

**CONCORDANCIA ENTRE LA RADIOGRAFÍA PERIAPICAL DIGITAL
CONVENCIONAL Y DIGITAL INVERTIDA PARA MEDICIÓN DE LA LONGITUD
DENTAL**

**MIGUEL ANGEL SIMANCAS PALLARES
JONATHAN MAURICIO VIANA MELÉNDREZ**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN
PUBLICACIONES CIENTIFICAS**

CARTAGENA DE INDIAS D.T.C. y H

2017

**CONCORDANCIA ENTRE LA RADIOGRAFÍA PERIAPICAL DIGITAL
CONVENCIONAL Y DIGITAL INVERTIDA PARA MEDICIÓN DE LA LONGITUD
DENTAL**

Trabajo de grado

INVESTIGADOR PRINCIPAL

MIGUEL ANGEL SIMANCAS PALLARES

Odontólogo. Universidad de Cartagena
Especialista en Estadística Aplicada. Universidad Tecnológica de Bolívar
Magíster en Epidemiología Clínica. Universidad Nacional de Colombia

CO-INVESTIGADOR ESTUDIANTE

JONATHAN MAURICIO VIANA MELÉNDREZ

Estudiante X Semestre. Facultad de Odontología. Universidad de Cartagena

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN
PUBLICACIONES CIENTIFICAS**

**CARTAGENA DE INDIAS D.T.C. y H
2017**

RESUMEN

ANTECEDENTES

Con el paso del tiempo, la radiografía periapical dental ha evolucionado de manera sustancial en el campo clínico. Uno de esos avances es la posibilidad de tener las imágenes disponibles de forma digital y de forma convencional. No es muy común en el campo científico hablar del tema de la radiografía digital invertida ya que no se han realizado suficientes estudios relacionados con este método, por esta razón es importante investigar este tópico a fin de determinar la utilidad práctica de esta prueba diagnóstica. La radiografía digital representa ciertos beneficios tanto sanitarios, económicos y ergonómicos, los cuales hoy en día constituyen una alternativa viable a fin de minimizar los posibles impactos negativos que esta pueda generar.

OBJETIVO

Estimar la concordancia entre la radiografía digital periapical digital convencional y radiografía digital periapical invertida para la medición de la longitud dental.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio de pruebas diagnósticas consistencia en 136 dientes premolares. Se realizó muestreo por conveniencia hasta completar el tamaño de la muestra de acuerdo a criterios de selección. Se incluyeron premolares (superiores o inferiores, derechos o izquierdos) con longitud radicular completa, sin alteraciones del desarrollo, caries o fractura coronal/coronorradicular. Para cada diente se diseñó una plantilla de estabilización con cera tropical a fin de estandarizar la posición dental y lograr adecuada geometría de proyección de la unidad muestral sobre el sensor. Todas las radiografías se tomaron en un mismo momento del tiempo, sin embargo, un examinador calibrado (CCI=0,83) y con adecuada experiencia en el sistema de medición, realizó las mediciones con intervalos de quince días entre cada imagen y en orden aleatorio entre cada método a fin de evitar sesgos de medición. Inicialmente se realizó análisis de normalidad y cálculo de estadística descriptiva a través de medidas de tendencia central y de dispersión. La concordancia se estimó con el coeficiente de correlación y concordancia de Lin evaluado con los criterios de McBride. El análisis se desarrolló en el paquete Stata v.13.2 para Windows (StataCorp., TX., USA).

RESULTADOS

Se evaluó un total de 115 pares de radiografías de dientes premolares. La media de las radiografías digitales fue de 21.21mm, DE de 2.15mm y la media de las radiografías invertidas fue de 21.14mm, DE de 2.15mm. El coeficiente de correlación y concordancia de Lin fue de 0,965 (IC del 0,95%: 0,952 – 0,978).

CONCLUSIONES

La radiografía digital invertida es una alternativa diagnóstica reproducible a la imagen digital convencional y de utilidad práctica para la medición de la longitud dental de dientes premolares.

PALABRAS CLAVE: reproducibilidad de resultados; radiografía dental digital; radiografía dental.

TABLA DE CONTENIDO

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**
- 3. JUSTIFICACIÓN**
- 4. OBJETIVOS**
 - 4.1** Objetivos Generales
 - 4.2** Objetivos Específico
- 5. MARCO TEÓRICO**
- 6. MATERIALES Y MÉTODOS**
 - 6.1** Tipo De Estudio
 - 6.2** Población Y Muestra
 - 6.3** Muestreo
 - 6.4** Criterios De Selección
 - 6.4.1** Criterios De Inclusión
 - 6.4.2** Criterios De Exclusión
 - 6.5** Protocolo De Estudio
 - 6.6** Recolección Y Procesamiento De La Información
 - 6.7** Análisis Estadístico
 - 6.8** Consideraciones Éticas
- 7. RESULTADOS**
- 8. DISCUSIÓN**
- 9. CONCLUSIÓN**
- 10. BIBLIOGRAFÍA**
- 11. ANEXOS**

1. INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo la radiografía periapical dental ha evolucionado de manera sustancial en el campo clínico. Uno de esos avances es la posibilidad de tener las imágenes disponibles de forma digital bien sea de forma directa (a través de un radiovisiógrafo¹) o de forma indirecta (a través de un algoritmo para su conversión de forma convencional a digital²).

Representa esto beneficios tanto sanitarios, económicos como ergonómicos, los cuales hoy en día constituyen una problemática tanto para la comunidad como para el medio ambiente que se encuentran afectados ³.

En términos generales, la concordancia es el grado en que dos o más observadores, métodos, técnicas u observaciones están de acuerdo sobre el mismo fenómeno observado⁴. Adquiere importancia cuando se desea conocer si con un método o instrumento nuevo, diferente al habitual, se obtienen resultados equivalentes de tal manera que eventualmente uno y otro puedan ser remplazados o intercambiados ya sea porque uno de ellos es más sencillo, menos costoso y por

¹ SANDERINK, Gerard CH, et al. Image quality of direct digital intraoral x-ray sensors in assessing root canal length: the RadioVisioGraphy, Visualix/VIXA, Sens-A-Ray, and Flash Dent systems compared with Ektaspeed films. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*, 1994, vol. 78, no 1, p. 125-132.

² GRANDA MACÍAS, Luz Amelia. Planificación radiológica en el acto quirúrgico y protésico en implantes dentales. 2012.

