

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**



**ESTUDIO *IN VITRO* COMPARATIVO SOBRE LA EFICACIA DE LOS  
LOCALIZADORES DE ÁPICE ROOT ZX MINI, APEX ID Y PROPEX PIXI; Y  
COMPARACIÓN DE LAS MEDICIONES *IN VITRO* VERSUS *IN VIVO* DE ESTOS  
LOCALIZADORES DE ÁPICE**

**POR**

**ANA KAREN HINOJOSA CASTILLO**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS EN EL ÁREA ENDODONCIA**

**NOVIEMBRE, 2019**

ESTUDIO *IN VITRO* COMPARATIVO SOBRE LA EFICACIA DE LOS  
LOCALIZADORES DE ÁPICE ROOT ZX MINI, APEX ID Y PROPEX PIXI; Y  
COMPARACION DE LAS MEDICIONES *IN VITRO* VERSUS *IN VIVO* DE ESTOS  
LOCALIZADORES DE ÁPICE

MAESTRÍA EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS EN EL ÁREA ENDODONCIA

**Comité de Tesis**

---

DR. JORGE JAIME FLORES TREVIÑO  
DIRECTOR DE TESIS

---

DRA. IDALIA RODRÍGUEZ DELGADO  
CODIRECTOR DE TESIS

---

DRA. SUSANA COROMOTO GÓMES AZEVEDO  
ASESOR METODOLÓGICO

---

DR. GUSTAVO ISRAEL MARTÍNEZ GONZÁLEZ  
ASESOR ESTADÍSTICO

ESTUDIO *IN VITRO* COMPARATIVO SOBRE LA EFICACIA DE LOS  
LOCALIZADORES DE ÁPICE ROOT ZX MINI, APEX ID Y PROPEX PIXI; Y  
COMPARACION DE LAS MEDICIONES *IN VITRO* VERSUS *IN VIVO* DE ESTOS  
LOCALIZADORES DE ÁPICE

---

DR. JORGE JAIME FLORES TREVIÑO

Coordinador del Posgrado de Endodoncia de la FOUANL

---

DRA. ROSA ISELA SANCHEZ NAJERA

Subdirectora de la subdivisión de Estudios de Posgrado de la FOUANL

LOS MIEMBROS DEL JURADO ACEPTAMOS LA INVESTIGACIÓN Y  
APROBAMOS EL DOCUMENTO QUE AVALA A LA MISMA COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE ODONTOLÓGICAS EN EL  
ÁREA DE ENDODONCIA

APROBACIÓN DE TESIS

---

Dra. IDALIA RODRIGUEZ DELGADO  
PRESIDENTE

---

DR. JORGE JAIME FLORES TREVIÑO  
SECRETARIO

---

DR. GUSTAVO ISRAEL MARTÍNEZ GONZALEZ  
VOCAL

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida, por permitirme llegar a esta meta con salud y a toda mi familia por estar siempre presente.

A mis padres, Rubén Matías Hinojosa Todd y Ma. Del Carmen Castillo Cazares, ya que sin ustedes no me podría imaginar haber llegado hasta ahora, gracias por siempre apoyarme en mis decisiones. Por alentarme a ser mejor cada día, por su apoyo incondicional.

A mis hermanos Alexia e Irving, parte fundamental de mis logros, porque somos un equipo, siempre juntos, apoyándonos en nuestras metas y luchando por ellas.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que forman el Posgrado de Endodoncia, de la UANL, así mismo a la UANL por abrirme las puertas y permitirme realizar mi proceso educativo en esta institución.

Mis agradecimientos a mis profesores, mi director Dr. Jorge Jaime Flores Treviño, Dra. Idalia Rodríguez Delgado por confiar en mí, por permitirme ser parte del posgrado y su apoyo durante el desarrollo de esta investigación.

A la Dra. Susana Coromoto Gómez Acevedo por apoyarme en la revisión y redacción así como compartiendo sus conocimientos y experiencias. Por el tiempo que me dedico durante el desarrollo de la investigación, sin duda alguna siempre estuvo conmigo demostrando su apoyo e interés para la finalización de este.

A la Dra. Gaby Serna gracias por todo tu apoyo durante el tiempo de proyección, por esos ánimos cuando creí que ya no podía más, durante el cansancio emocional y físico. Por orientarme en el desarrollo y por todo tu tiempo invertido.

Al Dr. Gustavo Martínez por su dedicación y paciencia al resolver todas las dudas sobre la estadística de este estudio.

A la Dra. Elizabeth Madla por su apoyo en esta investigación.

A mis compañeros de generación, en especial a Ricardo, Adrian, Sue y Anais, gracias por ese apoyo emocional, por ser parte de esta investigación, gracias por siempre asistirme y apoyarme.

Y por último, pero no menos importante a mis amigos quienes siempre están conmigo, han sido un apoyo fundamental ya que estar lejos de mi familia no es fácil. Por hacerme sentir parte de la suya y comprender cuando no podía estar ahí.

Nunca olvidare que me dijiste, Karen tu lograras todo lo que te propongas, has sido y serás motor fundamental para mí. Gracias y abrazo hasta el cielo mi amigo Alan Rivas Garza.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico para la realización de mis estudios.

## TABLA DE CONTENIDO

Sección	Página
LISTA DE TABLAS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	x
NOMENCLATURA.....	xi
RESUMEN.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. HIPÓTESIS .....	2
3. OBJETIVOS.....	3
3.1 Objetivo General .....	3
3.2 Objetivos específicos .....	3
4. ANTECEDENTES .....	4
4.1 Tratamiento de Endodoncia.....	4
4.2 Longitud de trabajo .....	5
4.3 Anatomía del foramen apical .....	6
4.4 Métodos para determinar la longitud de trabajo .....	7
4.5 Historia de los localizadores apicales electrónicos .....	9
4.6 Localizadores apicales de acuerdo a su funcionamiento.....	9
4.7 Tipos de localizadores de acuerdo a la generación.....	11
4.8 Root ZX mini (J Morita, Tokyo, Japan) .....	13
4.9 Apex ID (SybronEndo, Glendora, CA) .....	14
4.10 Propex Pixi (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland).....	14
5.-MÉTODOS.....	16
5.1 Descripción de procedimientos.....	16
5.1.1 Selección de muestra .....	16
5.1.2 Mediciones Electrónicas <i>in vitro</i> de los Localizadores de Ápice Root ZX mini, Apex ID, Propex Pixi.....	16
5.1.3 Toma de la Longitud Real (LR).....	17
5.1.4 Comparación de las mediciones <i>in vivo</i> versus <i>in vitro</i> de los Localizadores de Ápice	

<b>Root ZX mini, Apex ID, Propex Pixi.....</b>	<b>18</b>
<b>5.1.5 Comparación de longitud de trabajo.....</b>	<b>20</b>
<b>5.1.6 Análisis estadístico.....</b>	<b>20</b>
<b>6. RESULTADOS.....</b>	<b>21</b>
<b>6. 1.- Mediciones Electrónicas in vitro de los Localizadores de Ápice Root ZX mini, Apex ID, Propex Pixi.....</b>	<b>21</b>
<b>7. DISCUSIÓN.....</b>	<b>36</b>
<b>8. CONCLUSIONES.....</b>	<b>38</b>
<b>9. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>42</b>



## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Página</b>
I. Comparación de las mediciones electrónicas por grupo de estudio, con la longitud real.....	21
II. Mediciones electrónicas de localizadores de ápices y longitud real Mediciones Obtenidas In Vitro /LR.....	23
III. Diferencia entre medición electrónica Apex ID y longitud real Mediciones Obtenidas In Vitro /LR.....	25
IV. Diferencia entre medición electrónica Root ZX Mini y longitud real Mediciones Obtenidas In Vitro /LR.....	27
V. Diferencia entre medición electrónica Propex Pixi y longitud real Mediciones Obtenidas In Vitro /LR.....	29
VI. Diferencia entre la longitud real y la medición electrónica de Apex ID, Root ZX Mini y Propex Pixi.....	31
VII. Comparación de las longitudes de trabajo por grupo de estudio.....	32
VIII. Mediciones in vitro .....	34
IX. Mediciones in vivo .....	35

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1. Lima K 10 fuera del foramen apical .....	18
2. Lima K 10 al ras del foramen .....	18
3. Radiografía inicial .....	19
4. Realizando acceso y mediciones.....	19
5. Topes perpendiculares .....	19
6. Apex ID .....	19
7. Root ZX Mini .....	19
8. Propex Pixi .....	19
9. C Comparación de media de mediciones electrónicas de localizadores apicales <i>in vitro</i> y longitud real.. .....	22
10. Media de las longitudes, in vitro e in vivo, por grupo de estudio.....	33

**NOMENCLATURA**

Hz	Hertz o Hertzios
LR	Longitud real
ME	Medición electrónica
mm	Milímetro
NaOCl	Hipoclorito de sodio

**Nombre: Ana Karen Hinojosa Castillo**  
**Fecha de graduación.**  
**Universidad Autónoma de Nuevo León**  
**Facultad de Odontología**  
**Maestría en Ciencias Odontológicas en el Área de Endodoncia.**

ESTUDIO IN VITRO COMPARATIVO SOBRE LA EFICACIA DE LOS LOCALIZADORES DE ÁPICE ROOT ZX MINI, APEX ID Y PROPEX PIXI; Y COMPARACION DE LAS MEDICIONES IN VITRO VERSUS IN VIVO DE ESTOS LOCALIZADORES DE ÁPICE.

### **RESUMEN**

#### **Mediciones Electrónicas *in vitro* de los Localizadores de Ápice Root ZX mini, Apex ID, Propex Pixi**

**INTRODUCCIÓN:** Los localizadores apicales electrónicos son usados para establecer una longitud de trabajo endodóntica adecuada ya que permite una localización más exacta del foramen, y ayudan a realizar tratamientos en menos tiempo, menos citas y menos exposición radial.. **OBJETIVO:** El objetivo de este estudio fue determinar la eficacia, *in vitro*, de localizadores de ápices Apex ID (SybronEndo, Glendora, CA), Root ZX mini (J Morita, Tokyo, Japan) y Propex Pixi (Dentsplay, Maillefer, Ballaigues, Switzerland). **METODOLOGÍA:** En este estudio se usaron 67 dientes unirradiculares indicados para extracción, se realizaron las medidas con Root ZX mini, Apex ID y Propex

Para testar los tres localizadores de ápices se utilizaron cubiteras de plástico, en los cuales se sumergieron los dientes hasta el cuello en alginato y una vez gelificado se tomaron las longitudes con una lima K #15. Se compararon las medidas de cada localizador con la longitud real. **RESULTADOS:** No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre la longitud real (LR) y ME Apex ID ( $p=0.4950$ ), , ME Root ZX Mini ( $p=0.4661$ ), y ME Propex Pixi ( $p=0.4788$ ). La precisión de Apex ID, Root ZX Mini y Propex Pixi en un rango de  $\pm 0.5$ mm fue de 76.11%, 73.13% y 67% y en un rango de  $\pm 1.0$ mm fue un 94.02%, 94.03% y 94.01% respectivamente. **CONCLUSIONES:** Todos los localizadores poseen una alta precisión para determinar la longitud de trabajo.

**Palabras clave:** Localizadores apicales, Apex ID, Root ZX Mini, Propex Pixi.

## RESUMEN

### Comparación de las mediciones *in vivo* versus *in vitro* de los Localizadores de Ápice Root ZX mini, Apex ID, Propex Pixi.

**INTRODUCCIÓN:** Los localizadores apicales electrónicos son usados para establecer una longitud de trabajo endodóntica adecuada ya que permite una localización más exacta del foramen, y ayudan a realizar tratamientos en menos tiempo, menos citas y menos exposición radial.. **OBJETIVO:** El objetivo de este estudio fue comparar las mediciones otorgadas por los localizadores de ápice Apex ID (SybronEndo, Glendora, CA), Root ZX mini (J Morita, Tokyo, Japan) y Propex Pixi (Dentsplay, Maillefer, Ballaigues, Switzerland) de manera *in vitro* versus *in vivo* . **METODOLOGÍA:** En este estudio se usaron 30 dientes unirradiculares indicados para extracción, se realizaron las medidas con Root ZX mini, Apex ID y Propex de manera *in vitro* y se compararon con las ya obtenidas de manera *in vivo*. **RESULTADOS:** No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones electrónicas de los tres localizadores de manera *in vitro* en comparación con las obtenidas de manera *in vivo*, Apex ID (p=0.4781), Root Zx mini (p=0.3835), Propex Pixi (p=0.3307). **CONCLUSIONES:** No hay diferencias significativas en las mediciones obtenidas de manera *in vivo* y las *in vitro*. **Palabras clave:** Localizadores apicales, Apex ID, Root ZX Mini, Propex Pixi.

**Director de Tesis : Dr. Jorge Jaime Flores Treviño**

**Co-Director de Tesis: Dra. Idalia Rodríguez Delgado**

**Dr. Jorge Jaime Flores Treviño**

**TESISTA: Ana Karen Hinojosa Castillo**

**DIRECTOR DE TESIS: Dr. Jorge Jaime Flores Treviño**

**CODIRECTOR DE TESIS: Dra. Idalia Rodríguez Delgado**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

ESTUDIO IN VITRO COMPARATIVO SOBRE LA EFICACIA DE LOS LOCALIZADORES DE ÁPICE ROOT ZX MINI, APEX ID Y PROPEX PIXI; Y COMPARACION DE LAS MEDICIONES IN VITRO VERSUS IN VIVO DE ESTOS LOCALIZADORES DE ÁPICE.

