabajo:

De no establecerse una correcta odontometría, se puede generar una serie de alteraciones como perforación apical y sobre-obturación, que a menudo se acompaña de dolor post-operatorio. Existe un período prolongado de reparación y hay un mayor porcentaje de fracaso a causa de la regeneración incompleta de cemento, ligamento y hueso alveolar (Walton, 1991).

Swartz y cols analizaron 1007 dientes, realizando el tratamiento de endodoncia en 1770 canales radiculares, se efectuó controles en intervalos de 6 meses, 1, 2, 5 y 10 años, con valoración clínica y radiográfica de los casos. Los autores concluyeron que los canales sobreobturados presentaron un índice de fracaso cuatro veces mayor que en los demás casos, demostrando la importancia de la determinación y mantenimiento del límite apical de instrumentación y obturación (Spironelli Ramos & Bramante, 2005).

Podríamos decir también que si no realizamos una correcta longitud de trabajo una consecuencia más en nuestro tratamiento endodóntico sería

una instrumentación incompleta acompañada de una obturación deficiente, con los problemas que ello conlleva (Mora Coloma, 2002).

#### 2.3.4. Obtención de una correcta longitud de trabajo:

Los elementos esenciales para realizar este procedimiento son: una buena radiografía pre-operatoria (que no presente distorsión de imagen, que muestre la longitud total y todas las raíces de los dientes implicados), acceso coronal adecuado a todos los conductos, una regla milimétrica endodóntica, conocimiento de la longitud de trabajo promedio de todos los dientes, un plano de referencia anatómica definido del diente por ejemplo una cúspide y una lima de calibre menor (Mora Coloma, 2002) (Spironelli Ramos & Bramante, 2005).

Una radiografía preoperatoria realizada correctamente, ha de ofrecer la siguiente información sobre el diente: longitud total aproximada, anchura mesio-distal del espacio pulpar, posición del orificio de entrada al conducto radicular en relación al resto de elementos de la corona, posibles curvaturas de la raíz; sin embargo no permite averiguar si el foramen apical se encuentra en la superficie vestibular o palatino/lingual de la raíz (Mora Coloma, 2002) (Spironelli Ramos & Bramante, 2005).

En lo que respecta a la referencia anatómica, para los dientes intactos o bien restaurados, es el borde incisal en el caso de los dientes anteriores y la altura cusplídea, en los dientes posteriores. Los dientes con cúspides fracturadas o cúspides severamente debilitadas por caries o restauraciones, deben reducirse hasta obtener una superficie plana, apoyada por dentina. El no realizar esto, puede dar lugar a cúspides debilitadas o paredes de esmalte frágiles pudiendo fracturarse entre citas. De tal manera, si el sitio de referencia original se pierde y se deja inadvertido, existe la probabilidad de sobre-instrumentación y sobre-obturación (Mora Coloma, 2002) (Spironelli Ramos & Bramante, 2005).



En cuanto al tamaño del instrumento de exploración, éste debe ser lo bastante pequeño para alcanzar toda la longitud del conducto dentario, sin embargo no debe ser excesivamente delgado para que no se deslice por el canal al momento de determinar nuestra longitud de trabajo. En los conductos curvos, se prefieren los instrumentos pre-curvados o instrumentos de níquel-titanio. (Mora Coloma, 2002) (Spironelli Ramos & Bramante, 2005).

## 2.4. RADIOVISIOGRAFÍA

### 2.4.1. Generalidades:

Cuando se concluye el examen clínico, dirigimos la atención a la valoración radiográfica ya que es un complemento importante para nuestra historia clínica, lo que conllevará al establecimiento de un correcto diagnóstico, por ende un adecuado plan de tratamiento. En este caso, se hablará sobre la radiovisiografía pues fue el método radiológico utilizado en el estudio. (Soares & Golberg, 2012).

### 2.4.2. Importancia de la radiología en la Endodoncia:

La radiología digital se usa cada vez con más frecuencia en odontología. Las ventajas que presenta esta innovación tecnológica son muchas sobre las radiografías convencionales, pero la interpretación diagnóstica de las radiografías digitalizadas es comparable a la de las convencionales. A lo largo de este capítulo revisaremos detalladamente factores importantes de la radiovisiografía (Torabinejad & Walton, 2010).

La radiología diagnóstica no sólo permite identificar la presencia y las características del estado patológico, sino que nos ayuda a determinar la anatomía radicular y pulpar además de diferenciar otras estructuras. Las radiografías nos van a permitir visualizar una imagen de forma bidimensional, y su propósito es obtener la información necesaria para conseguir realizar prevención, diagnóstico, pronóstico fundamentado y un plan de tratamiento. En Endodoncia, la radiografía es un método difícilmente sustituible en todo procedimiento (Torabinejad & Walton, 2010) (Canalda & Brau, 2006).

Existen cuatro factores que pueden influir en la imagen radiológica: el kilovoltaje (permite una buena calidad radiográfica o el poder de penetración de los rayos), el miliamperaje (determina la cantidad de rayos

X emitidos), el tiempo de exposición y la distancia al foco, que será la menor posible. Las diferentes imágenes radiológicas presentan diversas variables como la densidad, el contraste y el detalle adecuados (Canalda & Brau, 2006).

Las radiografías no son el método de diagnóstico de la patología pulpar, sino que actúan como un método auxiliar o una prueba complementaria de especial interés para el diagnóstico definitivo. La mayoría de clínicos confían únicamente en las radiografías al momento de diagnosticar una patología, lo que representa un criterio erróneo, pues la principal valoración debería ser el examen clínico (Canalda & Brau, 2006).

De igual manera el emitir el diagnóstico sobre la base de una radiografía mal realizada conlleva a un fracaso endodóntico seguro. Por esta razón se debe ser exigente con la técnica radiológica y eliminar cualquier toma en la que existen dudas sobre su apreciación. (Canalda & Brau, 2006).

Los errores más frecuentes en la proyección son la subexposición o la sobreexposición, las deficiencias en el funcionamiento del aparato de rayos X y la técnica de ejecución por una mala alineación del sensor o por movimiento del paciente (Canalda & Brau, 2006).

#### 2.4.3. Aparatos de Rayos X:

Las unidades radiológicas que se usan dentro del campo odontológico se deben operar con un rango de entre 70 y 90 Kv. Mientras menor sea el kilovoltaje, mayor será la dosis sobre la piel del paciente. Las unidades deben tener filtración equivalente a 2,5 mm de aluminio para eliminar las radiaciones de baja energía antes de que sean absorbidas por el paciente. La colimación también reduce el grado de exposición y consiste en la disminución del tamaño del haz de rayos X por medio de un diagrama de plomo para que el haz no sea de más de 7 cm sobre la piel del paciente (Canalda & Brau, 2006).

Los tipos de conos largos son de 30 a 40 cm de longitud para que la distancia entre la fuente y el sensor sea mayor. Los tipos de cono corto (20 cm) producen mayor divergencia de rayos X y más exposición del paciente. Los conos en punta ya no se deben utilizar, por la cantidad de radiación dispersa que generan. La distancia foco-objeto debe ser la mayor posible, y la objeto-sensor, la menor (Canalda & Brau, 2006).

#### 2.4.4. Seguridad contra radiaciones:

Cuando se va proceder a hacer una toma radiográfica, el paciente siempre debe ser protegido con un chaleco plomado, mientras que el operador que vaya a realizarla, debe accionar el botón del rayo a distancia y protegido por una barrera que ofrezca la protección necesaria. Se debe mantener una dosis baja de radiación, tan baja como sea posible para todos los pacientes, evitando así exposiciones de radiación innecesaria, añadiendo también las repeticiones por mala técnica o inadecuada sea el caso (Canalda & Brau, 2006)(Kutller,1955).

Ninguna persona dentro del ámbito laboral, ya sea el clínico o el paciente deberán recibir dosis cercanas a la máxima permisible (DMP), que es de 0,05 Sievert (50 miliSievert/ año) o exposición total del cuerpo por año de exposición laboral. Por tal motivo, el paciente tiene que acceder a la exposición de las tomas radiográficas que son absolutamente indispensables para el tratamiento de Endodoncia (Canalda & Brau, 2006).

Es por esta razón, que en el consentimiento informado se incluya la explicación acerca de los mínimos riesgos que las radiaciones ionizantes pueden ocasionar frente al beneficio o la importancia de la radiología y su información clínica (Canalda & Brau, 2006).

#### 2.4.5. Aplicaciones de la radiografía en Endodoncia:

Según Canalda, los rayos X dentro del campo de la Endodoncia pueden servirnos:

- Auxiliar el diagnóstico de las alteraciones de los tejidos duros de los dientes y tejidos periapicales (Canalda & Brau, 2006).
- Valorar la ubicación, forma, tamaño, dirección de las raíces y conductos radiculares (Canalda & Brau, 2006).
- Calcular la longitud de trabajo previa a la instrumentación de los conductos radiculares o confirmarla con localizadores apicales si es el caso (Canalda & Brau, 2006).
- Localizar conductos difíciles o revelar la presencia de conductos que no se encontraron en un inicio al examinar la ubicación de un instrumento en un principio (Canalda & Brau, 2006).
- Ayudar a localizar la pulpa que se encuentra calcificada coronalmente (Canalda & Brau, 2006).
- Establecer la posición relativa de las estructuras en posición vestibulo-lingual/palatino (Canalda & Brau, 2006).
- Confirmar la adaptación y la posición del cono central de obturación o del material utilizado en cada caso (Canalda & Brau, 2006).
- Ayudar a valorar la obturación final (Canalda & Brau, 2006).
- Facilitar la localización de cuerpos extraños metálicos (lima fracturada, postes intra-conductos, fragmentos de amalgama) (Canalda & Brau, 2006).
- Localizar una raíz en cirugía periapical (Canalda & Brau, 2006).
- Examinar la eliminación de fragmentos de dientes o exceso de material de obturación antes de suturar en cirugía periapical (Canalda & Brau, 2006)
- Valorar el éxito o fracaso a largo plazo del tratamiento endodóntico (Canalda & Brau, 2006).

#### 2.4.6. Radiología dental computarizada:

La radiología digital en la actualidad se emplea cada vez con más frecuencia en Odontología. Aunque presenta varias ventajas sobre las

técnicas convencionales como por ejemplo almacenar de manera instantánea las tomas radiográficas, editar las imágenes y su calidad, la inexistencia del proceso de revelado y la reducción del 80% de radiación. Mouyen (1989) demostró que la radiovisiografía es un sistema que obtiene la imagen con baja dosis de radiación con poca resolución en comparación con la película dental convencional. Por otra parte posee limitaciones similares a la radiografía convencional. Como inconvenientes pudiéramos mencionar la complejidad o el manejo del sistema, su adaptación y mejora permanente en cuanto al tratamiento de imágenes y por supuesto el elevado costo de los mismos con su duración limitada porque siempre se está innovando el sistema digital (Canalda & Brau, 2006) (Chargoy, García, & Araiza, 2002)

La radiovisiografía se caracteriza por ser un medio diagnóstico que se produce mediante imágenes computarizadas que son capturadas por un sensor en lugar de la película radiográfica común. Este innovador tipo de radiografía se compone de un generador de rayos X adaptable, un sensor especial o un captador de radiación, unidad de producción de imágenes, monitor y una impresora. Podemos mencionar que la radiovisiografía es de mayor utilidad en endodoncia, en cirugía periapical y en general en el día a día de la clínica, debido a la rapidez en la emisión de la imagen, por lo que su uso no queda confinado únicamente al campo endodóntico. (Chargoy, García, & Araiza, 2002).

El proceso para realizar la toma radiográfica con este sistema es similar al que se utiliza dentro de la radiología convencional, exceptuando las fases del revelado de la película. El sensor se colocará intraoralmente de la misma forma en la que realizamos la toma radiográfica convencional y el cono de los rayos X se dispone de forma regular. Tras la emisión de los rayos, la imagen es presentada inmediatamente en el monitor (Chargoy, García, & Araiza, 2002).

## 2.5. LOCALIZADORES APICALES

### 2.5.1. Generalidades:

Con el transcurso de los años, se han desarrollado métodos para la obtención de la longitud de trabajo, de los cuales podemos mencionar algunos como la percepción táctil, el conocimiento anatómico de la longitud del diente y sus variantes, la sensibilidad apical cuando el instrumento atraviesa el foramen apical, la toma radiográfica con una lima endodóntica dentro del conducto radicular y por último el uso de localizadores apicales de los cuales hablaremos a continuación (Canalda & Brau, 2006)(Gordon, 1995).

### 2.5.2. Historia de los localizadores apicales:

Para poder abordar este tema mencionaremos brevemente una reseña de su descubrimiento: En 1942 Suzuki observó que los valores de resistencia eléctrica eran muy similares en todos los tejidos bucales conjuntamente con los tejidos periodontales, aunque los dos electrodos se encuentren a distancia, la resistencia eléctrica entre el ligamento periodontal y la mucosa bucal registraban un valor constante de 6.5 Kohm (Canalda & Brau, 2006).