³ ROMERO, Marisa Elizabeth; VELOSO, Carlos María. Peligrosidad de los componentes del paquete radiográfico intraoral y líquidos de procesado. *Rev. Ateneo Argent. Odontol*, 2016, vol. 55, no 1, p. 57-63.

⁴ PALLARES, Miguel Simancas; TOVAR, Luisa A. Arévalo; CABALLERO, Antonio Díaz. Concordancia interexaminador de hallazgos periodontales utilizando radiografía periapical convencional. *REVISTA SALUD UIS*, 2016, vol. 48, no 1.

lo tanto más costo-efectivo, o porque uno de ellos resulta más seguro para el paciente.

Las imágenes digitales pueden mejorar la interpretación radiográfica, con el uso de recursos tales como control de brillo y contraste, coloración, y la inversión de la tonalidad de grises que se pueden aplicar a la imagen radiográfica, mediante un software^{5 6}.

En términos generales, el uso de la radiografía digital es una alternativa que brinda múltiples beneficios para el profesional de la salud, el paciente y el medio ambiente; como bien se conoce los elementos que se utilizan para la fabricación de las películas radiográficas convencionales si no se le brinda un buen manejo al momento de maniobrar el material o al reciclarlo, puede traer consecuencias negativas en la salud de las personas y como se mencionó anteriormente, en el medio ambiente^{7 8}.

Entre las mayores ventajas que resaltan el uso de la radiografía digital, es la reducción de la exposición de radicación por el profesional operador y por el paciente; además de que permite tener una mayor seguridad y comodidad al momento de utilizar este método, evitando errores frecuentes como superposición

⁵ GÜNERI, P., et al. Efficacy of a new software in eliminating the angulation errors in digital subtraction radiography. *Dentomaxillofacial Radiology*, 2014.

⁶ DONINI, Bruno, et al. Free software for performing physical analysis of systems for digital radiography and mammography. *Medical physics*, 2014, vol. 41, no 5.

⁷ ROMERO. Óp. Cit., p. 7

⁸ MARTÍNEZ, Javier Morán. La contaminación ambiental y ocupacional por plomo y sus efectos en la salud reproductiva masculina, evidencia de daño al ADN/Occupational and environmental contamination by lead and its effects on male reproductive health, evidence of dna damage. *RICS Revista Iberoamericana de las Ciencias de la Salud*, 2014, vol. 1, no 2, p. 1-36.

de estructuras vecinas en la película, imagen escorzada o con elongación, dañar la toma de la radiografía por no calcular el tiempo adecuado en el líquido revelador o fijador y el tiempo de utilidad que tiene la película, por ser digitalizada no se deteriorará con facilidad por factores físicos externos^{9 10 11}.

Estudios actuales en que se utilizó la radiografía digital invertida, arrojó resultados positivos al demostrar una mayor precisión en la longitud radiográfica al invertir las tonalidades que de manera convencional, además de poder apreciar ciertas estructuras con mayor comodidad, facilitando así el tratamiento a ejecutar¹².

Es importante llevar a cabo este estudio, al no tener suficiente información respecto al tema, brinda la opción de tener un diagnóstico más certero al enfrentar una determinada situación que genere dudas; es por eso que conocer la utilidad de este tipo de métodos hace tener mayores alternativas al momento de realizar un estudio o diagnóstico.

⁹ BARBIERI PETRELLI, G., et al. Actualización en radiología dental: Radiología convencional Vs digital. *Avances en odontoestomatología*, 2006, vol. 22, no 2, p. 131-139.

¹⁰ QUIRÓS, Oscar; QUIRÓS, J. Radiología digital Ventajas, desventajas, implicaciones éticas. Revisión de la literatura. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría" Ortodoncia. ws edición electrónica agosto*, 2005.

¹¹ BRENNAN, J. An introduction to digital radiography in dentistry. *Journal of Orthodontics*, 2002, vol. 29, no 1, p. 66-69.

¹² OLIVEIRA, Matheus Lima, et al. Gray scale inversion in digital image for measurement of tooth length. *Brazilian dental journal*, 2012, vol. 23, no 6, p. 703-706.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La aparición de la radiografía digital intraoral, ha puesto a disposición una nueva perspectiva con respecto a la calidad de las imágenes radiológicas en los consultorios dentales. Estos sistemas digitales tienen varias ventajas sobre la película radiográfica analógica (convencional). Junto con el desarrollo de nuevas tecnologías de la información, la radiografía digital también atrae odontólogos por su capacidad para mejorar las imágenes adquiridas. Tales funciones indican un recurso potencial para una calidad de imagen mejorada, resultando en la reducción de la retoma.

Los profesionales del área de la salud, necesitan ciertas ayudas complementarias en diversas especialidades, para así contribuir al diagnóstico, ejecución de procedimientos y control en la evolución del estado de algunas afecciones y tratamientos. En este sentido, en la práctica de odontología, en diferentes áreas como la ortodoncia, endodoncia, rehabilitación, cirugía oral y maxilofacial, patología bucal, entre otras, por esto es importante la radiografía oral ya que ofrece una visión de estructuras no superficiales y de lesiones que clínicamente no se pueden diferenciar de otras. Sin embargo, en muchas ocasiones el uso continuo o no controlado de la exposición a estas radiaciones, puede provocar daño en la salud tanto del profesional como del paciente que se somete a una atención específica.

Los rayos x en odontología están disponibles de forma convencional, digital directo y digital indirecto; en donde las digitales directas se caracterizan en la grabación directa; un sensor semiconductor se deposita en la boca del paciente y se suministra el rayo a través de una señal electrónica que se introduce en la computadora de forma alámbrica y se visualiza sobre un monitor de manera inmediata, donde posteriormente la imagen se puede modificar en varios aspectos como brillo, luz, opacidad, longitud entre otras o incluso a imprimir la imagen . La diferencia con la radiografía digital indirecta es que la imagen es capturada de forma analógica en una placa de fósforo fotoestimulable y convertida en digital tras su procesado o escaneado.

La radiografía digital presenta varias ventajas, como es la posibilidad de acercar o alejar la imagen para una mejor apreciación de las estructuras, mejorando las tonalidades para una imagen más nítida y la posibilidad de invertir las tonalidades de grises, lo que se conoce como radiografía digital invertida. De acuerdo a OLIVEIRA: “Esta herramienta invierte la escala de grises de la imagen, cambiando los pixeles del valor bajo (oscuro) al valor alto (brillante) y viceversa”¹³. Esta definición es aplicable al proceso investigativo actual para definir en qué consiste esta técnica.