#### **ABSTRACT**

**Electronic Measurements of the Root ZX mini Apex Locators, Apex ID, Propex Pixi *in vitro***

**INTRODUCTION:** Electronic apical locators are used to establish an adequate endodontic working length since it allows a more accurate location of the foramen, and helps to perform treatments in less time, less appointments and less radial exposure.

**OBJECTIVE:** The objective of this study was to determine the efficacy, *in vitro*, of apex locators Apex ID (SybronEndo, Glendora, CA), Root ZX mini (J Morita, Tokyo, Japan) and Propex Pixi (Dentsplay, Maillefer, Ballaigues, Switzerland).

**METHODOLOGY:** In this study 67 unirradicular teeth indicated for extraction were used, measurements were performed with Root ZX mini, Apex ID and Propex

To test the three apex locators, plastic buckets were used, in which the teeth were immersed to the neck in alginate and once gelled the lengths were taken with a K # 15 file. The measurements of each locator were compared with the actual length.

**RESULTS:** No statistically significant differences were observed between the real length (LR) and ME Apex ID ( $p = 0.4950$ ), ME Root ZX Mini ( $p = 0.4661$ ), and ME Propex Pixi ( $p = 0.4788$ ). Apex accuracy ID, Root ZX Mini and Propex Pixi in a range of + 0.5mm was 76.11%, 73.13% and 67% and in a range of + 1.0mm it was 94.02%, 94.03% and 94.01% respectively.

**CONCLUSIONS:** All locators have high precision to determine the length of work.

Keywords: Apical locators, Apex ID, Root ZX Mini, Propex Pixi.

## ABSTRACT

### Comparison of *in vivo* versus *in vitro* measurements of the Root ZX mini Apex Locators, Apex ID, Propex Pixi.

**INTRODUCTION:** Electronic apical locators are used to establish an adequate endodontic working length since it allows a more accurate location of the foramen, and helps to perform treatments in less time, less appointments and less radial exposure.

**OBJECTIVE:** The objective of this study was to compare the measurements granted by the apex locators Apex ID (SybronEndo, Glendora, CA), Root ZX mini (J Morita, Tokyo, Japan) and Propex Pixi (Dentsplay, Maillefer, Ballaigues, Switzerland) *in vitro* versus *in vivo* .

**METHODOLOGY:** In this study, 30 unirradicular teeth indicated for extraction were used, measurements were performed with Root ZX mini, Apex ID and Propex *in vitro* and compared with those already obtained *in vivo*.

**RESULTS:** No statistically significant differences were observed between the electronic measurements of the three locators *in vitro* in comparison with those obtained *in vivo*, Apex ID ( $p = 0.4781$ ), Root Zx mini ( $p = 0.3835$ ), Propex Pixi (  $p = 0.3307$ ).

**CONCLUSIONS:** There are no significant differences in the measurements obtained *in vivo* and *in vitro*. Keywords: Apical locators, Apex ID, Root ZX Mini, Propex Pixi.

## 1. INTRODUCCIÓN

La longitud de trabajo es decisivo para el éxito de un tratamiento endodotal, ya que de ella dependerá, la desinfección, conformación y obturación del conducto radicular. Los localizadores de ápice electrónicos son una herramienta innovadora que ayuda a determinar la longitud de trabajo, los cuales son usados la mayoría por endodoncistas.

Existen diferentes tipos de localizadores electrónicos, los cuales difieren en su función y generación. Estos ayudan a poder realizar nuevos procedimientos y técnicas, debido a que son más precisos.

Es por ello que el objetivo de este estudio fue evaluar la precisión de los localizadores apicales Root ZX mini (J Morita, Tokyo, Japan) de cuarta generación y de método ratio de dos frecuencias, Apex ID (SybronEndo, Glendora, CA) de ratio de dos diferentes frecuencias y el Propex Pixi (Dentsplay, Maillefer, Ballaigues, Switzerland) de quinta generación de multifrecuencia.

En este estudio se usaron 67 dientes unirradiculares indicados para extracción, se realizaron las medidas con Root ZX mini, Apex ID y Propex Pixi . . Los localizadores apicales fueron utilizados según las indicaciones del fabricante. Para testar los tres localizadores de ápices se utilizaron cubiteras de plástico, las cuales fueron llenas con alginato cada nicho de la cubitera y se sumergieron los dientes hasta el cuello y se esperó a que el alginato se gelificara completamente, en el cubo con alginato se colocó previamente el gancho para labio y la pinza porta-limas a una lima K #15. Se realizaron las mediciones en grupo de 4, hasta completar los 67. Se compararon las medidas de cada localizador con la longitud real para determinar cuál fue más preciso.

En este mismo estudio se usaron 30 dientes unirradiculares de la muestra anterior, de los cuales se había realizado por otro Operador las medidas con Root ZX mini, Apex ID y Propex Pixi de manera *in vivo* y bajo el mismo procedimiento descrito anteriormente y se compararon las medidas de cada localizador con las medidas obtenidas de manera *in vitro* con esta misma muestra.



## 2. HIPÓTESIS

Los localizadores de ápices Apex ID, Root ZX Mini y Propex Pixi son igual de precisos en el registro de la longitud de trabajo.

Las mediciones obtenidas por los localizadores de ápices Apex ID, Root ZX Mini y Propex Pixi de manera *in vitro* son igual de precisas que las obtenidas de manera *in vivo*.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo General

1.- Determinar la eficacia, *in vitro*, de localizadores de ápices Root ZX mini, Apex ID, Propex Pixi en establecer la longitud de trabajo.

2.- Determinar si existe diferencias entre mediciones electrónicas otorgadas por los localizadores de ápices Root ZX mini, Apex ID, Propex Pixi *in vivo* versus *in vitro*, en un mismo diente.

#### 3.2 Objetivos específicos

- Determinar la eficacia de los localizadores de ápice Root ZX mini, Apex ID y Propex Pixi *in vitro*.

Comparar las mediciones otorgadas por el localizador:

- Apex ID *in vitro* *lin vivo*.
- Root ZX Mini *in vitro* *lin vivo*.
- Propex Pixi *in vitro* *lin vivo*.

## 4. ANTECEDENTES

### 4.1 Tratamiento de Endodoncia

La Endodoncia es una rama de la odontología que se dedica al estudio de la morfología, la fisiología y la patología de la pulpa dental y de los tejidos periapicales humanos, así como la prevención y el tratamiento de los trastornos y las lesiones relacionadas con estos tejidos (Torabinejad y Walton, 2010).

Su objetivo es preservar la pieza dental realizando una limpieza mecánica y química de la cámara pulpar y de conductos radiculares, deben obturarse con un material de relleno inerte y biocompatible (Rajeswari et al, 2016).

La terapia endodóntica consiste en la extirpación de la pulpa en la cavidad dentaria cameral y los conductos radiculares, desinfectar y conformar dichos conductos para obturarlos con un material biocompatible con el fin de mantener el diente en la cavidad oral. El procedimiento incluye: diagnóstico, trepanación, acceso a las cavidades dentarias pulpares de la corona y raíces, determinar la longitud de trabajo de los conductos radiculares, instrumentación biomecánica o químico-mecánica, conometría y obturación radicular. (Rodríguez-Niklitschek y Oporto, 2014).

Al realizar un tratamiento endodóntico, uno de los procedimientos cruciales para su éxito es determinar una longitud de trabajo adecuada para así precisar con mayor exactitud el límite apical de la instrumentación y obturación radicular (Aydin *et al.*, 2015).

## 4.2 Longitud de trabajo

La longitud de trabajo se define como la distancia entre un punto referencial en la corona y el punto en el que la preparación del conducto y la obturación deben terminar. Es importante que la longitud de trabajo se mida con la mayor precisión posible y mantener esta longitud durante el tratamiento. (Gordon, 2004) (Nekoofar et al, 2006). Una correcta LT nos ayuda a reducir el riesgo de realizar una preparación ineficiente en la zona apical, dejando pulpa remanente o microorganismos dentro del conducto; así como evitar la sobreinstrumentación y/o obturación más allá de los límites del conducto y así prevenir el dolor post operatorio (ElAyouti & Weiger, 2002)(Sunada, 1962) Georgopoulou et al, 1986).

La delimitación de la longitud de trabajo , tiene una importante participación en el fracaso del tratamiento endodóntico, debido a que la instrumentación y obturación dependen ampliamente de la longitud de trabajo obtenida, para poder realizar una adecuada desinfección de los conductos radiculares y así obtener un mejor pronóstico (Riccuci, 1998).

Generalmente la longitud de trabajo se determina mediante la observación radiográfica, entre la distancia del ápice radiográfico a la constricción apical (Vertucci, 2005). La longitud de trabajo consiste en obtener una medida obtenida mediante la distancia obtenida de un punto de referencia coronal hasta donde termina el foramen apical. (Rodríguez-Niklischek y Oporto V, 2014)

Desafortunadamente, la distancia del ápice radiográfico a la constricción apical es variable (Vertucci, 2005).

### 4.3 Anatomía del foramen apical

Para que el tratamiento endodóntico pueda tener éxito es importante conocer bien la anatomía pulpar, especialmente el tercio apical. (Torabinejad y Walton, 2010). Un aspecto importante en la determinación de la longitud de trabajo es la localización del foramen y de la constricción apical (Saad y Al-Yahya, 2003).

La constricción apical es el diámetro apical menor, la parte más estrecha del conducto radicular con el menor diámetro de suministro de sangre y la preparación del conducto radicular a este punto da como resultado un sitio pequeño de herida y condiciones de curación óptimas (Ricucci y Langeland 1998). Esta gradualmente se ensancha apicalmente hacia el diámetro apical mayor conocido como foramen apical, en esta área las paredes se encuentran más separadas, tomando forma de embudo, que además diferencia la terminación del conducto cementario desde la superficie externa de la raíz (Kuttler, 1980). El ápice radicular habitualmente presenta variabilidad de forma y dimensión apical. (Ponce y VilarFernandez, 2003).

El límite apical para la instrumentación del conducto siempre ha sido objeto de controversia. Aun cuando se han publicado varios estudios al respecto, todavía no se ha llegado a un consenso (Gomes et al, 2015). Algunos autores sugieren la unión cemento dentina como un punto favorable de término de preparación basados en el hecho de que el sellado adecuado del conducto en esta área hace imposible que las bacterias y sus toxinas invadan el tejido periapical (Basmadjian et al, 2002). Sin embargo, la identificación exacta de esta área solo se puede detectar mediante cortes histológicos. Además, la anatomía de esta área es muy irregular y la extensión del cemento en el conducto del diente puede variar (Ponce y VilarFernandez, 2003).

Martins y cols, concluyeron tras su revisión sistémica, que la constricción apical ha sido propuesta como el límite apical más apropiado para la longitud de trabajo, en base a las nuevas actualizaciones que se han presentado; los localizadores de ápice electrónicos,

los cuales detectan la transición de la pulpa al tejido periodontal, que anatómicamente es muy cerca de la constricción apical.

La precisión de la longitud de trabajo, tiene un gran impacto en el resultado del tratamiento radicular ( Seltzer et al. 1963, Ricucci 1998, Ricucci & Langeland 1998).La Constricción apical (AC) es el punto final recomendado para la preparación de los conductos por varios autores (Kuttler 1955, Ricucci y Langeland 1998, Gordon & Chandler 2004). Sin embargo, la constricción apical no puede ser detectada mediante método radiográfico, la longitud de trabajo mediante radiografía es una estimación basada en la distancia entre la constricción y el diámetro mayor. Por lo cual la LT es basada a 0.5-1mm por debajo del ápice radiográfico.

No todos los conductos suelen ser rectos, pueden llegar a ser localizador lateralmente (Kuttler 1955, Dummer et al. 1984, ElAyouti et al. 2002) ya una distancia de hasta a 3 mm del ápice anatómico (Green 1955, Dummer et al. 1984).

#### **4.4 Métodos para determinar la longitud de trabajo**

Existen diversas técnicas para determinar la constricción apical; por medio de sensación táctil por parte del operador, por medio de radiografías convencionales y también con la ayuda de localizadores apicales electrónicos (Singh *et al.*, 2012).

##### **Sensación táctil**

Medio para detectar la longitud de trabajo, en el cual consiste en colocar un instrumento dentro del conducto hasta sentir una constricción o resistencia en apical , suele ser inexacta en casos con complicaciones anatómicas como conductos reducidos, curvaturas excesivas, resorciones radiculares, entre otras (Abdullah *et al.*, 2016).

### **Método radiográfico**

Es uno de los métodos más utilizados para determinar la longitud de trabajo; consiste en tomar una radiografía con una lima dentro del conducto, hasta que se aproxime al foramen apical y determinar a partir de esta la longitud de trabajo, En el cual se encuentre entre 0.5 y 1 mm respecto al vértice radiográfico (Gordon y Chandler, 2004). Hoy en día el método radiográfico ha sido evolucionado mediante la existencia del radiovisografo, el cual ha sido modernizado con el transcurso de los años, posee grandes ventajas en cuanto a la reducción de tiempo de trabajo y radiación. Logrando mostrar mayor eficacia en la determinación de la longitud de trabajo, debido al software que permite hacer mediciones más exactas.. (Ezzodini et al, 2006)

Sin embargo, con una radiografía es imposible poder determinar la constricción apical, además son sujeto de distorsión de la imagen, susceptible a la angulación e interpretación del clínico, entre otras y la falta de representación tridimensional. (Vande et al, 1969).

