



**FACULTAD DE ODONTOLOGIA  
UNIDAD DE POSGRADO**

**DETECCIÓN DE DEFECTOS ÓSEOS PERI-  
IMPLANTARIOS CON CUATRO DIFERENTES TIPOS DE  
RADIOGRAFÍAS PANORÁMICAS**



**PRESENTADO POR  
MANUEL JOHEL MURGA TARAZONA**

**ASESOR  
NELLY MARIA GARCIA MADUEÑO**

**TESIS  
PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN PERIODONCIA**

**LIMA – PERÚ  
2023**



**CC BY-NC-ND**

**Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**TÍTULO DE LA TESIS**

**DETECCIÓN DE DEFECTOS ÓSEOS PERI-IMPLANTARIOS CON CUATRO  
DIFERENTES TIPOS DE RADIOGRAFÍAS PANORÁMICAS**

**PARA OPTAR  
EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAESTRO EN PERIODONCIA**

**PRESENTADA POR:**

**MANUEL JOHEL MURGA TARAZONA**

**ASESORA:**

**MG. ESP. NELLY MARIA GARCIA MADUEÑO**

**LIMA, PERÚ**

**2023**

**DEDICATORIA:**

A mis padres y hermanas, por su invaluable apoyo y amor incondicional.

**AGRADECIMIENTOS:**

A mi asesora, Dra. Nelly García Madueño por su apoyo incondicional en la elaboración de esta tesis.

A la Dra. María Eugenia Guerrero por su colaboración en el desarrollo de esta investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|   | Pág. |
|---|------|
| <b>INTRODUCCIÓN</b>   | 01   |
| <b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO</b>                                  | 03   |
| 1.1 Antecedentes de la Investigación                              | 03   |
| 1.2 Bases Teóricas  | 07   |
| 1.3 Definición de Términos Básicos                                | 11   |
| <b>CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES</b>                         | 13   |
| <b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>              | 16   |
| 3.1 Diseño Metodológico   | 16   |
| 3.2 Diseño Muestral   | 16   |
| 3.3 Técnicas de Recolección de Datos                              | 19   |
| 3.4 Técnicas Estadísticas para el Procesamiento de la Información | 19   |
| 3.5 Aspectos Éticos   | 19   |
| <b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS</b>                                    | 21   |
| <b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN</b>                                      | 29   |
| <b>CONCLUSIONES</b>   | 33   |
| <b>RECOMENDACIONES</b>  | 34   |
| <b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>                                     | 35   |
| <b>ANEXOS</b>   |      |

## RESUMEN

**Objetivo:** Comparar la precisión, exactitud, sensibilidad y especificidad de las radiografías panorámica convencional (C-PAN) y panorámica digital (D-PAN) con la imagen panorámica generada de la CBCT (CBCT-PAN) y el film de la imagen panorámica generada de la CBCT (CBCT-PANF) en la detección de defectos óseos peri-implantarios.

**Métodos:** Se colocaron quince implantes Restore® y Renova® (Keystone Dental, Burlington, EE. UU.) de diferentes diámetros, en cuatro mandíbulas humanas reseca. Se crearon defectos óseos peri-implantarios al azar: seis sitios sin defectos óseos, seis con defectos óseos de 0,5 mm, seis con defectos óseos de 1.5 mm, seis con defectos óseos de 2.0 mm y seis con defectos óseos de 3 mm. Se tomaron radiografías C-PAN, D-PAN, CBCT-PAN y CBCT-PANF a cada mandíbula, las cuales fueron evaluadas por tres examinadores en tres momentos diferentes. La confianza en el diagnóstico de la presencia o ausencia de defectos óseos peri-implantarios se registró en una escala de cinco puntos.

**Resultados:** Los niveles de acuerdo obtenidos intra e interobservador fueron calificados como buenos. La sensibilidad de CBCT-PAN (75%) fue mejor, aunque la especificidad (83,9%) fue ligeramente menor que C-PAN, D-PAN y CBCT-PANF (88,9%). El valor predictivo negativo de CBCT-PAN fue mejor que otras técnicas. La correlación entre la detección y el tamaño del defecto fue positiva.