La radiografía digital invertida se ha comparado con la radiografía digital convencional en un estudio que se realizó para conocer cuál de ambos métodos tiene mayor sensibilidad diagnóstica en peri-implantes. En los resultados hubo

¹³ OLIVEIRA. Óp. Cit., p. 2

diferencias significativas en la sensibilidad y especificidad absolutas y complejas de las dos modalidades de imagen radiográfica en la detección de pequeños y grandes defectos ($P < 0,05\%$)¹⁴.

A pesar que las radiografías en odontología están disponibles con diferentes tecnologías, no se conoce con exactitud si los métodos son reproducibles para realizar estas mediciones.

Teniendo en cuenta lo anterior surgió la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la concordancia entre la radiografía periapical digital convencional y la radiografía periapical digital digitalizada para la medición de la longitud dental?

¹⁴ POURHASHEMI, Seyed Jalal, et al. Diagnostic Accuracy of Inverted and Unprocessed Digitized Periapical Radiographs for Detection of Peri-Implant Defects. *Journal of dentistry (Tehran, Iran)*, 2015, vol. 12, no 8, p. 571.

3. JUSTIFICACIÓN

Es importante tener en cuenta la diferencia que existe entre la radiografía convencional periapical digital y digital invertida para beneficios de la población, tanto económica y sanitaria como para lograr un diagnóstico más acertado.

Los resultados del presente estudio conllevan a diferentes beneficios para la población tanto profesional, estudiantil y pacientes, como por ejemplo la posibilidad de tener un filtro que mejore las capacidades receptoras del operador para tener mayor claridad al momento de diagnosticar, ya que es posible que ciertos hallazgos anatómicos puedan verse con mayor claridad y por ende mejore la posibilidad de un correcto diagnóstico con su respectivo tratamiento.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Estimar la concordancia entre la radiografía periapical digital y la radiografía digital invertida, mediante la inversión de tonalidades de grises con un software en premolares previamente extraídos.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3.2.1. Realizar mediciones de longitud dental sobre las imágenes de las radiografías digitales convencionales y las invertidas.

3.2.2. Estimar la concordancia entre las mediciones de longitud dental empleando radiografía periapical digital convencional y digital invertida.

5. MARCO TEÓRICO

El odontólogo requiere de varias ayudas complementarias como toma de radiografías, examen clínico y tomografía axial computarizada, capaces de contribuir al diagnóstico, ejecución de procedimientos y control en la evolución del estado de algunas afecciones y tratamientos.

El examen radiográfico es un examen complementario de inestimable valor en el diagnóstico de lesiones del complejo buco-maxilofacial. Para que él proporcione la información necesaria es esencial que presente una imagen de calidad, considerando las limitaciones provenientes de la obtención de una imagen bidimensional de una estructura tridimensional. Caso contrario, el diagnóstico puede ser perjudicado. Además de la importancia diagnóstica, la calidad de la imagen radiográfica es fundamental para la conservación en archivo, siendo de gran valor en cuestiones de orden legal. La calidad de la imagen radiográfica es considerada un juicio subjetivo realizado por los clínicos, siendo el resultado de la combinación de características de densidad, contraste, latitud, nitidez, poder de resolución y, sumándose a esos, el encuadramiento de la región de interés. Para eso, es necesario que todos los pasos para la obtención de la radiografía sean considerados, desde la película radiográfica, la posición del paciente, la incidencia

de los rayos X, tiempo de exposición correcto, hasta las etapas de procesamiento¹⁵.

Son de mucha utilidad principalmente en Ortodoncia y Cirugía Bucal. Existen varias radiografías extraorales entre las cuales se tiene la Radiografía Panorámica, Postero-anterior de Cráneo, Lateral de cráneo o Telerradiografía, de Waters, Submentovertex, de Towne inversa, de Articulación temporomandibular, entre otras; siendo la más frecuente la Panorámica¹⁶.

Los rayos X se descubrieron el año 1895 con la realización de experimentos realizados con la luz de fluorescencia, fue entonces pasado un tiempo donde el Doctor Edmund Kells, tomo la primera radiografía intraoral¹⁷; fue el primer odontólogo que utilizó la radiografía para procedimientos. En los primeros días del uso de la radiografía fue difícil lograr una mínima exposición debido a la variedad de gases contenidos dentro del tubo. La práctica recomendada por Kells, era colocar la mano del operador entre el tubo y el fluoroscopio, para poner el tiempo de exposición cada vez que se usara el aparato, esta daría por resultado la aparición de lesiones malignas¹⁸.

¹⁵ CAMPOVERDE CUENCA, Sara Elizabeth. *Evolución de la radiografía intraoral*. 2012. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guayaquil. Facultad Piloto de Odontología.

¹⁶ CAMPOVERDE CUENCA, Óp. Cit., p 11

¹⁷ PANCHBHAI, A. S. Dental radiographic indicators, a key to age estimation. *Dentomaxillofacial Radiology*, 2014.

¹⁸ TIRADO-AMADOR, Lesbia Rosa; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, Farith Damián; MENDOZA, Francisco Javier. Controlled Use of X-Ray in dental Practice. *Revista Ciencias de la Salud*, 2015, vol. 13, no 1, p. 99-112.

Con el paso del tiempo se modificó la utilización de los rayos X y de la toma de radiografías en la cuales se pueden encontrar métodos convencionales y métodos digitales. En el método convencional la película radiográfica está compuesta por dos lados, un lado activo blanco que es el que se coloca paralelo al eje del diente donde los rayos van a llegar, esta tiene una cubierta plástica la cual la protege de la luz y el agua, para poder realizar la toma de esta es importante tener un paso a paso para que la posición del rayo y el revelado de esta sea el correcto.

El uso de la radiografía digital ha aumentado considerablemente desde su introducción al mercado por Trophy en 1987, su uso debido a que produce imágenes instantáneas. Esta tecnología posee un dispositivo de carga dentro de un sensor intraoral que produce una imagen digital inmediata en el monitor, existe una gran cantidad de aplicaciones digitales en el área médica siendo la radiología una de las más utilizadas¹⁹.

El desarrollo del aparato radiográfico digital, representa un logro importante para la protección radiológica tanto para el paciente y profesional. La radiografía digital elimina la necesidad de procesos químicos, y disminuir la dosis de radiación por casi el 90% necesario y permitir varios ajustes de imagen, tales como mejorar el brillo y el contraste.