### **Método Electrónico**

#### **Localizadores apicales electrónicos**

Los localizadores apicales son de los instrumentos más innovadores para determinar la longitud de trabajo (Kim *et al.*, 2015).

La precisión de la longitud de trabajo obtenida mediante localizadores apicales electrónicos puede llegar a ser afectada por la posición lateral del foramen apical, por la distancia del foramen apical y la constricción apical. (Piasecki *et al.*, 2016).

#### **4.5 Historia de los localizadores apicales electrónicos**

Custer (1918) Propuso obtener la longitud exacta del conducto mediante a conductividad eléctrica de un instrumento metálico dentro del conducto (seco) y la óptima conductividad del tejido periapical. Fue el primero en determinar la longitud de trabajo electrónicamente mediante una corriente eléctrica dentro del conducto que completa el circuito eléctrico , al momento en que el electrodo llega a tocar el fluido tisular o los tejidos perirradiculares, indicando de esta manera la constricción apical.(Lopes, 2004)

Más adelante, Suzuki (1942) investigó las propiedades eléctricas de los tejidos orales y desarrolló el primer localizador electrónico de ápice. El dispositivo, basado en la resistencia eléctrica, midió la resistencia entre dos electrodos para determinar la ubicación de un instrumento en el conducto.(Vinayak y Pishipati., 2013).

Cuando la punta del instrumento ha llegado a la membrana periodontal, mediante el foramen apical, el circuito eléctrico se cierra, determinado la constricción apical.

Un polo del aparato debe ser colocado dentro de la cavidad oral, teniendo contacto con la mucosa bucal, a través del gancho labial y el otro polo conectado al instrumento endodóntico. (Gordon et al, 2004). La fiabilidad de los localizadores de ápice de doble frecuencia para determinar la Constricción Apical (CA) es superior al método radiográfico (Kobayashi &Sunada, 1994).

#### **4.6 Localizadores apicales de acuerdo a su funcionamiento**

##### **Resistencia**

Se basan en el supuesto de que el circuito entre la lima endodóntica y el clip del labio podrían ser presentado como un simple circuito resistivo. Se aplicó una corriente directa al circuito y se midió el voltaje. Al dividir el valor del voltaje por el valor de la corriente



se calculó el valor de la resistencia del circuito (Nekoofar et al., 2006). Estos dispositivos no son tan precisos en presencia de electrolitos, hemorragia, pus o tejido pulpar presente. (Pommer et al., 2002).

#### Baja frecuencia

El principio de medir la longitud del conducto radicular por este dispositivo se basa en el supuesto de que la oscilación de baja frecuencia, producida por la resistencia y capacidad entre la mucosa bucal y el surco gingival, es la misma que la frecuencia entre el ligamento periodontal al terminar el conducto y la mucosa oral (Inoue y Skinner 1985).

#### Alta frecuencia

El Endocater (Hygienic Corp, Akron, OH, USA) fue desarrollado en 1979 y empleaba un circuito de alta frecuencia para efectuar la medición. Para permitir la presencia de humedad dentro del conducto, se debía colocar un aislante, o funda en la lima, lo que dificultaba su acceso a la constricción apical (Nekoofar et al., 2006).

#### Capacitancia y resistencia

En el 2003 se introdujo Elements TM Diagnostic Unit (SybronEndo, Anaheim, CA, USA) el cual medía la capacitancia y resistencia del circuito por separado. (Vera y Gutiérrez, 2004). El dispositivo explota una señal compuesta por dos frecuencias para medir la resistencia y capacitancia del sistema y luego compara los valores medidos con su tabla de consulta para diagnosticar la posición de la lima endodóntica (Serota et al., 2004).

#### Diferencia impedancia en dos frecuencias

Yamaoka en 1984 desarrollo un dispositivo de medición en el que se emplearon dos frecuencias en la medición. Este dispositivo mide el valor de impedancia de dos frecuencias diferentes y calcula la diferencia entre los dos valores. (Saito y Yamashita, 1990). La medida real es la diferencia entre las tensiones de dos frecuencias que es proporcional a la diferencia en valores de impedancia. El dispositivo debe calibrarse

para eliminar el efecto de dielectro de material dentro del conducto (Nekoofar et al., 2006).

#### Radio de impedancia en dos frecuencias

Estos dispositivos basados en el radio de la impedancia, la fuente de la corriente alterna es de nuevo una fuente de dos frecuencias, es decir, comprende dos ondas con una frecuencia alta y una frecuencia baja. La impedancia del modelo es la medida de cada frecuencia y la posición de la lima se determina a partir del radio de estas dos impedancias (Nekoofar et al., 2006). En 1994 se demostró que el radio tenía un valor definido determinado por las frecuencias utilizadas y que indicaba la ubicación de la punta de la lima en el conducto radicular (Kobayashi y Suda, 1994). La lectura que puede brindar este tipo de equipos es bastante confiable ante la presencia de electrolitos (Nekoofar et al., 2006).

El primer localizador apical de este tipo fue el Root ZX (J Morita Co. Tokyo, Japan) (Kobayashi y Suda, 1994). El principio de su funcionamiento podría explicar porque no hay diferencias significativas entre su capacidad de determinar la constricción apical en raíces con pulpas vitales versus pulpas necróticas como también con irrigantes (Jenkins et al., 2001).

### 4.7 Tipos de localizadores de acuerdo a la generación

#### *Primera generación*

Son llamados tipo resistencia, detectan el cambio de resistencia con una corriente única. El primer localizador desarrollado en 1969, fue **The Root Canal Meter**. (Onuki Medical Co., Tokyo, Japan) utilizaba el principio de resistencia como corriente alterna de 150 Hz. Debido a su alto nivel de corriente, su uso causaba mucho dolor en el paciente por lo cual se realizaron mejoras y surgió **Endodontic Meter**, **Endodontic Meter S II** (Onuki Medical Co, **Dentometer** (Dahlin Electromedicine) y **Endoradar** (Elettronica Liarre) (Gordon y Chandler, 2004). Según el estudio Tidmarsh et al. 1985, determinó que las lecturas no eran fiables ya que en comparación con las radiografías, las medidas

obtenidas eran mucho más largas o más cortas. Eran poco precisos con presencia de fluidos dentro de conducto radicular (Fouad *et al.*, 1990).

### *Segunda generación*

A finales de los años 70 estudios cuestionaron la posibilidad de medición exacta en conductos húmedos o forámenes apicales anchos e inmaduros. En esta generación de localizadores se utilizó la impedancia que es la oposición al paso de corriente alterna, en lugar de utilizar la resistencia para determinar la ubicación del foramen (Gordon y Chandler, 2004). Estos localizadores de ápice presentaban problemas en presencia de medios electrolíticos en el conducto y también en conductos secos (Fouad et al, 1990).

### *Tercera generación*

En los años 90 surgió la tercera generación de localizadores apicales de doble frecuencia, estos miden la impedancia a dos o más frecuencias eléctricas distintas para determinar la distancia a la que se encuentra el foramen apical (Kobayashi y Suda, 1994). Estos equipos tienen potentes microprocesadores y son capaces de procesar los coeficientes matemáticos y realizar cálculos logarítmicos para dar medidas más precisas (Gordon y Chandler, 2004). Endex, Root ZX y Justy II son algunos ejemplos de localizadores comúnmente usados (López et al, 2004).

### *Cuarta generación*

Estos dispositivos similares a los de tercera generación empleaban también dos frecuencias, pero las median por separado. Median la resistencia y la capacitancia por separado (en lugar del valor de impedancia resultante) para mejor precisión (Comin et al, 2012).

En el 2003 se introdujo **Elements Diagnostic Unit and Apex Locator** que es un aparato que tiene vitalómetro pulpar y localizador electrónico apical. No procesa información de impedancia como un cálculo de un logaritmo matemático como lo hacían los de tercera

generación, sino que mide los valores de resistencia y capacitancia y los compara con los números que tiene en una base de datos (Gordon y Chandler, 2004).

Localizadores multifrecuencia determinan la zona entre la constricción y el orificio apical, pero no son tan precisos para localizar a la primera por lo cual se aconseja sobrepasar levemente el orificio apical, en el cual el dispositivo alertara que la lima ha alcanzado el tejido periodontal. Por lo cual nos ayuda a tener una certeza de su ubicación. (Hoer y Attin, 2004)

#### *Ventajas del uso de localizadores apicales electrónicos*

Localiza la constricción apical sin la necesidad de irradiar al paciente, menor tiempo para medir la longitud de trabajo y obtiene una medida de trabajo más precisa. Sin embargo, sigue siendo medio auxiliar de las radiografías (Mandlik et al, 2013).

#### *Desventajas del uso de localizadores apicales electrónicos*

Pueden causar interferencia en pacientes con dispositivos eléctricos implantables cardiacos. En el estudio de Miradan-Rius et al, en el 2016 se buscó el porcentaje de riesgo de diversos aparatos de uso dental con dispositivos electrónicos cardiacos implantable y se determinó que los localizadores apicales tenían el menor riesgo de interferencia, sin embargo, esta es 3.5 veces mayor en pacientes con marcapasos cardiacos que con desfibriladores cardioversores implantables (Miranda-Rius et al, 2016).

### **4.8 Root ZX mini (J Morita, Tokyo, Japan)**

Es un localizador apical electrónico de cuarta generación de método ratio, de dos frecuencias, que ha mostrado una alta eficacia sobre diferentes condiciones. Realiza las medidas entre la impedancia de dos frecuencias (0.4 y 8 kHz) e indica la posición de la lima endodóntica dentro del conducto radicular (Soares et al, 2013).

Utiliza la técnica de ratio. Indica la localización de la lima con una alta eficiencia. La exactitud de la medida no se afecta por la presencia o ausencia de sangre, otras secreciones, electrolitos, salino, agua corriente o peróxido de hidrógeno. No es necesario ajustar el aparato a cero antes de la medición de cada conducto. Se auto calibra. Cuenta con una pantalla a color cristal para dar fácil lectura (J Morita MFG Corp, 2011).

#### **4.9 Apex ID (SybronEndo, Glendora, CA)**

Es un localizador apical electrónico que ha sido recientemente introducido en el mercado. De acuerdo a las instrucciones de fábrica, presenta un mecanismo operativo similar a Root ZX con frecuencias diferentes (0.5 y 5.0kHz) (Vasconcelos et al, 2015).

Es un localizador compacto, se puede personalizar el “punto cero” con base en el juicio clínico del operador, no se requiere revisar constantemente la pantalla ya que cuenta con una señal acústica, es preciso en casi cualquier condición ya sea en conductos radiculares secos, húmedos, con sangrado, lleno de solución salina, EDTA, NaOCl o clorhexidina puede proporcionar lecturas consistentes y confiables. Se calibra de forma continua para proporcionar lecturas precisas e ininterrumpidas en tiempo real (SybronEndo, 2016).

#### **4.10 Propex Pixi (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland)**

Utiliza múltiples frecuencias para determinar la longitud del conducto, pero su cálculo está basado en la energía de la señal, no en la amplitud de la señal como la mayoría. (Pascon et al, 2009).

Es la versión más nueva de Propex, es un localizador de quinta generación que usa múltiples frecuencias para calcular las medidas de longitud. Mide la energía de señales eléctricas de multifrecuencia. Algunos autores identifican los aparatos de la cuarta generación que incorporan un procesador matemático en el localizador de foramen como una quinta generación. (Ravichandra et al, 2015). Localizador apical de quinta generación de multifrecuencia recientemente introducido al mercado. Hay estudios que indican su precisión para determinar la longitud de trabajo (Ústün et al, 2016).

En un estudio realizado por Nolanu et al, en el 2014 se evaluó la influencia del diámetro del foramen apical y el tamaño de la lima endodóntica usando propex pixi para determinar la longitud de trabajo. Se escogió este localizador apical porque puede funcionar en conductos radiculares secos y húmedos, no requiere calibración, no es necesario ajustar a cero, tiene menos perturbación por enredo de cables, mejor control visual del avance de la lima endodóntica y también da control dual del progreso de la lima (Densply Maillefer, 2014). Los resultados de estudio demostraron que la precisión de este localizador disminuye cuando el foramen apical aumenta de diámetro (Nolanu et al, 2014).

## 5.-MÉTODOS

### 5.1 Descripción de procedimientos

#### 5.1.1 Selección de muestra

1.- 67 dientes extraídos monorradiculares con ápice maduro, que fueron indicados para extracción por razones periodontales, protésicas u ortodóncico. Se excluyeron aquellas piezas que presentaban lesiones perirradiculares.

2.- 30 dientes extraídos monorradiculares con ápice maduro, que fueron indicados para extracción por razones periodontales, protésicas u ortodóncico. Se excluyeron aquellas piezas que presentaban lesiones perirradiculares.

#### 5.1.2 Mediciones Electrónicas *in vitro* de los Localizadores de Ápice Root ZX mini, Apex ID, Propex Pixi

Se utilizó un programa computarizado de aleatorización para designar el orden en el cual los localizadores de ápices fueron usados. Un solo investigador efectuó las mediciones. (Operador A)

Los localizadores apicales fueron utilizados según las indicaciones del fabricante. Para testar los tres localizadores de ápices se utilizaron cubiteras de plástico, las cuales fueron llenas con alginato cada nicho de la cubitera y se sumergieron los dientes hasta el cuello y se esperó a que el alginato se gelificara completamente, en el cubo con alginato se colocó previamente el gancho para labio y la pinza porta-limas a una lima K #15. El procedimiento descrito, se efectuó en grupos de 4 dientes, hasta completar los 67 dientes incluidos en el estudio.

