

**CONCORDANCIA EN LA DETERMINACION DE LA LONGITUD DE TRABAJO  
UTILIZANDO RADIOGRAFÍA CONVENCIONAL, RADIOGRAFIA DIGITAL  
INVERTIDA Y LOCALIZADOR APICAL RAYPEX 6.**

**INVESTIGADOR PRINCIPAL  
Dr. EDUARDO COVO MORALES**

**COINVESTIGADORAS  
SANDRA ROMERO CONRADO  
ANGELY VASQUEZ RONDON**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE POSGRADO  
POSTGRADO DE ENDODONCIA  
CARTAGENA DE INDIAS D.T Y C  
2017**

**CONCORDANCIA EN LA DETERMINACION DE LA LONGITUD DE TRABAJO  
UTILIZANDO RADIOGRAFÍA CONVENCIONAL, RADIOGRAFIA DIGITAL  
INVERTIDA Y LOCALIZADOR APICAL RAYPEX 6.**

**INVESTIGADOR PRINCIPAL**

**DR. EDUARDO COVO MORALES**  
Endodoncista Pontificia Universidad Javeriana.  
Docente Facultad de Odontología  
Campus de la Salud Zaragocilla.  
Cartagena.

**COINVESTIGADORES**

**SANDRA ROMERO CONRADO**  
**ANGELY VASQUEZ RONDON**

Residentes de Posgrado de Endodoncia de la Facultad de Odontología  
De la Universidad de Cartagena

**Asesor Metodológico**  
**NATALIA FORTICH MESA**  
Odontóloga, Endodoncista Pontificia Universidad Javeriana  
Ms. Epidemiología clínica Universidad Nacional de Colombia

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA**  
**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE POSGRADO**  
**POSTGRADO DE ENDODONCIA**  
**CARTAGENA DE INDIAS D.T Y C**  
**2017**

Nota de Aceptación

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Cartagena, Abril de 2017.

A Dios, a la Familia y a todo  
aquel que ha creído en  
nosotras...

## RESUMEN

**Introducción:** El foramen con frecuencia no coincide con el vértice radicular y su posición lateral no siempre es detectada en la radiografía. Complejidades anatómicas como dilaceraciones apicales, pueden pasar sin observarse, en especial cuando la desviación se produce en el plano vestíbulo lingual o vestíbulo palatino. Establecer la longitud de trabajo en un conducto radicular, siempre será motivo de discusión; la radiografía periapical digital y el localizador apical electrónico contribuyen aportando información valiosa.

**Objetivo:** determinar la concordancia en la toma de la longitud de trabajo entre radiografía digital convencional, radiografía digital invertida y localizador apical Raypex 6®.

**Materiales y métodos:** se realizó un estudio *in vitro* de pruebas diagnósticas de concordancia y consistencia, para la evaluación de tres instrumentos de medición en la determinación de longitud de trabajo radicular. Se hicieron mediciones de manera directa entre radiografía digital, convencional y localizador apical. Se armaron parejas para evaluar tales como Radiografía Periapical Digital e Invertida (pareja 1), Radiografía Digital y Raypex 6® (pareja 2), Radiografía Digital Invertida y Raypex 6® (pareja 3). La evaluación de la concordancia se realizó a través del Coeficiente de Correlación y Concordancia de Lin, utilizando el paquete STATA TM para Windows.

**Resultados:** se evaluaron 60 conductos radiculares; el promedio de longitud radicular utilizando la radiografía digital fue de 24.54mm (DE: 1,84), con radiografía digital invertida fue de 24.40mm (DE: 1.87) y con el localizador apical Raypex 6® fue de 21.39mm (DE: 2.07). El coeficiente de correlación y concordancia de Lin ( $\rho^{\circledast}$ ) obtenido para la primera pareja evaluada (radiografía digital convencional y radiografía digital invertida) fue del 98.6 %. La segunda pareja evaluada (radiografía digital y Raypex 6®) arrojó una concordancia global

de 28.0%. La tercera pareja evaluada (radiografía digital invertida y Raypex 6®) arrojó una concordancia global de 28.9%.

**Conclusiones:** la concordancia entre los métodos estudiados fue sustancial para radiografía digital e invertida; para radiografía digital y Raypex 6® fue pobre al igual que para radiografía digital invertida y Raypex 6®. Estos resultados demuestran que la radiografía digital convencional y el localizador apical Raypex 6 siguen siendo elementos de confianza en la determinación de la longitud radicular. También se incluye la radiografía digital invertida en la práctica diaria ya que es apoyo importante en cualquier fase del tratamiento, especialmente en la obtención de la conductometría.

**Palabras clave:** Radiografía Digital, Foramen Apical, Conductometría, Preparación del Conducto Radicular, DECS. (Conductometry, Tooth Apex, Radiographic Image Enhancement, Root Canal Preparation)

## CONTENIDO

RESUMEN.....	5
LISTA DE TABLAS .....	9
LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE ANEXOS.....	11
GLOSARIO.....	12
1. INTRODUCCION.....	13
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
2.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA .....	15
3. JUSTIFICACIÓN.....	20
4. OBJETIVOS .....	21
4.1. OBJETIVO GENERAL:.....	21
4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:.....	21
5. MARCO TEÓRICO .....	22
5.1. MARCO CONCEPTUAL .....	22
5.2. LOCALIZADORES ELECTRÓNICOS APICALES.....	26
5.3. METODOS DE CONCORDANCIA ESTADISTICA .....	28
6. METODOLOGÍA.....	32
6.1. TIPO DE ESTUDIO: .....	32
6.2. POBLACION Y MUESTRA:.....	32
6.3. TAMAÑO DE LA MUESTRA .....	33
6.4. VARIABLES: .....	33
6.5. METODO PROPIAMENTE DICHO:.....	34
6.6. DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DEL TRABAJO: .....	36
6.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS: .....	40
6.8. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	41
7. RESULTADOS .....	42
8. DISCUSIÓN.....	47
9. CONCLUSIONES.....	51
10. RECOMENDACIONES .....	53

11. BIBLIOGRAFÍA .....	54
ANEXOS.....	59
Anexo A. Instrumento de recolección de la información. ....	60
Anexo B. Consentimiento informado. ....	61

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1 Instrumento de recolección de la información. ....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 2 Comparación en Longitud Promedio en mm .....</b>	<b>42</b>
<b>Tabla 3 Correlación y Concordancia de Lin .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 4 Diferencia Promedio y Limites de Acuerdo de Bland y Altman.....</b>	<b>43</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1 Dientes Seleccionados.....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 2 Realización de Cavidades de Acceso. ....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 3 Diente embebido en alginato y aplicación de cloruro de sodio.....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 4 Localizador Apical Raypex 6 listo para la medición in vitro. ....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 5 Determinación de la longitud mediante localizador apical Raypex 6. ....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 6 Posicionador de película estandarizado.....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 7 Estandarización de la distancia para toma de radiografía digital.....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 8 Imagen de la pantalla principal del Software CDR DICOM para Windows.....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 9 Toma de radiografía digital convencional y aplicación de la herramienta medir.....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 10 Aplicación de la herramienta positivar y luego medir (radiografía digital invertida) .....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 11 Representación gráfica del coeficiente de Correlación y Concordancia de Lin (CCC) y los límites de acuerdo de Bland y Altman del 95% para Radiografía Digital y Radiografía Digital Invertida .....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 12 Representación gráfica del Coeficiente de Correlación y Concordancia de Lin (CCC) y los límites de acuerdo de Bland y Altman del 95% para Radiografía Digital y Localizador Apical Raypex 6 .....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 13 Representación gráfica del Coeficiente de Correlación y Concordancia de Lin (CCC) y los límites de acuerdo de Bland y Altman del 95% para Radiografía Digital Invertida y Localizador Apical Raypex 6.....</b>	<b>46</b>

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Instrumento de recolección de la información.....	60
Anexo B. Consentimiento Informado.....	61

## GLOSARIO

**CONCORDANCIA:** grado en que dos o más observadores, métodos, técnicas u observaciones están de acuerdo sobre el mismo fenómeno observado.

**CORRELACIÓN:** grado en el cual dos variables cuantitativas cambian simultáneamente

**EXACTITUD:** grado en que una variable representa lo que intenta representar. Habilidad de una prueba diagnóstica de clasificar correctamente la presencia o ausencia de una enfermedad.

**PRECISIÓN:** grado en que una variable tiene valores similares cuando se mide varias veces. Ausencia de error aleatorio.

**LONGITUD DE TRABAJO:** consiste en la determinación de la longitud a la que termina la preparación del conducto y su obturación.

## 1. INTRODUCCION

El tratamiento endodóntico se basa a cabalidad en límites numéricos. La longitud de trabajo y su determinación adecuada influye en el éxito o fracaso del tratamiento. Soares y Goldberg<sup>1</sup> mencionan que la determinación correcta de la longitud del diente tiene como objetivo asegurar que el tratamiento se realice dentro de los límites del conducto. Normalmente se obtiene tomando una radiografía periapical convencional del diente con un instrumento en el interior del conducto. Este método despierta mucha controversia como plantean Soares y Goldberg<sup>2</sup> a continuación:

1. El foramen con frecuencia no coincide con el vértice radicular y su posición lateral no siempre es revelada por la radiografía.
2. Complejidades anatómicas como dilaceraciones apicales pueden pasar inadvertidas, especialmente cuando la desviación se produce en el plano vestíbulo lingual o vestíbulo palatino.
3. En dientes con reabsorciones apicales significativas, el contorno radicular es impreciso.
4. La superposición de estructuras anatómicas (en especial molares superiores) puede dificultar o impedir la visualización adecuada de la región apical.
5. La subjetividad en la interpretación de la imagen radiográfica, como lo muestran los trabajos que revelan un bajo índice de concordancia entre diversos observadores, comprueba las limitaciones del método.

Muchos interrogantes aparecen al momento de hablar de longitud de trabajo radicular; por ende se recurre a la radiografía periapical digital y al localizador apical electrónico. La radiografía periapical digital ofrece entre sus beneficios, la reducción del tiempo de exposición disminuyendo la cantidad de radiación recibida por el paciente; la facilidad para la obtención de las imágenes y la capacidad para manipulación de las mismas; la posibilidad de realizar mediciones por medio de

---

<sup>1</sup> SOARES, Ilson José & Goldberg, Fernando. En: ENDODONCIA: técnica y fundamentos, Médica Panamericana. Buenos Aires, 2002. Pág. 81

<sup>2</sup> Ibíd. pág. 83-84.

reglas digitales; reducción de tiempo entre la exposición y la obtención de la imagen por no requerir procesamiento con sustancias químicas; y el almacenamiento de las imágenes por tiempo indeterminado. Teniendo en cuenta que la mayoría de los procedimientos odontológicos necesitan radiografías en algún punto, tales ventajas optimizan el tiempo de atención.<sup>3</sup> La radiografía digital invertida es una función del software de aplicación clínica poco utilizada en endodoncia.

El localizador apical electrónico posee ventajas sobre los anteriores métodos por su fácil uso, en un medio húmedo, proporcionando índices de precisión que varían entre el 83% y el 96.5%.<sup>4</sup>

Diferentes estudios muestran las ventajas y desventajas de cada método para definir conductometría, pero no existe un trabajo de investigación que defina el grado de concordancia existente entre ellos. Este estudio busca determinar el grado de concordancia entre radiografía digital, radiografía digital invertida y localizador apical Raypex 6® en la determinación de la longitud de trabajo radicular, validando los resultados entre sí por medio del coeficiente de correlación y concordancia de Lin.

---

<sup>3</sup> CORREA ARRIETA, Luciana, et al. Comparación entre radiografías convencionales y digitales en la medición de canales radiculares. En: *Acta odontol. venez*, 2010, vol. 48, no 2.

<sup>4</sup> SOARES, Ilson José & Goldberg, Fernando. En: ENDODONCIA: técnica y fundamentos, Médica Panamericana. Buenos Aires, 2002. Pág. 84.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 2.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

La preparación del conducto radicular tiene dos objetivos: la debridación completa del sistema de conductos radiculares y su conformación específica para recibir una obturación que llene totalmente el espacio diseñado<sup>5</sup>.

El acto más importante para asegurar el éxito del tratamiento es la determinación correcta de la longitud de trabajo antes de la preparación. Su determinación establece la extensión apical de la instrumentación y obturación del conducto radicular. El no determinar con precisión la longitud de trabajo puede conducir a perforación apical y sobreobturación, acompañado de dolor post-operatorio<sup>6</sup>. Además se genera un período de reparación más prolongado y un mayor índice de fracasos debido a la regeneración incompleta de cemento, ligamento periodontal y hueso alveolar<sup>7</sup>.

La no determinación precisa de la longitud de trabajo puede conducir a la instrumentación incompleta y obturación deficiente, formando un escalón antes del ápice, dificultando aún más un posible retratamiento. Finalmente y no menos importante, es la percolación apical hacia el “espacio muerto” no obturado cercano al ápice, resultando en la persistencia de la lesión periapical y aumentando la tasa de fracasos.<sup>8</sup>

La determinación de la longitud de trabajo también es un factor crucial para lograr la completa desinfección del canal sin dañar los tejidos periapicales. Los métodos

---

<sup>5</sup> INGLE, Ji. Endodoncia. 3ra ed. En: Interamericana México D.F: McGraw Hill, 1987. Pag. 170.