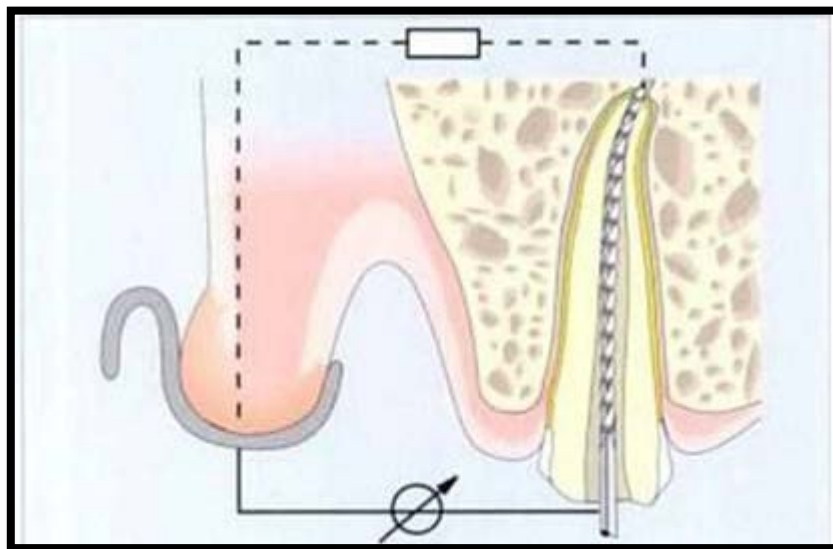
Basándose en este principio Sunada en 1962, lo aplica clínicamente y crea un dispositivo electrónico para comparar la resistencia eléctrica entre un electrodo conectado a una lima con la de un electrodo situado en la mucosa bucal, siendo así la dentina actuaría como aislante eléctrico. Cuando la punta de la lima alcanza los tejidos periapicales o la membrana periodontal por medio del foramen apical, se cerrará el circuito eléctrico, con lo que la resistencia eléctrica disminuye de forma súbita y la corriente eléctrica empieza a fluir (Canalda & Brau, 2006) (Nageswar Rao, 2011).

El dispositivo se gradúa para identificar el punto en el que la lima sale por el orificio apical, sin importar la edad del paciente o la forma y longitud del

diente. Sin embargo, este dispositivo no podía determinar la posición del ápice. En sus resultados, explicó que era necesario introducir la lima a través del foramen apical para obtener medidas exactas y evitar variables que podían generar medidas erróneas. Los localizadores electrónicos se han clasificado a lo largo del tiempo en función del principio en el que se basaban. (Canalda & Brau, 2006) (Nageswar Rao, 2011).

### 2.5.3. Mecanismo de acción:

Todos los localizadores apicales funcionan usando el cuerpo humano para poder cerrar el circuito. La acción del localizador se da cuando la lima alcanza los tejidos periapicales, la resistencia eléctrica es un valor constante entre la mucosa bucal y la lima endodóntica. Esto sucede porque un electrodo que está conectado al instrumento endodóntico y el otro se encontrará en el labio del paciente y se completa el circuito cuando la lima alcance el límite apical (Nageswar Rao, 2011).



**Figura 7: Circuito Eléctrico del localizador apical.**

**Fuente.-** Nageswar R.(2011) Endodoncia Avanzada. Pag.132



#### 2.5.4. Localizadores apicales de primera generación:

Se sustentaban en el principio de resistencia eléctrica de la mucosa bucal y el periodonto que eran similares (Suzuki, Sunada). El principal problema radicaba en su ineficacia cuando los conductos radiculares estaban llenos de una solución irrigadora, sangre o contenido purulento (Canalda & Brau, 2006) (Ponce, 2003).

El Root Canal Meter (Onuki Medical Co, Tokio, Japón) fue creado en 1969, utilizando una corriente de 150 Hz, pero los pacientes presentaban dolor, debido a esta corriente posteriormente se desarrolló el Endodotic Meter con una corriente eléctrica menor a 5 A (Kobayashi, 1995) (Nageswar Rao, 2011) (Wada, 1998).

Se demostró que los localizadores apicales en base al principio de resistencia son solo exactos en conductos radiculares secos y el valor de la resistencia que alcanzan es de 6,5 kilo ohmios. (Nageswar Rao, 2011).

#### 2.5.5. Localizadores apicales de segunda generación:

Una segunda generación se basó en el principio de la impedancia. La impedancia se basa en la resistencia y la capacitancia, utilizando diversas frecuencias para poder medir la distancia. Un dispositivo basado en este principio fue el Endocater (Hygienec), en el cual se usaba sondas cubiertas por teflón, exceptuando su extremo apical, así se evitaba el efecto negativo de presencia de líquidos en el conducto radicular. Sin embargo, al igual que el de primera generación los resultados fueron poco consistentes (Canalda & Brau, 2006) (Nageswar Rao, 2011).

Fouad y cols. encontraron que el éxito de este aparato de segunda generación para determinar la longitud de trabajo era del 55-77%. Keller y cols encontraron que la técnica radiográfica realizada por un clínico experimentado era mucho más exacta que el Endocater. (Canalda & Brau, 2006).

#### 2.5.6. Localizadores apicales de tercera generación:

Saito y Yamashita introdujeron un nuevo dispositivo que se basaba en el principio del valor relativo o de la proporción. Este funciona con una corriente eléctrica alterna de 2 frecuencias. Este método mide simultáneamente los valores de impedancia de las 2 frecuencias (8kHz y 400Hz) y calcula el cociente de impedancia". (Canalda & Brau, 2006)

Este localizador utiliza frecuencias múltiples para obtener la distancia del extremo del conducto. Estos localizadores están compuestos por microprocesadores de gran alcance lo cuales permiten obtener una lectura exacta. (Nageswar Rao, 2011).

"Los distintos puntos del conducto tienen un cociente de impedancia diferente entre las frecuencias altas y bajas. En la porción coronal, la diferencia es mínima entre la impedancia y las frecuencias. En cambio, en la constricción apical es diferencia es mucho mayor (cociente aproximadamente 0,67), y esta cambia rápidamente cuando se acerca al tejido periapical". (Canalda & Brau, 2006).

Estos dispositivos fueron llamados de tercera generación, entre los cuales podemos encontrar al Endex o Apit (Osada), con 2 frecuencias de 1 y 5 kHz; el Justy (Yoshida), similar al anterior, y el Root ZX (Morita), utilizado en este trabajo de investigación con 2 frecuencias de 400 Hz y 8 kHz. Con estos dispositivos se ha obtenido una fiabilidad entre el 90 y 96% con una distorsión mínima de resultados (Canalda & Brau, 2006).

#### 2.5.7. Localizadores apicales de cuarta generación:

Posteriormente se incorporó un dispositivo de cuarta generación el cual tenía igual 2 frecuencias, el Bingo 1020 (Forum EngTech), basado en el principio del valor relativo. Emplea una corriente eléctrica de 2 frecuencias distintas de 400 Hz Y 8 kHz producidas por un generador de frecuencia variable. El dispositivo usa solo una frecuencia a la vez, por lo que elimina

la necesidad de filtros que separen las distintas frecuencias proporcionando una señal más simple (Canalda & Brau, 2006).

Los fabricantes de este localizador afirman que al utilizar una sola frecuencia a la vez y basar las mediciones en valores radicales promedios al cuadrado de las señales incrementan la exactitud de la medida del diente (Nageswar Rao, 2011).

Kaufman y cols. compararon el Bingo con el Root ZX, resultando dar una correlación entre ambos aparatos, pero sin embargo el Bingo tuvo una mayor precisión a 0,08 mm de la constricción (Canalda & Brau, 2006).

#### 2.5.8. Normas de uso del localizador apical:

Es necesario seguir ciertas normas para evitar una serie de problemas frecuentes (Canalda & Brau, 2006):

- El uso del localizador debe ser diario, prácticamente en todos los pacientes. El entrenamiento mejora la precisión en las determinaciones de la longitud de trabajo (Canalda & Brau, 2006).
- En dientes multirradicales, la cámara no debe estar inundada por la solución irrigadora, solo los conductos. El exceso de humedad dificulta la precisión de los resultados (Canalda & Brau, 2006).
- El diente debe encontrarse bien aislado. Si existe una comunicación de la cámara pulpar con la cavidad bucal se obtendrán resultados erróneos (Canalda & Brau, 2006).
- La lima no puede estar en contacto con metales, porque impide una correcta determinación. Si existe restauraciones de amalgamas es preferible que se retiren (Canalda & Brau, 2006).
- Para poder determinar la longitud correcta de trabajo, el conducto debe estar permeable (Canalda & Brau, 2006).
- La determinación electrónica no excluye la realización de radiografías. Éstas informan sobre la morfología de los conductos.

Creemos que el mejor procedimiento clínico es efectuar las 2 determinaciones (Canalda & Brau, 2006).

- Estos dispositivos son útiles para ubicar zonas de fractura radicular o de perforaciones, porque se comportan de la misma forma que los tejidos periapicales. (Canalda & Brau, 2006)
- Al eliminar la mayor cantidad posible de tejido pulpar nos ayuda a trabajar mejor con los localizadores (Canalda & Brau, 2006).
- Se debe usar la lima de mayor calibre posible para que se ajuste a las paredes del conducto hacia su zona más apical, así habrá mayor precisión en la determinación de la longitud de trabajo. (Canalda & Brau, 2006)

#### 2.5.9. Contraindicaciones de los localizadores apicales:

El uso de los localizadores no está indicado en pacientes con marcapasos. El estímulo eléctrico que emite este dispositivo puede interferir con el funcionamiento del marcapasos, es por esta razón que se necesita hacer una interconsulta con el cardiólogo para poder utilizar el localizador en casos especiales (Nageswar Rao, 2011).

#### 2.5.10. Otros usos de los localizadores de ápice

Se han reportado usos innovadores de los localizadores de ápice. Todos los localizadores de ápice modernos son capaces de detectar perforaciones (Fuss et al. 1996, Kaufman et al. 1997).

Nahmias et al. 1983, y Chong Pitt Ford (1994) relatan que cualquier conexión entre el conducto y el tejido periodontal como una fractura de la raíz, grietas internas y reabsorciones internas y externas serán detectadas por el localizador de ápice por lo que es una excelente herramienta diagnóstica en estas circunstancias (Ford, 1994).

La combinación de piezas de mano eléctricas y localizadores apicales es cada vez más común y son capaces de lograr excelentes resultados con la misma precisión que las unidades independientes (Steffen et al. 1999).

## CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

### 3.1. Universo:

Se recolectaron 120 dientes del grupo de los premolares tanto superiores como inferiores de diferentes centros de salud odontológicos. La muestra obtenida fue previamente desinfectada en hipoclorito de sodio al 5,25% para remover el tejido orgánico remanente, posterior a esto se los colocó en suero fisiológico para su conservación.



Figura 8.- Universo de 120 dientes, previa la aplicación de los criterios de exclusión e inclusión.

Fuente: Ángel Mauricio Luna Roa

### 3.2. Muestra:

Tras la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, la muestra que se obtuvo fue de 90 premolares, los cuales serían utilizados para determinar su longitud de trabajo por medio de tres localizadores apicales de tercera generación (Woodpecker, Morita Root ZX, Pixi). Posteriormente, se tomaría radiografías de cada muestra por medio de radiovisiografía.



**Figura 9.- Muestra del estudio conformada por 90 premolares unirradiculares y birradiculares.**

**Fuente:** Ángel Mauricio Luna Roa.

### 3.3. Criterios de inclusión de muestra:

- Dientes unirradiculares y birradiculares
- Dientes con ápice formado.

### 3.4. Criterios de exclusión de muestra:

- Dientes con calcificaciones u obstrucciones intra-canal.
- Dientes con tratamiento endodóntico previo.
- Dientes multirradiculares.
- Dientes con ápice inmaduro o abierto.

### 3.5. Tipo de Investigación:

La investigación es de tipo transversal, realizada con el objetivo de evaluar la efectividad de tres localizadores apicales de tercera generación empleando a la radiovisiografía para determinar cuál de ellos es el más preciso.

### 3.6. Diseño de Investigación:

Diseño de estudio de tipo descriptivo, experimental y comparativo, en el cual se realizó el siguiente proceso:

#### 3.6.1. Selección de los objetos de estudio:

Se escogieron 90 dientes, los cuales cumplieron con los criterios de inclusión, los mismos fueron desinfectados con hipoclorito de sodio al 5,25% y colocados en solución salina para su conservación. Posterior a esto, fueron secados y colocados en un envase a temperatura ambiente.

Las longitudes de los dientes oscilaban entre 18 a 24 mm aproximadamente.