Para el localizador Apex ID la lima se avanzó hasta que la barra indicadora y auditiva señalara “APEX”, en este punto la lima se retiró hasta que la barra indicadora marcó “0.5”.

Para Root ZX Mini el instrumento se avanzó hasta que la barra indicadora y auditiva marcara “APEX”, después se retiró hasta que la barra indicadora se detuvo en la línea ubicada entre “APEX” y “1”.

En el caso de Propex Pixi la lima se avanzó hasta la barra indicadora “OVER” y se retiró hasta la marca “0.0”. Para evitar sobreinstrumentación el manual recomienda restar 0.5mm de la longitud obtenida en la marca “0.0”. Las mediciones, se tomaron cuando la señal permaneció estable durante 5 segundos en el sitio designado. El tope de goma se colocó perpendicular a la lima, se ajustó al punto de referencia previamente establecido.

Posteriormente se retiró la lima del conducto y la distancia entre la base del tope de goma y la punta de la lima se midió con un calibrador digital milimétrico, de precisión 0.1 milímetros, el cual previamente fue calibrado. Las mediciones obtenidas se registraron como ME Apex ID , ME Root ZX Mini y ME Propex Pixi.

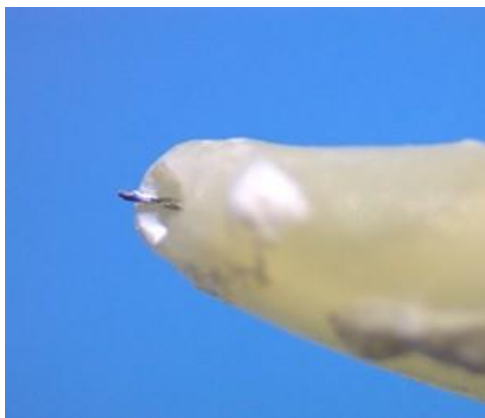
Todas las mediciones fueron efectuadas bajo un mismo operador (Operador A), el cual desconocía los valores de LR, dentro de un rango de 1 hora, tiempo durante el cual el alginato aun conserva suficiente humedad.

### **5.1.3 Toma de la Longitud Real (LR)**

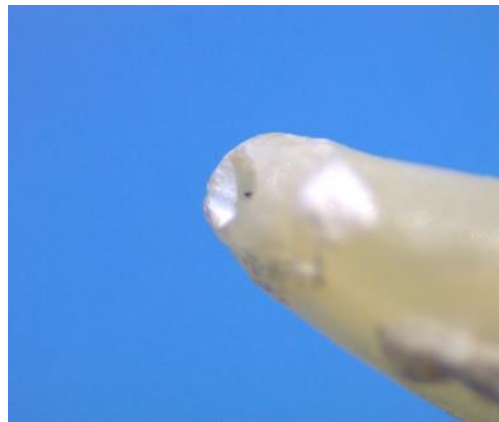
Se estableció una Longitud Real (LR) bajo examinación de estereomicroscopio (Zeiss Stemi 305EDU) a una magnificación de 2x, para descartar presencia de fisuras fracturas o ápices incompletos, realizado por un solo operador. Un operador (operador B) insertó una lima K número 10 de acero inoxidable en el conducto de cada diente hasta que la lima fue visible a través del foramen apical (Figura 7), después se retiró hasta quedar al ras del foramen (Figura 8). Se ajustó el tope de goma a esta medida y se retiró la lima del conducto y se registró la distancia de la punta de la lima a la base del tope de goma con un calibrador digital, de precisión 0.1milímetros. A esta medida se le sustrajo



0.5mm. Se efectuó tres veces esta medición y se calculó la media. El valor obtenido como media que se registró fue la longitud real (RL).



**Figura 1** Lima K 10 fuera del foramen apical.



**Figura 2** Lima K 10 al ras del foramen.

#### **5.1.4 Comparación de las mediciones *in vivo* versus *in vitro* de los Localizadores de Ápice Root ZX mini, Apex ID, Propex Pixi.**

Se tomó una radiografía periapical inicial de cada diente (Figura ). Se aplicó anestesia local mepivacaína al 3% y se realizó aislamiento absoluto. Se fijó un punto de referencia estable, para ello se realizó un desgaste selectivo con una fresa de diamante en las cúspides o borde incisal de los dientes. Posteriormente se hizo el acceso endodental con fresa bola de carburo tallo largo #2 o #4 y se realizó apertura del tercio coronal con fresas Gates Glidden 1, 2 y 3. Se irrigó con 1 ml de solución salina para retirar debris y se secó con puntas de papel. Se tomaron las mediciones electrónicas con los conductos irrigados con 1ml de hipoclorito de sodio al 2.5%. Se utilizó un programa computarizado de aleatorización para designar el orden en el cual los localizadores de ápices fueron usados. Un solo investigador efectuó las mediciones (Operador B) (Figura 2). Los localizadores apicales fueron utilizados según las indicaciones del fabricante descritas anteriormente.

Las mediciones se tomaron cuando la señal permaneció estable durante 5 segundos en el sitio designado. El tope de goma fue nuevo en cada medición, se colocó perpendicular a la lima, se ajustó al punto de referencia previamente establecido (Figura 3) y se tomó una radiografía digital periapical. Posteriormente se retiró la lima del conducto y la distancia entre la base del tope de goma y la punta de la lima se midió con un calibrador digital milimétrico, de precisión 0.1 milímetros, el cual previamente fue calibrado. Las mediciones obtenidas se registraron como ME Apex ID (Figura 4), ME Root ZX Mini (Figura 5) y ME Propex Pixi (Figura 6).



Figura 3. Radiografía inicial. Figura 4. Realizando accesos. Figura 5. Topes perpendiculares y mediciones



Figura 6. Apex ID

Figura 7. Root ZX Mini

Figura 8. Propex Pixi

Las Medidas Obtenidas de manera *in vivo* fueron comparadas con los valores obtenidos de manera *in vitro* descritos anteriormente, de la misma muestra que se utilizó en el primer estudio.

### **5.1.5 Comparación de longitud de trabajo**

Las medidas más allá de la longitud real (0,0) se designaron como positivas y las cortas se designaron como negativas.

### **5.1.6 Análisis estadístico**

Se realizó un análisis comparativo mediante un análisis de varianza ANOVA entre las longitudes obtenidas de manera *in vitro* e *in vivo*. (**Apex ID, Root ZX mini, Propex Pixi,**)

Y una comparación de las longitudes obtenidas de manera *in vitro* mediante un análisis de varianza ANOVA. Entre los localizadores de ápices **Apex ID, Root ZX mini, Propex Pixi,** y las longitudes reales.

## 6. RESULTADOS

### 6. 1.- Mediciones Electrónicas *in vitro* de los Localizadores de Ápice Root ZX mini, Apex ID, Propex Pixi

No hay diferencia estadísticamente significativa entre la longitud real y las mediciones electrónicas de Apex ID, Root ZX mini y Propex Pixi,  $p = o < que 0.05$ , así como tampoco existen diferencias estadísticamente significativas entre las 3 mediciones de los localizadores electrónicos  $p= o < a 0.05$ .

**Tabla I. Comparación de las mediciones electrónicas por grupo de estudio, con la longitud real**

	<i>Media</i>	<i>DE</i>	<i>Varianza</i>	<i>Valor p</i>
<i>Medición electrónica Apex ID (mm)</i>	20.05	2.95	8.69	0.4950
<i>Medición electrónica Root ZX mini (mm)</i>	20.00	2.88	8.30	0.4661
<i>Medición electrónica Propex Pixi (mm)</i>	20.01	2.92	8.54	0.4788
<i>Longitud Real (mm)</i>	20.04	2.96	8.76	

El grupo de las medidas obtenidas con el localizador de ápices Apex ID presentó una media de 20.05 mm *in vitro* con una desviación estándar de  $\pm 2.95$ mm.

En el grupo de medidas obtenidas con Root ZX Mini presentó una media de 20.00 mm *in vitro* con una desviación estándar de  $\pm 2.88$  mm.

En el grupo de medidas obtenidas con Propex Pixi presentó una media de 20.01 mm *in vitro* con una desviación estándar  $\pm$  de 2.92mm.

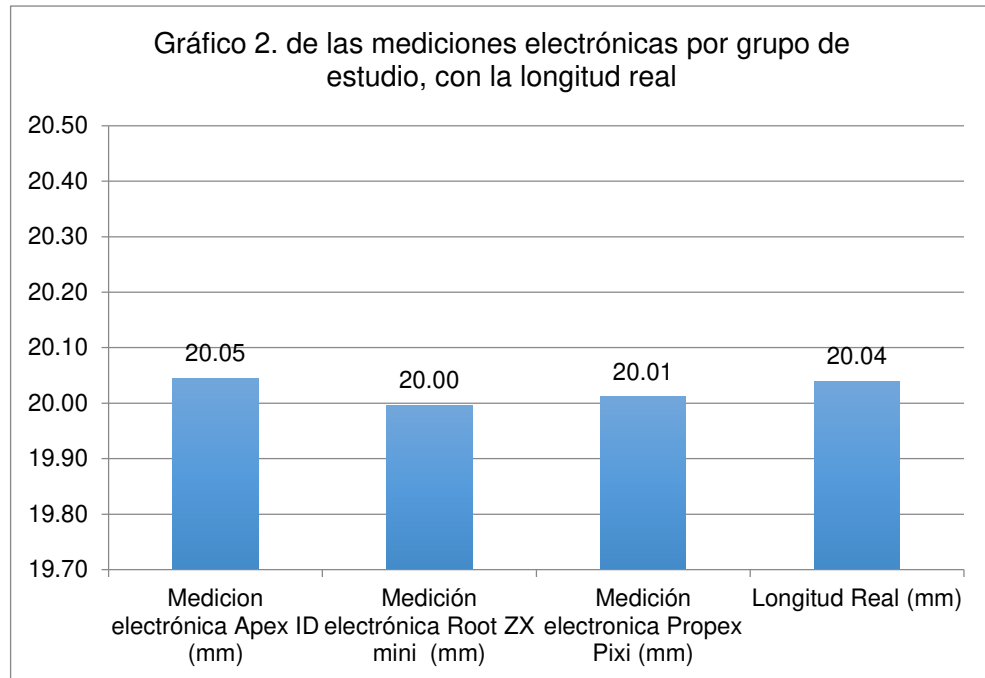


Figura 9. Comparación de media de mediciones electrónicas de localizadores apicales *in vitro* y longitud real.

**Tabla II. Mediciones electrónicas de localizadores de ápices y longitud real**  
**Mediciones Obtenidas In Vitro /LR**  
**(67 OD)**

<b>Pieza</b>	<b>Medición electrónica Apex ID (mm)</b>	<b>Medición electrónica Root ZX mini (mm)</b>	<b>Medición electrónica Propex Pixi (mm)</b>	<b>Longitud Real (mm)</b>
1	19.68	19.44	19.16	19.49
2	19.45	19.34	19.3	18.72
3	18.04	18.36	18.14	18.53
4	20.16	20.35	20.55	20.44
5	20.89	21	21.39	21.3
6	20.33	19.83	20.61	20.59
7	19.88	19.67	19.99	19.83
8	15.07	15.12	14.73	14.83
9	13.5	13.29	13.24	13.18
10	15.26	15.65	15.02	14.64
11	16.93	16.99	16.94	17.1
12	17.56	17.56	17.36	16.89
13	17.56	17.55	17.64	17.28
14	14.95	14.7	14.88	15.67
15	20.65	20.91	21.14	20.77
16	21.19	20.44	21.51	22.34
17	20.91	20.95	21.54	20.74
18	17.56	17.65	17.65	17.51
19	17.92	17.93	17.62	17.54
20	18.57	18.58	18.23	18.36
21	20.65	20.48	19.93	20.8
22	20.71	21.19	21.41	21.27
23	21.78	21.55	21.99	23.05
24	25.86	25.86	25.59	25.8
25	23.56	23.32	23.51	23.07
26	20.11	20.17	20.63	20.6
27	26.86	26.37	25.59	26.59
28	25.81	25.63	25.78	25.9
29	24.66	24.57	24.69	24.63
30	27.27	26.77	26.93	27.06
31	21.45	21.02	20.76	20.5
32	18.56	18.33	18.29	18.8
33	20.48	20.68	19.59	21.58
34	18.24	17.39	17.8	17.99
35	20.73	20.7	19.99	20.52
36	23.17	23.25	22.74	23.69

37	17.24	16.84	16.74	17.07
38	16.83	17.38	16.82	17.36
39	18.2	18.06	18.15	18.52
40	24.4	24.66	24.99	23.74
41	25.77	25.8	24.98	25.62
42	23.81	23.55	23.89	23.32
43	19.95	19.67	20.44	20.19
44	23.64	23.16	23.59	23.72
45	18.45	18.89	18.77	18.24
46	21.45	21.36	21.5	20.93
47	20.39	20.1	20.27	20.84
48	24.66	24.37	24.4	24.23
49	18.56	18.73	18.43	18.91
50	21.65	21.68	21.68	21.51
51	19.53	19.19	19.29	19.64
52	20.03	20.2	20.13	20.41
53	24.02	23.83	24.54	23.7
54	17.86	17.51	18.08	17.99
55	18.12	18.22	18.47	17.98
56	18.81	19.03	18.91	18.81
57	17.68	17.96	18.13	17.89
58	20.15	19.97	19.98	19.86
59	20.41	20.65	20.47	20.54
60	18.74	18.55	18.62	18.42
61	17.65	17.85	17.54	18.39
62	18.38	18.98	18.76	18.28
63	18.92	18.57	18.91	18.7
64	18.38	19.03	18.64	18.05
65	18.62	18.52	18.65	17.44
66	17.12	17.1	17.22	16.58
67	17.65	17.72	17.94	18.12