<sup>6</sup> Ibíd, .p 194.

<sup>7</sup> INGLE. Op Cit p 195

<sup>8</sup> INGLE, Ji. Endodoncia. 3ra ed. En: Interamericana México D.F: McGraw Hill, 1987. Pag 195

convencionalmente utilizados para realizar la determinación de la conductometría son: sensación táctil, radiografía convencional, radiografía digital y localizador electrónico de ápice. Sin embargo, ninguno de estos métodos es considerado un patrón de oro.

La determinación de la longitud de trabajo es muy controvertida y pocas veces logra un consenso en cómo establecerse por parte de todos los profesionales de la endodoncia. Wu et al<sup>9</sup>, afirmaron que “El propósito de dar forma durante la instrumentación es crear una configuración del canal adecuado para la obturación. Idealmente la instrumentación debe terminar en un punto adecuado, que no es necesariamente la misma para ambos casos de dientes vitales e infectados. Si la terminación es demasiado corta o demasiado larga, el resultado influirá negativamente”<sup>10</sup>.

La instrumentación de conductos se debe idealmente limitar a la constricción apical<sup>11</sup>; para esto se aplica la sensación táctil o la imagen radiográfica, las cuales son muy subjetivas. Hassanien et al<sup>12</sup>, explican que la técnica manual es altamente dependiente de la percepción táctil del operador y por lo tanto, es subjetiva y difícilmente reproducible. La determinación radiográfica de la longitud de trabajo se mide generalmente a uno o medio milímetro del ápice radiográfico, un punto en el que generalmente se encuentra la constricción apical.

Ugur et al, aclara que aunque el método radiográfico es ampliamente utilizado, es insatisfactorio porque se basa en la interpretación del clínico sobre una imagen en dos dimensiones. Otras limitaciones al establecer la longitud de trabajo con

---

<sup>9</sup> WU et al, Apical terminus location of root canal treatment procedures. En: Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2000 Jan; 89(1):99-103.

<sup>10</sup> Ibíd.p 99-103.

<sup>11</sup> HASSANIEN EE, et al. Histomorphometric Study of the Root Apex of Mandibular Premolar Teeth: An Attempt to Correlate working Length Measured with Electronic and Radiograph Methods to Various Anatomic Positions in the Apical Portion of the Canal. En: J En (1)dod. 2008 Apr; 34(4):408-412.

<sup>12</sup> Ibíd., p 408-412

radiografías convencionales son estructuras anatómicas como el arco cigomático y el seno maxilar, además del posicionamiento de ápices en las superficies laterales de las raíces<sup>13</sup>.

Los localizadores apicales entraron a la endodoncia como la mejor opción en la determinación de la longitud de trabajo ya que corregía los múltiples errores reportados con la radiografía. El Root ZX® (J Morita, Tokio, Japón) fue introducido y aceptado por su precisión, la cual no se ve afectada en presencia de electrolitos, irrigantes, exudados y restos de tejido<sup>14</sup>. Actualmente la literatura menciona al Raypex 6® (VDW, Múnich, Alemania) como el último miembro de la serie Raypex®, cuyo rendimiento clínico fue evaluado exitosamente con los modelos previos de Raypex<sup>15</sup>. Moscoso et al<sup>16</sup> reporta que Raypex 6® es exacto en un 88,22% a  $\pm 0,5$  mm y a un 100% a  $\pm 1$  mm.

Otro método que recientemente cobra importancia a la hora de determinar la longitud de trabajo, es la aplicación de la radiografía digital invertida. Esta técnica ha sido poco o nada descrita en la determinación de la longitud de trabajo, por lo tanto la concordancia entre la radiografía digital convencional y la radiografía digital invertida tampoco se encuentra establecida. En áreas como la periodoncia, autores como Scaf et al en 2007, mencionan que las imágenes radiográficas digitalizadas invertidas y sin procesar, eran fiables y que no hubo diferencia en la medición de la pérdida ósea entre estos tipos de imágenes<sup>17</sup>.

---

<sup>13</sup> UGUR Aydin, et al. In vitro evaluation of Root ZX and Raypex 6 in teeth with different apical diameters. En: J Conserv Dent. 2015 Jan-Feb; 18(1): 66–69.

<sup>14</sup> *Ibíd.*, p. 66-69.

<sup>15</sup> STOBER, EK, et al. Evaluation of the Raypex 5 and the Mini Apex Locator: An in vivo study. En: J Endod. 2011; 37:1349–52.

<sup>16</sup> MOSCOSO S, et al. Evaluation of Dentaport ZX and Raypex 6 electronic apex locators: An in vivo study. En: Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2014;19:e202–5

<sup>17</sup> SCAF et al. Comparison between inverted and unprocessed digitized radiographic imaging in periodontal bone loss measurements. En: J Appl Oral Sci. 2007;15(6):492-4

En el 2012, este mismo autor demuestra en un estudio de mediciones de defectos óseos periodontales simulados, que había una significativa diferencia entre la imagen digital inversa y mediciones visuales directas en mandíbulas secas de cerdo<sup>18</sup>. Esto lo asocia a que en una primera instancia la metodología aplicada no tenía en cuenta aspectos relacionados con la profundidad.

Basso define, en relación a la inversión de colores en la radiografía digital, que el brillo de un objeto con respecto a un campo visual adyacente juega un papel muy importante en la percepción visual. Los objetos de color claro parecen ser más claros cuando se colocan sobre un fondo oscuro y del mismo modo, aparentando ser más oscuros cuando se coloca sobre fondo claro<sup>19</sup>. Ranjan et al, determina que la calidad de la imagen digital mediante su manipulación y análisis automatizado, puede contribuir a un mejor diagnóstico radiográfico ya que la imagen digital directa es una técnica eficaz. El código de colores de radiografía digital es factible, pero menos preciso. Sin embargo, esta técnica de imagen, como cualquier otra, debe ser estudiada de forma continua, con énfasis en la seguridad de los pacientes y la calidad diagnóstica de las imágenes<sup>20</sup>.

Bautista y Tamayo citan que la concordancia se relaciona con los resultados producidos por dos técnicas diferentes pero iguales entre sí, es decir, la extensión en la que una de las técnicas podría servir como sustituta de la otra cuando se utilizan en el mismo sujeto de forma simultánea, esto último, con el fin de asegurar

---

<sup>18</sup> SCAF et al. Measurements of simulated periodontal bone defects in inverted digital image and film-based radiograph: an in vitro study. En: *Imaging Science in Dentistry* 2012; 42: 243-7.

<sup>19</sup> BASSO Biasi, Fernanda. Comparação entre imagem digital convencional e invertida na detecção e estimativa da profundidade de cáries proximais. Universidade Federal de Santa Catarina. En: Florianópolis. 2003

<sup>20</sup> RANJAN et al. A Comparative Study on Diagnostic Accuracy of Colour Coded Digital Images, Direct Digital Images and Conventional Radiographs for Periapical Lesions – An In Vitro Study. En: *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2014 Nov, Vol-8(11): ZC55-ZC59.

que las diferencias encontradas sean inherentes a las técnicas o instrumentos evaluados y no a cambios propios del sujeto<sup>21</sup>.

De acuerdo a lo reportado en la literatura, se hace evidente la necesidad de establecer el grado de concordancia que existe entre los diferentes métodos para determinar la longitud de trabajo, especialmente entre las nuevas tecnologías como lo son el localizador apical Raypex 6® y la técnica de radiografía digital invertida con la radiografía convencional digital. Por lo anteriormente descrito, el equipo investigador se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la concordancia en la determinación de la longitud de trabajo en dientes permanentes entre radiografía digital, radiografía digital invertida y localizador apical Raypex 6 *in vitro*?

---

<sup>21</sup> BAUTISTA G, Tamayo MC. Evaluación de pruebas diagnósticas. Estudios de concordancia. En: Revista Científica Facultad de Odontología Universidad El Bosque. 2005; 11(2):74-9

### 3. JUSTIFICACIÓN

El presente estudio acerca de la concordancia en la determinación de la toma de la longitud de trabajo entre radiografía digital convencional, radiografía digital invertida y localizador apical Raypex 6®, puede permitir definir el grado de concordancia global existente entre estos tres métodos de ayuda en la práctica endodóntica. No es desconocido que el trabajo de los endodoncistas depende en gran magnitud de la imagenología tipo radiografía periapical. Esta imagen, en su variedad digital, ofrece nuevos parámetros de visualización tales como la inversión de colores permitiendo nuevas perspectivas en el tratamiento de conductos.

Reconocer que estos métodos son concordantes benefician la práctica clínica al saber que estos, indistintamente su obtención, logran el funcionamiento ideal y similar para cada profesional que necesite de su ayuda, para obtener confiabilidad en su labor diaria y en sus usuarios directos.

Actualmente existen estudios que demuestran la utilidad de la radiografía digital y del localizador apical en la determinación de la conductometría. Este trabajo busca evaluar la utilidad de la radiografía digital invertida en concordancia con la radiografía digital convencional y localizador apical Raypex 6®, en el mismo nivel de confiabilidad. Estos no han sido evaluados en conjunto, considerando una oportunidad de aprendizaje.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. OBJETIVO GENERAL:**

Determinar la concordancia en la toma de la longitud de trabajo entre radiografía digital convencional, radiografía digital invertida y localizador apical Raypex 6®.

### **4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- 1.** Determinar la longitud del canal radicular utilizando radiografía digital convencional, radiografía digital invertida y localizador apical Raypex 6®.
- 2.** Comparar el grado de acuerdo entre las mediciones obtenidas de la longitud del canal radicular entre radiografía digital convencional, digital y localizador apical Raypex 6, utilizando el coeficiente de correlación y concordancia de Lin.
- 3.** Establecer gráficamente los límites de acuerdo entre las mediciones de cada método, mediante el análisis grafico de Bland y Altman.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1. MARCO CONCEPTUAL

La Endodoncia, como conjunto de conocimientos metódicamente formado y ordenado, constituye una ciencia, integrada en el conjunto de las ciencias de la salud. Su objetivo es el estudio de la estructura, la morfología, la fisiología y la patología de la pulpa dental y los tejidos periradiculares. Ella incluye el diagnóstico diferencial y manejo del dolor bucofacial de origen pulpar y periapical; lograr mantener la vitalidad de la pulpa y la realización de tratamientos de conductos radiculares cuando es inviable conservar su vitalidad o cuando existe necrosis de la misma, con o sin complicación periapical; la eliminación quirúrgica de los tejidos periapicales inflamados a consecuencia de patología pulpar, así como la resección apical, la hemisección y amputación radicular; como alivio de la afección pulpar consecutiva a traumatismos, así como el reimplante de dientes posterior a una avulsión; blanqueamiento de dientes con alteraciones del color, retratamiento de dientes que presentan un fracaso endodóntico y restauración de la corona dental mediante procedimientos que implican pernos y muñones situados en la zona antes ocupada por la pulpa <sup>22</sup>.

La eliminación del tejido inflamado e infectado es totalmente dependiente del establecimiento de una correcta longitud de trabajo para lograr lograr una adecuada preparación y obturación del conducto. Grove en 1930 estableció el límite apical de la instrumentación y la obturación en la unión cemento dentinaria<sup>23</sup>.

La constricción apical es el lugar más estrecho en la zona terminal del conducto próximo al ápice, cuya apertura al periodonto se dispone casi siempre lateralmente al ápice anatómico. Este puede coincidir con el límite entre la dentina y el

---

<sup>22</sup> CANALDA Sahli, et al. ENDODONCIA. En: Técnicas clínicas y bases científicas. Ed. Masson. Barcelona 2001. Pag.1.

<sup>23</sup> *Ibíd.*,p 170.

cemento, pero no siempre suele observarse así. Según Canalda et al, es un término más anatómico que histológico y su principal utilidad es clínica. El problema es que la constricción apical y el orificio final del conducto no son visibles radiográficamente<sup>24</sup>.

Los últimos 20 años han sido considerados como la época contemporánea de la endodoncia dado que en este tiempo ocurrió una evolución técnica, llegando a niveles tecnológicos nunca antes vistos en toda su historia. Uno de los ejemplos más sobresalientes es el desarrollo de un sistema digital para el diagnóstico mediante la toma de radiografía periapical llevada directamente a un software de digitalización.<sup>25</sup> El examen radiográfico busca establecer, en conjunto con otras pruebas, el diagnóstico y las características del tratamiento que será crucial en la selección de casos y en su planificación<sup>26</sup>.

Una radiografía de calidad es imprescindible en endodoncia, sin embargo esta posee algunas limitaciones que debemos tener presentes. La radiografía representa una imagen bidimensional de la realidad, y muchas veces necesita de una proyección adicional, con una diferencia de angulación de 10-15° para tener una idea más precisa de esa realidad<sup>27</sup>. La radiografía periapical proporciona información detallada sobre los dientes y los tejidos circundantes. Se utiliza para la evaluación de la pulpa, para observar la morfología del conducto radicular y del estado óseo inter-dental, para la detección de fracturas de la corona o raíz; además de calcificaciones, curvaturas, lesiones periapicales, determinación de la longitud de trabajo, la calidad de la obturación del conducto radicular y monitorización en la evolución pos- tratamiento<sup>28</sup>.