¹⁹ QUIRÓS, Oscar; QUIRÓS, J. Radiología digital Ventajas, desventajas, implicaciones éticas. Revisión de la literatura. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatria* "Ortodoncia. ws edición electrónica Agosto, 2005.

La técnica para la toma de radiografías consiste en tomar la película colocada paralela al cono que proyecta el haz de luz, y se producirá una imagen no distorsionada si los rayos centrales se dirigen perpendicularmente a la película. Sin embargo, cuando el objeto se coloca de tal manera que forme un ángulo con la película, es necesario seguir la técnica del ángulo de bisectriz, en la que los rayos se dirigen perpendicularmente a una línea imaginaria que biseca el plano del objeto y el plano de la película. Esta angulación es esencial si se desea evitar el acortamiento o el alargamiento de la imagen. La mayoría de los odontólogos utilizan esta técnica porque se ha enseñado casi universalmente. Este hecho, junto con la creencia común de que la película debe colocarse lo más cerca posible de los dientes para evitar la distorsión²⁰.

La técnica de bisectriz del ángulo debe cumplir una angulación específica entre la película y el rayo formando un triángulo con dos partes iguales, esta puede ser vertical u horizontal²¹. Por su parte, la técnica de paralelismo o cono largo, se basa en encontrar el eje mayor del diente y que el rayo y la película se encuentren en el mismo sentido²².

La imagen digital puede obtenerse de dos maneras: directamente a través de sensores electrónicos u ópticos sensibles a la radiación e indirectamente a través

²⁰ UPDEGRAVE, William J. The paralleling extension-cone technique in intraoral dental radiography. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 1951, vol. 4, no 10, p. 1250-1261.

²¹ PELLICER CASTILLO, Luis Daniel. Estudio cefalométrico comparativo entre trazados manuales y digitales con programas informáticos. 2014.

²² PARRA, Verónica, et al. Análisis mediante radiografía convencional de los tejidos dentales y periodontales de cerdo (*Sus domesticus*) sometidos a altas temperaturas. *Revista odontológica mexicana*, 2015, vol. 19, no 2, p. 89-95.

de radiografías que se convierten a forma digital mediante cámaras de vídeo o escáneres, con esta segunda forma se obtiene la llamada imagen escaneada.

En los últimos años, los sistemas que pueden generar imágenes radiográficas digitales sin necesidad de radiografías, están disponibles para su uso en la práctica clínica y están ganando popularidad entre los profesionales. Todos los sistemas de radiografía digital contienen un detector de estado sólido sensible a Rayos X. En un estudio que se realizó al comparar la radiografía convencional vs radiografía digital, se utilizó un sistema contenía un dispositivo de carga acoplada, o sensor CCD. El CCD es un chip de silicio hecho de un grupo de fotodiodos en la parte superior de un semiconductor. El tamaño del sensor es ligeramente más pequeño que una radiografía periapical convencional. Se coloca en la boca y se conecta a un ordenador a través de un bus serie universal, o USB cable. Cuando el sensor está expuesto a rayos X, los fotodiodos generan corrientes eléctricas que corresponden a la intensidad de los rayos X que golpean la superficie en diferentes zonas. El semiconductor envía las señales eléctricas al ordenador para su procesamiento y análisis. El ordenador asigna un número digital (valor de densidad / nivel de gris) a cada señal y los números digitales se agrupan para generar una imagen en un monitor de ordenador²³.

²³ KHOCHT, Ahmed, et al. Comparison of direct digital and conventional intraoral radiographs in detecting alveolar bone loss. *The Journal of the American Dental Association*, 2003, vol. 134, no 11, p. 1468-1475.

La radiografía digital se obtiene mediante la captura digital directa de la imagen para convertir los rayos X a señales electrónicas²⁴. Como no es necesario un paso a paso de revelado y esta no tiene ninguna dificultad con la luz, puede darnos una imagen excelente calidad. Presenta un interruptor con dos posiciones, este contiene un almacenamiento de fosforo y un chip de silicio con cambios bidimensionales, a que el sensor presenta una lámina de fósforo que es la que guarda la información, esta absorbe la energía que proviene de los rayos X, esta es liberada en forma de luz azul, esta es captada por la cámara y amplificada para ser captada por fibras ópticas las cuales realizan la formación de la imagen digital²⁵.

Algunos autores, informan de que la radiografía digital ofrece varias ventajas sobre la radiografía convencional, tales como: no necesitan de un procedimiento químico para su procesamiento, no hay necesidad de sistemas especiales hidráulicos en un cuarto oscuro o soluciones químicas para el procesamiento radiográfico, que contaminan el medio ambiente²⁶, la reducción de la dosis de exposición a los rayos X por parte de los pacientes al ser comparado con la dosis de exposición frente al sistema digital directo requiere entre 5% y 50% de la dosis requerida en radiografías convencionales, disminución en el tiempo de atención, ya que las

²⁴ VERBEL BOHÓRQUEZ, J.; RAMOS MANOTAS, J.; DÍAZ CABALLERO, A. Radiografía periapical como herramienta en el diagnóstico y tratamiento de quiste periapical. *Avances en Odontoestomatología*, 2015, vol. 31, no 1, p. 25-29.

²⁵ GARCIA MEJIA, Marcos Rodrigo. Aporte de la Radiología en el Diagnóstico de Lesiones Odontológicas. *Revista de Actualización Clínica Investiga*, 2013, vol. 38, p. 1846.

²⁶ WENZEL, A. Digital radiography and caries diagnosis. *Dentomaxillofacial Radiology*, 1998, vol. 27, no 1, p. 3-11.

radiografías digitales son mucho más rápidas que las convencionales²⁷, reducción en el número de repeticiones que ocurren debido a las fallas durante el procesamiento de la toma de la radiografía, se pueden obtener múltiples copias de las imágenes radiográficas sin necesidad de realizar nuevas tomas, hay una mejor interpretación de las imágenes²⁸, se puede obtener una imagen de hasta 256 tonos de grises, mientras que en la radiografía tradicional solamente se pueden 25 tonos diferentes de grises, ajustes de capacidad y mejoras de las imágenes, lo que permite cambios de contraste y densidad, la expansión y la colocación de colores y texturas en las imágenes, para ayudar en el diagnóstico²⁹.

A pesar de esta tecnología está evolucionando, la radiología digital todavía tiene algunas limitaciones que son:

Hay una pequeña pérdida de la nitidez con relación a la radiografía convencional, el coste inicial y el mantenimiento de los equipos están muy elevados, llegando incluso a restringidos a los grandes centros de diagnóstico por imágenes, los sensores del sistema CCD han reducido el tamaño del volumen, y presentar rigidez en comparación con la película radiográfica, está la necesidad obligatoria de un ordenador y se necesita de un aprendizaje específico para profesionales y técnicos.