**Figura 10.- Almacenamiento de la muestra en solución salina.**

**Fuente:** Ángel Mauricio Luna Roa.

### 3.6.2. Radiografía diagnóstica:

Se realizó la toma radiográfica de los 90 dientes, con la utilización del radiovisiógrafo (My Ray Zen X Xpod)



**Figura 11.- Cono del equipo de Rayos X empleado para la toma de radiografía digital.**

**Fuente:** Ángel Mauricio Luna Roa.

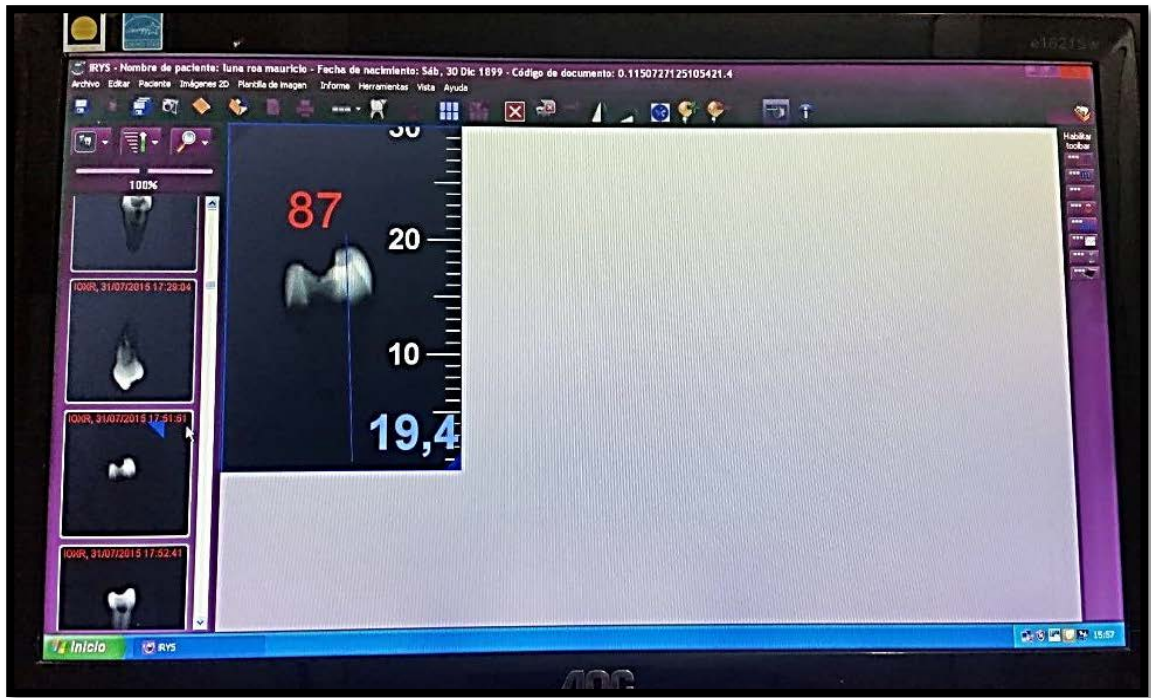


Figura 12.-Software de radiología digital del equipo My Ray Zen X Xpod.

Fuente: Ángel Mauricio Luna Roa.

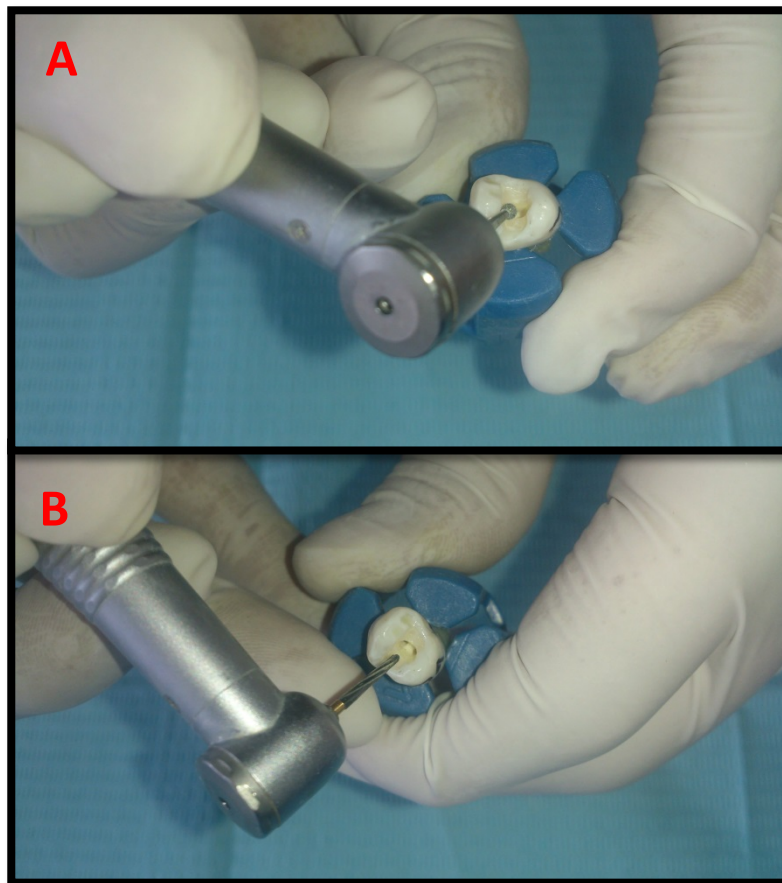


Figura 13.- Sensor electrónico del equipo My Ray Zen X XPod.

Fuente: Ángel Mauricio Luna Roa.

### 3.6.3. Apertura cameral:

Se coloca una fresa diamantada redonda mediana en la pieza de alta velocidad y se realiza la apertura cameral, justo en el centro del diente en la cara oclusal, específicamente en el surco central y continuamos perforando hasta tener la sensación de haber caído en un vacío. Posterior a esto, utilizamos una fresa Endo Z para eliminar el techo cameral que impedía una buena visualización e ingreso adecuado al conducto.



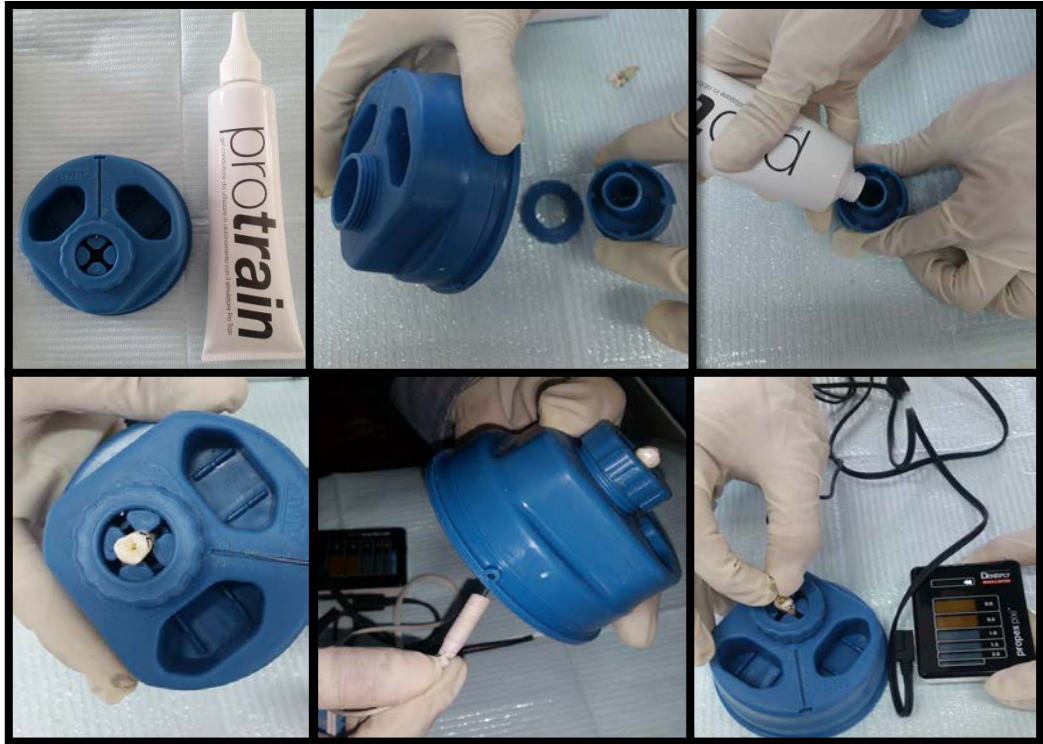
**Figura 14.- Secuencia de la apertura cameral. A) Utilización de la fresa redonda diamantada. B) Utilización de la fresa Endo Z.**

**Fuente:** Ángel Mauricio Luna Roa.

#### 3.6.4. Determinación de la longitud de trabajo:

- 3.6.4.1. Localizador apical Woodpex I:

La longitud de trabajo se estableció primero colocando el diente en un dispositivo in vitro específico para este estudio (*Pro-train Simulatore Endodontico de la casa Simit Dental*), complementado con el uso de un gel que permite la conducción eléctrica y de esta manera los localizadores apicales puedan determinar la conductometría. En segundo lugar, se introdujo una lima tipo K#10, K#15 y K#20 dependiendo de la permeabilidad en el conducto del diente y se realizaron leves movimientos de limado a favor de las manecillas del reloj. De llegar a sentir un obstáculo, se retira ligeramente la lima y se cambia de dirección buscando encontrar un acceso adecuado al canal radicular principal. Finalmente, se utilizó el localizador apical en toda la muestra colocando el primer gancho del localizador en la lima y el segundo gancho labial en la parte de abajo del dispositivo de estudio in vitro donde se encontraba una entrada para que el gancho tenga contacto con el gel conductor y así se cierre el circuito. Se registró la longitud de trabajo mediante la medida eléctrica que indicaba dicho localizador y se recopilaron las 90 mediadas obtenidas en una base de datos.



**Figura 15.-** Secuencia de la determinación de la longitud de trabajo mediante los distintos localizadores apicales.

**Fuente:** Ángel Mauricio Luna Roa



**Figura 16.-** Localizador apical Woodpex I de la casa Woodpecker

**Fuente:** Ángel Mauricio Luna Roa.

- 3.6.4.2.Localizador apical Pixi:

Se empleó el mismo protocolo utilizado en el anterior localizador, siguiendo las respectivas indicaciones del fabricante. De igual manera, se registraron las 90 medidas obtenidas en una base de datos.



**Figura 17- Localizador apical Pixi de la casa Denstply.**

**Fuente:** Ángel Mauricio Luna Roa.

- 3.6.4.3.Localizador apical Root ZX:

Se empleó el mismo protocolo utilizado en los anteriores localizadores, siguiendo las respectivas indicaciones del fabricante. De igual manera, se registraron las 90 medidas obtenidas en una base de datos.

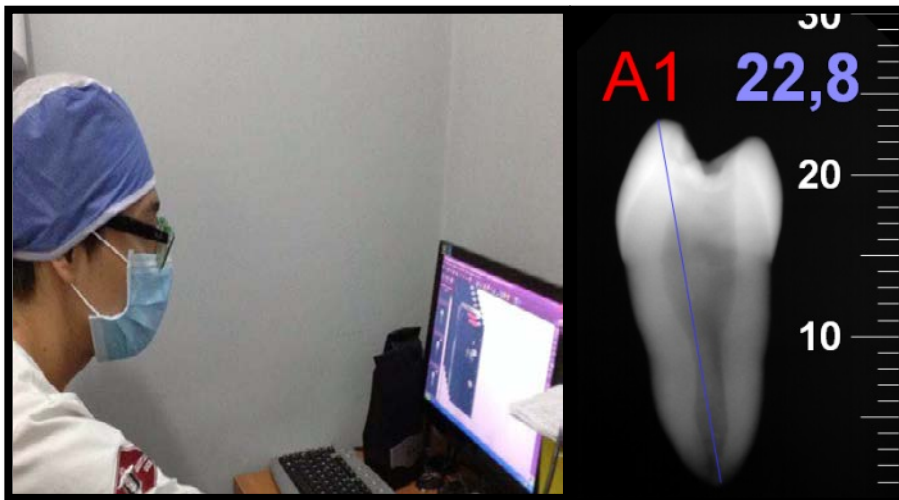


**Figura 18.- Localizador apical Root ZX de la casa Morita.**

**Fuente:** Ángel Mauricio Luna Roa.

### 3.6.5. Determinación Real de la longitud de trabajo:

Con las radiografías digitales diagnósticas obtenidas en un principio, se realizó la medición exacta en milímetros de la longitud real de trabajo de los 90 dientes mediante el software del radiovisiógrafo.

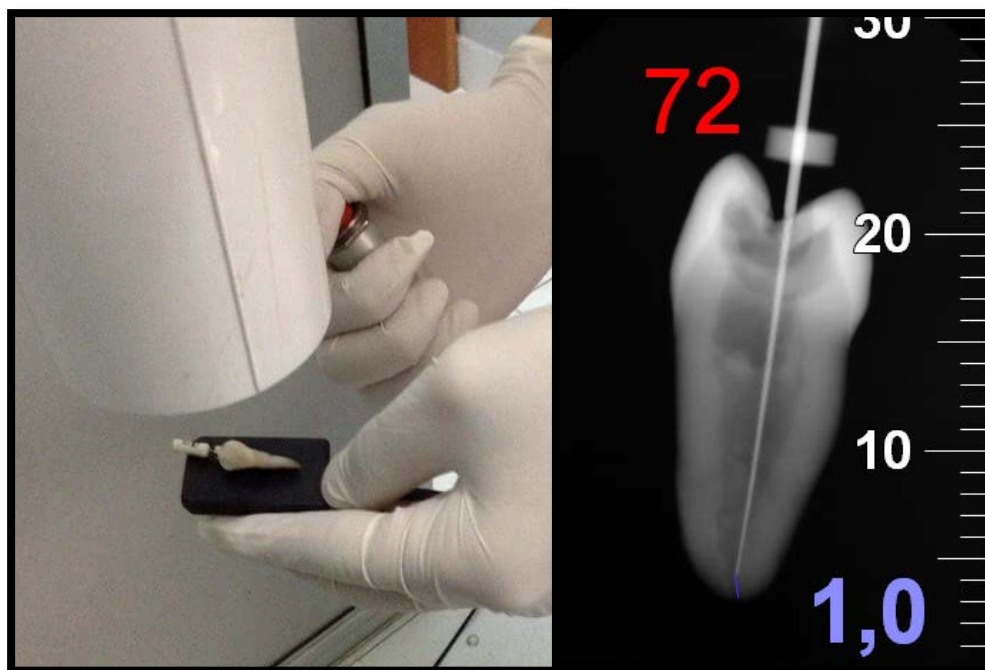


**Figura 19.- Uso de la regla del software de radiografía digital para obtener la medida exacta de la conductometría.**

**Fuente:** Ángel Mauricio Luna Roa.

### 3.6.6. Determinación de la longitud de trabajo con el método de Ingle:

Una vez que se ha determinado la conductometría por medio de la radiovisiografía, se aplicó el método de Ingle: consiste en restar 1 mm a la longitud real de trabajo y colocar la lima endodóntica en el diente con esta medida restada. Seguido de esto, el instrumento ingresa dentro del conducto con la medida real de trabajo menos 1 mm en toda la muestra. Se realizó una toma radiográfica para así verificar mediante el software del radiovisiógrafo si la medida restada nos daba el valor de menos 1 mm entre la distancia de la parte activa de la lima y el foramen apical.