---

<sup>24</sup>Ibid.,p 170.

<sup>25</sup> LEONARDO, Mario Roberto. Endodoncia. Tratamiento de conductos radiculares. Principios técnicos y biológicos. 2 volúmenes. En: Artes Médicas Latinoamérica. Sao Paulo. 2005.

<sup>26</sup> RODRÍGUEZ PONCE, Antonio. Endodoncia, Consideraciones actuales. En: Editorial AMOLCA. Primera edición. 2003. Pag. 12.

<sup>27</sup> Ibid. Pag.12.

<sup>28</sup> NASEEM Shah, et al. Recent advances in imaging technologies in dentistry. En: World J Radiol 2014 October 28; 6(10): 794-807.

El primer sistema de radiografía digital en odontología fue la Radiovisiografía (RVG, anteriormente Trex-triphy de Radiología Inc., Marietta, GA) por Trophy en Francia en 1987<sup>29</sup>. Este sistema de imagen digital registra en un sensor, una imagen que luego transfiere a un computador para ser archivada, analizada, manipulada y cuantificada<sup>30</sup>. Una de las características positivas más comúnmente citadas de la radiografía digital es la reducción de la dosis de radiación hasta un 80%, en comparación con la radiografía simple convencional<sup>31</sup>.

Las ventajas del uso del sistema digital son reducción de la cantidad de radiación, calidad de imagen, rapidez en la obtención de la imagen, la eliminación de los productos químicos, etc. Este sistema permite la manipulación del contraste, densidad, nitidez y orientación de la imagen producida, sin ninguna exposición a la radiación adicional para el paciente o el operador<sup>32</sup>. En endodoncia aplica para visualizar algunos accidentes anatómicos o entidades patológicas como las rarefacciones óseas periapicales, las medidas de la longitud real del diente y de la longitud real de trabajo, el coloreado de la imagen radiográfica para facilitar la disociación entre los límites de las estructuras anatómicas y procesos patológico, entre otras<sup>33</sup>.

El método radiográfico convencional se ha utilizado tradicionalmente para determinar la longitud de trabajo del conducto radicular. En este procedimiento, se mide la distancia entre la punta de la lima insertada en el canal y la punta del ápice radiográfico. Se estima con base en esta medición la longitud de trabajo. Sin embargo, el método radiográfico convencional presenta algunos inconvenientes, como la superposición de estructuras anatómicas y la posición del foramen apical en relación con el vértice, que en la mayoría de los casos no coincide; además del

---

<sup>29</sup> Ibid. Pag. 794-807.

<sup>30</sup> LEONARDO, Mario Roberto. Endodoncia. tratamiento de conductos radiculares. principios técnicos y biológicos. 2 volúmenes. En: Artes Médicas Latinoamérica. Sao Paulo. 2005.

<sup>31</sup> MOUYEN F, et al. Presentation and physical evaluation of Radio Visio Graphy. En: Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1989; 68: 238-242

<sup>32</sup> NASEEM Shah, et al. Recent advances in imaging technologies in dentistry. En: World J Radiol 2014 October 28; 6(10): 794-807.

<sup>33</sup> LEONARDO, Mario Roberto. Endodoncia. Tratamiento de conductos radiculares. Principios técnicos y biológicos. 2 volúmenes. En: Artes Médicas Latinoamérica. Sao Paulo. 2005.

tiempo de procesamiento de la película. El método radiográfico digital produce imágenes utilizando un sensor en lugar de la película radiográfica con claridad superior en los detalles<sup>34</sup>. Sin embargo, la literatura no es concluyente sobre si el método radiográfico digital es más eficiente que el método radiográfico convencional para la determinación de la longitud del conducto radicular de trabajo<sup>35</sup>.

Según Schmitd et al. (2008), la limitante del método radiográfico convencional reside en la capacidad del odontólogo para interpretar las imágenes; por lo tanto, grandes variaciones pueden surgir de uno a otro profesional si una calibración previa no se hace<sup>36</sup>.

Almenar et al en 1997, evaluaron la longitud de trabajo con radiografía digital y las compararon con longitudes de trabajo obtenidas con diferentes métodos en dientes de una sola raíz. Una reglilla milimetrada y pinzas fueron utilizadas como un método directo de medición sobre limas de endodoncia. Como métodos indirectos, se tomaron mediciones de los rayos X convencionales con pinzas y con un sistema de medición radiológica digital. No se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre los métodos directos e indirectos y no se encontraron diferencias significativas entre los resultados de los dos métodos indirectos a los del proceso estándar<sup>37</sup>.

Orosco et al en el 2012 halló que el método radiográfico convencional es superior al método radiográfico digital en la determinación de la longitud de trabajo del

---

<sup>34</sup>SHEARER AC, et al. Radiovisiography for imaging root canals: an in vitro comparison with conventional radiography. En: Quintessence Int. 1990;21:789-94

<sup>35</sup>OROSCO FA, BERNARDINELI N, GARCIA RB, et al. In vivo accuracy of conventional and digital radiographic methods in confirming root canal working length determination by Root ZX. En: J Appl Oral Sci 2012; 20:522-5.

<sup>36</sup>SCHMITD LB, et al. Comparison of radiographic measurements obtained with conventional and indirect digital imaging during endodontic treatment. En: J Appl Oral Sci. 2008;16:167-70.

<sup>37</sup>ALMENAR GARCÍA A, et al. evaluation of a digital radiography to estimate working length. En: J endod. 1997;23:363-5.

conducto radicular. Esta investigación sugiere futuros estudios que comparen los métodos radiográficos, estandarizando la radiografía digital, principalmente para brillo y contraste, de manera que los resultados puedan ser lo más cercano posible a la realidad clínica<sup>38</sup>.

Suzuki<sup>39</sup> observó que los valores de resistencia eléctrica eran muy similares en todos los tejidos blandos bucales, aunque los dos electrodos estuvieran situados a distancia; la resistencia eléctrica entre el ligamento periodontal y la mucosa bucal registraba un valor constante de 6,5 kΩ. Sunada<sup>40</sup> en 1962 diseñó un dispositivo para comparar la resistencia eléctrica entre un electrodo conectado a una lima con la de un electrodo situado en la mucosa bucal. La dentina actúa como aislante eléctrico y la resistencia de los tejidos periapicales tiene un valor conocido. Cuando la punta de la lima alcanza los tejidos periapicales que son conductores, se cierra el circuito eléctrico y el cuerpo del paciente actúa como conductor, con lo que la resistencia eléctrica disminuye de forma súbita y la corriente eléctrica empieza a fluir. El dispositivo se gradúa para identificar el punto en el que la lima sale por el orificio apical<sup>41</sup>.

## 5.2. LOCALIZADORES ELECTRÓNICOS APICALES

Los localizadores electrónicos apicales (LA) pueden determinar la longitud de trabajo con más exactitud que los métodos radiográficos<sup>42</sup>. Considerando que la primera generación de LA medían la resistencia, la segunda generación de LA miden la impedancia. El principal inconveniente de ambos tipos de LA fue la pobre

---

<sup>38</sup>OROSCO FA, BERNARDINELI N, GARCIA RB, et al. In vivo accuracy of conventional and digital radiographic methods in confirming root canal working length determination by Root ZX. En: J Appl Oral Sci 2012; 20:522–5.

<sup>39</sup>CANALDA SAHLI, Carlos, BRAU AGUADÉ, Esteban. Endodoncia. Técnicas clínicas y bases científicas. En: Ed. Masson. Barcelona 2001. Pag 171

<sup>40</sup>Ibid. Pag. 172.

<sup>41</sup>.Ibid. pag. 172.

<sup>42</sup>CIANCONI L, et al. Accuracy of three electronic apex locators compared with digital radiography: an ex vivo study. En: J Endod 2010;36:2003-7.

precisión causada por electrolitos. Esta limitación fue superada con la introducción de LA de tercera generación, tales como Root ZX (J Morita Corp, Tokio, Japón). El Root ZX utiliza el método " relación " para medir la longitud del conducto radicular. Este método implica la medición simultánea de la impedancia en dos frecuencias (0,4 kHz y 8 kHz), y el cálculo de un cociente que expresa la posición de la punta de la lima en el canal<sup>43</sup>. El localizador de ápice Root ZX se considera como el patrón de oro para los que evalúan nuevos LA<sup>44</sup>.

El localizador apical electrónico Raypex 6® (VDW, Múnich, Alemania) es el último miembro de la serie Raypex cuyo rendimiento clínico ha sido más exitoso en comparación con las anteriores versiones Raypex 4 y 5. (26, 27,28). Moscoso et al. (29) encontraron que Raypex 6 es exacto en un 88,22% a  $\pm 0,5$  mm y un 100% a  $\pm 1$  mm. Aydin et al evaluaron *in vitro* al Root Zx y Raypex 6 en dientes con ápices abiertos y dientes maduros, encontrando que Root ZX reveló una tasa de éxito del 80% dentro de  $\pm 0,5$  mm y 100% dentro de  $\pm 1$  mm de dientes con ápices maduros; Raypex 6 presentó un 85% de éxito dentro de  $\pm 0,5$  mm y un 95% dentro de  $\pm 1$  mm. Para los dientes con ápices abiertos su exactitud disminuyo en ambos localizadores, siendo de igual significancia estadística<sup>45</sup>.

Fortich et al en 2013, realizaron un estudio titulado "Concordancia en la determinación de la longitud radicular en dientes temporales entre radiografía convencional y localizador electrónico de ápice."<sup>46</sup> Esta investigación buscó hallar el grado de concordancia entre la radiografía convencional y el localizador apical. Se define por tanto la concordancia en estadística como el grado en que

---

<sup>43</sup> KOBAYASHI C, Suda H. New electronic canal measuring device based on the ratio method. En: J Endod 1994;20:111-114.

<sup>44</sup> DE VASCONCELOS BC, et al. An ex vivo comparison of root canal length determination by three electronic apex locators at positions short of the apical foramen. En: Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2010;110:57-61.

<sup>45</sup> AYDIN U, KARATASLIOGLU E, AKSOY F, YILDIRIM C. In vitro evaluation of Root ZX and Raypex 6 in teeth with different apical diameters. En: J Conserv Dent. 2015; 18(1): 66-69.

<sup>46</sup> FORTICH MESA, Natalia. Concordancia en la determinación de la longitud radicular en dientes temporales entre radiografía convencional y localizador electrónico de ápice. Universidad Nacional de Colombia. Bogota, Colombia. 2013.

dos o más observadores, métodos, técnicas u observaciones están de acuerdo sobre el mismo fenómeno observado<sup>47</sup>. Los resultados encontrados definieron que la concordancia entre los dos métodos estudiados, localizador electrónico de ápice y radiografía convencional es pobre, impactando directamente en la práctica clínica de los odontólogos generales, endodoncistas y odontopediatras<sup>48</sup>.

Los estudios de concordancia se pueden realizar de conformidad (valoran una prueba frente a su patrón de oro) y de consistencia (estudian una prueba frente a otra y ninguna de las dos es el patrón de oro)<sup>49</sup>. La concordancia entre los resultados obtenidos de dos instrumentos o técnicas se da en términos de precisión y exactitud ya que indican su validez; precisión se refiere a la dispersión del conjunto de valores obtenidos de mediciones repetidas de una magnitud: cuanto menor es la dispersión, mayor la precisión. Una medida común de la variabilidad es la desviación estándar de las mediciones; la precisión se puede estimar como una función de ella. Exactitud se refiere a cuán cerca del valor real se encuentra el valor medido. En términos estadísticos, la exactitud está relacionada con el sesgo de una estimación: cuanto menor es el sesgo, más exacta es una estimación. La exactitud de un resultado se expresa mediante el error absoluto, que es la diferencia entre el valor experimental y el valor verdadero<sup>50</sup>.

### **5.3. METODOS DE CONCORDANCIA ESTADISTICA**

Existen diferentes métodos estadísticos para calcular los grados de acuerdo entre dos mediciones o métodos, así como también la exactitud y precisión de los

---

<sup>47</sup>CORTÉS-REYES É, RUBIO-ROMERO J A, GAITÁN-DUARTE H. Métodos estadísticos de evaluación de la concordancia y la reproducibilidad de pruebas diagnósticas. En: Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología Vol. 61 No. 3; 2010; (247-255).

<sup>48</sup>FORTICH MESA, Op Cit.

<sup>49</sup>CORTÉS-REYES É, RUBIO-ROMERO J A, GAITÁN-DUARTE H. Métodos estadísticos de evaluación de la concordancia y la reproducibilidad de pruebas diagnósticas. En: Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología Vol. 61 No. 3; 2010; (247-255).

<sup>50</sup> Ibíd. Pag. 247-255.

mismos. Las estadísticas utilizadas para la estimación de la concordancia dependen del tipo de escala en la cual los datos bajo consideración son expresados<sup>51</sup>.