²⁷ VERSTEEG, C. H.; SANDERINK, G. C. H.; VAN DER STELT, P. F. Efficacy of digital intra-oral radiography in clinical dentistry. *Journal of dentistry*, 1997, vol. 25, no 3-4, p. 215-224.

²⁸ Christensen GJ. Why switch to digital radiography? *J Am Dent Assoc.* 2004;135(10):1437-9.

²⁹ HAITER NETO, Francisco, et al. Estágio atual da radiografia digital. *Rev ABRO*, 2000, vol. 1, no 3, p. 1-6.

Botelho et al³⁰. Informaron que las principales aplicaciones de la radiología digital en la práctica dental son las que implica el diagnóstico de caries (utilizando diferentes filtros de imagen, lo que puede aumentar la eficiencia de examen), el tratamiento de endodoncia (en mediciones más precisas y una mejor observación de los detalles anatómicos) la terapia periodontal, el diagnóstico de lesiones en el sistema estomatognático (en conseguir medidas y los cambios en el patrón de hueso trabecular en el estudio de las enfermedades sistémicas, además de hacer el seguimiento más preciso), la diagnóstico de fracturas radiculares y/o perforaciones y en ortodoncia (con programas que ayudan a los análisis cefalométricos y desarrollo de los huesos).

Se utiliza para el análisis cefalométrico y facial en pacientes con labio y paladar hendido, cuyas características principales sería el ahorro de tiempo, facilidad de implementación de los procedimientos de análisis pre y pacientes post-quirúrgicos. Este programa fue creado para facilitar el logro de los procedimientos cefalométricos, crear una gran base de datos con toda la información obtenida, además de ser de aplicación universal, tanto para la ortodoncia tradicional y para los pacientes quirúrgicos³¹.

³⁰ HAITER NETO. Óp. Cit., p. 1-6

³¹ GOTFREDSSEN, E.; KRAGSKOV, J.; WENZEL, A. Development of a system for craniofacial analysis from monitor-displayed digital images. *Dentomaxillofacial Radiology*, 1999, vol. 28, no 2, p. 123-126.

En endodoncia, Vale y Bramante³², evaluaron la capacidad de diversas películas radiográficas periapicales e imágenes digitales estándar en relieve y a través de la inversión de contraste, la capacidad de visibilidad de las limas de endodoncia de diferentes calibres. Llegaron a la conclusión de que para la visibilidad de las limas de menor calibre (en 6, 8 y 10), las películas radiográficas convencionales eran mejores que las imágenes digitales, pero sin diferencia estadísticamente significativa ($P < 0,05$). Sin embargo, las imágenes digitales mostraron mejores resultados en términos de visibilidad de limas No 15, destacando la imagen digital con la inversión de la tonalidad de grises, es decir, hay una mejor apreciación de algunas estructuras al invertir las tonalidades.

Existen diferentes formas de editar y mejorar la calidad de la imagen de la radiografía digital, una de estas es invirtiendo el tono de los de brillo y contraste, lo cual conlleva a tener un intercambio de los colores de la radiografía digital. Son pocos los estudios que se han llevado a cabo para definir si este tipo de edición tiene relevancia al momento de comparar esas mediciones con las de una radiografía digital convencional, se ha demostrado que no hay diferencia significativa entre tomar una medición en una radiografía digital invertida y en una radiografía digital convencional³³.

La imagen radiográfica, puede ser fácilmente medida utilizando ambas técnicas de radiografía, digital y digital invertida; se ha demostrado que ambos métodos poseen

³² VALE, Ilan Sampaio do; BRAMANTE, Clóvis Monteiro. Visibilidade de algumas limas endodônticas por meio do sistema de imagem digital Digora e de três filmes radiográficos periapicais. *Rev. Fac. Odontol. Bauru*, 2002, vol. 10, no 1, p. 29-33.

³³ GRANDA MACÍAS. Óp. Cit., p. 30

la misma fiabilidad al momento de medición radiográfica y no hay ningún tipo de dificultad al momento de interpretar imágenes radiográficas digitales y digitales invertidas. Se realizó un estudio para la medición de pérdida ósea periodontal en el que se utilizó radiografía digital, comparada con la radiografía digital invertida. La media de pérdida ósea en ambos tipos de imágenes fue muy similar (6.4485 y 6.3790). El coeficiente de correlación fue significativo ($\rho = 0,99$) y positivo entre las mediciones de la pérdida ósea en imágenes invertidas y no procesadas. Así, ambos tipos de imágenes presentaron un acuerdo casi perfecto con la misma fiabilidad en las mediciones de pérdida ósea. El estudio concluye en que la imagen radiográfica invertida y no procesada fue confiable y no hubo diferencias en la precisión diagnóstica entre estos tipos de imagen en las mediciones de pérdida ósea periodontal³⁴.

En otro estudio, se utilizó la comparación de ambas técnicas radiográficas para la detección e interpretación del canal mandibular en radiografías panorámicas. Se realizó con tres implantólogos capacitados para la interpretación (Calibrador A, B y C) de las radiografías, convencionales digitales y digitalizadas invertidas, se dividieron tres zonas para la comparación, anterior, medio y posterior de la radiografía panorámica. Para el diagnóstico del canal mandibular el intervalo de confianza fue del 95%. El acuerdo intraexaminador para el diagnóstico del canal mandibular mostró que el examinador C presentó mayor concordancia intraexaminador que el examinador B (estadísticamente significativo) para la

³⁴ SCAF, Gulnara; MORIHISA, Olívia; LOFFREDO, Leonor de Castro Monteiro. Comparison between inverted and unprocessed digitized radiographic imaging in periodontal bone loss measurements. *Journal of Applied Oral Science*, 2007, vol. 15, no 6, p. 492-494.

región anterior, lado derecho de la radiografía convencional. El examinador C presentó un acuerdo intraexaminador menor que el examinador A (estadísticamente significativo) para la región anterior, lado derecho de la radiografía invertida. En cuanto a las regiones media y posterior, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre el acuerdo de tres intraexaminadores para radiografías convencionales e invertidas, así como para los lados derecho e izquierdo. El estudio concluyó en que los tres examinadores presentaron baja concordancia para ambos tipos de imágenes y estructuras, pero el examinador C presentó valores con diferencias estadísticamente significativas en dos situaciones para el conducto mandibular y una situación para el foramen mental. Estas diferencias observadas para el examinador C en relación con los otros examinadores pueden atribuirse a la subjetividad del método y a las características intrínsecas del examinador, tales como características emocionales, visuales y neurológicas³⁵.