**Figura 20.- Aplicación del método de Ingle: Toma radiográfica del diente con el instrumento dentro del conducto (Izq.) Comprobación de la resta mediante la radiovisiografía (Der.)**

**Fuente:** Ángel Mauricio Luna Roa.



### 3.6.7 Almacenamiento de datos obtenidos en la investigación:

Se elaboraron tablas que contenían los valores obtenidos en los tres localizadores apicales y aquellos que se obtuvieron en el método de Ingle, haciendo uso del programa Microsoft Excel. De esta manera se pudieron procesar los datos para a continuación realizar el análisis estadístico (ANOVA).

## **CAPÍTULO 4: RESULTADOS**

El total de muestras analizadas fueron de 90 premolares, en los cuales se determinó la longitud de trabajo por medio de tres localizadores apicales de tercera generación, estableciendo cual es más exacto frente a la longitud real de trabajo obtenida mediante radiovisiografía. Además se empleó el método de Ingle para comprobar si es confiable y efectivo al momento de determinar la conductometría.

Una vez establecidos todos los valores que se consiguieron mediante los localizadores apicales y el método de Ingle, buscamos evaluar la eficacia de éstos. Para poder utilizar el análisis de varianza (ANOVA), se debe tener un solo valor, y éste será la longitud real de trabajo obtenida por la radiovisiografía.

Para su evaluación, se hizo uso de ANOVA, además de la prueba de Chi cuadrado como una sub-prueba. Para ambos análisis se estableció probar con el valor de significancia de 0.05 ( $p < 0.05$ ). En el caso del método de Ingle sólo se usó la prueba de Chi cuadrado.

Para poder interpretar los resultados de una manera científica, se explicará a continuación bajo que parámetros trabaja el análisis de varianza (ANOVA):

### **4.1. Prueba ANOVA:**

La prueba ANOVA busca comprobar la homogeneidad de las variables, es decir establecer si las medidas de los 3 equipos son iguales con la Longitud Real de Trabajo, el cual se realizó a través de radiovisiografía y por tanto la hipótesis de trabajo ( $H_0$ ) es:

Hipótesis Nula ( $H_0$ )= No existe diferencias entre las mediciones de los equipos con la Longitud Real de Trabajo

Hipótesis Alternativa (H<sub>1</sub>)= Si existe diferencias entre las mediciones de los equipos con la Longitud Real de Trabajo.

**Tabla 2.- Rango de los valores de los resultados obtenidos de los tres localizadores apicales.**

**ANOVA de un factor**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Woodpex I (woodpecker)	Inter-grupos	316,978	49	6,469	19,394	,000
	Intra-grupos	13,343	40	,334		
	Total	330,321	89			
Pixi (Dentsply Maillefer)	Inter-grupos	336,492	49	6,867	9,986	,000
	Intra-grupos	27,508	40	,688		
	Total	364,000	89			
Root ZX(Morita)	Inter-grupos	303,714	49	6,198	6,012	,000
	Intra-grupos	41,242	40	1,031		
	Total	344,956	89			

Fuente: Ángel Mauricio Luna Roa.

Donde:

P1: Woodpex I (Woodpecker) = 0.001

P2: Pixi (Dentply Maillefer)= 0.000

P3: Root ZX Morita: 0.000

Nivel de Significancia = 0.05

Por lo tanto:

$P1 < 0.05$ ;  $P2 < 0.05$ ;  $P3 < 0.05$ ; se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa (H1), es decir existe diferencias entre las varianzas y por tanto no existe homogeneidad, como se confirma en la Prueba ANOVA

#### 4.1.1. Prueba de Homogeneidad de Varianzas:

El Test de Levene viene incluido dentro del Análisis ANOVA, por parte del programa SPSS20, que trata sobre la homogeneidad de las varianzas (que las varianzas sean iguales), cuya hipótesis nula representa una forma de confirmación de los resultados obtenidos.

Hipótesis nula ( $H_0$ ):  $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$

**Tabla 3.- Prueba de Homogeneidad de Varianzas.**

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Woodpex I (Woodpecker)	3,212	23	40	,001
Pixi (Dentsply Maillefer)	4,909	23	40	,000
Root ZX(Morita)	4,000	23	40	,000

**Fuente:** Ángel Mauricio Luna Roa

Por lo tanto:

$P1 < 0.05$ ;  $P2 < 0.05$ ;  $P3 < 0.05$ ; se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa (H1). Se confirma por tanto que si existe diferencias entre las varianzas y por tanto no existe homogeneidad.

#### 4.1.2. Prueba F:

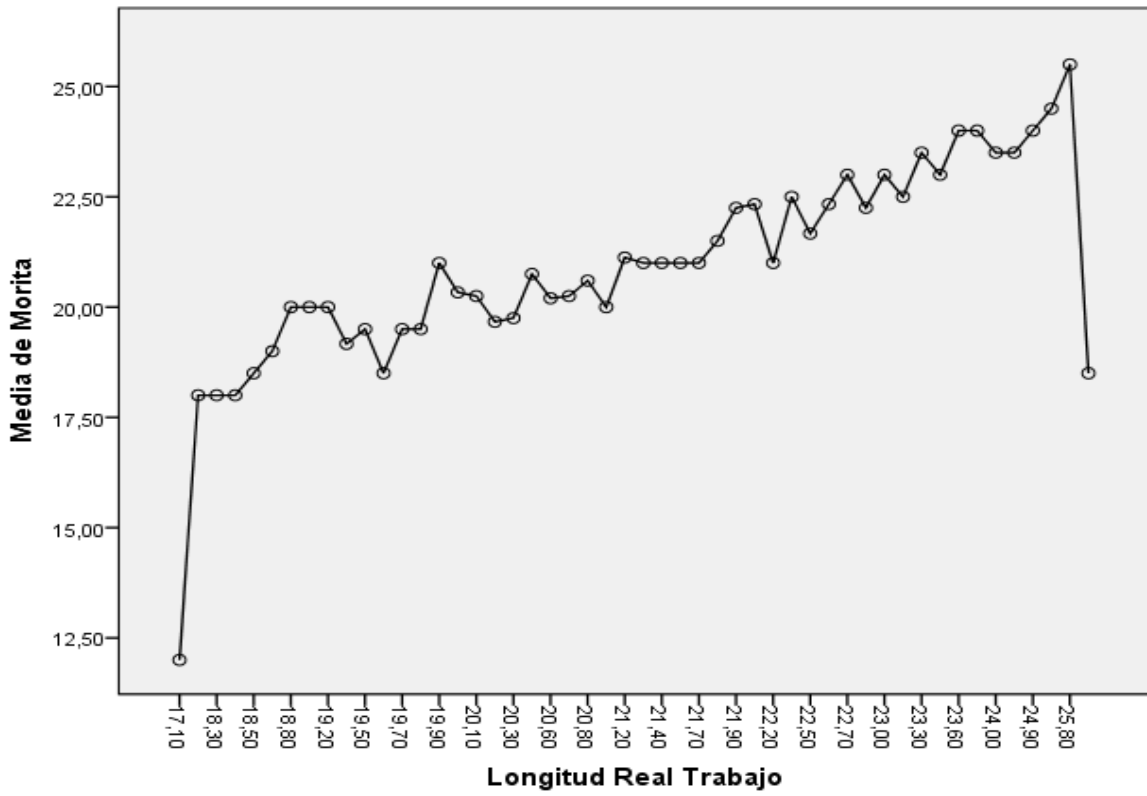
Los valores obtenidos en la Matriz Anova, en la columna “F” que es la “Probabilidad de Significación”, determinan que el Root ZX (Morita) con 6,012, es el que reporta menor valor con un nivel de significancia de 0.05, por lo que se concluyó que es el que posee mayor exactitud en sus medidas. Mientras que el valor más alto fue el de Woodpex I (Woodpecker) con 19,394, lo que implica que fue el que mayor margen de error alcanzó en la toma de medidas, como se aprecia en la siguiente tabla:

**Tabla 4.- Obtención de los resultados con la Prueba F.**

Localizadores	F
Woodpex I (Woodpecker)	19,394
Pixi (Dentsply Maillefer)	9,986
Root Zx (Morita)	6,012

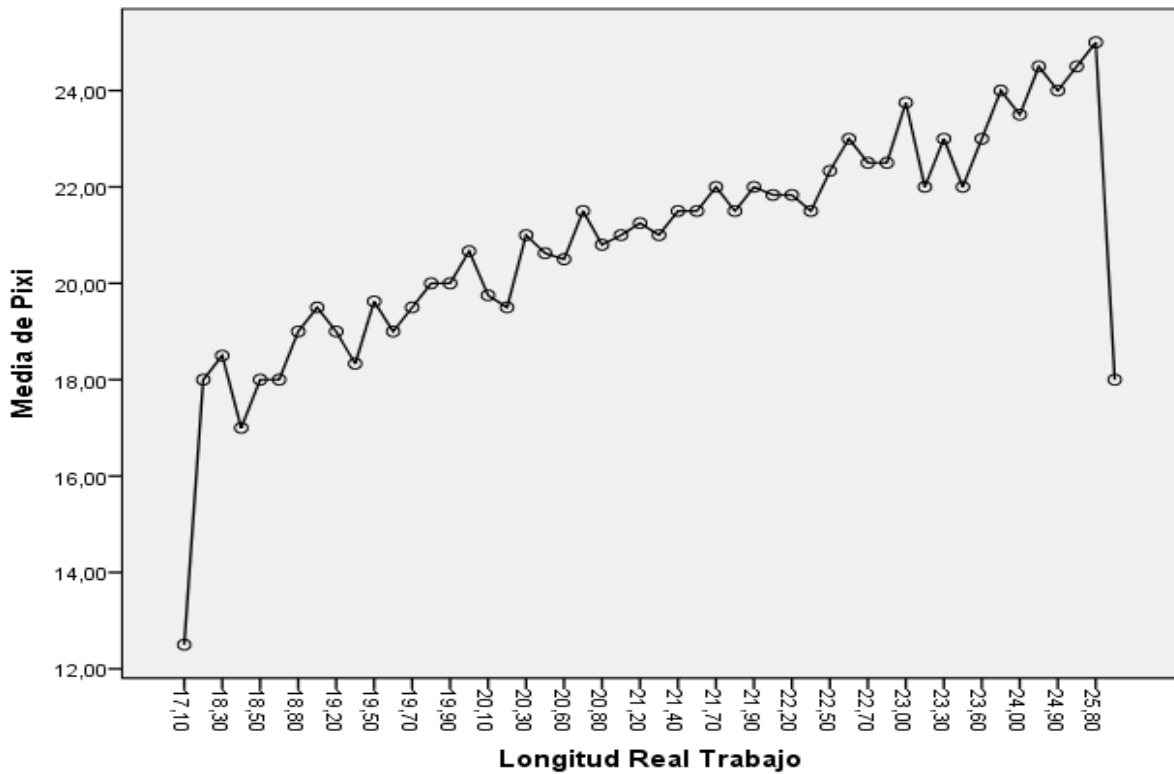
Fuente: Ángel Mauricio Luna Roa.