**Conclusiones:** CBCT-PAN es un método confiable y válido para detectar defectos óseos periimplantarios, seguido de C-PAN, D-PAN y CBCT-PANF.

**Palabras clave:** defecto óseo periimplantario, precisión, exactitud

## **ABSTRACT**

**Aim:** To compare precision, accuracy, sensitivity and specificity of the conventional (C-PAN) and digital (D-PAN) panoramic radiography with the CBCT-generated panoramic images (CBCT-PAN) and film of CBCT-generated panoramic images (CBCT-PANF), the measurement and recognition of peri-implant bone defects.

**Methods:** Fifteen implants Restore® and Renova® (Keystone Dental, Burlington, USA) were placed in four dry human mandibles in osteotomy sites of varying diameters. Bone peri-implant defects were created randomly: six sites with no bone defects, six with 0.5mm bone defects, six with 1.5mm bone defects, six with 2.0mm bone defects and six with 3mm bone defects. Radiographs were taken using: C-PAN, D-PAN, CBCT-PAN and CBCT-PANF. Images from each were presented to three examiners at three different times. Confidence in diagnosing the presence or absence of peri-implant bone defects was recorded on a five-point scale.

**Results:** The agreement levels of intra- and interobserver scores were rated good. Sensitivity of CBCT-PAN (75%) was better although the specificity (83.9%) was slightly lower than C-PAN, D-PAN and CBCT-PANF (88.9%). The negative predictive value of CBCT-PAN was better than other techniques. The correlation between the detection and the defect size was positive.

**Conclusion:** CBCT-PAN is a reliable and valid method of detecting circumferential peri-implant bone defects followed by C-PAN, D-PAN and CBCT-PANF.

**Keywords:** peri-implant bone defect, precise, accurate

## NOMBRE DEL TRABAJO

DETECCIÓN DE DEFECTOS ÓSEOS PERI-  
MPLANTARIOS CON CUATRO DIFERENT  
ES TIPOS DE RADIOGRAFÍAS PANORÁMI  
CA

## AUTOR

MANUEL JOHEL MURGA TARAZONA

## RECUENTO DE PALABRAS

11456 Words

## RECUENTO DE CARACTERES

64788 Characters

## RECUENTO DE PÁGINAS

56 Pages

## TAMAÑO DEL ARCHIVO

7.3MB

## FECHA DE ENTREGA

Nov 30, 2023 1:34 PM GMT-5

## FECHA DEL INFORME

Nov 30, 2023 1:35 PM GMT-5

● 7% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Fuentes excluidas manualmente
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Bloques de texto excluidos manualmente



Mg. Esp. Nelly María García Madueño

**ASESORA**

**ORCID:** 0000-0002-1333-8815

## INTRODUCCIÓN

La periimplantitis es definida como una lesión inflamatoria de la mucosa alrededor de los implantes dentales, acompañada de la pérdida progresiva de hueso de soporte peri-implantario<sup>1,2</sup>.

Esta pérdida de contacto del hueso al implante crea un espacio marginal denominado defecto óseo peri-implantario<sup>3</sup>.

Desde la aparición de los implantes dentales, los defectos óseos los han acompañado a través del tiempo, convirtiéndose en factores relevantes a tomar en cuenta en el pronóstico del tratamiento<sup>4</sup>. Se ha demostrado que la falta de tratamiento de la periimplantitis conduce a la progresión en la destrucción de los tejidos<sup>5</sup>, por lo tanto el diagnóstico de los defectos óseos peri-implantarios es vital para determinar el éxito o supervivencia de los implantes<sup>6</sup>.

Clínicamente la inflamación de los tejidos es detectada mediante el examen intraoral y el sondaje mientras que la pérdida ósea progresiva se identifica con las radiografías<sup>1</sup>.