Un estudio demostró, que, con solo modificar los parámetros de brillo y contraste en una imagen radiográfica digital, mejoraba notablemente la apreciación de los defectos del esmalte en superficies interproximales³⁶.

En conclusión, se puede decir que el tema de la radiografía, en general, es muy amplio, que presenta múltiples sub-temas donde el conocimiento y la investigación

³⁵ SAKAKURA, Celso Eduardo; DE CASTRO MONTEIRO LOFFREDO, Leonor; SCAF, Gulnara. Diagnostic agreement of conventional and inverted scanned panoramic radiographs in the detection of the mandibular canal and the mental foramen. *Journal of Oral Implantology*, 2004, vol. 30, no 1, p. 2-6.

³⁶ KITAGAWA, Hiromi; WAKOH, Mamoru; KUROYANAGI, Kinya. Image contrast range for detection of enamel defects using a digital dental imaging system. *Oral Radiology*, 1999, vol. 15, no 2, p. 95-104.

es poca. Se pretende dar a conocer que un método de ayuda diagnóstica como es la radiografía, puede tener varios procesos de edición, como ajustar el brillo y el contraste, invertir las tonalidades de grises y acercar o alejar la imagen, para mejorar la apreciación de diferentes estructuras, proporcionando así un mejor diagnóstico para el paciente y conllevando un adecuado plan de tratamiento. Brindando una importancia significativa al presente estudio, brindar una temática innovadora y que hace parte de la labor diaria en el área de la salud.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Tipo de estudio: estudio de pruebas diagnósticas concordancia, consistencia.

6.2 Población y muestra: la población estuvo conformada por dientes premolares extraídos por motivos terapéuticos odontológicos. El tamaño de la muestra se calculó teniendo como parámetros un nivel de confianza de 95%, un error tipo I de 5% y un poder de 80%, hipótesis a una cola y C.C.C. Lin esperado de 0,95, valor en el cambio de las medias de 0,20mm y correlación de Pearson esperada de 0,97.

Se definió como valor de referencia en el Coeficiente de Correlación y Concordancia de Lin (CCC) 0,95 conforme a los valores reportados en el análisis crítico de la evidencia y de acuerdo a los criterios de evaluación de concordancia de McBride en 2005³⁷.

Teniendo en cuenta los anteriores criterios para cálculo del tamaño de la muestra y a través del paquete estadístico GenStat Twelfth Edition (V.12.1.0.3278 – VSN International Ltd., U.K.) se estimaron 57 replicaciones por método, es decir 114 mediciones en total. Adicional a esto, se anticipó un 20% de error de medición para un tamaño de muestra final de 136 órganos dentarios (premolares).

³⁷ MCBRIDE, G. B. A proposal for strength-of-agreement criteria for Lin's concordance correlation coefficient. *NIWA Client Report: HAM2005-062*, 2005.

6.3 Muestreo: se realizó un muestreo por conveniencia hasta completar el tamaño de la muestra teniendo en cuenta criterios de selección.

6.4 Criterios de Selección: se seleccionaron premolares que habían sido anteriormente extraídos, superiores e inferiores y posteriormente clasificándolo teniendo en cuenta su anatomía respectivamente.

6.4.1 Criterios de Inclusión: premolares tanto superiores como inferiores con anatomía en buen estado para su clasificación.

6.4.2 Criterios de Exclusión: los criterios de exclusión fueron órganos dentarios con fractura coronal, radicular o apical, abrasiones, atriciones o erosiones, y con cualquier tipo de material restaurador que modificara la anatomía del órgano dentario y que cualquier otro que no permita la medición corono-apical.

6.5 Protocolo del Estudio: el estudio inició con la recolección de la muestra, en este caso los premolares, tanto superiores como inferiores, seguido a eso se realizó la clasificación de superiores e inferiores. Luego se pasó a posicionar los órganos dentarios en cera tropical rosada para su estabilidad y evitar la modificación de su posición, con una medida de 3 cm en sentido horizontal y 4 cm en sentido vertical³⁸. Se tomaron las 136 radiografías digitales utilizando

³⁸ YUAN, Fu-Song, et al. Accuracy evaluation of a new three-dimensional reproduction method of edentulous dental casts, and wax occlusion rims with jaw relation. *International journal of oral science*, 2013, vol. 5, no 3, p. 155-161.

radiovisiografía (DrSunPlus, San Jose, CA, USA³⁹) y fueron almacenadas en el mismo software. (RAIOS X TIMEX 70C PAREDE GELO 127V +4%, RodAbraoAssed. Km53 +450m – RibeiraoPreto, Sao Paulo, Brasil⁴⁰). Se realizaron las mediciones corono-apical y por último se tomó un calibrador para medir la longitud real del órgano dentario.

6.6 Recolección y Procesamiento de la Información: después de tomar todas las radiografías y hacer todas las mediciones pertinentes. Después de tomar todas las radiografías y hacer las todas las mediciones utilizando el vernier digital se realizó un análisis estadístico con el software: StataStatistical Software: Release. CollegeStation, TX: StataCorp LP.

6.7 Análisis Estadístico: Se realizó un análisis en el software StataStatistical Software: Release 14. CollegeStation, TX: StataCorp LP⁴¹. Fueron realizados pruebas estadísticas descriptivas, análisis de normalidad de datos (Shapiro Wilk), coeficiente de correlación y concordancia de Lin, prueba de Bland&Altman.

³⁹ UDUPA, Hema, et al. Evaluation of image quality parameters of representative intraoral digital radiographic systems. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*, 2013, vol. 116, no 6, p. 774-783.

⁴⁰ MORALES, Eduardo Enrique Covo; LLORENTE, Angela María Ruíz; PALLARES, Miguel Ángel Simancas. Penetración del hipoclorito de sodio al comparar cuatro sistemas rotatorios de preparación en conductos mesovestibulares de molares inferiores/Sodium Hypochlorite Penetration when comparing four Rotatory Preparation Systems in Lower-Molar Mesiobuccal. *Universitas Odontologica*, 2015, vol. 34, no 73.

⁴¹ FAIRALL, Lara R., et al. Effectiveness of antiretroviral treatment in a South African program: a cohort study. *Archives of Internal Medicine*, 2008, vol. 168, no 1, p. 86-93.