---

**Tabla III. Diferencia entre medición electrónica Apex ID y longitud real  
Mediciones Obtenidas In Vitro /LR**

<b>Pieza</b>	<b>Medición electrónica Apex ID (mm)</b>	<b>Longitud Real (mm)</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Categoría</b>
1	19.68	19.49	0.19	0.01 a 0.5
2	19.45	18.72	0.73	0.51 a 1.0
3	18.04	18.53	-0.49	-0.5 a 0.0
4	20.16	20.44	-0.28	-0.5 a 0.0
5	20.89	21.3	-0.41	-0.5 a 0.0
6	20.33	20.59	-0.26	-0.5 a 0.0
7	19.88	19.83	0.05	0.01 a 0.5
8	15.07	14.83	0.24	0.01 a 0.5
9	13.5	13.18	0.32	0.01 a 0.5
10	15.26	14.64	0.62	0.51 a 1.0
11	16.93	17.1	-0.17	-0.5 a 0.0
12	17.56	16.89	0.67	0.51 a 1.0
13	17.56	17.28	0.28	0.01 a 0.5
14	14.95	15.67	-0.72	-1 a -0.51
15	20.65	20.77	-0.12	-0.5 a 0.0
16	21.19	22.34	-1.15	<-1.1
17	20.91	20.74	0.17	0.01 a 0.5
18	17.56	17.51	0.05	0.01 a 0.5
19	17.92	17.54	0.38	0.01 a 0.5
20	18.57	18.36	0.21	0.01 a 0.5
21	20.65	20.8	-0.15	-0.5 a 0.0
22	20.71	21.27	-0.56	-1 a -0.51
23	21.78	23.05	-1.27	<-1.1
24	25.86	25.8	0.06	0.01 a 0.5
25	23.56	23.07	0.49	0.01 a 0.5
26	20.11	20.6	-0.49	-0.5 a 0.0
27	26.86	26.59	0.27	0.01 a 0.5
28	25.81	25.9	-0.09	-0.5 a 0.0
29	24.66	24.63	0.03	0.01 a 0.5
30	27.27	27.06	0.21	0.01 a 0.5
31	21.45	20.5	0.95	0.51 a 1.0
32	18.56	18.8	-0.24	-0.5 a 0.0
33	20.48	21.58	-1.1	<-1.1
34	18.24	17.99	0.25	0.01 a 0.5
35	20.73	20.52	0.21	0.01 a 0.5
36	23.17	23.69	-0.52	-1 a -0.51
37	17.24	17.07	0.17	0.01 a 0.5
38	16.83	17.36	-0.53	0.51 a 1.0



39	18.2	18.52	-0.32	-0.5 a 0.0
40	24.4	23.74	0.66	0.51 a 1.0
41	25.77	25.62	0.15	0.01 a 0.5
42	23.81	23.32	0.49	0.01 a 0.5
43	19.95	20.19	-0.24	-0.5 a 0.0
44	23.64	23.72	-0.08	-0.5 a 0.0
45	18.45	18.24	0.21	0.01 a 0.5
46	21.45	20.93	0.52	0.51 a 1.0
47	20.39	20.84	-0.45	-0.5 a 0.0
48	24.66	24.23	0.43	0.01 a 0.5
49	18.56	18.91	-0.35	-0.5 a 0.0
50	21.65	21.51	0.14	0.01 a 0.5
51	19.53	19.64	-0.11	-0.5 a 0.0
52	20.03	20.41	-0.38	-0.5 a 0.0
53	24.02	23.7	0.32	0.01 a 0.5
54	17.86	17.99	-0.13	-0.5 a 0.0
55	18.12	17.98	0.14	0.01 a 0.5
56	18.81	18.81	0	-0.5 a 0.0
57	17.68	17.89	-0.21	-0.5 a 0.0
58	20.15	19.86	0.29	0.01 a 0.5
59	20.41	20.54	-0.13	-0.5 a 0.0
60	18.74	18.42	0.32	0.01 a 0.5
61	17.65	18.39	-0.74	-1 a -0.51
62	18.38	18.28	0.1	0.01 a 0.5
63	18.92	18.7	0.22	0.01 a 0.5
64	18.38	18.05	0.33	0.01 a 0.5
65	18.62	17.44	1.18	>1.1
66	17.12	16.58	0.54	0.51 a 1.0
67	17.65	18.12	-0.47	-0.5 a 0.0

En esta tabla se registraron las medidas obtenidas *in vitro* en cada uno de los pacientes con el localizador de ápices Apex ID y se compararon con la longitud real *in vitro* de cada pieza. Al realizar la diferencia de medidas, los valores negativos indican que la medición electrónica (ME) fue corta con respecto a la longitud real (LR).

**Tabla IV. Diferencia entre medición electrónica Root ZX Mini y longitud real**  
**Mediciones Obtenidas In Vitro /LR**

<b>Pieza</b>	<b>Medición electrónica Root ZX mini (mm)</b>	<b>Longitud Real (mm)</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Categoría</b>
1	19.44	19.49	-0.05	-0.5 a 0.0
2	19.34	18.72	0.62	0.51 a 1.0
3	18.36	18.53	-0.17	-0.5 a 0.0
4	20.35	20.44	-0.09	-0.5 a 0.0
5	21	21.3	-0.3	-0.5 a 0.0
6	19.83	20.59	-0.76	-1 a -0.51
7	19.67	19.83	-0.16	-0.5 a 0.0
8	15.12	14.83	0.29	0.01 a 0.5
9	13.29	13.18	0.11	0.01 a 0.5
10	15.65	14.64	1.01	>1.1
11	16.99	17.1	-0.11	-0.5 a 0.0
12	17.56	16.89	0.67	0.51 a 1.0
13	17.55	17.28	0.27	0.01 a 0.5
14	14.7	15.67	-0.97	-1 a -0.51
15	20.91	20.77	0.14	0.51 a 1.0
16	20.44	22.34	-1.9	<-1.1
17	20.95	20.74	0.21	0.01 a 0.5
18	17.65	17.51	0.14	0.01 a 0.5
19	17.93	17.54	0.39	0.01 a 0.5
20	18.58	18.36	0.22	0.01 a 0.5
21	20.48	20.8	-0.32	-0.5 a 0.0
22	21.19	21.27	-0.08	-0.5 a 0.0
23	21.55	23.05	-1.5	<-1.1
24	25.86	25.8	0.06	0.01 a 0.5
25	23.32	23.07	0.25	0.01 a 0.5
26	20.17	20.6	-0.43	-0.5 a 0.0
27	26.37	26.59	-0.22	-0.5 a 0.0
28	25.63	25.9	-0.27	-0.5 a 0.0
29	24.57	24.63	-0.06	-0.5 a 0.0
30	26.77	27.06	-0.29	-0.5 a 0.0
31	21.02	20.5	0.52	0.51 a 1.0
32	18.33	18.8	-0.47	-0.5 a 0.0
33	20.68	21.58	-0.9	-0.5 a 0.0
34	17.39	17.99	-0.6	-0.5 a 0.0
35	20.7	20.52	0.18	0.01 a 0.5
36	23.25	23.69	-0.44	-0.5 a 0.0
37	16.84	17.07	-0.23	-0.5 a 0.0

38	17.38	17.36	0.02	0.01 a 0.5
39	18.06	18.52	-0.46	-0.5 a 0.0
40	24.66	23.74	0.92	0.51 a 1.0
41	25.8	25.62	0.18	0.01 a 0.5
42	23.55	23.32	0.23	0.01 a 0.5
43	19.67	20.19	-0.52	-1 a -0.51
44	23.16	23.72	-0.56	-1 a -0.51
45	18.89	18.24	0.65	0.51 a 1.0
46	21.36	20.93	0.43	0.01 a 0.5
47	20.1	20.84	-0.74	-1 a -0.51
48	24.37	24.23	0.14	0.01 a 0.5
49	18.73	18.91	-0.18	-0.5 a 0.0
50	21.68	21.51	0.17	0.01 a 0.5
51	19.19	19.64	-0.45	-0.5 a 0.0
52	20.2	20.41	-0.21	-0.5 a 0.0
53	23.83	23.7	0.13	0.01 a 0.5
54	17.51	17.99	-0.48	-0.5 a 0.0
55	18.22	17.98	0.24	0.01 a 0.5
56	19.03	18.81	0.22	0.01 a 0.5
57	17.96	17.89	0.07	0.01 a 0.5
58	19.97	19.86	0.11	0.01 a 0.5
59	20.65	20.54	0.11	0.01 a 0.5
60	18.55	18.42	0.13	0.01 a 0.5
61	17.85	18.39	-0.54	-1 a -0.51
62	18.98	18.28	0.7	0.01 a 0.5
63	18.57	18.7	-0.13	-0.5 a 0.0
64	19.03	18.05	0.98	0.51 a 1.0
65	18.52	17.44	1.08	>1.1
66	17.1	16.58	0.52	0.51 a 1.0
67	17.72	18.12	-0.4	-0.5 a 0.0

En esta tabla se registraron las medidas obtenidas *in vitro* en cada uno de los pacientes con el localizador de ápices Root ZX Mini y se compararon con la longitud real *in vitro* de cada pieza. Al realizar la diferencia de medidas, los valores negativos indican que la medición electrónica (ME) fue corta con respecto a la longitud real (LR).

**Tabla V. Diferencia entre medición electrónica Propex Pixi y longitud real  
Mediciones Obtenidas In Vitro /LR**

<b>Pieza</b>	<b>Medición electrónica Propex Pixi (mm)</b>	<b>Longitud Real (mm)</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Categoría</b>
1	19.16	19.49	-0.33	-0.5 a 0.0
2	19.3	18.72	0.58	0.51 a 1.0
3	18.14	18.53	-0.39	-0.5 a 0.0
4	20.55	20.44	0.11	0.01 a 0.5
5	21.39	21.3	0.09	0.01 a 0.5
6	20.61	20.59	0.02	0.01 a 0.5
7	19.99	19.83	0.16	0.01 a 0.5
8	14.73	14.83	-0.1	-0.5 a 0.0
9	13.24	13.18	0.06	0.01 a 0.5
10	15.02	14.64	0.38	0.01 a 0.5
11	16.94	17.1	-0.16	-0.5 a 0.0
12	17.36	16.89	0.47	0.01 a 0.5
13	17.64	17.28	0.36	0.01 a 0.5
14	14.88	15.67	-0.79	-1 a -0.51
15	21.14	20.77	0.37	0.01 a 0.5
16	21.51	22.34	-0.83	-1 a -0.51
17	21.54	20.74	0.8	0.01 a 0.5
18	17.65	17.51	0.14	0.01 a 0.5
19	17.62	17.54	0.08	0.01 a 0.5
20	18.23	18.36	-0.13	-0.5 a 0.0
21	19.93	20.8	-0.87	-1 a -0.51
22	21.41	21.27	0.14	0.01 a 0.5
23	21.99	23.05	-1.06	<-1.1
24	25.59	25.8	-0.21	-0.5 a 0.0
25	23.51	23.07	0.44	0.01 a 0.5
26	20.63	20.6	0.03	0.01 a 0.5
27	25.59	26.59	-1	-1 a -0.51
28	25.78	25.9	-0.12	-0.5 a 0.0
29	24.69	24.63	0.06	0.01 a 0.5
30	26.93	27.06	-0.13	-0.5 a 0.0
31	20.76	20.5	0.26	0.01 a 0.5
32	18.29	18.8	-0.51	-1 a -0.51
33	19.59	21.58	-1.99	<-1.1
34	17.8	17.99	-0.19	-0.5 a 0.0
35	19.99	20.52	-0.53	-1 a -0.51
36	22.74	23.69	-0.95	-1 a -0.51
37	16.74	17.07	-0.33	-0.5 a 0.0

38	16.82	17.36	-0.54	-1 a -0.51
39	18.15	18.52	-0.37	-0.5 a 0.0
40	24.99	23.74	1.25	>1.1
41	24.98	25.62	-0.64	-1 a -0.51
42	23.89	23.32	0.57	0.51 a 1.0
43	20.44	20.19	0.25	0.01 a 0.5
44	23.59	23.72	-0.13	-0.5 a 0.0
45	18.77	18.24	0.53	0.51 a 1.0
46	21.5	20.93	0.57	0.51 a 1.0
47	20.27	20.84	-0.57	-1 a -0.51
48	24.4	24.23	0.17	0.01 a 0.5
49	18.43	18.91	-0.48	-0.5 a 0.0
50	21.68	21.51	0.17	0.01 a 0.5
51	19.29	19.64	-0.35	-0.5 a 0.0
52	20.13	20.41	-0.28	-0.5 a 0.0
53	24.54	23.7	0.84	0.51 a 1.0
54	18.08	17.99	0.09	0.01 a 0.5
55	18.47	17.98	0.49	0.01 a 0.5
56	18.91	18.81	0.1	0.01 a 0.5
57	18.13	17.89	0.24	0.01 a 0.5
58	19.98	19.86	0.12	0.01 a 0.5
59	20.47	20.54	-0.07	-0.5 a 0.0
60	18.62	18.42	0.2	0.01 a 0.5
61	17.54	18.39	-0.85	-1 a -0.51
62	18.76	18.28	0.48	0.01 a 0.5
63	18.91	18.7	0.21	0.01 a 0.5
64	18.64	18.05	0.59	0.51 a 1.0
65	18.65	17.44	1.21	>1.1
66	17.22	16.58	0.64	0.51 a 1.0
67	17.94	18.12	-0.18	-0.5 a 0.0

En esta tabla se registraron las medidas obtenidas *in vivo* en cada uno de los pacientes con el localizador de ápices Propex Pixi y se compararon con la longitud real *in vitro* de cada pieza. Al realizar la diferencia de medidas, los valores negativos indican que la medición electrónica (ME) fue corta con respecto a la longitud real (LR).