Aunque el análisis histológico sigue siendo el gold standard para el diagnóstico definitivo, la evaluación radiográfica es la mejor opción disponible para el seguimiento, a través del tiempo, de las estructuras óseas alrededor de los implantes dentales en la práctica diaria<sup>7</sup>.

Existen diferentes instrumentos radiográficos como la radiografía periapical (radiografía intraoral)<sup>8</sup>, y otros como la radiografía panorámica y la Tomografía Computarizada Cone-Beam (CBCT), las cuales al ser técnicas extraorales, son más confortables en comparación a las radiografías intraorales debido a las características anatómicas de los maxilares. La radiografía panorámica posee limitantes como la baja resolución, la magnificación y la distorsión en comparación a las imágenes de la CBCT<sup>7</sup>, que se caracteriza por su alta calidad diagnóstica, poco tiempo de escaneo y dosis baja de radiación<sup>9</sup>.

Cuando los datos de la CBCT se encuentran disponibles, la imagen panorámica generada de la CBCT puede ser considerada como una alternativa a la imagen panorámica convencional, para la detección de defectos óseos peri-implantarios<sup>10</sup>.

La imagen panorámica generada de la CBCT es un tipo de reformación multiplanar denominada Reformación Planar Curva, la cual se obtiene alineando el eje longitudinal del plano de la imagen con una estructura anatómica específica<sup>11</sup>.

Se han realizado diversos estudios sobre la detección de defectos óseos periimplantarios con el uso de diversas técnicas radiográficas; sin embargo, los resultados no son concluyentes ni determinantes<sup>4, 12</sup>.

El objetivo principal de este estudio fue:

Comparar la precisión y exactitud, sensibilidad y especificidad de las radiografías panorámicas convencional y digital con la imagen panorámica generada de la Tomografía Computarizada Cone-Beam (proyección digital y en film) en la detección de defectos óseos peri-implantarios.

#### **Objetivos específicos:**

1. Comparar la precisión inter e intraobservador en la detección de defectos óseos peri-implantarios con las radiografías panorámicas convencional, digital y la imagen panorámica generada de la CBCT (proyección digital y en film).
2. Determinar la exactitud en la detección de defectos óseos peri-implantarios entre las radiografías panorámicas convencional, digital y la imagen panorámica generada de la CBCT (proyección panorámica y en film).
3. Determinar la sensibilidad en la detección de defectos óseos periimplantarios de las radiografías panorámicas convencional, digital y la imagen panorámica generada de la CBCT (proyección panorámica y en film).
4. Determinar la especificidad en la detección de defectos óseos periimplantarios de las radiografías panorámicas convencional, digital y la imagen panorámica generada de la CBCT (proyección panorámica y en film).

## **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO**

### **1.1 Antecedentes de la Investigación**

#### **Generales**

Guerrero MA realizó un estudio en el que comparó la influencia que tienen la radiografía panorámica y las imágenes proyectadas de la CBCT en la planificación de la colocación de un implante. El estudio se realizó sobre una población de 105 pacientes edéntulos parciales, los cuales iban a ser rehabilitados utilizando implantes dentales. Cuatro examinadores planificaron el tratamiento de implantes basándose en imágenes bidimensionales y luego de un mes a través de imágenes tridimensionales. Aparte del diagnóstico prequirúrgico y la medición de las dimensiones, los observadores indicaron los niveles de confianza y evaluaron la calidad de la imagen en relación a las necesidades prequirúrgicas. Todos los observadores confirmaron que ambas modalidades de imagen arrojaron valores similares en la planificación del diámetro del implante. Los resultados también mostraron que no hay diferencias entre ambas modalidades de imagen para la longitud de implantes con una localización anterior; sin embargo, se encontraron diferencias significativas en la longitud de los implantes con una ubicación posterior. Para las dimensiones de los implantes, mayor longitud de implantes fueron planificados con la radiografía panorámica, concluyendo por tanto que hay una tendencia a planificar implantes con longitudes mayores usando la radiografía panorámica. Hay que resaltar que la CBCT obtuvo, en su estudio, mejores calificaciones con respecto a calidad de la imagen subjetiva y mejores niveles de confianza quirúrgicos<sup>13</sup>.