6.8 Consideraciones Éticas: Se tuvieron en cuenta las consideraciones éticas establecidas en el Informe de Helsinki en 2008, la resolución 0008430 de 1993, para la experimentación con órganos y tejidos obtenidos de seres humanos⁴².

⁴² SÁNCHEZ, Lilibian Patricia Muñoz, et al. Nivel de seguridad alimentaria en algunas familias campesinas de Risaralda (Colombia). *Investigaciones Andina*, 2014, vol. 16, no 29.

7. RESULTADOS

En total, evaluaron 115 dientes premolares para la medición, los cuales se midieron de forma digital y digital invertida respectivamente.

La media global de las mediciones digitales fue 21,21mm (DE: 2,15mm) y para las mediciones invertidas fue 21,14mm (DE: 2,15mm).

Método	Global		
	N	Media	DE
Digital	115	21,21	2,15
Invertida	115	21,14	2,15

Tabla 1. Estadística descriptiva global y por cuadrante para las mediciones realizadas con el método digital, invertido y longitud real.

DE: Desviación estándar

La concordancia global obtenida entre los distintos métodos (digital e invertida), se muestran en la Tabla 2.

	N	p@	IC 95% p@	p de Pearson	Cb	Slope
Digital - Long. Real	115	0,965	0,952 – 0,978	0,965	1,000	0,999

Tabla 2. Concordancia global obtenida entre los dos métodos radiográficos y sus mediciones reales. **Cb:** coeficiente de correlación del sesgo. **p@:** coeficiente de correlación y concordancia de Lin. **N:** tamaño de la muestra. **IC 95%:** intervalo de confianza al 95% para p@.

La concordancia entre la medición digital y digital invertida fue sustancial ($p=0,965$). Adicionalmente los límites de acuerdo al 95% entre cada comparación fue de 0,952 – 0,978 respectivamente.

Los gráficos de Bland&Altman que muestran los límites de acuerdo al 95% para la concordancia obtenida se muestra en la Figura 1.

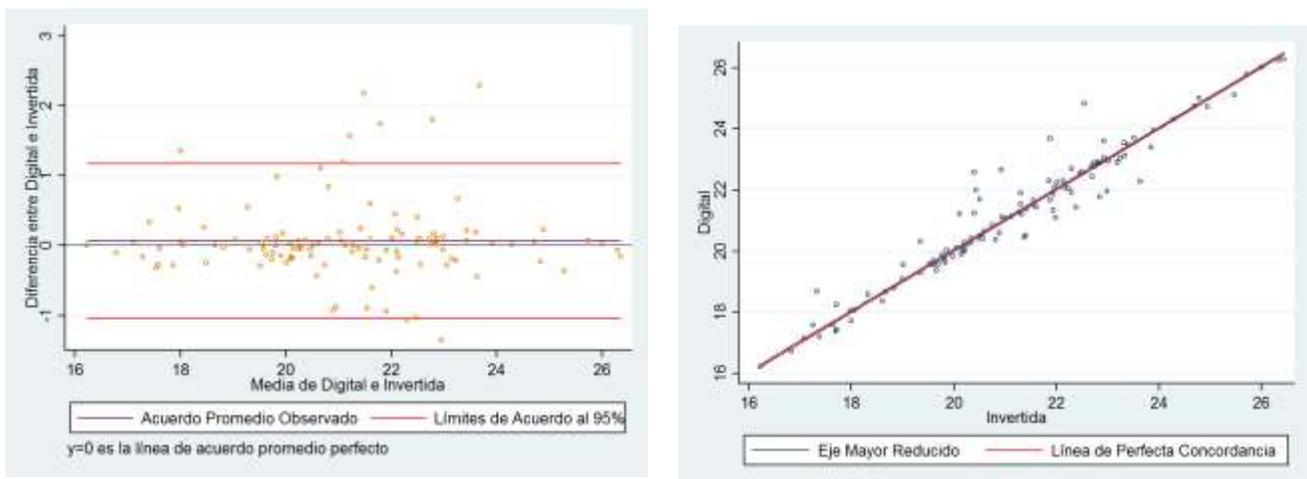


Figura 1. Gráfico de Bland&Altman (representación de límites de acuerdo al 95%) para la comparación entre digital e invertida.

8. DISCUSIÓN

La trascendencia de los resultados de la investigación, está de acuerdo a la importancia de la pregunta por la cual se aborda este estudio, consistiendo en cuál es la concordancia entre la radiografía digital y digital invertida para la medición de la longitud dental. Es entonces donde se encontró que la concordancia se obtuvo en la relación entre la radiografía digital y la radiografía digital invertida la cual fue concordante empleando para su evaluación los criterios propuestos por McBride. Asimismo, la concordancia entre la radiografía digital y digital invertida fue concordante, el coeficiente de correlación y concordancia de Lin fue 0,965^{43 44}.

Los resultados del presente estudio revelaron tendencia a la sobreestimación de las medidas de longitud de las radiografías digitales, la concordancia entre la medición digital y digital invertida fue sustancial ($p < 0,05$). Adicionalmente los límites de acuerdo al 95% entre cada comparación fue de 0,952 – 0,978 respectivamente.

Wolf y Cols^{45 46}, evidenciaron que la concordancia presenta diferencias estadísticamente significativas cuando existe más de un evaluador. Una de las

⁴³ CORTÉS-REYES, Édgar; RUBIO-ROMERO, Jorge Andrés; GAITÁN-DUARTE, Hernando. Métodos estadísticos de evaluación de la concordancia y la reproducibilidad de pruebas diagnósticas. *Revista colombiana de obstetricia y ginecología*, 2010, vol. 61, no 3, p. 247-255.

⁴⁴ SIMANCAS PALLARES, Miguel Angel, et al. *Concordancia entre la radiografía periapical convencional y la radiografía digital para la estimación de la altura ósea en pacientes con enfermedad periodontal crónica localizada sin tratar*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Colombia.

⁴⁵ WOLF, Britta, et al. Reliability of assessing interproximal bone loss by digital radiography: intrabony defects. *Journal of clinical periodontology*, 2001, vol. 28, no 9, p. 869-878.