En estadística, para hallar concordancia, se han utilizado aproximaciones tales como el coeficiente de Pearson, el coeficiente de correlación intraclase (CCI) y el coeficiente de Lin. El coeficiente de Pearson mide la probabilidad de establecer una ecuación lineal entre dos variables, en la que por cada cambio de unidad en una de ellas, se espera un cambio de unidad (correlativo) en la otra, sin tener en cuenta ni la magnitud ni la escala de medición de las variables comprometidas. Su uso no es adecuado para estimar la concordancia entre dos variables dado que se pueden obtener coeficientes de correlación de Pearson muy cercanos a la unidad<sup>52</sup>. El coeficiente de Pearson mide la intensidad de la asociación lineal entre dos mediciones (correlación) pero no proporciona información acerca del acuerdo observado, ni sobre la presencia de diferencias sistemáticas entre las mediciones o instrumentos.

El coeficiente de correlación intraclase (CCI), introducido originalmente por Fisher, es una formulación especial del coeficiente de correlación ( $\rho$ ) de Pearson. Este método permite evaluar la concordancia general entre dos o más métodos de medida u observación, basado en un modelo de análisis de varianza (ANOVA) con medidas repetidas<sup>53</sup>. Se define como la proporción de la variabilidad total debida a la variabilidad de los sujetos. Se supone que la variabilidad total de las mediciones puede desagregarse en dos componentes: a) la variabilidad debida a las diferencias entre los sujetos (intrasujetos) y b) la debida a la medición para cada sujeto (intrasujetos), la que a su vez se subdivide en: i) variabilidad entre

---

<sup>51</sup>FORTICH MESA, Natalia. Concordancia en la determinación de la longitud radicular en dientes temporales entre radiografía convencional y localizador electrónico de ápice. Universidad Nacional de Colombia. Bogota, Colombia. 2013.

<sup>52</sup>CORTÉS-REYES É, RUBIO-ROMERO J A, GAITÁN-DUARTE H. Métodos estadísticos de evaluación de la concordancia y la reproducibilidad de pruebas diagnósticas. En: Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología Vol. 61 No. 3; 2010; (247-255).

<sup>53</sup>BLAND JM, ALTMAN DG. A note on the used of the intraclass correlation in the evaluation of agreement between two methods of measurement. En: Comput Biol Med 1990;20:337-40.

observaciones y ii) variabilidad residual, debido al error que conlleva dicha medición. Este coeficiente estima el promedio de las correlaciones entre todas las posibles ordenaciones de los pares de observaciones disponibles, evitando así el problema de la dependencia del orden del coeficiente de correlación de Pearson. El CCI no explica o discrimina la variabilidad entre los métodos de medición o la debida a las diferencias entre observadores. Puede utilizarse cuando hay más de dos observaciones por sujeto. Dado que el CCI es una proporción, sus valores oscilan entre 0 y 1, por tanto, la máxima concordancia posible se alcanzaría cuando el  $CCI=1$ .<sup>54</sup>

Lin en 1989 desarrolló una propuesta para evaluar la concordancia entre variables continuas a través del coeficiente de correlación concordancia (CCC)<sup>55</sup>. Este coeficiente califica la fuerza del acuerdo de una forma más exigente: para variables continuas, la valora como casi perfecta para valores mayores a 0,99; sustancial, de 0,95 a 0,99; moderada, de 0,90 a 0,95 y pobre cuando está por debajo de 0,90. Para variables categóricas, los valores sugeridos son: mayor a 0,90, entre 0,80 y 0,90, de 0,65 a 0,80 y menor de 0,65, respectivamente. El CCC, definido también por la fórmula  $CCC=pCb$ , combina una medida de precisión, representada por el coeficiente de correlación ( $\rho$ ), con una medida de exactitud, representada por el coeficiente de corrección de sesgo (Cb). Permite observar qué tan lejos se desvían los datos observados por dos métodos u observadores de una línea a partir del origen y a 45° en un plano cartesiano, que corresponde a la línea de perfecta concordancia. Este coeficiente aumenta de valor en función de: a) la cercanía del eje principal o la pendiente de la curva de regresión de las parejas de datos obtenidos en la línea de perfecta concordancia (coeficiente de corrección de sesgo) que permite evaluar la exactitud de los datos obtenidos y b) en función de la dispersión alrededor de la línea de mejor ajuste o línea de regresión de las parejas de los datos obtenidos, siendo éste el reflejo de la precisión de las

---

<sup>54</sup>CORTÉS-REYES É, Et al. Op Cit. Pág. 247-255.

<sup>55</sup>LIN L. A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. En: Biometrics 1989;45:255-268

mediciones obtenidas y corresponde al coeficiente de correlación de Pearson<sup>56</sup>. Adicionalmente, el coeficiente de correlación concordancia (CCC), también puede ser usado para validar la reproducibilidad de un instrumento o método, ya que permite evaluar el acuerdo entre muestras pareadas<sup>57</sup>.

---

<sup>56</sup>CEPEDA MS, AFRICANO JM, Polo R, ALCALÁ R, Carr D. Agreement between percentage pain reductions calculated from numeric rating scores of pain intensity and those reported by patients with acute or cancer pain. En: Pain 2003;106:439-42

<sup>57</sup>CORTÉS-REYES É, RUBIO-ROMERO J A, GAITÁN-DUARTE H. Métodos estadísticos de evaluación de la concordancia y la reproducibilidad de pruebas diagnósticas. En: Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología Vol. 61 No. 3; 2010; (247-255).

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1. TIPO DE ESTUDIO:

Es un estudio de pruebas diagnósticas de concordancia de tipo consistencia, usado para comparar los resultados de dos técnicas entre sí cuando no existe un patrón de oro reconocido y ninguna de las dos se asume como la correcta<sup>58</sup>; *in vitro*, para la evaluación de tres instrumentos de medición.

### 6.2. POBLACION Y MUESTRA:

La población estuvo conformada por premolares inferiores unirradiculares permanentes extraídos de seres humanos. Como características de la muestra se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de inclusión:

- ✓ Dientes unirradiculares con ápice cerrado.
- ✓ Dientes unirradiculares sin tratamiento de conducto previo.

Se excluyeron de las muestras:

- ✓ Dientes con caries radicular extensa.
- ✓ Dientes con reabsorción interna o externa.
- ✓ Dientes con calcificación.
- ✓ Dientes tratados endodónticamente o previamente iniciado.

---

<sup>58</sup>BAUTISTA G, TAMAYO MC. Evaluación de pruebas diagnósticas. Estudios de concordancia. En: Revista Científica Facultad de Odontología Universidad El Bosque. 2005; 11(2):74-79

### 6.3. TAMAÑO DE LA MUESTRA

El cálculo del tamaño de la muestra se obtuvo teniendo en cuenta una hipótesis a una cola con un nivel de confiabilidad del 95%, poder del 90% y un valor de coeficiente de correlación y concordancia de Lin mínimo esperado de 0.85 y un máximo ideal de 0.95, entre la radiografía digital convencional, invertida, y el localizador electrónico de ápice Raypex 6®. El tamaño de la muestra fue calculada utilizando la formula descrita por Ruiz<sup>59</sup>, donde se estimó una muestra de 48 conductos radiculares, aumentando un 10% por posibles pérdidas, para un total de 60 conductos radiculares.

### 6.4. VARIABLES:

Para el análisis de la concordancia en la determinación de la longitud radicular, se tuvo en cuenta la siguiente macrovariable y variable: medición dispositivo (Radiografía digital convencional, invertida, localizador apical Raypex 6®).

**Tabla 1 Instrumento de recolección de la información.**

<b>MACROVARIABLE</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>TIPO DE VARIABLE</b>	<b>NIVEL DE MEDICION</b>	<b>INDICADORES</b>
Longitud Conducto Radicular	Conductometría	Cuantitativa Dependiente	Continua	Milímetros

El proyecto de concordancia de tres métodos para determinar la longitud radicular, tuvo como plan de recolección, el siguiente:

<sup>59</sup>RUIZ M. Alvaro, GÓMEZ R. Carlos, LONDOÑO T. Darío. Investigación clínica: Epidemiología clínica aplicada. 2001

**Técnica de recolección:** Se empleó la observación directa de las mediciones que se realizaron siempre por un mismo operador. Para esto fue elegido un profesional experimentado en el área de Endodoncia, quien se encontraba calibrado en cada una de las mediciones que se tomaron con los grupos a comparar. Diseñado el instrumento de recolección de la información, se efectuó una prueba piloto para estandarizar tiempos de trabajo, mediciones y calibración de los equipos de radiografía digital, convencional y localizador apical. (**Anexo A. Instrumento de recolección de la información**).

#### **6.5. METODO PROPIAMENTE DICHO:**

Los dientes permanentes fueron almacenados en solución salina inmediatamente después de realizada la exodoncia. Inicialmente se tomó una radiografía periapical a cada diente, para evaluar la viabilidad del conducto radicular. Se realizaron las cavidades de acceso de los dientes utilizando fresas de diamante redondas y pieza de alta velocidad con abundante irrigación (Figura 1 y 2).



**Figura 1 Dientes Seleccionados.**



**Figura 2 Realización de Cavidades de Acceso.**

Los dientes fueron embebidos en un molde de alginato<sup>60</sup> y un preparado con una solución de cloruro de sodio al 0.09% <sup>61</sup>, el cual actuó como un gel conductor simulando el periodonto (Figura 3).



**Figura 3 Diente embebido en alginato y aplicación de cloruro de sodio.**

---

<sup>60</sup> AYDIN, Ugur, et al. In vitro evaluation of Root ZX and Raypex 6 in teeth with different apical diameters. En: *Journal of conservative dentistry: JCD*, 2015, vol. 18, no 1, p. 66.

<sup>61</sup>MARTINEZ-LOZANO MA, FORNER-NAVARRO L, SANCHES-CORTE'S JL, LLENA-PUY C (2001) Methodological considerations in determination of working length.

## 6.6. DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DEL TRABAJO:

La medición electrónica se tomó usando el localizador apical Raypex 6 (VDW, Múnich, Alemania) (figura 4), siguiendo las recomendaciones del fabricante. El clip labial se insertó en alginato<sup>62</sup> antes de la toma de longitud dentro del conducto, para simular la mucosa oral y así lo que correspondería a la resistencia eléctrica entre el ligamento periodontal y la mucosa oral *in vivo* (figura 5).

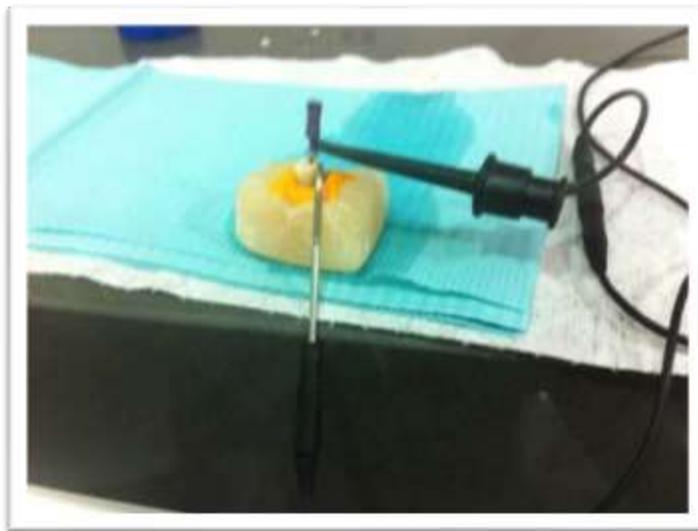


Figura 4 Localizador Apical Raypex 6 listo para la medición *in vitro*.

El conducto radicular se humedeció con hipoclorito de sodio al 5%, y se le insertó una lima tipo k Flexofile (Dentsply Maillefer, Baillaigues, Suiza) acoplada al clip de la lima; dos pitidos iniciales indicaron el circuito de medición cerrado y el comienzo de la determinación de la longitud. El movimiento de la lima dentro del conducto se visualizó en la imagen situada en la parte izquierda de la pantalla. En la zona apical, la línea indicadora marca la posición exacta; cambia de azul a verde y luego a amarillo; cuando la punta de la lima alcanza el foramen apical, la línea

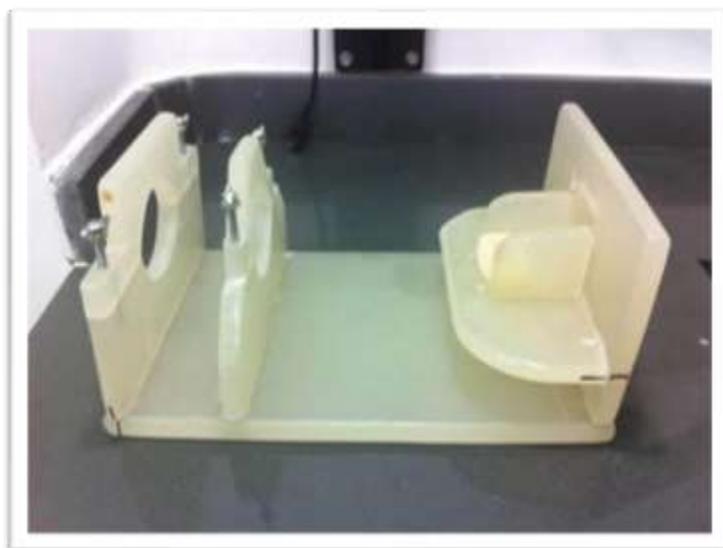
<sup>62</sup> AYDIN, Ugur, et al. In vitro evaluation of Root ZX and Raypex 6 in teeth with different apical diameters. En: *Journal of conservative dentistry: JCD*, 2015, vol. 18, no 1, p. 66.

indicadora apareció marcada en color rojo y se emitió un sonido constante. En ese momento, se colocó el tope de silicona en el punto de referencia de la corona y se midió la longitud del conducto radicular utilizando un dentímetro Endoblock metálico (Dentsply Maillefer, Baillaigues, Suiza)(Figura 5).