**Tabla VI. Diferencia entre la longitud real y la medición electrónica de Apex ID, Root ZX Mini y Propex Pixi.**

Distancia desde LR (mm)	<u>ME Apex ID</u>		<u>ME Root ZX Mini</u>		<u>ME Propex Pixi</u>	
	n=67	%	n=67	%	n=67	%
< -1.1	3	4.47	2	2.98	2	2.98
-1.0 a -0.51	4	5.97	6	8.95	11	16.41
-0.5 a 0.0	22	32.83	25	37.31	17	25.37
0.01 a 0.50	29	43.28	24	35.82	28	41.79
0.51 a 1.0	8	11.94	8	11.94	7	10.44
>1.1	1	1.49	2	2.98	2	2.98

*Valores negativos indican ME cortas con respecto a la LR*

El porcentaje de piezas que presentaron una diferencia de distancia entre la longitud real y la medición electrónica de <-1.1mm el grupo de ME Apex ID obtuvo un porcentaje de 4.47% (4 piezas) seguido de ME Root ZX Mini y Propex Pixi con un 2.98% (2 piezas). En el rango de -1 a -0.51mm el grupo de ME Apex ID tuvo el porcentaje con un 5.97% (4 piezas), ME Root ZX Mini con un 8.95% (6 piezas) y ME Propex Pixi con un 16.41% (11 piezas) De acuerdo al rango de -0.50 a 0.0mm ME Root ZX Mini tuvo el mayor porcentaje con un 37.31% (25 piezas) seguido de ME Apex ID con un 32.83% (22 piezas) y ME Propex Pixi con un 25.37% (11 piezas). En el rango de 0.01 a 0.50mm se obtuvo un 43.28% (29 piezas) de ME Apex ID, 41.79% (28 piezas) de ME Propex Pixi y ME Root ZX Mini con un 35.82% (24 piezas) En el rango de 0.51 a 1.0mm ME Apex ID y ME obtuvieron ambos con un 11.94% (8 piezas) seguido de ME Propex Pixi con un 10.44% (7 piezas). De > 1.1mm fue de un 3.33% (1 pieza) en ME Apex ID y 2.98% (2 piezas) en ME Propex Pixi y ME Root ZX Mini,

## **Comparación de las mediciones *in vivo* versus *in vitro* de los Localizadores de Ápice Root ZX mini, Apex ID, Propex Pixi.**

En el presente estudio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones electrónicas de los tres localizadores de manera *in vitro* en comparación con las obtenidas de manera *in vivo*, Apex ID ( $p=0.4781$ ), Root Zx mini ( $p=0.3835$ ), Propex Pixi ( $p=0.3307$ )

**Tabla VII. Comparación de las longitudes de trabajo por grupo de estudio.**

		Media	DE	Var	Valor p
Medición electrónica Apex ID (mm)	In Vitro	20.11	3.53	12.49	0.4781
	In Vivo	20.16	3.60	12.97	
Medición electrónica Root ZX mini (mm)	In Vitro	20.04	3.44	11.85	0.3835
	In Vivo	20.31	3.64	13.27	
Medición electrónica Propex Pixi (mm)	In Vitro	20.09	3.51	12.35	0.3307
	In Vivo	20.49	3.58	12.80	

Tabla 1. Comparación de las longitudes, *in vitro* e *in vivo*, por grupo de estudio

El grupo de las medidas obtenidas con el localizador de ápices Apex ID presentó una media de 20.11mm *in vitro* con una desviación estándar de  $\pm 3.53$ mm, con una variación de 12.49mm. Presentó una media de 20.16 mm *in vivo* con una desviación estándar de 3.60mm, con una variación de  $\pm 12.97$ mm.

En el grupo de medidas obtenidas con Root ZX Mini presentó una media de 20.04 mm *in vitro* con una desviación estándar de  $\pm 3.60$  mm, con un valor de 11.85 mm. Presentó una media de 20.31 mm *in vitro* con una desviación estándar de  $\pm 3.64$  mm, con una variación de 13.27mm

En el grupo de medidas obtenidas con Propex Pixi presentó una media de 20.09mm *in vitro* con una desviación estándar de  $\pm 3.51$ mm, con una variación de 12.35mm. Presentó una media de 20.49mm *in vivo* con una desviación estándar de  $\pm 3.58$ mm, con un variación de 12.80mm

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones Electrónicas in vitro e in vivo; ME Apex ID (valor  $p=0.4781$ ), ME Root ZX Mini (valor  $p=0.3835$ ) y ME Propex Pixi. ( $p=0.3307$ ).

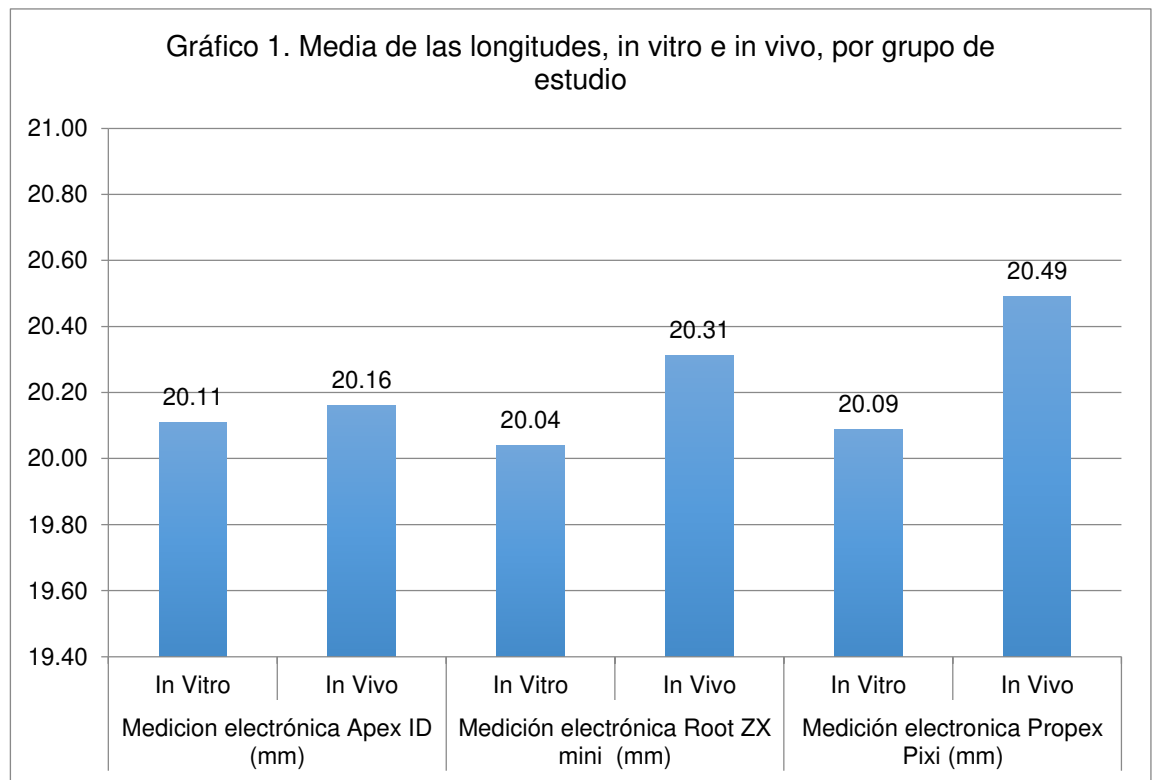


Figura 10. Media de las longitudes, in vitro e in vivo, por grupo de estudio



**Tabla VIII. MEDICIONES IN VITRO**

<i>Pieza</i>	<i>Medición electrónica Apex ID (mm)</i>	<i>Medición electrónica Root ZX mini (mm)</i>	<i>Medición electrónica Propex Pixi (mm)</i>
1	19.68	19.44	19.16
2	19.45	19.34	19.3
3	18.04	18.36	18.14
4	20.16	20.35	20.55
5	20.89	21	21.39
6	20.33	19.83	20.61
7	19.88	19.67	19.99
8	15.07	15.12	14.73
9	13.5	13.29	13.24
10	15.26	15.65	15.02
11	16.93	16.99	16.94
12	17.56	17.56	17.36
13	17.56	17.55	17.64
14	14.95	14.7	14.88
15	20.65	20.91	21.14
16	21.19	20.44	21.51
17	20.91	20.95	21.54
18	17.56	17.65	17.65
19	17.92	17.93	17.62
20	18.57	18.58	18.23
21	20.65	20.48	19.93
22	20.71	21.19	21.41
23	21.78	21.55	21.99
24	25.86	25.86	25.59
25	23.56	23.32	23.51
26	20.11	20.17	20.63
27	26.86	26.37	25.59
28	25.81	25.63	25.78
29	24.66	24.57	24.69
30	27.27	26.77	26.93

**Tabla IX. MEDICIONES *IN VIVO***

<b>PIEZA</b>	<b>MEDICIÓN ELECTRÓNICA APEX ID (MM)</b>	<b>MEDICIÓN ELECTRÓNICA ROOT ZX MINI (MM)</b>	<b>MEDICIÓN ELECTRÓNICA PROPEX PIXI (MM)</b>
1	19.75	19.38	19.95
2	18.66	18.48	19.06
3	18.32	18.24	18.30
4	20.35	19.97	20.48
5	21.58	21.67	21.64
6	20.29	20.83	21.09
7	20.10	20.14	20.23
8	14.57	15.13	16.23
9	13.22	13.37	13.54
10	14.69	14.68	15.12
11	17.62	17.53	17.57
12	17.08	17.21	17.48
13	17.13	17.49	17.82
14	15.56	15.52	15.86
15	20.54	20.67	20.84
16	21.44	22.83	22.33
17	21.22	21.26	20.71
18	17.91	17.81	17.76
19	18.16	17.79	18.01
20	18.54	19.01	18.78
21	20.55	21.31	21.20
22	20.95	21.45	21.59
23	22.50	23.53	23.21
24	24.97	25.64	24.69
25	23.53	22.78	23.33
26	20.40	20.21	20.80
27	26.33	26.75	27.06
28	25.95	25.80	26.18
29	24.72	25.23	25.13
30	28.22	27.68	28.79

## 7. DISCUSIÓN

Durante un tratamiento de endodoncia el principal factor a considerar es la toma de longitud de trabajo, ya que su correcta determinación ayuda a prevenir problemas a largo plazo como dolor post operatorio, debido a la invasión a los tejidos perirradiculares. Por lo cual existen diversos estudios los cuales reportan un alto nivel de precisión electrónica para la toma de longitud de trabajo endodóntico. (Stoll *et al.*, 2010).

La longitud de trabajo de un conducto radicular se define como la distancia desde un punto de referencia coronal hasta donde termina la preparación del conducto y se obtura. (Duran-Sindreu *et al.*, 2013)

La revisión exhaustiva que se efectuó de la literatura reveló pocos estudios *in vitro* que valoraran la eficacia del localizador de ápice Propex Pixi. En este estudio se comparó la precisión de los localizadores Apex ID, Root ZX Mini y Propex Pixi, localizadores apicales electrónicos de últimas generaciones (Soares *et al.*, 2013; Ütsün *et al.*, 2016; de Vasconcelos *et al.*, 2015).

En la presente investigación establecimos la longitud real tras introducir una lima dentro del Órgano Dental hasta que fuera visible a través del foramen , al ras mismo y posteriormente a este medida se le sustrajo 0.5 mm , debido a que la literatura nos menciona que la distancia media de la constricción apical al foramen mayor es 0.5-1.00mm.

Se considera el foramen apical menor o constricción apical (CA) como el límite apical adecuado para la preparación de los conductos radiculares (Ponce y VilarFernández, 2003). La identificación de la constricción apical puede efectuarse mediante métodos de desgaste longitudinal del tejido dentario y la observación bajo el microscopio en magnificaciones altas, por lo cual es difícil la determinación del foramen apical menor y en ocasiones no está presente. (Stoll *et al.*, 2010; Duran-Sindreu *et al.*, 2012; Moscoso *et al.*, 2014; Khandewal *et al.*, 2015; Stöber *et al.*, 2011; Soares *et al.*, 2013; de Vasconcelos *et al.*, 2014; Milanovic *et al.*, 2014).

### **1.- Mediciones Electrónicas *in vitro* de los Localizadores de Ápice Root ZX mini, Apex ID, Propex Pixi**

El propósito del presente estudio fue comparar la eficacia de los localizadores de ápice Root Zx mini, Apex Id y Propex Pixi, en identificar la longitud real del conducto. Para el desarrollo, utilizamos el método de alginato, ideado por Tinaz y cols 2002 y por otros investigadores (Angwaravong., et al., 2009; Lucena-Martin et al., 2001; Chopra et al., 2008; Herrera et al., 2007; Jekins et al., 2001 ). Determinamos la longitud real del conducto utilizando una lima K número 10 para evitar la violación de la constricción apical, bajo observación microscópica, llevamos la lima hasta el ras del foramen mayor y a esa medida obtenida le restamos 0.5mm. La distancia promedio entre el foramen apical menor (CA) y foramen apical mayor (FA) es de 0.5 mmm (Kuttler, 1955). Por lo cual en este estudio se estableció la longitud real del diente a la longitud obtenida desde el punto coronal hasta el foramen apical mayor, menos 0.5 mm, acorde a como se ha realizado en diversas investigaciones.. (Duran-Sindreu *et al.*, 2013; Gomes *et al.*, 2012; Ozsezer *et al.*, 2007; Raghu *et al.*, 2014; Saatchi *et al.*, 2014; Soares *et al.*, 2013).