⁴⁶ VERSTEEG, Katrien H., et al. Estimating distances on direct digital images and conventional radiographs. *The Journal of the American Dental Association*, 1997, vol. 128, no 4, p. 439-443.

fuentes de variabilidad en los estudios de pruebas diagnósticas pueden originarse en el evaluador. En este sentido, para tratar de minimizar esta fuente de variabilidad se incluyó un solo evaluador, experimentado y calibrado (CCI=0,83) para los sistemas de medición con radiovisiografía. Tewary et al. En 2011 reportaron que es necesario una experiencia mínima de al menos un año para obtener una concordancia moderada entre examinadores. En este presente estudio el evaluador se encontraba calibrado para la realización de las mediciones^{47 48}.

Hintze y cols, realizaron en el 2002 un estudio con el objetivo de evaluar la precisión en la detección de caries en una película convencional y 4 sistemas de placa de fosforo de almacenamiento (DenOptix, Cd-dent, Digora {placas azules y blancas} y un @Sistema Im: Ektaspeed Plus. Las placas se expusieron dos veces con 10% y 25% del tiempo necesario para el revelado. Cuatro observadores utilizaron una escala de 0-5 en función de la detección o no de la caries (1= no presente, 2= probablemente no presente, 3= inseguro, 4= probablemente presente, 5= presente) en 190 dientes extraídos. Cuando se va a diagnosticar caries interproximal, el tiempo de exposición más largo resultó en una precisión significativamente más alta con los sistemas DenOptix y Digorablue, pero no con los sistemas Cd-dent y Digorawhite. Para las caries oclusales, el tiempo de exposición más largo resultó en una mejoría significativa sólo con el sistema

⁴⁷ HILDEBOLT, C. F., et al. Reliability of linear alveolar bone loss measurements of mandibular posterior teeth from digitized bitewing radiographs. *Journal of clinical periodontology*, 1998, vol. 25, no 11, p. 850-856.

⁴⁸ HILDEBOLT, C. F., et al. Bitewing-based alveolar bone densitometry: digital imaging resolution requirements. *Dentomaxillofacial Radiology*, 1994, vol. 23, no 3, p. 129-134.

Digorablue.Digora blue® fue el mejor sistema digital para caries oclusales con 25% del tiempo de exposición⁴⁹.

Un estudio fue publicado en el 2012 por OLIVEIRA y cols, donde se hicieron mediciones radiográficas, en donde cuatro dientes permanentes humanos de raíz única extraídos fueron montados sobre un bloque de yeso piedra en un soporte de acrílico, para simular el espacio del ligamento periodontal y el hueso trabecular, la raíz de cada diente se recubrió con una capa de cera y el yeso se mezcló con arroz en polvo en una proporción de 1:1. Se colocaron de acuerdo con la técnica de paralelismo, con los mismos factores geométricos en todas las exposiciones radiográficas. Las distancias objeto-objeto y objeto-sensor fueron fijadas en 35 mm y 8 mm, respectivamente. La última distancia es el resultado del espesor del bloque de yeso alrededor de las raíces de los dientes, como en un ensayo clínico. El haz de rayos X se centró perpendicularmente al sensor y los dientes, y se colocó una lámina acrílica de 25 mm de espesor entre el tubo de rayos X y los dientes para simular la dispersión de tejidos blandos. Todas las imágenes fueron tratadas con “positivo”, así, se crearon dos grupos de imágenes: originales y positivas. La evaluación intra e inter-examinador mostró una alta reproducibilidad ($r > 0,95$) con un intervalo de confianza más estrecho en la evaluación interexaminadores de las imágenes originales y positivas. Las imágenes positivas mostraron la mayor y menor reproducibilidad en la evaluación intra e interexaminadores, respectivamente; los valores medios de las longitudes entre

⁴⁹ HINTZE, H.; WENZEL, A.; FRYDENBERG, M. Accuracy of caries detection with four storage phosphor systems and E-speed radiographs. *Dentomaxillofacial Radiology*, 2002, vol. 31, no 3, p. 170-175.

las imágenes originales y las positivas no fueron significativamente diferentes ($p > 0.05$), pero ambos difirieron significativamente ($p < 0.05$) de las longitudes reales con valores más altos. En conclusión, la inversión de la escala de grises no interfirió en la precisión de la medición de la longitud. Por lo tanto, el uso de esta herramienta de mejora digital está a la decisión del evaluador⁵⁰.

En el 2007 Gulnara, demostró que ambos métodos poseen la misma fiabilidad al momento de medición radiográfica y no hay ningún tipo de dificultad al momento de interpretar imágenes radiográficas digitales y digitales invertidas. Se realizó un estudio para la medición de pérdida ósea periodontal en el que se utilizó radiografía digital, comparada con la radiografía digital invertida. La media de pérdida ósea en ambos tipos de imágenes fue muy similar (6.4485 y 6.3790). El coeficiente de correlación fue significativo ($\rho = 0,99$) y positivo entre las mediciones de la pérdida ósea en imágenes invertidas y no editadas. Así, ambos tipos de imágenes presentaron un acuerdo casi perfecto con la misma fiabilidad en las mediciones de pérdida ósea. El estudio concluye en que la imagen radiográfica invertida y no procesada fue confiable y no hubo diferencias en la precisión diagnóstica entre estos tipos de imagen en las mediciones de pérdida ósea periodontal. Este resultado podría ser explicado por la naturaleza de las tareas de interpretación radiográfica, tales como la medición lineal y por la calibración del examinador, que fue entrenado para leer radiografías invertidas. Los resultados muestran que no hay dificultad para interpretar imágenes digitalizadas invertidas⁵¹.

⁵⁰ OLIVEIRA. Óp. Cit., p 1-3

⁵¹ SCAF, Gulnara. Óp. Cit., p 3

Comparándolo con los resultados de este estudio, se puede decir que dependiendo la aplicación que se le dé a la radiografía digital en diferentes hallazgos al momento de diagnosticar y establecer un eficaz tratamiento, resultara más eficiente ya que destacó por presentar mayor longitud con respecto a la medida real del diente.

9. CONCLUSIÓN

De igual manera se concluyó que los resultados revelaron tendencia a la sobreestimación de las medidas de longitud de las radiografías digitales sobre la invertida también que existen algunos factores que podrían tener un posible impacto sobre la concordancia tales como: alteraciones en la anatomía de los órganos dentarios, ya que éstos no permitieron realizar las mediciones para obtener su longitud real, cambios químicos en los estabilizadores de los dientes, de igual manera cambios presentes en las películas radiográficas convencionales, los examinadores debían estar calibrados al momento de hacer las mediciones.

10. ANEXOS



Imagen 1 y 2. Placa estabilizadora en cera tropical 4 cm x 3 cm