**Figura 5 Determinación de la longitud mediante localizador apical Raypex 6.**

Inmediatamente después, se introdujo nuevamente la lima en el conducto y se procedió a tomar la radiografía digital. Se utilizó un posicionador de película adaptado sobre un dispositivo paralelo, el cual centró la película y mantuvo constante la distancia entre el cono y la película (Figura 6 y 7).



**Figura 6 Posicionador de película estandarizado.**



**Figura 7 Estandarización de la distancia para toma de radiografía digital.**

De esta forma, se estandarizó la distancia entre el cono y la película<sup>63</sup>, realizando seguidamente, la medición con el software (CDR DICOM para Windows, Versión

---

<sup>63</sup>. IQBAL MK, KOHLI MR, KIM JS. A retrospective clinical study of incidence of root canal instrument separation in an endodontic graduate program: A Penn Endo database study. En: J Endod 2006; 32: 1048-1043.

4.5.0.99 Build 99, Schick Technologies, Inc.) (Figura 8 y 9) de manera convencional con la herramienta Medir.

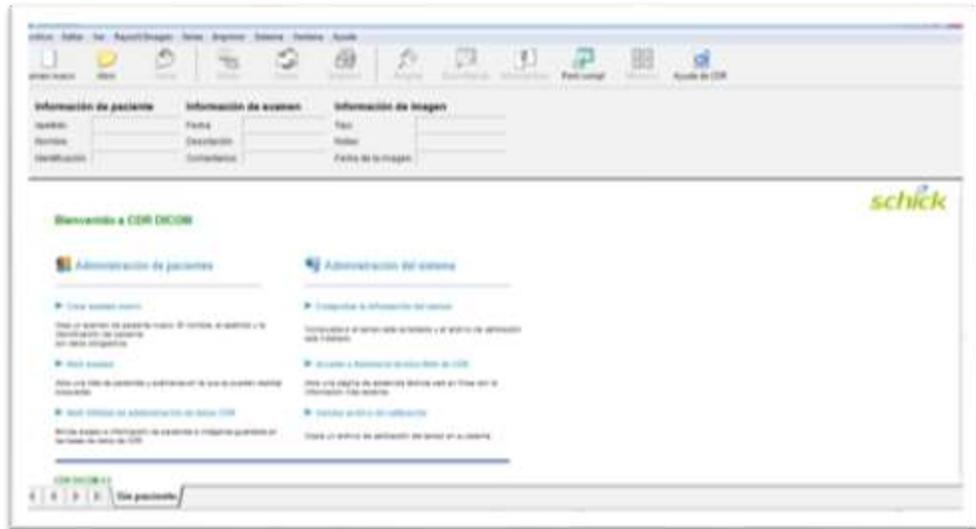


Figura 8 Imagen de la pantalla principal del Software CDR DICOM para Windows.

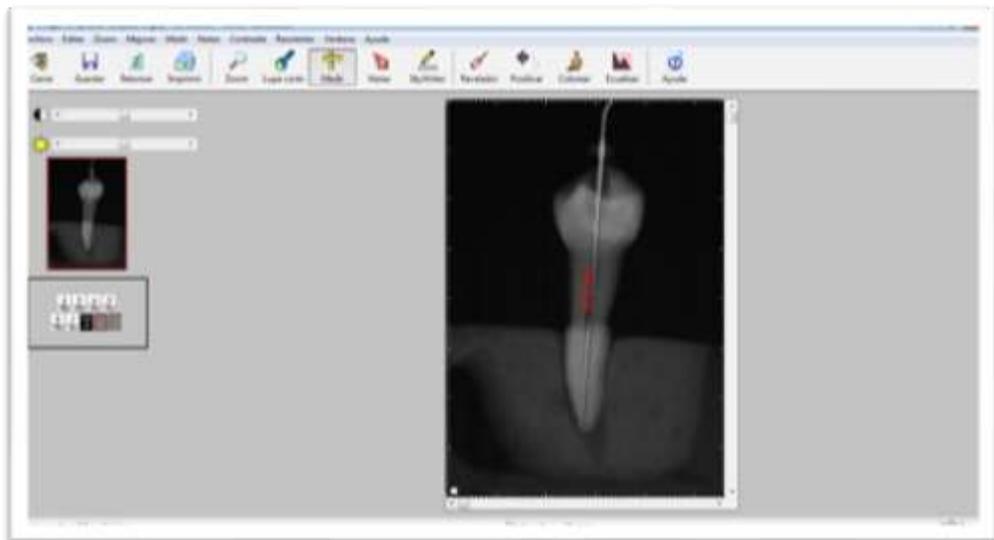


Figura 9 Toma de radiografía digital convencional y aplicación de la herramienta medir.

Seguido a esto, se realizó la inversión de colores por medio de la herramienta Positivar (Figura 10). El proceso de toma de longitud con la herramienta Medir fue realizado por el mismo operador; pasado 1 mes aproximadamente, se realizó la inversión de colores con la herramienta positivar y se consignaron los nuevos datos obtenidos por el mismo operador.

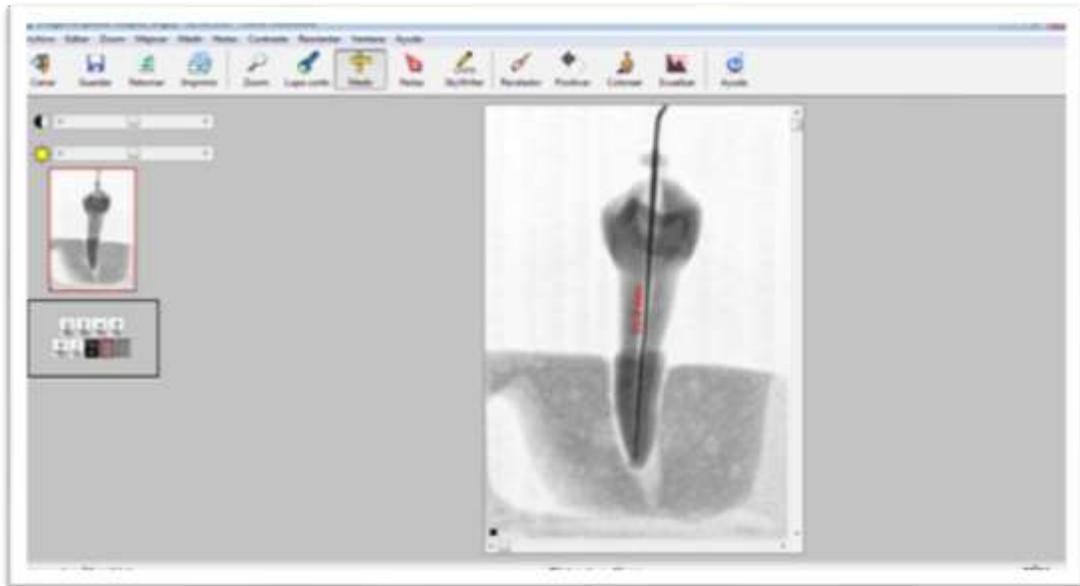


Figura 10 Aplicación de la herramienta positivar y luego medir (radiografía digital invertida)

## 6.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS:

Inicialmente se presentaron los resultados globales de cada una de las mediciones realizadas con ambos métodos utilizando una estadística descriptiva (promedios y desviación estándar o mediana y rangos intercuartílicos de acuerdo con la normalidad de los datos). Los resultados de las mediciones de los métodos fueron calculados empleando los valores reales de los dispositivos, y analizados estadísticamente utilizando el coeficiente de correlación y concordancia de Lin y los intervalos de confianza del 95%. El CCC de Lin determinó que tanto se desviaron los datos obtenidos por los métodos de la línea de perfecta concordancia, junto con el análisis gráfico de los datos utilizando el análisis de

Bland y Altman. Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software para análisis de datos Stata versión 12.0.

Los resultados arrojados se catalogaran según el CCC de Lin, el cual califica la fuerza del acuerdo de una forma más exigente: para variables continuas, la valora como casi perfecta para valores mayores a 0,99; sustancial, de 0,95 a 0,99; moderada, de 0,90 a 0,95 y pobre cuando está por debajo de 0,90. Para variables categóricas, los valores sugeridos son: mayor a 0,90, entre 0,80 y 0,90, de 0,65 a 0,80 y menor de 0,65, respectivamente<sup>64</sup>.

## **6.8. CONSIDERACIONES ÉTICAS**

Previo al proceso de ejecución del proyecto, se solicitó el beneplácito por parte del comité de investigación de la Facultad de Odontología, así como el aval científico por parte del comité de ética de la institución. Posterior a esto, se diligenció un consentimiento informado para los pacientes que autorizaron el uso de sus dientes recién extraídos para la presente investigación.

---

<sup>64</sup> CORTÉS-REYES É, RUBIO-ROMERO J A, GAITÁN-DUARTE H. Métodos estadísticos de evaluación de la concordancia y la reproducibilidad de pruebas diagnósticas. En: Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología Vol. 61 No. 3; 2010; (247-255).

## 7. RESULTADOS

Ingresaron al estudio 60 premolares inferiores unirradiculares permanentes extraídos de seres humanos, los cuales fueron evaluados en su totalidad. Para realizar el reporte de las variables relacionadas con longitud promedio en mms, inicialmente se realizó análisis de normalidad de los datos, a través de la prueba Shapiro Wilk para así describir promedio y desviación estándar. Teniendo en cuenta esto, los resultados de las mediciones de la longitud promedio, utilizando la Radiografía Digital, Radiografía digital Invertida y el Localizador Apical Raypex 6 se muestran en la Tabla 2. El promedio de la longitud de trabajo utilizando la radiografía digital fue de 24.54mm (DE: 1,84), con radiografía digital invertida fue de 24.40mm (DE: 1.87) y con el localizador apical Raypex 6 fue de 21.39mm (DE: 2.07).

**Tabla 2 Comparación en Longitud Promedio en mm**

	Rx digital	Rx invertida	Raypex 6	p
<i>Promedio</i>	24,54	24,40	21,39	0,000*
<i>DE</i>	1,84	1,87	2,07	
<i>Valor min.</i>	19,8	1,95	15	
<i>Valor Max.</i>	29,6	29,8	26	
<i>IC 95%</i>	-0,038	0,035	-0,241	
<i>p-valor Shapiro-Wilk</i>	0,727	0,462	0,957	

*\*p<0,005*

\*Interpretación: Siendo la hipótesis nula que la población está distribuida normalmente, si el p-valor es menor a alfa (nivel de confianza) entonces la hipótesis nula es rechazada (se concluye que los datos no vienen de una distribución normal). Si el p-valor es mayor a alfa, no se rechaza la hipótesis y se concluye que los datos siguen una distribución normal.

La concordancia entre los métodos se dividió en parejas para poder realizar la estimación: pareja 1, Radiografía Periapical Digital e Invertida; pareja 2, Radiografía Digital y Raypex 6; pareja 3, Radiografía Digital Invertida y Raypex 6.

Se calculó a través del coeficiente de correlación y concordancia de Lin ( $\rho$ ). Se obtuvo para la primera pareja evaluada (Radiografía Periapical Digital e Invertida), una concordancia global de 98.6 % (CCC de Lin 0.986, IC 95 % 0.989,  $p = 0.00$ ), que corresponde a una sustancial correlación de concordancia. Los componentes del coeficiente fueron: precisión 0,989, factor de corrección de sesgo (exactitud) de 0.997, y pendiente de 0.983. (Tabla 3). La diferencia promedio entre ambos métodos fue de 0.140 mm, con límites de acuerdo del 95% entre 0.411 y 0.691 mms. (Tabla 4). El análisis gráfico de los componentes del CCC de Lin se muestra en las Figuras 1.