**Gráfico 1.- Rango de los valores de los resultados obtenidos del localizador Root ZX II.**



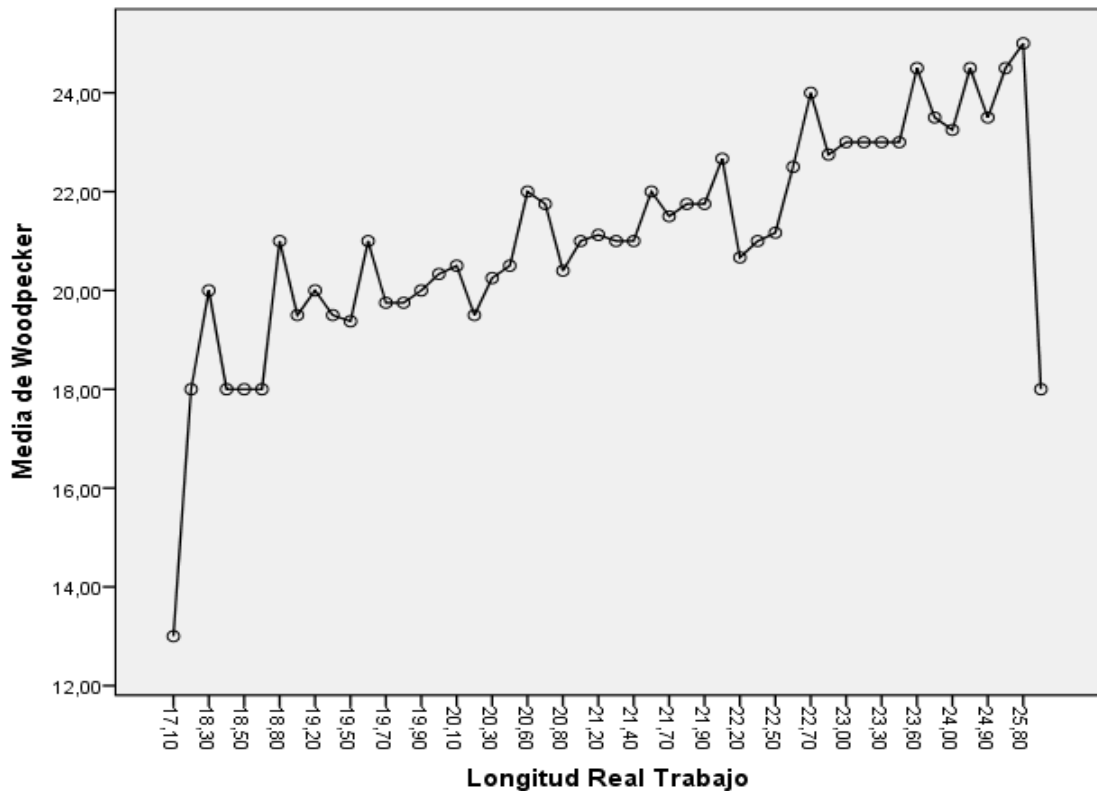
Fuente: Ángel Mauricio Luna Roa.

**Gráfico 2.- Rango de los valores de los resultados obtenidos del localizador Pixi.**



Fuente: Ángel Mauricio Luna Roa.

**Gráfico 3.- Rango de los valores de los resultados obtenidos del localizador Woodpex I.**



Fuente: Ángel Mauricio Luna Roa.

#### 4.1.3. Comprobación:

Para comprobar la exactitud de los resultados obtenidos por ANOVA, se tomaron las medias de las 90 muestras o mediciones que se efectuaron con los tres aparatos: Root ZX (Morita), Pixi (Dentsply Maillefer), Woodpex I (Woodpecker) y se restaron de las medidas promedio de “Longitud de Trabajo.”

Los resultados obtenidos indican que la diferencia menor lo obtuvo el localizador Root ZX (Morita) con 0.18; mientras que el de mayor diferencia en sus mediciones fue el Woopex I (Woodpecker) con 0.32. Por lo que se concluye que el localizador más preciso en sus mediciones es el Root ZX (Morita).

**Tabla 5.- Diferencia de mediciones entre los localizadores apicales y la longitud real de trabajo.**

DIFERENCIA DE MEDICIONES			
PROMEDIO	WOODPEX I (Woodpecker)	PIXI Dentsply Maillefer	ROOT ZX (Morita)
LONGITUD REAL TRABAJO	21,2622	21,2622	21,2622
MEDICIONES	20,9433	21,0000	21,0778
DIFERENCIA	0,3189	0,2622	0,1844

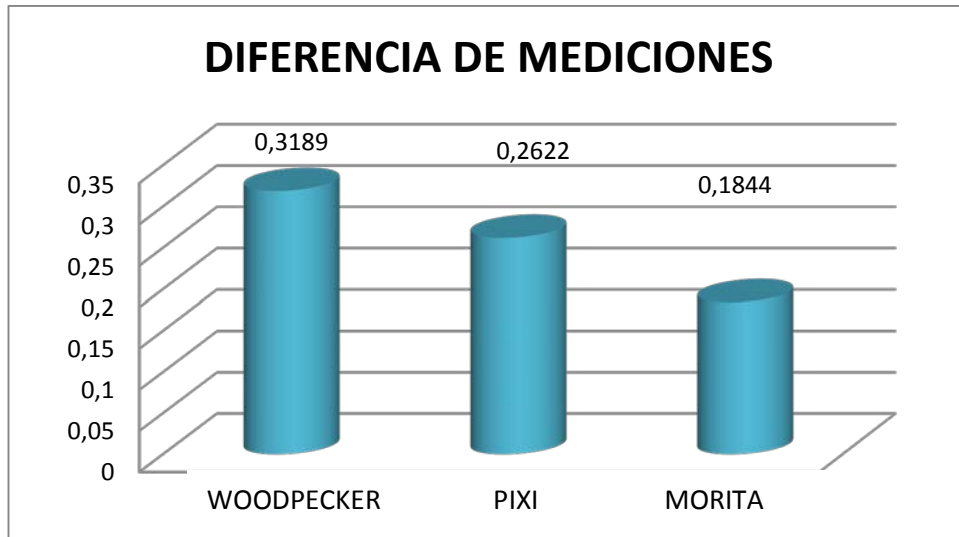
Fuente: Ángel Mauricio Luna Roa.

El valor en porcentajes según la eficacia de los localizadores apicales es el siguiente:

- Root Zx ( Morita) = 99.1%
- PIXI (Dentsply Maillefer) = 98.76%
- Woodpex I (Woodpecker) = 98.5%



**Gráfico 4.- Comparación estadística de la eficacia de los tres localizadores.**



**Fuente:** Ángel Mauricio Luna Roa.

#### 4.2. Prueba de Chi Cuadrado aplicada en el Método de Ingle:

$H_0$  = No existe diferencias significativas entre el método de Ingle y su valor esperado que es menor a 1 mm.

$H_0 < 1$

Mientras que la hipótesis alternativa sería:

$H_1$  = Si existe diferencias significativas entre la método de Ingle y su valor esperado que es mayor a 1 mm.

$H_1 > 1$

**Tabla 6.- Prueba del Chi Cuadrado en el Método de Ingle.**

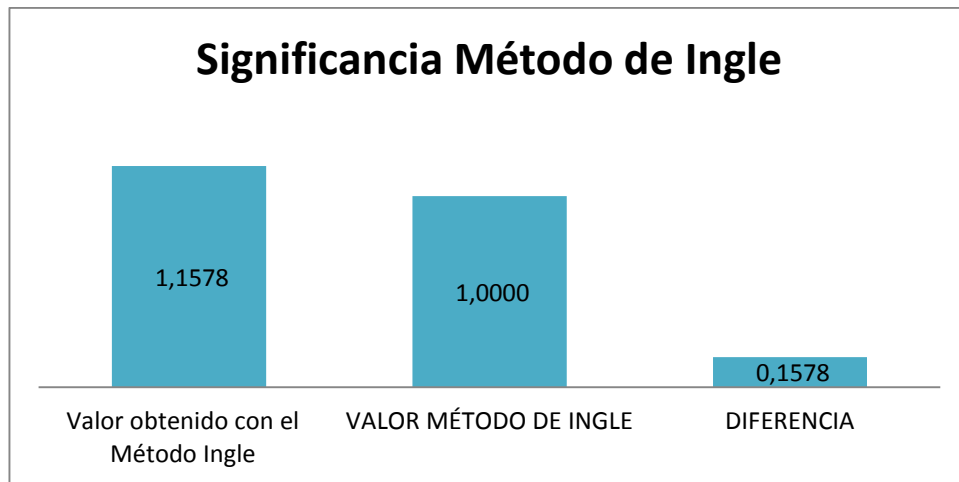
PROMEDIO	1,1578	1,0000	0,1578	
X <sup>2</sup>	11,02			
Nivel significancia	0,05			
Grados de libertad	(k-1) = (90-1) =89			
Grados de libertad =	113,15			
x <sup>2</sup> < 113,15	11,02 < 113,15			

**Fuente:** Ángel Mauricio Luna Roa.

4.2.1. Comprobación:

El valor calculado Chi Cuadrado ( $X^2$ ) 11.02 es menor al valor de la tabla que es de 113.15, por lo que se acepta la hipótesis nula, es decir no existe diferencias significativas cuando se realiza la resta de (-1 mm) con el Método de Ingle en la longitud real de trabajo, porque existe una diferencia de mediciones promedio de 0.1578.

**Gráfico 5.- Rango de los resultados obtenidos del Método de Ingle mediante Chi Cuadrado.**



**Fuente:** Ángel Mauricio Luna Roa.

## **CAPÍTULO 5: *DISCUSIONES***

El presente estudio in vitro tuvo como propósito evaluar la eficacia de tres localizadores apicales de tercera generación: Woodpex I (Guillin Woodpecker Medical Instrument Co., Ltd), Root ZX II (J.Morita Corp, Tokyo, Japan) y Propex Pixi (Dentsply Maillefer); determinando su eficacia en la medición de la longitud real de trabajo obtenida mediante radiovisiografía, complementando a este estudio se empleó el método de Ingle en toda la muestra, ya que es uno de los métodos más utilizados por el especialista.

Uno de los localizadores apicales más estudiados es el Root ZX, que registra una eficacia que oscila entre el 80% y el 90% aproximadamente, lo que concuerda precisamente con los resultados que arrojó nuestro estudio. No se registraron trabajos de investigación del localizador electrónico PIXI de la casa Dentsply Maillefer, por lo tanto se recomienda seguir investigando este dispositivo en diferentes condiciones (determinación de la longitud de trabajo, irrigantes, diagnósticos, etc.) para un mejor conocimiento del mismo (Guerrero et al, 2012).

En contraste con el localizador Root ZX II (Morita), se ha hallado poca literatura que respalde la eficacia del localizador apical Woodpex I (Woodpecker). En uno de los pocos estudios realizados in vitro con dicho localizador, éste obtuvo un valor de 81% de eficacia del Woodpex I comparándolo con el Root ZX que obtuvo un 86%. Este es un resultado compatible con nuestro trabajo de investigación, ya que el Root ZX reportó un 99.1% de fiabilidad, por su parte el Woodpex I un 98.5%, en ambos casos ninguno de los localizadores sobrepasó el ápice radicular; mientras que en el artículo de investigación mostraba que el Woodpex I, sobrepasó el ápice en algunos diente (Almendo, 2013).

EIAyouti et al. (2001) encontró que solamente el uso de radiografías en el cálculo de la longitud condujo a la sobreinstrumentación del 56% de los

casos analizados de premolares y 33% de los molares. Además concluyó que el uso del Root ZX disminuyó la sobreestimación de longitud de trabajo en 21% de premolares (ElAyouti et al., 2001).

En cuanto a las contraindicaciones de los localizadores apicales en pacientes portadores de marcapasos, Garafola & cols. probaron cinco localizadores de tercera generación y establecieron que ninguno produjo inhibición o interferencia en la función normal del mismo, por lo tanto se refiere que estos dispositivos electrónicos pueden ser usados con seguridad dichos pacientes. Dado que este estudio no fue clínico, adoptamos las medidas que nos recomienda Nageswar, ser prudente y consultar con el cardiólogo en este tipo de pacientes previo a su uso. (Garafola et al, 2002).

Desde su introducción, el Root ZX ha recibido considerable atención en la literatura. Se lo ha tomado como el punto de referencia con el que otros localizadores apicales son comparados y ocupa un importante lugar en el comercio mundial, por lo que precisamente su uso refiere múltiples investigaciones. (Kandewal, 2015)

Los localizadores apicales electrónicos de tercera generación pueden determinar longitudes con precisiones mayores a 90%, sin embargo aun poseen algunas limitaciones como la necesidad de disminuir al mínimo sustancias conductoras en el interior del conducto, la forma del conducto, etc. Por su parte en el estudio de Meares y Steiman, (2002) se estudió la influencia del irrigante Hipoclorito de Sodio en la exactitud de medición del Root ZX. Éste fue un estudio in vitro donde se extrajeron 40 dientes y se simularon las condiciones en boca. Una vez realizados los accesos, se tomaron las longitudes con Root ZX, luego se irrigó con hipoclorito al 2,125% y nuevamente se tomaron mediciones. Una tercera medición se efectuó después de irrigar con hipoclorito de sodio a una concentración de 5,25%. Por último la longitud real se determinó mediante uso de limas y visualización directa y no se encontraron diferencias significativas entre los grupos experimentales con una tolerancia de 0,5mm. Por lo tanto se

concluye que no existe afección negativa en la medición con el Root ZX en un conducto con solución irrigante. En nuestra investigación se determinó la longitud de trabajo en un conducto completamente seco, donde el Root ZX II no presentó diferencias significativas frente al artículo contrapuesto. Sin embargo, no hay investigaciones sobre el localizador PIXI y Woodpex I en donde se analiza su eficacia frente a sustancias irrigadoras (Chartier, 2013).

## **CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. CONCLUSIONES**

Terminando de analizar los resultados que arrojó el análisis estadístico de esta investigación, puedo concluir que:

- La eficacia de los localizadores apicales de tercera generación utilizados en esta investigación son de gran utilidad al momento de determinar la longitud de trabajo, sin embargo, se obtuvo mediante esta investigación que el Root ZX (Morita) es el que más se acerca a la longitud real de trabajo con un 99.1%, el localizador PIXI (Dentsply Maillefer) con un 98.76 y mientras que el localizador Woodpex I (Woodpecker) fue el que más se distancio de la longitud real de trabajo con un 98.5%.
- Los tres localizadores no sobrepasaron el ápice radicular en el estudio realizado, donde el promedio general de la longitud real de trabajo en los 90 dientes era de 21.26 mm y los valores obtenidos de los localizadores fueron: Root ZX con 21.07 mm, Woodpex I con 20.94 mm y PIXI con 21.0 mm. Por lo que se puede concluir que son muy eficaces para evitar una sobre-instrumentación.
- En este estudio se obtuvo que no existe diferencias significativas en el uso del Método de Ingle con la Longitud Real de Trabajo, porque existe una diferencia de mediciones promedio de 0.15 que está dentro del valor que es igual o menor a 1 mm. Por lo que se concluye que es un método confiable pero no es tan preciso como el del localizador apical de tercera generación.