Apex ID mostro tener una eficacia del 76.11% en un rango de tolerancia de  $\pm 0.5$ mm con respecto a la longitud real y de 94.02% en un rango de  $\pm 1$ mm. Estos resultados difieren con los obtenidos por Mehmet Yolagiden et al, en el 2018, quienes utilizaron el modelo experimental de Chen et al, en las cuales obtienen las longitudes de trabajo mediante el uso de una espuma floral empapada con una solución salina al 0.9% , se usó el localizador electrónico de acuerdo a las indicaciones del fabricante y las mediciones las obtuvieron mediante un calibrador digital al 0.01mm, reportando una eficacia del 92% con un rango de tolerancia *de*  $\pm 0.5$ mm y de 100% en un rango de  $\pm 1.0$ mm. Asi mismo difiere en estudios *in vitro* donde no trabajaron mediante las indicaciones del fabricante reportando una eficacia de 93% en  $\pm 0.5$ mm y 100% en  $\pm 1.0$ mm al medir hasta el foramen apical mayor (de Vasconcelos et al., 2015; Oliveira et al., 2017).

En el presente estudio Root ZX mini, determino la longitud del conducto con una eficacia del 73.13%, dentro del rango de tolerancia de  $\pm 0.5$ mm con respecto a la

longitud real del conducto, estos resultados son similares a los reportados en un estudio *in vitro* donde demostraron la precisión de Root ZX en un 74% en el rango de  $\pm 0.5\text{mm}$  y 100%  $\pm 1\text{mm}$  obtenidos por Duran-Sindreu et al, en el 2012 estudio donde se utilizó la misma metodología que se utilizó en esta investigación. Difieren de los estudios *ex vivo* donde se reportó una precisión de 56.2% (Da Silva *et al.*, 2014) y 68.8% (Aguiar *et al.*, 2017), estudios en donde se tomó la longitud real de las piezas al igual que nosotros con un método visual con microscopio, con la diferencia de que se tomó la longitud real hasta el foramen apical.

En cuanto a Propex Pixi obtuvo una eficacia del 67% dentro del rango de tolerancia de  $\pm 0.5\text{mm}$  con respecto a la longitud real y del 94.01% dentro del rango de  $\pm 1\text{mm}$ . Estos resultados difieren de los obtenidos por Oliveira *et al.*, en el 2017, realizaron un estudio *in vitro* donde utilizaron puntos de referencia diferentes al que indica el fabricante del localizador, obteniendo una precisión de 87-93% en el foramen apical y de 63-73% a 1mm corto del foramen apical. Existen pocas investigaciones que evalúen el Propex Pixi bajo similitudes a las de este estudio. Nuestros hallazgos fueron afines a los encontrados por Saxena et al, en el 2017 quienes efectuaron cortes histológicos, y reportaron una eficacia del 80% y de Gehlot et al: en el 2016 quienes usaron limas de acero inoxidable como de níquel titanio, encontraron una eficacia del 83.3%.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones electrónicas de los tres localizadores y la longitud real (LR) Apex ID ( $p=0.4950$ ), Root ZX mini ( $p=0.4661$ ), Propex Pixi ( $p=0.4788$ ).

Los resultados de esta investigación arrojaron que la lima se encontró  $>1.1\text{mm}$  fuera del foramen con una frecuencia de 1.49% para Apex ID y 2.98% para Propex Pixi y Root Zx mini.

## **Comparación de las mediciones *in vivo* versus *in vitro* de los Localizadores de Ápice Root ZX mini, Apex ID, Propex Pixi.**

Para nosotros como endodoncistas es importante conocer si las investigaciones que se realizan de manera *in vitro* sobre los localizadores de ápice y las mediciones que se obtienen que tan reales o que tan certeras son sobre las mediciones que se obtienen de manera *in vivo*. Debido a que se trabaja con el paciente en clínica pero la mayoría de las investigaciones son realizadas de manera *in vitro*, las cuales son investigaciones de más bajo presupuesto, más fáciles de llevar a cabo, por lo tanto en la literatura existen muchas investigaciones que utilizaron el método *in vitro* para determinar la eficacia de los localizadores de ápice.

Se necesita saber que tan real o que diferencia existe entre las mediciones *in vivo* que se realizan directo en la cavidad bucal, en situaciones reales en comparación con las mediciones obtenidas de manera *in vitro* en las cuales se realiza bajo situaciones simuladas que imitan o intentan igualar las condiciones de bucales.

Hay muy pocas investigaciones que comparan las mediciones *in vitro* versus *in vivo* y más aún en el mismo diente.

En este estudio es importante destacar que hubo una comparación directa de las técnicas *in vivo* e *in vitro*, debido a que los dientes utilizados eran los mismos. De acuerdo con Wrbas et al. Comenta que es importante utilizar los mismos dientes para poder lograr Obtener una comparación precisa de los diferentes tipos de localizadores Electrónicos en la determinación de LT.

La revisión exhaustiva que se efectuó de la literatura reveló pocos estudios que valoraran la eficacia de los localizadores de ápice Apex ID, Root ZX Mini y Propex Pixi, de manera *in vitro* versus *in vivo* ;localizadores apicales electrónicos de últimas generaciones (Soares *et al.*, 2013; Ütsün *et al.*, 2016; de Vasconcelos *et al.*, 2015).

En este estudio Apex ID tuvo una eficacia del 83.33% con un rango de tolerancia de de  $\pm 0.5\text{mm}$  y 96.65% dentro del rango de  $\pm 1.0\text{mm}$  de manera *in vitro*.

Propex Pixi obtuvo una eficacia de 79.99% con rango de tolerancia de  $\pm 0.5\text{mm}$  y del 93.32% dentro del rango  $\pm 1\text{mm}$  de manera *in vitro*.

Root ZX mini demostró una eficacia de 76.66% y 100 % para un rango de  $\pm 0.5\text{mm}$  y  $\pm 1\text{mm}$  respectivamente, estos resultados son similares a los reportados en un estudio *in vitro* donde demostraron la precisión de Root ZX en un 74% en el rango de  $\pm 0.5\text{mm}$  y 100%  $\pm 1\text{mm}$  obtenidos por Duran-Sindreu et al, en el 2012 estudio donde se utilizó la misma metodología que se utilizó en esta investigación. En el mismo estudio reportan resultados obtenidos de manera *in vivo* en los cuales reportan una eficacia de 78.3% en el rango  $\pm 0.5\text{mm}$  y en el presente estudio se obtuvo un 73.33% en el rango  $\pm 0.5\text{mm}$ . Estos resultados pueden diferir debido a que se utilizaron diferentes dientes de los *in vitro*.

Propex Pixi obtuvo una eficacia de 79.99% con rango de tolerancia de  $\pm 0.5\text{mm}$  y del 93.32% dentro del rango  $\pm 1\text{mm}$  de manera *in vitro*.

En el presente estudio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones electrónicas de los tres localizadores de manera *in vitro* en comparación con las obtenidas de manera *in vivo*, Apex ID ( $p=0.4781$ ), Root Zx mini ( $p=0.3835$ ), Propex Pixi ( $p=0.3307$ )

Según un estudio, los resultados favorables logrados con alginato muestran que este medio no solo presenta buenas propiedades electroconductoras sino que también permanece alrededor de la raíz, lo que estimula el ligamento periodontal con su consistencia coloidal. ( Baldi *et al*, 2007)

## 8. CONCLUSIONES

1.-Se puede concluir que no existe diferencia estadísticamente significativa entre la precisión de los localizadores Apex ID, Root ZX Mini y Propex Pixi, al ser utilizados de manera *in vitro* bajo las indicaciones de fábrica de cada localizador y simulaciones de la cavidad oral.

Apex ID tuvo un porcentaje igual de precisión en el rango de  $\pm 0.5\text{mm}$  que Root ZX mini, seguido de Propex Pixi.

Root ZX Mini tuvo mayor porcentaje de precisión en el rango  $\pm 1.0\text{mm}$  seguido de Propex Pixi y Apex ID.

Apex ID, Root ZX Mini y Propex Pixi poseen mayor precisión en el rango de distancia  $\pm 1.0\text{mm}$ .

2.-Se puede concluir que no existe diferencia estadísticamente significativa entre la precisión de los localizadores Apex ID, Root ZX Mini y Propex Pixi, al ser utilizados de manera *in vitro* bajo las indicaciones de fábrica de cada localizador y simulaciones de la cavidad oral en comparación con las mediciones obtenidas de manera *in vivo* con los mismos localizadores de ápice.

Como recomendación se propone realizar en el futuro más estudios, considerando el uso de la microtomografía computarizada o Cone Beam previamente a realizar las mediciones *in vivo* o *in vitro*, para poder realizar una comparación más precisa de la longitud de trabajo, realizar más estudios *in vitro* que valoren la precisión de los localizadores Apex ID y Propex Pixi que comprueben o desaprueben los resultados de esta investigación.



## 9. LITERATURA CITADA

1. Abdullah A, Singh N, Rathore MS, Tandon S, Rajkumar B. Comparative Evaluation of Electronic Apex Locators and Radiovisiography for Working Length Determination in Primary Teeth in vivo. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2016;9(2):118-123.
2. Aguiar BA, Reinaldo RS, Frota LM, do Vale MS, de Vasconcelos BC. Root ZX Electronic Foramen Locator: An Ex Vivo Study of Its Three Models' Precision and Reproducibility. *Int J Dent.* 2017; 5893790.
3. Al-Hadlag SM. Effect of chloroform, orange solvent and eucalyptol on the accuracy of four electronic apex locators. *Aust Endod J.* 2013;39(3):112-115.
4. Aydin, U; Karataslioglu, E; Aksoy, F; Yildirim, C. In vitro evaluation of Root ZX and Raypex 6 in teeth with different apical diameters. *J Conserv Dent.* 2015;18(1):66-69.
5. Baldi JV, Victorino FR, Bernardes RA, et al. Influence of embedding media on the assessment of electronic apex locators, *J Endod* 2007; 33(4):476-479.referencia 10)
6. Barnes JJ, Patel S. Contemporary endodontics part 1. *British Dental Journal.* 2011;211(10):463-468.
7. Basmadjian-Charles CL, Farge P, Bourgeois DM, Lebrun T. Factors influencing the long-term results of endodontic treatment: a review of the literatura. *Int Endod J.* 2002;52(2):81-86.
8. Blaskovic-Subat V, Maricic B, Sutalo J. Asymmetry of the root canal foramen. *Int Endod J.* 1992;25(3):158-164.
9. Cianconi L, Angotti V, Felici R, Conte G, Mancini M. Accuracy of three electronic apex locators compared with digital radiography: an ex vivo study. *J Endod.* 2010;36(12):2003-2007.
10. Comin CL, Menini M, Cavalleri G. A comparison between two fourth generation apex locators. *Minerva Stomatol.* 2012;61(5):183-196.
11. Cruz ATG, Wichnieski C, Carneiro E, da Silva Neto UX, Gambarini G, Piasecki L. Accuracy of 2 endodontic rotary motors with integrated apex locator. *J Endod.* 2017;43(10):1716-1719.

12. da Silva TM, Alves FR. Ex vivo accuracy of Root ZX II, Root ZX Mini and RomiApex A-15 apex locators in extracted vital pulp teeth. *J Contemp Dent Pract.* 2014;15(3):312-314.
13. de Vasconcelos BC, Araújo RB, Silva FC, Luna-Cruz SM, Duarte MA, Fernandes CA. In vivo accuracy of two electronic foramen locators based on different operation systems. *Braz Dent J.* 2014;25(1):12-16.
14. de Vasconcelos BC, Verissimo-Chaves RD, Vivacqua-Gomes N, Candeiro GT, Bernardes RA, Vivan RR, Duarte MA. Ex vivo evaluation of the accuracy of electronic foramen locators in root Canals with an obstructed apical foramen. *J Endod.* 2015;41(19):1551-1554.
15. Densply Maillefer. 2014. *Propex pixi. Manual.* [internet] Disponible en el sitio de red: <http://www.dentsplyargentina.com.ar/Propex%20Pixi%20DFU.pdf> y <https://erp.somuden.es/folleto/183-23.pdf> [Revisado 13 de Noviembre de 2017].
16. Duran-Sindreu F, Gomes S, Stöber E, Mercadé M, Jané L, Roig M. In vivo evaluation of the Ipex and Root ZX electronic apex locators using various irrigants. *Int Endod J.* 2013;46(8):769-774.
17. Duran-Sindreu F, Stöber E, Mercadé M, Vera J, García M, Bueno R, Roig M. Comparison of in vivo and in vitro readings when testing the accuracy of the Root ZX apex locator. *J Endod.* 2012;38(2):236-239.
18. ElAyouti A, Hülber JM, Judenhofer MS, Connert T, Mannheim JG, Löst C, Pichler BJ, von Ohle C. Apical constriction: location and dimensions in molars-a micro-computed tomography study. *J Endod.* 2014;40(8):1095-1099.
19. ElAyouti A, Weiger R, Löst X. Frequency of overinstrumentation with an acceptable radiographic working length. *J Endod.* 2001;27(1):49-52.
20. Fouad AF, Krell KV, McKendry D, Koobusch GF, Olson RA. Clinical evaluation of five electronic root canal length measuring instrument. *J Endod.* 1990;16(9):446-449.
21. Gehlot PM, Manjunath V, Manjunath MK. An in vitro evaluation of the accuracy of four electronic apex locators using stainless steel and nickel-titanium hand files. *Restor Dent Endod.* 2016;41(1):6-11.