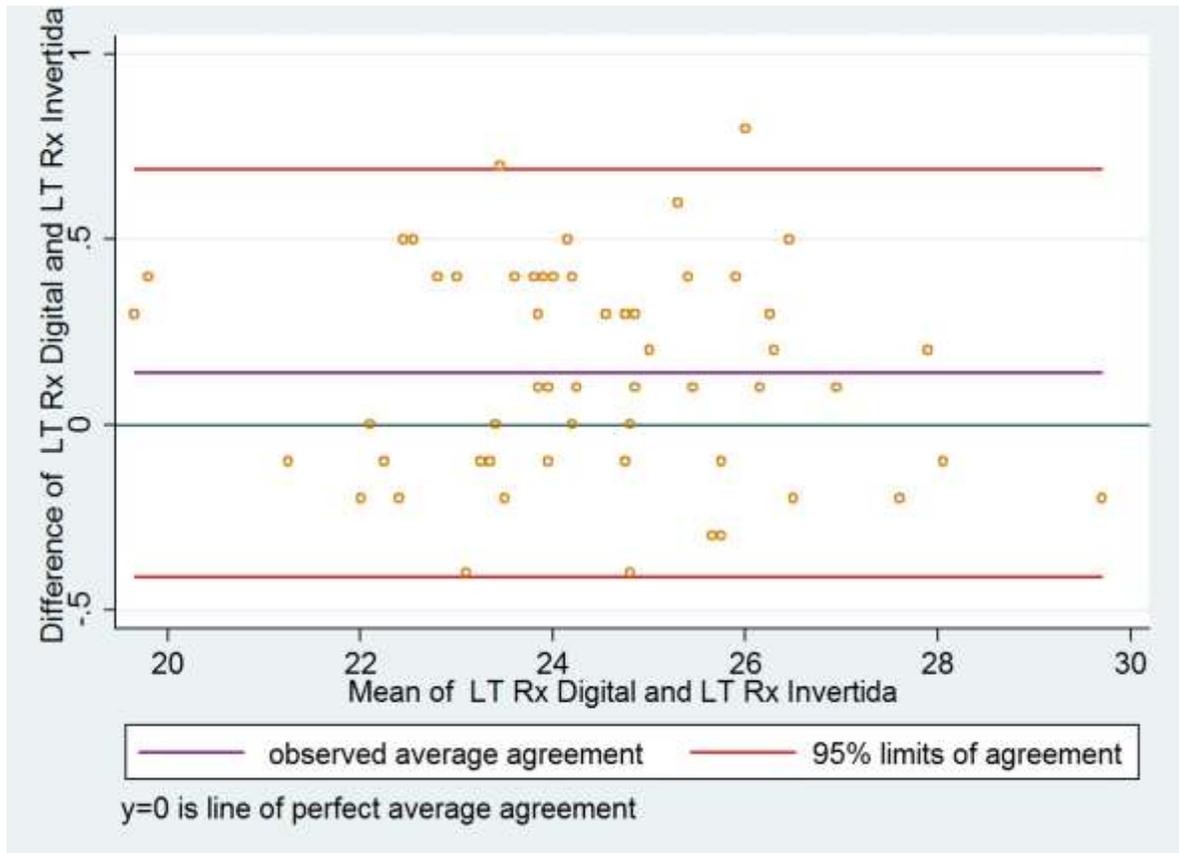
**Tabla 3 Correlación y Concordancia de Lin**

Método	n	Coeficiente de Lin	Intervalo de confianza de Pearson. IC 95%	Factor Corrector del sesgo	Pendiente	Valor p
Rx digital- Rx invertida	60	0,986	0,989	0,997	0,983	0,00
Rx digital- Raypex 6	60	0,280	0,651	0,43	0,890	0,00
Rx invertida- Raypex6	60	0,289	0,633	0,457	0,905	0,00

**Tabla 4 Diferencia Promedio y Límites de Acuerdo de Bland y Altman**

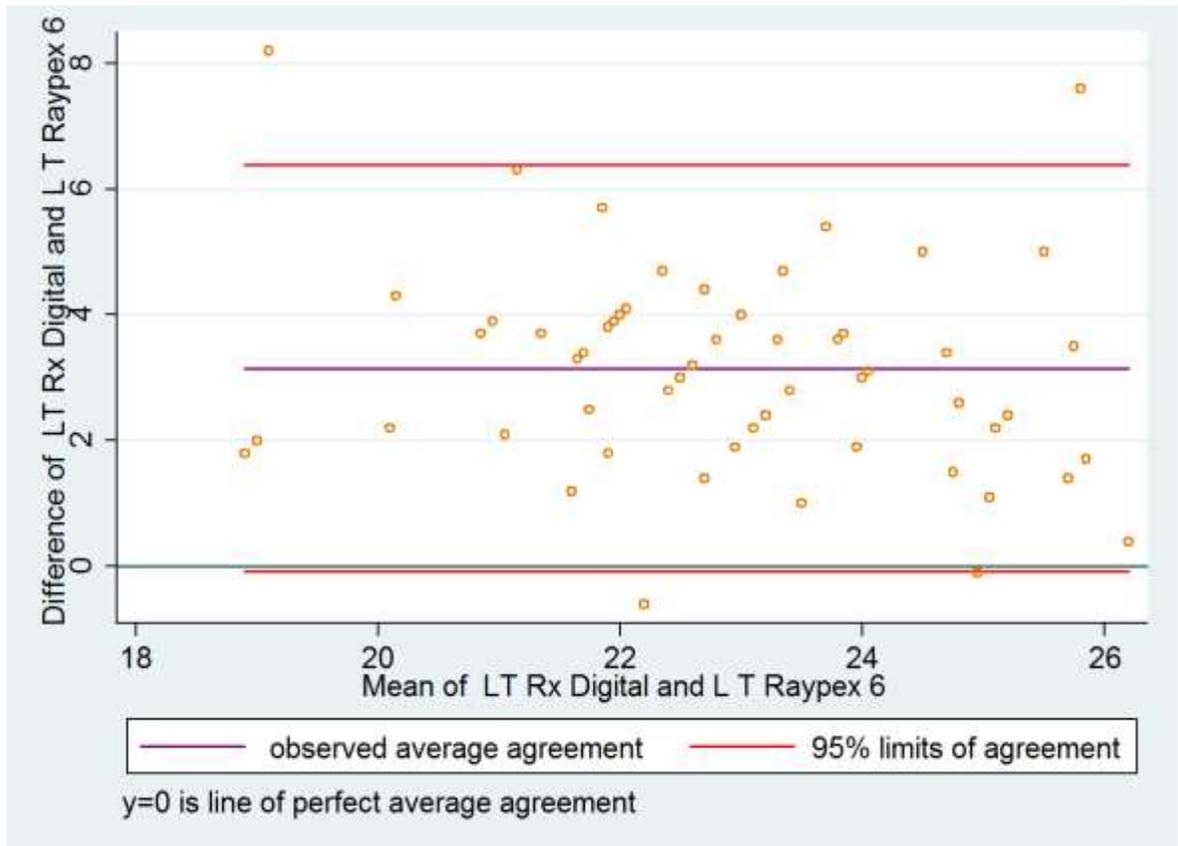
Método	N (muestra)	Diferencia Promedio	Límite inferior	Límite superior
Rx digital- Rx invertida	60	0,140	0,411	0,691
Rx digital- Raypex 6	60	3,150	-0,086	6,386
Rx invertida- Raypex6	60	3,010	-0,328	6,348

**Figura 11 Representación gráfica del coeficiente de Correlación y Concordancia de Lin (CCC) y los límites de acuerdo de Bland y Altman del 95% para Radiografía Digital y Radiografía Digital Invertida**



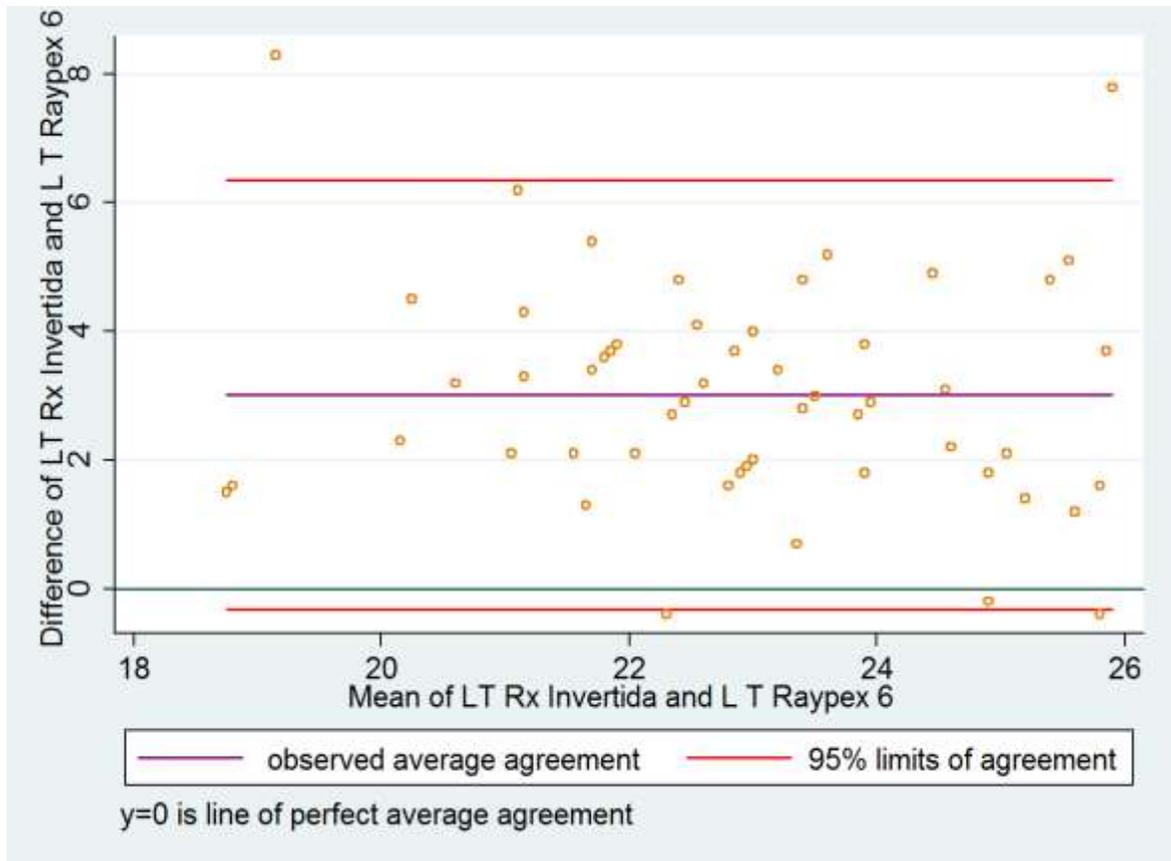
La segunda pareja evaluada (Radiografía Digital y Raypex 6) arrojó una concordancia global obtenida de 28.0% (CCC de Lin 0.280, IC 95 % 0.651,  $p = 0.00$ ), que corresponde a una pobre correlación de concordancia. Los componentes del coeficiente fueron: precisión 0,651, factor de corrección de sesgo (exactitud) de 0.430, y pendiente de 0.890. (Tabla 3). La diferencia promedio entre ambos métodos fue de 3.150 mm, con límites de acuerdo del 95% entre -0.086 y 6.386 mm. (Tabla 4). El análisis gráfico de los componentes del CCC de Lin se muestra en las Figuras 2.

**Figura 12 Representación gráfica del Coeficiente de Correlación y Concordancia de Lin (CCC) y los límites de acuerdo de Bland y Altman del 95% para Radiografía Digital y Localizador Apical Raypex 6**



La tercera pareja evaluada (Radiografía Digital Invertida y Raypex 6), arrojó una concordancia global obtenida de 28.9% (CCC de Lin 0.289, IC 95 % 0.633,  $p = 0.00$ ), que corresponde a una pobre correlación de concordancia. Los componentes del coeficiente fueron: precisión 0,633, factor de corrección de sesgo (exactitud) de 0.457, y pendiente de 0.905. (Tabla 3). La diferencia promedio entre ambos métodos fue de 3.010 mm, con límites de acuerdo del 95% entre -0.328 y 6.348 mm. (Tabla 4). El análisis gráfico de los componentes del CCC de Lin se muestra en las Figuras 3.

Figura 13 Representación gráfica del Coeficiente de Correlación y Concordancia de Lin (CCC) y los límites de acuerdo de Bland y Altman del 95% para Radiografía Digital Invertida y Localizador Apical Raypex 6



## 8. DISCUSIÓN

Una de las principales dificultades durante el tratamiento endodóntico es establecer la longitud de trabajo del canal radicular; teóricamente este punto tendría que ser la constricción apical. Clínicamente, la identificación de la constricción apical es un reto, ya que presenta variaciones anatómicas en el tercio apical del canal radicular<sup>65</sup>

Aun no se ha aplicado un estudio de concordancia para determinar el grado de precisión y exactitud entre localizadores apicales y radiografía digital convencional e invertida, en localizar la constricción apical. La presente investigación tuvo como objetivo hallar dicha concordancia. La inversión de radiografías ha sido utilizada en odontología para determinar la pérdida ósea periodontal<sup>66</sup> y hallar el canal mandibular y su foramen<sup>67</sup>. En endodoncia, no se conocen estudios de concordancia entre radiografía digital convencional e invertida. Kal et al<sup>68</sup> estudiaron el efecto de varios algoritmos de procesamiento digital en la precisión de la medición de la longitud de trabajo. No encontraron diferencias significativas entre la imagen original (digital convencional) y la invertida en la toma con diferentes tipos de limas, con un valor de (P 0,05). En este estudio, cuando se compararon la radiografía digital convencional e invertida, se encontró concordancia de 98.6 % (p = 0.00) que corresponde a una sustancial correlación, muy de acuerdo a lo hallado por Kal, y en este caso, siendo la aplicación de mayor exactitud y precisión como lo es CCC de Lin.