## **6.2. RECOMENDACIONES:**

- Para poder realizar un tratamiento endodóntico adecuado y que garantice el mantenimiento, reparación y regeneración de las zonas apicales y periapicales, es fundamental conocer con precisión la anatomía y morfología apical de cada diente.
- Se han desarrollado a lo largo del tiempo varios métodos y técnicas para determinar la longitud de trabajo , sin embargo lo recomendable no es abarcar todos los métodos, sino más bien tener conocimiento general de los mismos, pero manejar a profundidad uno dos para de esta manera y con mayor seguridad garantizar el éxito de la conductometría.
- Gracias al estudio realizado se recomienda el uso del método radiográfico en combinación con el localizador apical en este caso recomendamos el Root ZX (Morita) que es mucho más eficaz.
- Se recomienda el uso de la radiografía siempre acompañado del localizador apical, no se puede excluir ningún método ya que ambos se complementan y lo que permite el localizador es evitar mayores series radiográficas.
- El radiovisiografo es un dispositivo innovador que permite la captura de imágenes digitales, evitando el tiempo de revelado frente a las convencionales, pero debido al costo elevado que presenta este dispositivo, se puede usar la radiografía convencional utilizando la correcta técnica conjuntamente con el localizador apical dando muy buenos resultados.
- La determinación electrónica de longitud no excluye la realización de radiografías. Estas informan acerca de la morfología de los



conductos. Ante una discrepancia entre ambas determinaciones nos inclinamos por aceptar la electrónica por la imposibilidad de percibir de forma visual en una radiografía la posición de la constricción y el orificio apical.

- Los localizadores apicales demostraron ser útiles para la localización la zona de una fractura radicular o de una perforación, pues se comportan de igual manera que el tejido periapical.
- Se recomienda previo a la determinación de la longitud de trabajo la eliminación de la mayor cantidad de tejido pulpar pues facilita el trabajo de los localizadores apicales.
- Existe una mayor precisión en la determinación cuando se usa la lima de mayor calibre posible que se ajuste a las paredes de la zona apical del conducto y en dientes con ápices no formados suelen dar resultados erróneos y debe recurrirse a las radiografías.
- Se sugiere además manejar adecuadamente las indicaciones del fabricante del localizador apical.

## BIBLIOGRAFÍA

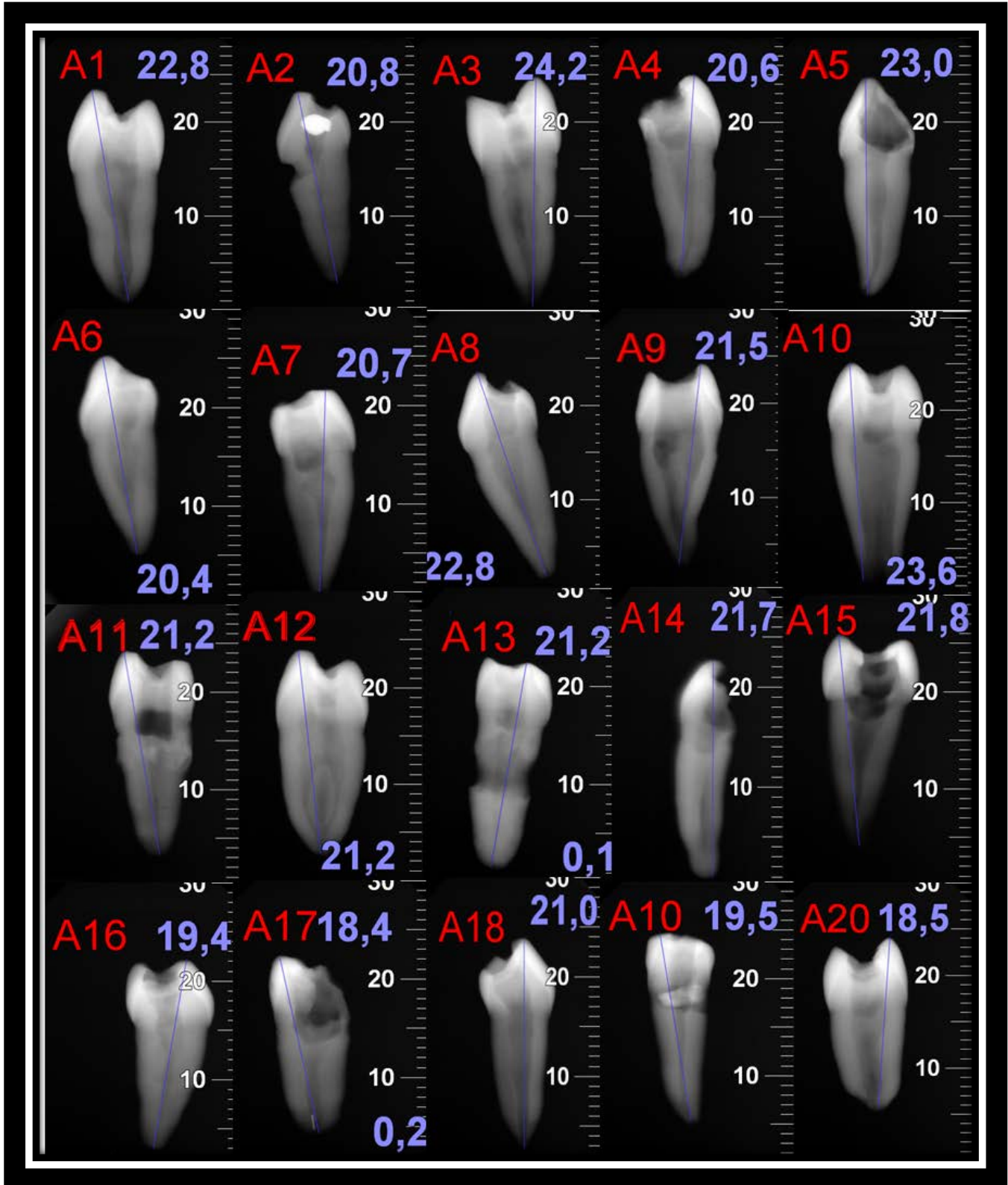
- Canalda, C., & Brau, E. (2006). *Endodoncia técnicas Clínicas y Bases Científicas* Barcelona: Masson.
- Chargoy, M., García, R., & Araiza, M. (2002). Estudio comparativo de la distorsión de la longitud de trabajo en imágenes obtenidas con radiografías convencionales y radiovisiografía. *División de estudios de posgrado e investigación*, 18-25.
- Chiego, D. J. (2014). *Principios de histología y embriología bucal con orientación clínica*. Barcelona: Elsevier .
- ElAyouti, A., Weiger, R., Lost, C. “Frequency of overinstrumentation with an acceptable radiographic working length” *J Endod*, 2001, 27, 1, 49-52. 29
- Gordon, M.P.J., Chandler, N.P., “Electronic apex locators” Review, *Int Endod J*, 2004, 37, 425-437. 26.-Gutierrez. J.H., Aguayo, P. “Apical foraminal openings in human teeth, number and location” *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 1995;79, 769-777.
- Gordon MP, Chandler NP(2004) Electronic apex locators. *Int Endod J*. 2004 Jul;37(7):425-37.
- Gutierrez, J.H., Brizuela, C., Villota, E. “Human teeth with periapical pathology alter overinstrumentation and overfilling of the root canals: a scanning electron microscopic study” *Int Endod J*, 1999,32, p. 40-48.
- Haffner C, Folwaczny M, Galler K, Hickel R.(2005) Accuracy of electronic apex locators in comparison to actual length--an in vivo study. *J Dent*. 2005 Sep;33(8):619-25.
- Hoer D, Attin T (2004) The accuracy of electronic working length determination. *International Endodontic Journal* 37,125–31. - Welk AR, Baumgartner JC, Marshall JG (2003) An in vivo comparison of two frequency-based electronic apex locators. *Journal of Endodontics* 29, 497– 500.
- Ingle, J. (1996). *Endodoncia*. México : McGraw-Hill Interamericana .
- Kuttler, Yuri “Microscopic investigation of root apices” *JADA*, 1955, 50, p. 544-552.
- Laguna, C.M.A., Zinman, E.H., Kuttler, K.S., “Comparison of the first file that fits at the apex, before and after early flaring” *J Endod* 2001, 27, 2, 113-116.
- Mora Coloma, M. F. (2002). tesis de grado: *Estudio comparativo en el grado de exactitud en la determinación de la longitud de trabajo, en piezas dentarias que se someterán a un tratamiento de conducto mediante la utilización de localizadores apicales electrónicos*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Olson, A.K., Goerig, A.C., Cavataio, R.E., Luciano, J. “The ability of the radiograph to determine the location of the apical foramen” *Int Endod J*, 1991, 24,28-35. 30.
- Pécora, J.D., Saquy, P.C., Sousa, Neto M.D., Woelfel, J.B. “Root form and canal anatomy of maxillary first premolar” *Braz Dent J*, 1991, 2, p.87- 94.

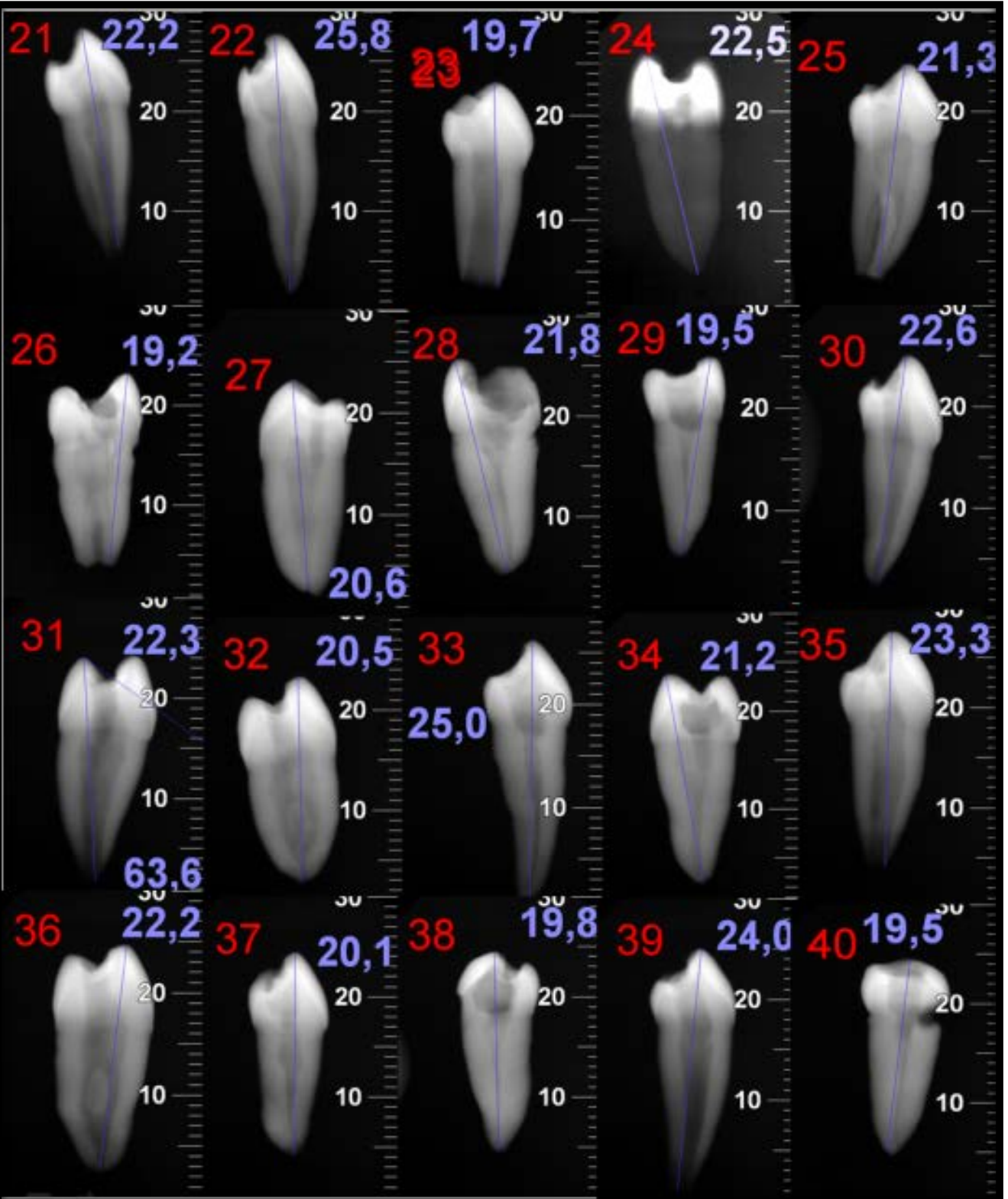
- Ponce, E.H., Vilar, Fernández J.A. “The cemento-dentino canal junction, the apical foramen and the apical constriction: evaluation by optical microscopy” *J Endod* 2003; 29, 214-2
- Pucci, F. (1944). *Conductos Radiculares, Anatomía, Patología y Terapia*. Buenos Aires-Argentina: Medico Quirúrgica.
- Riccuci, D., Langeland, K. “Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study” *Int Endod J* 1998, 31, 394-409.
- Rivas Muñoz , R. (23 de junio de 2009). Notas para el estudio de endodoncia. *Preparación para la terapia de los conductos radiculares* . Mexico, Mexico DF, Mexico: UNAM.
- Saad, A.Y., Al-Yahya, A.S. “The location of the cemento dentinal junction in single-rooted mandibular first premolars from Egyptian and Saudi patients: a histological study” *Int Endod J* 2003; 36, 541-544.
- Seltzer, S., Soltanoff, W., Sinai, I., Goldenberg, A., Bender, I.B. “Biologic aspects of Endodontics Part III. Periapical Tissue reactions to root canal instrumentation” *J Endod* 2004, 30, No. 7, 491-499. 10.
- Siqueira, J.F. “Reaction of periradicular tissues to root canal treatment: benefits and drawbacks” *Endodontics Topics* 2005, 10, 123-147.
- Sjogren, U., Hagglund, B., Sunqvist, G., Wing, K. “Factors affecting the long-term results of endodontic treatment” *J Endod* 1990, 16, 498-504.
- Soares, IJ. & Goldberg, F. (2002). *Endodoncia: técnicas y fundamentos*, Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana.
- Souza-Filho, F.J. “Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques” *Int Endod J*, 2001, 34, 354- 358.
- Spironelli Ramos, C. A., & Bramante, c. M. (2005). Sao Pablo: Santos Livraria Editoria.
- Stropko, J.J. “Canal morphology of maxillary molars, clinical observations of canal configurations” *J Endod* 1990: 25: 446-450.
- Tasdemir, T., Aydemir, H., Inan, U., Unal, O. “Canal preparation with Hero 642 rotary NiTi instruments compared with stainless steel hand K-file assessed using computed tomography”. *Int Endod J*, 38, 402408, 2005.
- Torabinejad, M. & Walton, RE. (2010). *Endodoncia: principios y práctica*. Barcelona, España: Elsevier Saunders.
- Vertucci, Frank J. “Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures” *Endodontics Topics* 2005, 10, 3-29. 15