22. Gluskin AH. Anatomy of an overfill: a reflection on the process. *Endodontic Topics* 2009;16(1):64-81.
23. Gomes S, Oliver R, Macouzet C, Mercadé M, Roig M, Duran-Sindreu F. In vivo evaluation of the Raypex 5 by using different irrigants. *J Endod.* 2012;38(8):1075-1077.
24. Gordon MP, Chandler NP. Electronic apex locators. *Int Endod J.* 2004;37(7):425-437.
25. Gutiérrez JH, Aguayo P. Apical foraminal openings in human teeth. Number and location. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1995;79(6):769-777.
26. Ibarrola JL, Chapman BL, Howard JH, Knowles KI, Ludlow MO. Effect of preflaring on Root ZX apex locators. *J Endod.* 1999;25(9):625-626.
27. Inoue N, Skinner DH. A simple and accurate way of measuring root canal length. *J Endod.* 1985;11(10):421-427.
28. J Morita MFG Corp. 2011. *Root ZX II mini manual*. [internet] Disponible en el sitio de red: [http://global.morita.com/usa/root/img/pool/pdf/ifu\\_msds/root-zx-mini-ifu-093011.pdf](http://global.morita.com/usa/root/img/pool/pdf/ifu_msds/root-zx-mini-ifu-093011.pdf) [Revisado 13 de Noviembre de 2017]
29. Jenkins J, Walker W, Schindler W, Flores C. An in vitro evaluation of the accuracy of the root ZX in the presence of various irrigants. *J Endod.* 2001;27(3):209-211.
30. Jung M, Lommel D, Klimek J. The imaging of root canal obturation using micro-CT. *Int Endod J.* 2005;38(9):617-626.
31. Khandewal D, Ballal NV, Saraswathi MV. Comparative evaluation of accuracy of 2 electronic Apex locators with conventional radiography: an ex vivo study. *J Endod.* 2005;41(2):201-204.
32. Kim PJ, Kim HG, Choo BH. Evaluation of electrical impedance ratio measurements in accuracy of electronic apex locators. *Restor Dent Endod.* 2015;40(2):113-122.
33. Kobayashi C, Suda H. New electronic canal measuring device based on the ratio method. *J Endod.* 1994;20(3):111-114.

34. Kocak S, Kocak MM, Saglam BC. Efficiency of 2 electronic apex locators on working length determination: A clinical study. *J Conserv Dent.* 2013;16(3):229-232.
35. Kuttler Y. 1980. *Fundamentos de endo-metaendodoncia práctica.* México, pp.8
36. Kuttler Y. Microscopic investigation of root apexes. *J Am Den Assoc.* 1955;50():544-552.
37. Laux M, Abbott PV, Pajarola G, Nair PN. Apical inflammatory root resorption: a correlative radiographic and histological assessment. *Int Endod J.* 2000;33(6):483-493.
38. López F, Gómez P, Ordoñez A, Riachi R, Torres R, Torres M. Localizadores apicales: nuevas tecnologías en diagnóstico – Revisión de literatura. *Revista Científica Universidad el Bosque.* 2004;10(1):61-67.
39. Mancini M, Felici R, Conti G, Constantine M, Cianconi L. Accuracy of three electronic apex locators in anterior and posterior teeth: an ex vivo study. *J Endod.* 2011;37(5):684-687.
40. Mandlik J, Shah N, Pawar K, Gupta P, Singh S, Shaik SA. An in vivo evaluation of different methods of working length determination. *J Contemp Dent Pract.* 2013;1(1):644-648.
41. Martos J, Lubian C, Silveira LF, Suita de Castro LA, Ferrer Luque CM. Morphologic analysis of the root apex in human teeth. *J Endod.* 2010;36(4):664-667.
42. Milanovic I, Ivanovic V, Vujaskovic M, Ignjatovic S, Miletic V. Accuracy of three electronic apex locators in determining the apical foramen in multi-rooted teeth: Randomised clinical and laboratory study. *Aust Endod J.* 2015;41(1):35-43.
43. Miranda-Rius J, Lahor-Soler E, Brunet-Llobet L, Sabaté de la Cruz X. Risk of electromagnetic interference induced by dental equipment on cardiac implantable electrical devices. *Eur J Oral Sic.* 2016;124(6):559-565.
44. Moscoso S, Pineda K, Basilio J, Alvarado C, Roig M, Duran-Sindreu F. Evaluation of Dentaport ZX and Raypex 6 electronic apex locators: an in vivo study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2014;19(2):202-205.

45. Nekoofar M, Ghandi M, Hayes SJ, Dummer PM. The fundamental operating principles of electronic root canal length measurement devices. *Int Endod J.* 2006;39(8):595-609
46. Oliveira TN, Vivacqua-Gomes N, Bernardes RA, Vivan RR, Duarte MAH, Vasconcelos BC. Determination of the Accuracy of 5 Electronic Apex Locators in the Function of Different Employment Protocols. *J Endod.* 2017;43(10):1663-1667.
47. Orosco FA, Bernardineli N, Garcia RB, Bramante CM, Duarte MA, Moraes IG. In vivo accuracy of conventional and digital radiographic methods in confirming root canal working length determination by Root ZX. *J Appl Oral Sci.* 2012;20(5):522-525.
48. Ozsezer E, Inan U, Aydin U. In vivo evaluation of ProPex electronic apex locator. *J Endod.* 2007;33(8):974-977.
49. Pascon E, Marelli M, Congi O, Ciancio R, Miceli F, Versiani M. An in vivo comparison of working length determination of two frequency-based electronic apex locators. *Int Endod J.* 2009;42(11):1026-1031.
50. Piasecki L, Carneiro E, da Silva Neto UX, Westphalen VP, Brandao CG, Gambarini G, Azim AA. The use of micro-computed tomography to determine the accuracy of 2 electronic apex locators and anatomic variations affecting their precision. *J Endod.* 2016;42(8):1263-1267.
51. Plotino G, Grande NM, Brigante L, Lesti B, Somma F. Ex vivo accuracy of three electronic apex locators: Root ZX, elements diagnostic unit and apex locator and ProPex. *Int Endod J.* 2006;39(5):408-414.
52. Pommer O, Stamm-Attin T. Influence of the canal contents on the electrical associated determination of the length of root canals. *J Endod.* 2002;28(2): 83-85.
53. Ponce EH, VilarFernández JA. The cemento-dentino-canal junction, the apical foramen, and the apical constriction: evaluation by optical microscopy. *J Endod.* 2003;29(3):214-219.
54. Raghu KN, Daniel JG, Razvi S, Vinayachandra R, Kini A, Nandakishore KJ. In vivo evaluation of the accuracy of working length determination using an

- electronic apex locator IPEX (NSK) on vital uninfected teeth and teeth with radiographic evidence of periapical lesions. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2014;4(3):S204-S208.
55. Rajeswari K, Kandaswamy D, Karthick S. Endodontic management of patients with systemic complications. *J Pharm Bioallied Sci.* 2016;8(1):32-35.
56. Ravichandra C, Nimeshika R, Smitha R, Bhuvan SB, Shekar K. The clinical accuracy of 2 electronic apex locators to determine working length in comparison with standard radiographic method in teeth with and without periapical lesions. *Endodontology.* 2015;27(2):136-141.
57. Ricucci D, Langeland K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study. *Int Endod J.* 1998;31(6):394-440.
58. Ricucci D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review. *Int Endod J.* 1998;31(6):384-393.
59. Rodríguez-Niklitschek C, Oporto VGH. Determinación de la longitud de trabajo en endodoncia. Implicaciones clínicas de la anatomía radicular y del sistema de canales radiculares. *Int J Odontostomat.* 2014;8(2):177-183.
60. Saad AY, Al-Yahya AS. The location of the cementodentinal junction in single-rooted mandibular first premolars from Egyptian and Saudi patients: a histological study. *Int Endod J.* 2003;36(8):541-544.
61. Saatchi M, Aminozarbian MG, Hasheminia SM, Mortaheb A. Influence of apical periodontitis on the accuracy of 3 electronic root canal length measurement devices: An in vivo study. *J Endod.* 2014;40(3):355-359.
62. Saito T, Yamashita Y. Electronic determination of root canal length by newly developed measuring device – influence of the diameter of apical foramen, the size of K-file and the root canal irrigants. *Dentistry in Japan.* 1990;27(1):65–72.
63. Saraf PA, Ratnakar P, Patil TN, Penukonda R, Kamatagi L, Vanaki SS. A comparative clinical evaluation of accuracy of six apex locators with intraoral periapical radiograph in multirooted teeth: An *in vivo* study. *J Conserv Dent.* 2017;20(4):264-268.
64. Saxena D, Saha SG, Bharandwaj A, Vijawargiya N, Dubey S, Kala S. A comparative evaluation of accuracy of three electronic apex locators using

- histological section as gold standard: An *ex vivo* study. J Conserv Dent. 2017;20(4):251-254.
65. Segura-Egea JJ, Martin-Gonzalez J, Castellanos-Cosano L. Endodontic medicine: connections between apical periodontitis and systemic diseases. Int Endod J. 2015;48(10):933-951..
66. Serota KS, Vera J, Barnett F, Nahmias Y. The new era of foraminal location. Roots, International magazine of endodontology. 2006;1(1):23-30.
67. Singh SV, Nikhil V, Singh AV, Yadav S. An in vivo comparative evaluation to determine the accuracy of working length between radiographic and electronic apex locators. Indian J Dent Res. 2012;23(3):359-362.
68. Soares RM, Silva EJ, Herrera, DR. Evaluation of the Joypex 5 and Root ZX II: an in vivo and ex vivo study. Int Endod J. 2013;46(10):904-909.
69. Souza Pereira, KF; da Silva, PG; Vicente, FS; Nakao Arashiro, F; Coldebella, CR; Spironelli Ramos, CA. An In Vivo Study of Working Length Determination with a New Apex Locator. Braz Dent J. 2014;25(1):17-21.
70. Stöber EK, de Ribot J, Mercadé M, Vera J, Bueno R, Roig M, Duran-Sindreu F. Evaluation of the Raypex 5 and the Mini Apex Locator: an in vivo study. J Endod. 2011;37(10):1349-1352.
71. Stöber EK, Duran-Sindreu F, Mercadé M, Vera J, Bueno R, Roig M. An evaluation of Root ZX and iPex apex locators: an in vivo study. J Endod. 2011;37(5):608-610.
72. Stoll R, Urban-Kein B, Roggendorf MJ, Jablonski-Momeni A, Strauch K, Frankenberger R. Effectiveness of four electronic apex locators to determine distance from the apical foramen. Int Endod J. 2010;43(9):808-817.
73. Sunada I. New method for measuring the length of the root canal. Journal of Dental Research 1962;41(2):375-387.
74. Swapna DV, Krishna A, Patil AC, Rashmi K, Pai VS, Ranjini MA. Comparison of third generation versus fourth generation electronic apex locators in detecting apical constriction: An in vivo study. J Conserv Dent. 2015;18(4):288-291.

75. SybronEndo. 2016. *Apex ID manual*. [internet] Disponible en el sitio de red: [http://www.profident.pl/media/142960/apex\\_id\\_instrukcja\\_01.21.13\\_.pdf](http://www.profident.pl/media/142960/apex_id_instrukcja_01.21.13_.pdf) [Revisado 13 de Noviembre de 2017]
76. Tesis I, Blazer T, Ben-Izhack G, Taschieri S, Del Fabbro M, Corbella S, Rosen E. The precision of electronic apex locators in working length determination: A systematic review and meta-analysis of the literature. *J Endod.* 2015;41(11):1818-1823.
77. Tidmarsh BG, Sherson W, Stalker NL. Establishing endodontic working length: a comparison of radiographic and electronic methods. *N Z Dent J.* 1985;81(365):93-96.
78. Torabinejad M, Walton RE. 2010. *Endodoncia, principios y práctica*. Elsevier: España, pp. i.
79. Útsün Y, Aslan T, Sekerci AE, Sagsen B. Evaluation of the reliability of cone-beam computed tomography scanning and electronic apex locator measurements in working length determination of teeth with large periapical lesions. *J Endod.* 2016;42(9):1334-1337.
80. Vera J, Gutiérrez M. Accurate working-length determination using a Fourth-generation apex locator. *Contemporary Endodontics* 2004;1:4-8.
81. Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endodontic Topics* .2005;10(1):3-29.
82. Vinayak K, Pishipati C. An In Vitro Comparison of Propex II Apex Locator to Standard Radiographic Method. *Iran Endod J.* 2013;8(3):114-117.
83. Welk AR, Baumgartner JC, Marshall JG. An in vivo comparison of two frequency-based electronic apex locators. *J Endod.* 2003;29(8):497-500.
84. Wong AWY, Zhang C, Chu C. A systematic review of nonsurgical single-visit versus multiple-visit endodontic treatment. *Clinical Cosmetic and Investigational Dentistry.* 2014;8(6):45-56.
85. Wrbas KT, Ziegler AA, Altenburger MJ, Schirrmeister JF. In vivo comparison of working length determination with two electronic apex locators. *Int Endod J.* 2007;40(2):133-138