---

<sup>65</sup> OROSCO, F, ET AL. In vivo accuracy of conventional and digital radiographic methods in confirming root canal working length determination by Root ZX. *En: J Appl Oral Sci.* P. 522

<sup>66</sup>SCAF G. ET AL. Comparison of simulated periodontal bone defect depth measured in digital radiographs in dedicated and non-dedicated software systems. *En: Dentomaxillofac Radiol* 2006; 35 : 422-5

<sup>67</sup> TIHANYI D. ET AL. Influence of individual brightness and contrast adjustment on accuracy of radiographic measurements of infrabony defects. *En: Dentomaxillofac Radiol* 2011; 40 : 177-83

<sup>68</sup>KAL BI. ET AL. Effect of various digital processing algorithms on the measurement accuracy of endodontic file length. *En: Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 103, 280-284

Orosco et al<sup>69</sup> en 2011, compararon la exactitud de la radiografía convencional y digital para determinar la longitud de trabajo del conducto radicular. Utilizaron localizador apical Root ZX por tener una mayor precisión y fiabilidad en las mediciones. Es importante destacar que este dispositivo indica la ubicación del foramen apical, que en la mayoría de casos no coincide con el vértice. Sin embargo, después de la determinación de la longitud de trabajo del conducto radicular utilizando un localizador de ápice, muchos odontólogos toman una radiografía convencional o una radiografía digital para confirmar la medición. Los resultados de este estudio mostraron que la media y la desviación estándar tomadas en mms desde la punta de la lima hasta el ápice del diente para el método radiográfico convencional y digital, fue 1,116000 ( $\pm$  0,089814) y 1,208000( $\pm$  0,111504), respectivamente. La "t" de Student mostró una diferencia significativa entre el ( $P < 0,05$ ), concluyendo que el método radiográfico convencional fue mejor en la determinación de la longitud de trabajo cuando se compara con el método radiográfico digital. Tales resultados van en desacuerdo con autores como Schmitd et al<sup>70</sup> (2008), donde la limitación del método de radiografía convencional radica en la capacidad del odontólogo para interpretar las imágenes; por lo tanto, grandes variaciones pueden surgir de uno a otro profesional sin una calibración previa. Los resultados de este estudio mostraron que el método radiográfico convencional era superior al método radiográfico digital en la determinación de la longitud de trabajo, ya que se hallaron diferencias en las medidas 0,117 mms mayores en la radiografía digital en comparación con las radiografías convencionales.

En cuanto a la comparación de la calidad de la imagen, el método convencional mostró 64,5% de las imágenes con buena puntuación, 31,5% con aceptable puntuación y sólo 4% con pobre puntuación. El software Digora®, obtuvo un 100%

---

<sup>69</sup> Ibíd., p 522.

<sup>70</sup> SCHMITD LB, et al. Comparison of radiographic measurements obtained with conventional and indirect digital imaging during endodontic treatment. En: J Appl Oral Sci. 2008; 16: 167-170.

de imágenes con buena puntuación, por presentar mejoras en el ajuste de brillo y contraste. En este estudio, por el contrario se realizó una comparación entre la determinación de la longitud de trabajo con radiografía digital convencional y digital invertida. Se encuentra una concordancia global de 98.6 % (CCC de Lin 0.986, IC 95 % 0.989,  $p = 0.00$ ), que corresponde a una sustancial correlación de concordancia, asociado a lo hallado por Schmitd en su definición sobre mejor visualización de la imagen radiográfica.

Kgiku y Stadtler en el 2011<sup>71</sup> compararon la exactitud de los métodos en la determinación de la longitud del conducto radicular por medio de radiografía digital y localizador apical electrónico, en comparación con la longitud real del conducto radicular obtenida con microscopio estereoscópico. Concluyeron que el porcentaje de mediciones dentro de  $\pm 0,5$  a la constricción apical fue del 90% para la radiografía digital y del 93,34% para la medición del localizador apical electrónico. La exactitud de la medición fue similar para ambos métodos y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $P = 0,643$ ). Los valores de ICC para radiografía digital fueron de 0,972 y 0,985 para el localizador apical electrónico. Dicho estudio revisado reporta los resultados de concordancia utilizando el coeficiente de correlación intraclase el cual no tiene la misma rigurosidad que Lin. Este último fue aplicado en el presente estudio, arrojando para la radiografía apical convencional comparada con el localizador apical Raypex 6, una concordancia global de 28.0% (CCC de Lin 0.280, IC 95 % 0.651,  $p = 0.00$ ), que corresponde a una pobre correlación de concordancia. Los componentes del coeficiente fueron: precisión 0,651, factor de corrección de sesgo (exactitud) de 0.430, y pendiente de 0.890. La diferencia promedio entre ambos métodos fue de 3.150 mm, con límites de acuerdo del 95% entre -0.086 y 6.386 mm, a diferencia de Kgiku y Stadtler ya mencionados. Para el actual estudio, se comprueba que no existió concordancia en la determinación de las longitudes entre radiografía digital y localizador apical

---

<sup>71</sup> KQIKU, L AND STÄDTLER, EN:  
P. Radiographic versus electronic root canal working length determination.  
Indian Journal of Dental. 2011, 22(6). P. 777-780

electrónico. Agregando a dichos resultados, se procedió a invertir la radiografía digital y se halló una concordancia global de 28.9% (CCC de Lin 0.289, IC 95 % 0.633,  $p = 0.00$ ), que corresponde a una pobre correlación de concordancia. Los componentes del coeficiente fueron: precisión 0,633, factor de corrección de sesgo (exactitud) de 0.457, y pendiente de 0.905. La diferencia promedio entre ambos métodos fue de 3.010 mm, con límites de acuerdo del 95% entre -0.328 y 6.348 mms, mostrando la posibilidad de la aplicación de la radiografía digital invertida en la determinación de la longitud de trabajo en endodoncia.

## 9. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados encontrados en la presente investigación, se puede concluir que la concordancia entre los métodos estudiados, radiografía digital, radiografía digital invertida y localizador apical Raypex 6, es variante. Al realizar parejas de estudio para su análisis, se encontró que la radiografía digital convencional y la radiografía digital invertida poseen una concordancia sustancial del 98.6%, pese a ser evaluadas en tiempos diferentes a su toma y análisis. En este punto, se evidenció imagenológicamente, la superioridad de la radiografía digital invertida mostrando estructuras más definidas comparadas con la radiografía digital convencional. Esto se atribuye al cambio de radiopacidad por radiolucidez en la visualización de la lima al interior del conducto y demás tejidos duros y blandos. Las imágenes en radiografía digital invertida se consideran una excelente opción en la determinación de longitud de trabajo en endodoncia.

Al momento de ser analizado estadísticamente la radiografía digital convencional e invertida con el localizador apical Raypex 6, mostraron una concordancia pobre. Este resultado se asocia a factores determinantes como la subjetividad del examinador al determinar las longitudes radiográficamente versus el localizador apical. Otro factor asociado es el hecho de haber realizado el estudio *in vitro* sugiriendo su realización *in vivo*. Las tomas radiográficas y las medidas arrojadas por el localizador, mostraría un resultado sujeto a las condiciones de la práctica diaria que enfrentan los especialistas.

La concordancia hallada en los resultados se asocia a la exigencia y robustez del método, como lo es el coeficiente de correlación y la concordancia de Lin, este exige valores mayores a 0,99 para dar una interpretación de concordancia casi

perfecta, de 0,95 a 0,99 una concordancia sustancial, 0,90 a 0,95 concordancia moderada, y pobre cuando está por debajo de 0,90<sup>72</sup>.

La radiografía digital convencional, radiografía digital invertida y el localizador apical siguen siendo determinantes para establecer la conductometría. Este estudio sugiere su uso por igual, sin intercambiar su utilidad en reemplazo de uno por otro ya que los resultados arrojados no sugieren hacerlo.

Concluyendo, esta investigación afirma que la utilización de la radiografía digital convencional y el localizador apical Raypex 6 siguen siendo elementos de uso en la determinación de la longitud radicular. De igual forma, se recomienda incluir el uso de la radiografía digital invertida en la práctica diaria por ofrecer una mejor visualización, facilitando la consecución de la conductometría y como ayuda diagnóstica en general durante el tratamiento. El localizador apical sigue siendo complemento para los métodos radiográficos ya que aparte de acercarnos a la constricción apical no visible radiográficamente, aporta en otros aspectos como localización de perforaciones.

---

<sup>72</sup> CORTÉS-REYES É, RUBIO-ROMERO J A, GAITÁN-DUARTE H. Métodos estadísticos de evaluación de la concordancia y la reproducibilidad de pruebas diagnósticas. En: Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología Vol. 61 No. 3; 2010; (247-255)

## **10.RECOMENDACIONES**

Al realizar la búsqueda de datos, se halló poca información relacionada con estudios de concordancia en odontología y endodoncia. Se sugiere incluir más de este tipo de medidas estadísticas, ya que exigen un análisis más riguroso de cada prueba usada en nuestra práctica.

Se sugieren estudios clínicos que utilicen otros localizadores apicales y compararlos con diferentes softwares existentes en la toma de radiografías digitales en la endodoncia actual.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

1. *Almenar Garcóa A, Forner Navarro L, Ubet Castelló V, Miñana Laliga R. evaluation of a digital radiography to estimate working length. J endod. 1997;23:363-5.*
2. *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.*
3. *Basso Biasi, Fernanda. Comparação entre imagem digital convencional e invertida na detecção e estimativa da profundidade de cáries proximais. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2003.*
4. *Bautista G, Tamayo MC. Evaluación de pruebas diagnósticas. Estudios de concordancia. Revista Científica Facultad de Odontología Universidad El Bosque. 2005; 11(2):74-9.*
5. *Bland JM, Altman DG. A note on the used of the intraclass correlation in the evaluation of agreement between two methods of measurement. Comput Biol Med 1990;20:337-40.*
6. *Canalda Sahli, Carlos, Brau Aguadé, Esteban. ENDODONCIA. Técnicas clínicas y bases científicas. Ed. Masson. Barcelona 2001. .*
7. *Cepeda MS, Africano JM, Polo R, Alcalá R, Carr D. Agreement between percentage pain reductions calculated from numeric rating scores of pain intensity and those reported by patients with acute or cancer pain. Pain 2003;106:439-42.*
8. *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;36:2003-7.*
9. *CORREA ARRIETA, Luciana, et al. Comparación entre radiografías convencionales y digitales en la medición de canales radiculares. En: Acta odontol. venez, 2010, vol. 48, no 2*

10. Cortés-Reyes É, Rubio-Romero J A, Gaitán-Duarte H. *Métodos estadísticos de evaluación de la concordancia y la reproducibilidad de pruebas diagnósticas. Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología* Vol. 61 No. 3; 2010; (247-255).
11. Cortés-Reyes, É., Rubio-Romero, J. A., & Gaitán-Duarte, H. (2010). *Statistical methods for evaluating diagnostic test agreement and reproducibility. Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*, 61(3), 247-255.
12. De Vasconcelos BC, do Vale TM, de Menezes AS, Pinheiro-Junior EC, Vivacqua-Gomes N, Bernardes RA, Hungaro et al. *An ex vivo comparison of root canal length determination by three electronic apex locators at positions short of the apical foramen. Oral Surg.*
13. ElAyouti A, Kimionis I, Chu AL, Lost C. *Determining the apical terminus of root-end resected teeth using three modern apex locators: A comparative ex vivo study. Int Endod J.* 2005; 38:827–33. .
14. Fortich Mesa, Natalia. *CONCORDANCIA EN LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD RADICULAR EN DIENTES TEMPORALES ENTRE RADIOGRAFÍA CONVENCIONAL Y LOCALIZADOR ELECTRÓNICO DE ÁPICE. Universidad Nacional de Colombia. Bogota, Colombia. 2013.*
15. Hassanien EE, et al. *Histomorphometric Study of the Root Apex of Mandibular Premolar Teeth: An Attempt to Correlate working Length Measured with Electronic and Radiograph Methods to Various Anatomic Positions in the Apical Portion of the Canal. J En (1)do.*
16. IQBAL MK, KOHLI MR, KIM JS. *A retrospective clinical study of incidence of root canal instrument separation in an endodontic graduate program: A Penn Endo database study. En: J Endod* 2006; 32: 1048-43
17. INGLE, Ji. *Endodoncia. 3ra ed. Interamericana México D.F: McGraw Hill, 1987.*

18. Kal BI, Baksi BG, Dündar N, Sen BH (2007) Effect of various digital processing algorithms on the measurement accuracy of endodontic file length. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 103, 280-284.
19. Kobayashi C, Suda H. New electronic canal measuring device based on the ratio method. *J Endod* 1994;20:111-4.
20. Leonardo, Mario Roberto. ENDODONCIA. TRATAMIENTO DE CONDUCTOS RADICULARES. PRINCIPIOS TÉCNICOS Y BIOLÓGICOS. 2 volúmenes. Artes Médicas Latinoamérica. Sao Paulo. 2005.
21. Lin L. A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometrics* 1989;45:255-268.
22. Martínez-Lozano MA, Forner-Navarro L, Sánchez-Cortés JL, Llena-Puy C (2001) Methodological considerations in determination of working length.
23. 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:e202–5.
24. Mouyen F, Benz C, Sonnabend E, Lodter JP. Presentation and physical evaluation of Radio Visio Graphy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1989; 68: 238-242.
25. Naseem Shah, Nikhil Bansal, Ajay Logani. Recent advances in imaging technologies in dentistry. *World J Radiol* 2014 October 28; 6(10): 794-807.
26. Orosco FA, Bernardineli N, Garcia RB, et al. In vivo accuracy of conventional and digital radiographic methods in confirming root canal working length determination by Root ZX. *J Appl Oral Sci* 2012; 20:522–5.
27. Ranjan et al. A Comparative Study on Diagnostic Accuracy of Colour Coded Digital Images, Direct Digital Images and Conventional Radiographs for Periapical Lesions – An In Vitro Study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2014 Nov, Vol-8(11): ZC55.
28. Rodríguez Ponce, Antonio. Endodoncia, Consideraciones actuales. Editorial AMOLCA. Primera edición. 2003.