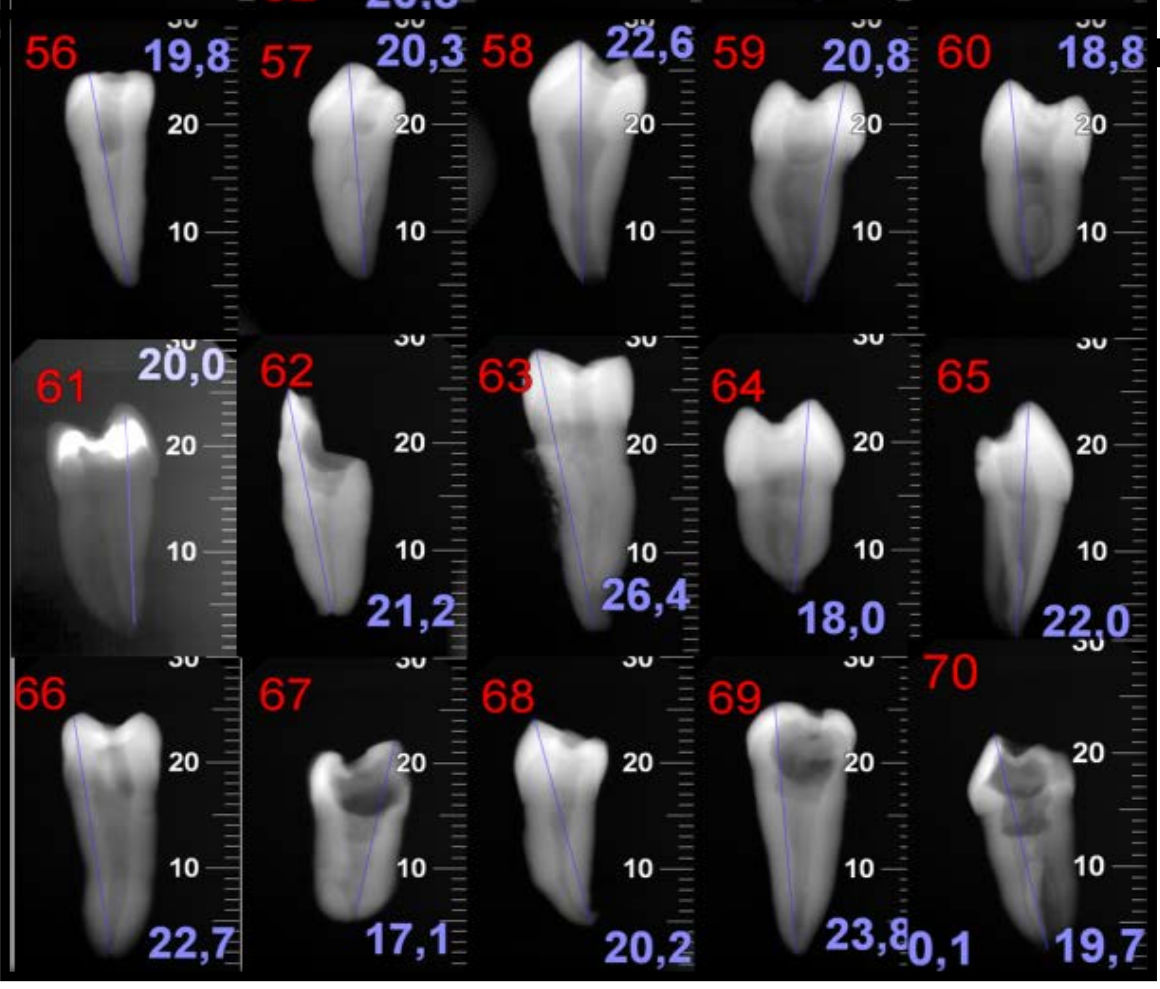
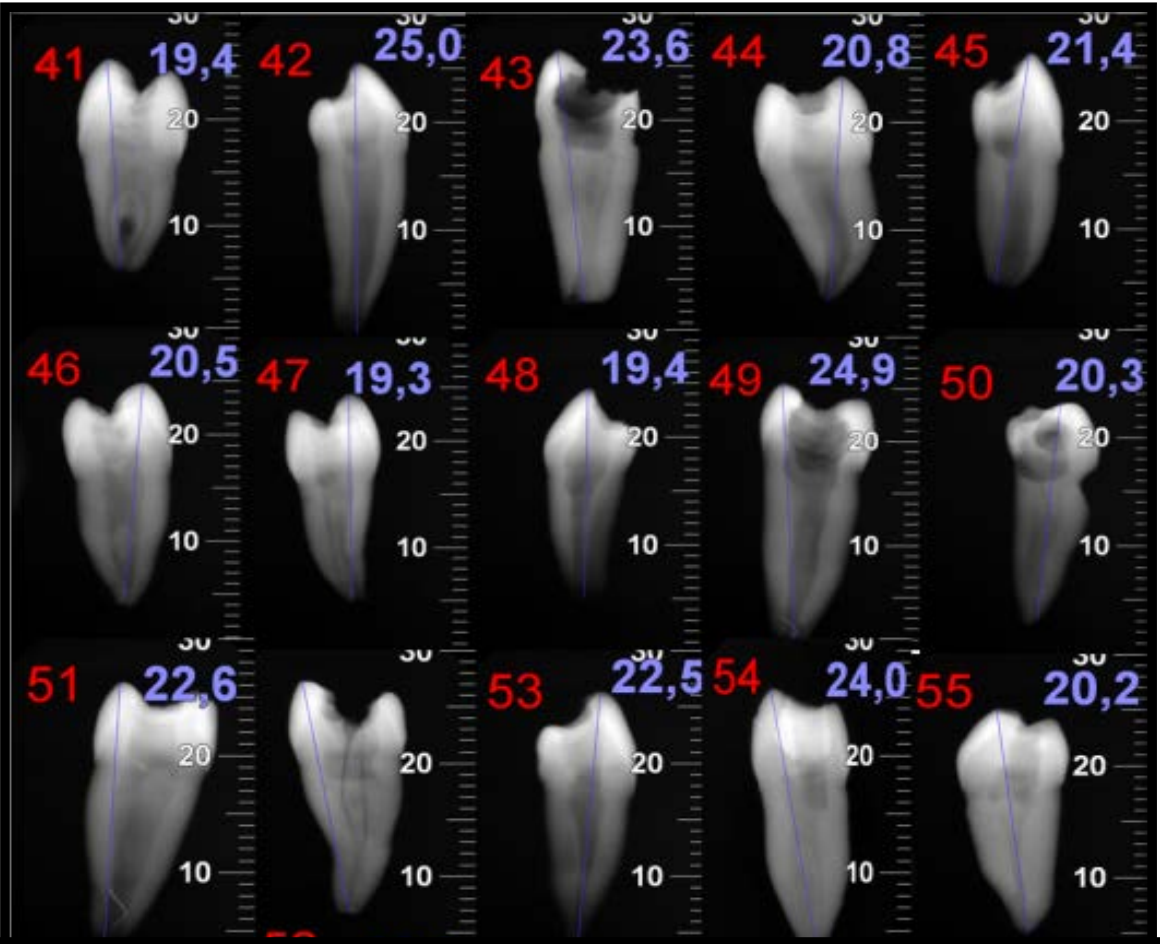
- Wada, M., Takase, T., Nakanuma, K., Arisue, K., Nagahama, F., Yamasaki, M.,  
“Clinical study of refractory apical periodontitis treated by apicectomy. Part 1.  
Root canal morphology of resected apex” *Int Endod J*, 1998, 31, 53-56. 14.
- Walton, R. (1991). *Endodoncia Principios y Práctica Clínica* . México:  
McGraw- Hill Interamericana .

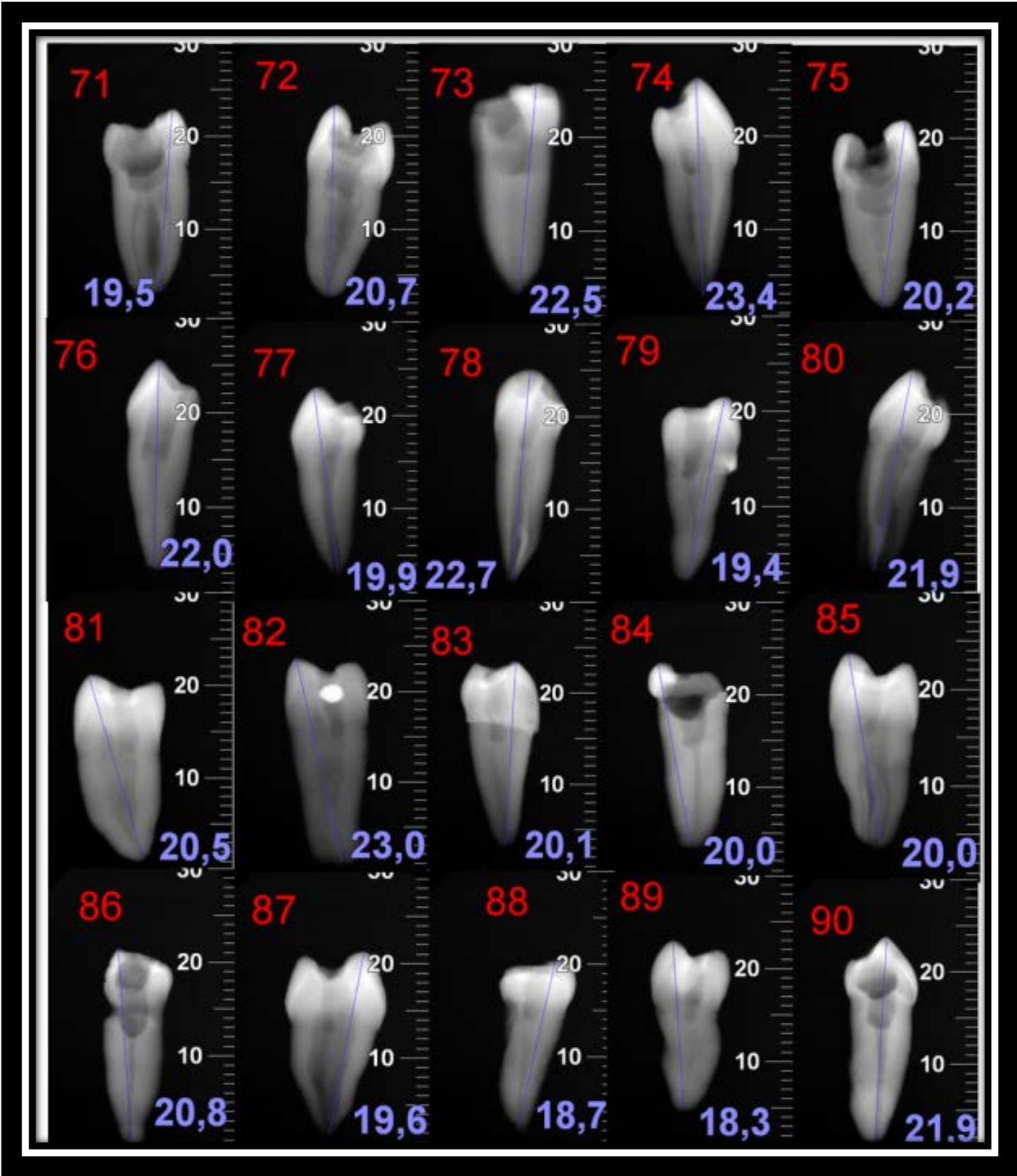
# ANEXOS

## 8.1. Radiografías digitales de la muestra del estudio











8.2. Prueba del Chi Cuadrado aplicada al Método de Ingle.

PRUEBA CHI CUADRADO				
REFERENCIA	OBSERVADO	ESPERADO	(O-E)	(O-E) <sup>2</sup>
A1	1,3	1	0,3	0,09
A2	1,2	1	0,2	0,04
A3	1,1	1	0,1	0,01
A4	1,9	1	0,9	0,81
A5	1,4	1	0,4	0,16
A6	1	1	0	0
A7	1,3	1	0,3	0,09
A8	1,2	1	0,2	0,04
A9	1	1	0	0
A10	1,5	1	0,5	0,25
A11	1	1	0	0
A12	1	1	0	0
A13	0,4	1	-0,6	0,36
A14	0,9	1	-0,1	0,01
A15	1	1	0	0
A16	1	1	0	0
A17	1,1	1	0,1	0,01
A18	1,6	1	0,6	0,36
A19	1	1	0	0
A20	1	1	0	0
21	2,5	1	1,5	2,25
22	1,5	1	0,5	0,25
23	1,7	1	0,7	0,49
24	1,4	1	0,4	0,16
25	1	1	0	0
26	0,9	1	-0,1	0,01
27	0,8	1	-0,2	0,04
28	1	1	0	0
29	0,9	1	-0,1	0,01