29. Ruiz M. Alvaro, Gómez R. Carlos, Londoño T. Darío. *Investigación clínica: Epidemiología clínica aplicada*. 2001.
30. Scaf et al. *Measurements of simulated periodontal bone defects in inverted digital image and film-based radiograph: an in vitro study*. *Imaging Science in Dentistry* 2012; 42: 243-7.
31. SCAF G, Sakakura CE, Kalil PF, Dearo de Moraes JA, Loffredo LC, Wenzel A. *Comparison of simulated periodontal bone defect depth measured in digital radiographs in dedicated and non-dedicated software systems*. *Dentomaxillofac Radiol* 2006; 35 : 422-5.
32. Scaf et al. *Comparison between inverted and unprocessed digitized radiographic imaging in periodontal bone loss measurements*. *J Appl Oral Sci*. 2007;15(6):492-4.
33. Schmitd LB, Lima TC, Chinellato Le, Bramante CM, Garcia RB, Moraes IG, et al. *Comparison of radiographic measurements obtained with conventional and indirect digital imaging during endodontic treatment*. *J Appl Oral Sci*. 2008;16:167-70.
34. Shearer AC, Horner K, Wilson NHF. *Radiovisiography for imaging root canals: an in vitro comparison with conventional radiography*. *Quintessence Int*. 1990;21:789-94.
35. Soares, Ilson José & Goldberg, Fernando. En: *ENDODONCIA: técnica y fundamentos*, Médica Panamericana. Buenos Aires, 2002.
36. Somma F, Castagnola R, Lajolo C, Paterno Holtzman L, Marigo L. *In vivo accuracy of three electronic root canal length measurement devices: Dentaport ZX, Raypex 5 and ProPex II*. *Int Endod J*. 2012; 45:552–6. .
37. Stober EK, de Ribot J, Mercade M, Vera J, Bueno R, Roig M, et al. *Evaluation of the Raypex 5 and the Mini Apex Locator: An in vivo study*. *J Endod*. 2011;37:1349–52.
38. Tihanyi D, Gera I, Eickholz P. *Influence of individual brightness and contrast adjustment on accuracy of radiographic measurements of infrabony defects*. *Dentomaxillofac Radiol* 2011; 40 : 177-83.

39. AYDIN, Ugur, et al. *In vitro* evaluation of Root ZX and Raypex 6 in teeth with different apical diameters. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 2015, vol. 18, no 1, p. 66..
40. Wu et al, *Apical terminus location of root canal treatment procedures*, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2000 Jan; 89(1):99-103.

# ANEXOS

Anexo A. Instrumento de recolección de la información.

<b>INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN</b>	
<b>Código</b>	
<b>Diente</b>	
<b>LONGITUD DE TRABAJO (expresada en milímetros)</b>	
<b>Radiografía digital convencional</b>	
<b>Radiografía digital invertida</b>	
<b>Localizador apical Raypex6</b>	

Anexo B. Consentimiento informado.

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA**  
**COMITÉ INSTITUCIONAL DE ETICA EN INVESTIGACIONES**  
**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**Parte 1: Información acerca de la investigación:**

-TITULO DE LA INVESTIGACION: **CONCORDANCIA EN LA DETERMINACION DE LA LONGITUD DE TRABAJO UTILIZANDO RADIOGRAFÍA DIGITAL CONVENCIONAL, RADIOGRAFIA DIGITAL INVERTIDA Y LOCALIZADOR APICAL RAYPEX 6.**

-NOMBRE DE INVESTIGADOR PRINCIPAL: Eduardo Covo Morales

-NOMBRE DE COINVESTIGADORAS: Sandra Romero, Angely Vásquez.

¿PORQUE SE ESTA HACIENDO ESTA INVESTIGACIÓN?

Por qué se busca establecer la concordancia en la determinación de la longitud de trabajo utilizando radiografía digital convencional, radiografía digital invertida y localizador apical Raypex 6.

¿EN QUE CONSISTE ESTA INVESTIGACIÓN?

Se realizara un estudio in vitro de pruebas diagnósticas de concordancia, consistencia, para la evaluación de tres instrumentos de medición en la determinación de longitud de trabajo radicular, se harán mediciones de manera directa entre radiografía digital convencional, digital invertida y localizador apical, para armar parejas tales como Radiografía Periapical Digital e Invertida (pareja 1), Radiografía Digital y Raypex 6® (pareja 2), Radiografía Digital Invertida y Raypex

6® (pareja 3). La evaluación de la concordancia se realizara a través del Coeficiente de Correlación y Concordancia de Lin.

#### ¿QUE TENGO QUE HACER SI PARTICIPO EN ESTA INVESTIGACIÓN?

1. Antes de iniciar la investigación debo firmar este documento, consentimiento informado, como constancia que entendí el objetivo de la investigación y el procedimiento al que seré sometido.
2. Durante la investigación debo cumplir con las recomendaciones dadas por el investigador durante y después de la toma de muestra.

#### ¿CUANTAS PERSONAS PARTICIPARAN EN ESTA INVESTIGACIÓN?

30 voluntarios que cumplan con los criterios de inclusión y acepten participar y firmen el consentimiento informado.

#### ¿CUÁNTO TIEMPO ESTARE EN ESTA INVESTIGACIÓN?

El tiempo estimado del procedimiento tipo exodoncia tendrá una duración de 30 a 40 minutos.

#### ¿PUEDO RETIRARME DE LA INVESTIGACIÓN EN CUALQUIER MOMENTO?

La participación de usted en este estudio es completamente voluntaria por lo tanto puede retirarse de la misma manera en cualquier momento.

¿POR QUÉ PODRÍA EL INVESTIGADOR PRINCIPAL RETIRARME DE LA INVESTIGACIÓN TEMPRANAMENTE?

Usted podrá ser retirado del estudio si no cumple con los criterios para el adecuado desarrollo de la investigación.

¿QUÉ PASA SI ME RETIRO DE LA INVESTIGACIÓN?

Usted se puede retirar sin que se le genere dificultad alguna, ni se le afecte la integridad en el futuro.

¿CUÁLES SON LOS RIESGOS O INCOMODIDADES ASOCIADOS A ESTA INVESTIGACIÓN?

De acuerdo con lo establecido por la Resolución 008430 de 1993 encargada de regular la investigación científica en el área de la salud, esta investigación se clasifica como una investigación con riesgo mayor que el mínimo ya que incluye procedimientos como:

ANESTESIA: la intervención requiere anestesia local cuyos riesgos son:

-Mínimos: que pueden ir desde: Ulceración de la mucosa, dolor, Limitaciones en el movimiento de la apertura de la boca (que puede requerir tratamiento ulterior) Baja de tensión, sensación de mareo

-Hasta unos menos frecuentes como: alergias, urticaria, dermatitis de contacto, edema angioneurotico, fibrilación ventricular, que pueden requerir tratamiento ulterior.

¿OBTENDRÉ PERSONALMENTE ALGUN BENEFICIO AL PARTICIPAR EN ESTA INVESTIGACIÓN?

No obtendrá beneficios material ni recompensa por participar en la investigación.

### ¿QUÉ BENEFICIOS OBTENDRÁ LA COMUNIDAD DE ESTA INVESTIGACIÓN?

Si usted participa en esta investigación, es probable que su participación nos ayude a encontrar una respuesta a la pregunta de investigación, que generaciones futuras al realizarse un tratamiento Endodóntico se puedan ver beneficiadas.

### ¿COMO SE VA A MANEJAR LA PRIVACIDAD Y CONFIDENCIALIDAD DE MIS DATOS PERSONALES?

La información obtenida en este estudio se mantendrá en estricta confidencialidad y solo se utilizará para los fines del estudio, sus datos médicos y dentales relacionados con este estudio serán confidenciales. A todos los participantes se les asignará un código para guardar con sigilo su identidad. Los datos obtenidos con los resultados de la presente investigación serán publicados en revistas científicas y presentados en congresos y cursos sin nunca hacer público su nombre. Así mismo, el material biológico recolectado de la toma de muestra no será utilizado con fines genéticos.

### ¿QUÉ SUCEDERÍA SI NO SE RESPETA LA CONFIDENCIALIDAD DE MIS DATOS?

Usted podría informar el caso al comité de ética de la Universidad de Cartagena.

### ¿TIENE ALGUN COSTO MI PARTICIPACIÓN EN ESTA INVESTIGACIÓN?

La participación en el estudio no requiere ningún costo, ni debe pagar valor adicional al establecido para el tratamiento. Usted debe asumir el costo del tratamiento tipo exodoncia.

¿CÓMO SE RESPONSABILIZARÁ EL INVESTIGADOR SI ME SUCEDE ALGO MALO ASOCIADO A LA INVESTIGACION?

En caso de ocurrir alguno de los eventos adversos descritos anteriormente el investigador principal se encargará de proporcionar la información necesaria para dar solución al inconveniente sin que exista complicación mayor.

¿CUÁLES SON NUESTROS DERECHOS EN ESTA INVESTIGACIÓN?

Usted tiene derecho a que se le informe sobre este estudio y a que se le resuelvan las dudas que pueda tener, a completa satisfacción, antes de proceder a la firma de este documento. Le instamos a formular cualquier pregunta en cualquier momento que se considere apropiado sobre esta investigación.

¿CÓMO Y EN QUE MOMENTO VOY A CONOCER LOS DATOS FINALES DE LA INVESTIGACIÓN?

Durante el desarrollo y luego de finalizado el estudio, podrá contactar a los investigadores que aparecen en este consentimiento para que le sea informado sobre los resultados obtenidos con este estudio.

Si usted desea información adicional puede contactar al investigador principal en cualquier momento, a los números que se encuentran al final de este documento.

INFORMACION DE CONTACTO DEL GRUPO DE INVESTIGACION:

Antonio Díaz Caballero

Teléfono: 057+5+6698172 Ext 110 Fax 057+5+6698173 Ext 124

Correos electrónicos: [adiazc1@unicartagena.edu.co](mailto:adiazc1@unicartagena.edu.co), [gitouc@gmail.com](mailto:gitouc@gmail.com)

Investigador principal:

Eduardo Covo Morales

Correo electrónico: [ecovom@yahoo.com](mailto:ecovom@yahoo.com)

Teléfono: 310 3609869

Celular: 310 3609869

Co-investigadores:

Sandra Romero Conrado

Angely Vásquez Rondón

## **Parte 2: Formulario de Firmas.**

He sido invitado a participar en el estudio: **“CONCORDANCIA EN LA DETERMINACION DE LA LONGITUD DE TRABAJO UTILIZANDO RADIOGRAFÍA DIGITAL CONVENCIONAL, RADIOGRAFIA DIGITAL INVERTIDA Y LOCALIZADOR APICAL RAYPEX 6”**. Entiendo que mi participación en el estudio consistirá en permitir la exodoncia de premolares inferiores con fines ortodonticos, para estos ser usados en la determinación la longitud radicular in vitro. He leído y entendido la información consignada en este documento de consentimiento informado, o el mismo se me ha leído o explicado. Todas mis preguntas han sido contestadas claramente y he tenido el tiempo suficiente para pensar acerca de mi decisión. Para cualquier pregunta he recibido respuestas exhaustivas. No tengo ninguna duda sobre mi participación, por lo que estoy de acuerdo en hacer parte de esta investigación. .

Autorizo el uso y la divulgación de mi información a las entidades mencionadas en este consentimiento informado para los propósitos descritos anteriormente.

Acepto voluntariamente participar y sé que tengo el derecho de terminar mi participación en cualquier momento. Al firmar esta hoja de consentimiento informado no he renunciado a ninguno de mis derechos legales.

Yo, el abajo firmante, he proporcionado plena y completa explicación sobre este ensayo clínico al paciente todo el mencionado detalles de este estudio. Yo estoy calificado para esta función. He recibido el consentimiento informado antes de comenzar el procedimiento clínico

\_\_\_\_\_  
Nombre del participante

\_\_\_\_\_  
Firma del participante y Fecha

Confirmando que el doctor / investigador ..... ha explicado exhaustivamente en detalle todos los procedimientos y los posibles riesgos del estudio, y que el paciente se ha demostrado para comprender todos los aspectos del estudio

Firma del primero testigo

Nombre legible

Fecha

.....

.....

.....

Firma del segundo testigo

Nombre legible

Fecha

.....

.....

.....