30	1,2	1	0,2	0,04
31	1,2	1	0,2	0,04
32	0,9	1	-0,1	0,01
33	1,9	1	0,9	0,81
34	1,4	1	0,4	0,16
35	1,4	1	0,4	0,16
36	0,7	1	-0,3	0,09
37	1,1	1	0,1	0,01
38	0,7	1	-0,3	0,09
39	1,3	1	0,3	0,09
40	1	1	0	0
41	0,9	1	-0,1	0,01
42	1	1	0	0
43	1,3	1	0,3	0,09
44	1,1	1	0,1	0,01
45	1,6	1	0,6	0,36
46	1,5	1	0,5	0,25
47	1,1	1	0,1	0,01
48	1,3	1	0,3	0,09
49	1,3	1	0,3	0,09
50	1,4	1	0,4	0,16
51	0,8	1	-0,2	0,04
52	1,8	1	0,8	0,64
53	0,8	1	-0,2	0,04
54	0,9	1	-0,1	0,01
55	0,7	1	-0,3	0,09
56	1,2	1	0,2	0,04
57	0,9	1	-0,1	0,01
58	1,1	1	0,1	0,01
59	1,3	1	0,3	0,09
60	1,1	1	0,1	0,01
61	3	1	2	4
62	0,9	1	-0,1	0,01
63	1,2	1	0,2	0,04

64	1,1	1	0,1	0,01
65	0,9	1	-0,1	0,01
66	1	1	0	0
67	0,6	1	-0,4	0,16
68	0,8	1	-0,2	0,04
69	1,4	1	0,4	0,16
70	1	1	0	0
71	0,9	1	-0,1	0,01
72	1	1	0	0
73	0,9	1	-0,1	0,01
74	1,1	1	0,1	0,01
75	0,7	1	-0,3	0,09
76	0,9	1	-0,1	0,01
77	1,4	1	0,4	0,16
78	1,1	1	0,1	0,01
79	1,2	1	0,2	0,04
80	1,1	1	0,1	0,01
81	1,4	1	0,4	0,16
82	1,2	1	0,2	0,04
83	1	1	0	0
84	1,1	1	0,1	0,01
85	1	1	0	0
86	1,4	1	0,4	0,16
87	1	1	0	0
88	0,9	1	-0,1	0,01
89	1,4	1	0,4	0,16
90	1,1	1	0,1	0,01
SUMAN				14,32
PROMEDIO	1,1578	1,0000	0,1578	
X2	11,02			
Nivel significancia	0,05			
Grados de libertad	(k-1) = (90-1) =89			
Grados de libertad	113,15			

=				
$x_2 < 113,15$	$11,02 < 113,15$			

8.3. Tabla de recopilación de resultados de la medición del localizador Woodpex I.

REF	WOODPECKER	LRT	DIFERENCIA
1	22,5	22,8	0,30
2	20	20,8	0,80
3	23,5	24,2	0,70
4	20,4	20,6	0,20
5	23	23	-
6	20,5	20,5	-
7	20,5	20,7	0,20
8	22	22,8	0,80
9	21	21,5	0,50
10	24	23,6	- 0,40
11	21	21,2	0,20
12	21,5	21,2	- 0,30
13	21	21,2	0,20
14	21	21,7	0,70
15	22	21,8	- 0,20
16	19,5	19,4	- 0,10
17	18	18,4	0,40
18	20	21	1,00
19	22,5	23,1	0,60
20	18,5	18,5	-
21	21	22,2	1,20
22	25,5	25,8	0,30
23	20	19,7	- 0,30
24	21	22,5	1,50
25	21	21,3	0,30
26	20	19,2	- 0,80
27	20	20,6	0,60
28	21	21,8	0,80
29	19	19,5	0,50

30	22	22,6	0,60
31	22,5	22,3	- 0,20
32	21	20,5	- 0,50
33	25	25	-
34	21	21,2	0,20
35	23,5	23,3	- 0,20
36	21,5	22,2	0,70
37	20	20,1	0,10
38	20	19,8	- 0,20
39	24	24	-
40	19	19,5	0,50
41	20	19,5	- 0,50
42	24	25	1,00
43	23	22	- 1,00
44	21	20,8	- 0,20
45	21	21,4	0,40
46	20,5	20,5	-
47	20	19,1	- 0,90
48	18	19,4	1,40
49	24	24,9	0,90
50	20	20,3	0,30
51	23	22,6	- 0,40
52	21	20,8	- 0,20
53	22	22,5	0,50
54	23	24	1,00
55	19	20,2	1,20
56	19	19,8	0,80
57	19,5	20,3	0,80
58	22	22,6	0,60
59	20	20,8	0,80
60	20	18,8	- 1,20
61	21	20	- 1,00
62	20,5	22,2	1,70
63	18,5	26,4	7,90

64	18	18	-
65	22	22	-
66	23	22,7	- 0,30
67	12	17,1	5,10
68	20,5	20,2	- 0,30
69	24	23,8	- 0,20
70	19	19,7	0,70
71	20	19,5	- 0,50
72	20	20,7	0,70
73	22	22,5	0,50
74	23	23,4	0,40
75	19,5	20,2	0,70
76	22	22	-
77	21	19,9	- 1,10
78	23	22,7	- 0,30
79	20	19,4	- 0,60
80	23	21,9	- 1,10
81	21	20,5	- 0,50
82	23	23	-
83	20,5	20,1	- 0,40
84	20	20	-
85	20	20	-
86	21	20,8	- 0,20
87	18,5	19,6	1,10
88	19	18,7	- 0,30
89	18	18,3	0,30
90	21,5	21,9	0,40
<b>PROMEDIO</b>	<b>20,9433</b>	<b>21,2622</b>	<b>0,32</b>

8.4. Tablas de recopilación de resultados obtenidos de la medición del localizador Pixi.

REF	PIXI	LRT	DIFERNCIA
1	22	22,8	0,8
2	20	20,8	0,8
3	24,5	24,2	-0,3
4	21	20,6	-0,4
5	24	23	-1
6	21	20,5	-0,5
7	22	20,7	-1,3
8	23	22,8	-0,2
9	21,5	21,5	0
10	23	23,6	0,6
11	21	21,2	0,2
12	21,5	21,2	-0,3
13	21,5	21,2	-0,3
14	22	21,7	-0,3
15	21,5	21,8	0,3
16	20	19,4	-0,6
17	17	18,4	1,4
18	21	21	0
19	22	23,1	1,1
20	18	18,5	0,5
21	22,5	22,2	-0,3
22	25	25,8	0,8
23	20	19,7	-0,3
24	23	22,5	-0,5
25	21	21,3	0,3
26	19	19,2	0,2
27	20	20,6	0,6
28	21,5	21,8	0,3
29	19,5	19,5	0
30	23	22,6	-0,4



31	21,5	22,3	0,8
32	20,5	20,5	0
33	25	25	0
34	21	21,2	0,2
35	23	23,3	0,3
36	22	22,2	0,2
37	20	20,1	0,1
38	20	19,8	-0,2
39	24	24	0
40	19	19,5	0,5
41	20	19,5	-0,5
42	24	25	1
43	22	22	0
44	21	20,8	-0,2
45	21,5	21,4	-0,1
46	21	20,5	-0,5
47	19,5	19,1	-0,4
48	16	19,4	3,4
49	24	24,9	0,9
50	21	20,3	-0,7
51	23	22,6	-0,4
52	21	20,8	-0,2
53	22	22,5	0,5
54	23	24	1
55	20	20,2	0,2
56	20	19,8	-0,2
57	21	20,3	-0,7
58	23	22,6	-0,4
59	21	20,8	-0,2
60	19	18,8	-0,2
61	23	20	-3
62	21	22,2	1,2
63	18	26,4	8,4
64	18	18	0

65	22	22	0
66	22,5	22,7	0,2
67	12,5	17,1	4,6
68	19,5	20,2	0,7
69	24	23,8	-0,2
70	19	19,7	0,7
71	20	19,5	-0,5
72	21	20,7	-0,3
73	22	22,5	0,5
74	22	23,4	1,4
75	19	20,2	1,2
76	21,5	22	0,5
77	20	19,9	-0,1
78	22,5	22,7	0,2
79	19	19,4	0,4
80	23	21,9	-1,1
81	20	20,5	0,5
82	23,5	23	-0,5
83	19,5	20,1	0,6
84	20	20	0
85	19	20	1
86	21	20,8	-0,2
87	19	19,6	0,6
88	18	18,7	0,7
89	18,5	18,3	-0,2
90	21	21,9	0,9
<b>PROMEDIO</b>	<b>21,0000</b>	<b>21,2622</b>	<b>0,2622</b>

8.5. Tablas de recopilación de resultados obtenidos de la medición del localizador Root ZX II.

REF	MORITA	LRT	DIFERENCIA
1	22	22,8	0,8
2	19,5	20,8	1,3
3	24,5	24,2	-0,3
4	23	20,6	-2,4
5	23	23	0
6	20	20,5	0,5
7	23	20,7	-2,3
8	23,5	22,8	-0,7
9	22	21,5	-0,5
10	24,5	23,6	-0,9
11	21	21,2	0,2
12	21,5	21,2	-0,3
13	21	21,2	0,2
14	21,5	21,7	0,2
15	22	21,8	-0,2
16	19	19,4	0,4
17	18	18,4	0,4
18	21	21	0
19	23	23,1	0,1
20	18	18,5	0,5
21	21	22,2	1,2
22	25	25,8	0,8
23	20	19,7	-0,3
24	21,5	22,5	1
25	21	21,3	0,3
26	20	19,2	-0,8
27	21	20,6	-0,4
28	21,5	21,8	0,3
29	18,5	19,5	1
30	21,5	22,6	1,1

31	21	22,3	1,3
32	22	20,5	-1,5
33	24	25	1
34	21	21,2	0,2
35	23	23,3	0,3
36	21	22,2	1,2
37	21	20,1	-0,9
38	19,5	19,8	0,3
39	24,5	24	-0,5
40	18	19,5	1,5
41	21	19,5	-1,5
42	25	25	0
43	24	22	-2
44	20	20,8	0,8
45	21	21,4	0,4
46	21	20,5	-0,5
47	19,5	19,1	-0,4
48	19,5	19,4	-0,1
49	23,5	24,9	1,4
50	20,5	20,3	-0,2
51	24	22,6	-1,4
52	20,5	20,8	0,3
53	21	22,5	1,5
54	22	24	2
55	19,5	20,2	0,7
56	20	19,8	-0,2
57	20	20,3	0,3
58	22	22,6	0,6
59	21	20,8	-0,2
60	21	18,8	-2,2
61	22	20	-2
62	20	22,2	2,2
63	18	26,4	8,4
64	18	18	0

65	22	22	0
66	25	22,7	-2,3
67	13	17,1	4,1
68	20	20,2	0,2
69	23,5	23,8	0,3
70	19,5	19,7	0,2
71	20	19,5	-0,5
72	20,5	20,7	0,2
73	21	22,5	1,5
74	23	23,4	0,4
75	19	20,2	1,2
76	22	22	0
77	20	19,9	-0,1
78	23	22,7	-0,3
79	20	19,4	-0,6
80	23	21,9	-1,1
81	19	20,5	1,5
82	23	23	0
83	20	20,1	0,1
84	20	20	0
85	19	20	1
86	21	20,8	-0,2
87	21	19,6	-1,4
88	18	18,7	0,7
89	20	18,3	-1,7
90	20,5	21,9	1,4
	21,0778	21,2622	0,1844