Alkhader M comparó las medidas del espacio mesiodistal en sitios de implantes únicos usando la radiografía panorámica y la imagen oblicua generada de la CBCT, en el estudio evaluó 101 sitios en 66 pacientes a los que se les refirió radiografías prequirúrgicas para la planificación de los implantes. Las imágenes panorámicas fueron reformateadas con un espesor de 15 mm. y usadas para la medición del espacio mesiodistal. Las mediciones fueron repetidas y comparadas con las imágenes oblicuas delgadas (200-300 $\mu$ ) usando el test de Wilcoxon. Se evaluó la correlación entre las mediciones adicionalmente, además de la

concordancia intra-observador, mediante los coeficientes de correlación de Pearson. Todas las mediciones del espacio mesiodistal realizadas sobre las radiografías panorámicas y las imágenes oblicuas generadas de la CBCT fueron fuertemente correlacionadas y no hubieron diferencias estadísticamente significativas entre ambas ( $p < 0.05$ ). Finalmente se llegó a la conclusión de que tanto la radiografía panorámica como la imagen oblicua generada de la CBCT, pueden ser usadas en la medición del espacio mesiodistal en sitios de implantes unitarios<sup>14</sup>.

Qiaoling L comparó la precisión de la radiografía panorámica convencional y la imagen panorámica de la Tomografía Computarizada Cone Beam (CBCT) en la medición de las angulaciones mesiodistales de los dientes; para esto recolectó modelos de yeso de 15 voluntarios, con oclusión normal individual. Sobre estos modelos de yeso se marcó el plano oclusal funcional y el eje longitudinal de los dientes, desde la primera molar derecha hasta la primera molar izquierda de las arcadas dentales superiores e inferiores. Un dispositivo radiográfico fue fabricado para cada modelo, el cual contenía marcadores radiopacos cerca al plano oclusal funcional y próximo al eje de la raíz. Luego se obtuvo las radiografías panorámicas tradicionales y las imágenes panorámicas de la CBCT con el dispositivo radiográfico colocado sobre la dentición. Una imagen panorámica fue reconstruida a partir de datos volumétricos de la CBCT mediante el uso de un software relacionado. Los datos de la imagen panorámica de la CBCT fueron orientados paralelamente al plano oclusal funcional maxilar o mandibular conteniendo todos los marcadores radiopacos al momento de medir los dientes maxilares o mandibulares, respectivamente. Se midieron y compararon las angulaciones mesiodistales de los dientes de los modelos de yeso. Se realizó un análisis multivariado de la varianza y el test de Dunnett para comparar las diferencias entre los 3 métodos. La diferencia entre los 3 métodos fue estadísticamente significativa ( $P = 0.00$ ). Las diferencias significativas comparadas con las medidas del modelo, fueron encontradas en 2 dientes (segundo premolar superior y segundo premolar inferior) entre 12 dientes ( $P = 0.00$ ) medidos a través de la panorámica tradicional. Las mediciones a través de la imagen panorámica de la CBCT no mostraron diferencias significativas a las mediciones de modelo. El

autor concluyó que la radiografía panorámica tradicional no proporciona una medición confiable de las angulaciones mesiodistales de los dientes, mientras que la imagen panorámica de la CBCT es un instrumento efectivo para la evaluación de las angulaciones mesiodistales de los dientes<sup>15</sup>.

## **Específicos**

Sirin Y realizó un estudio en el que comparó el potencial diagnóstico y las ventajas prácticas de diferentes modalidades de imágenes en la detección de defectos óseos alrededor de los implantes. Para esto, fabricó defectos óseos con, secuencialmente diámetros largos, en forma aleatoria alrededor de 100 implantes que fueron insertados en bloques de hueso bovino. Se tomó radiografía periapical convencional (PR), radiografía digital directa (DDR), radiografía panorámica (PANO), tomografía computarizada cone-beam (CBCT) y tomografía computarizada de multicorte (MSCT) para todos los especímenes. Se analizó la precisión diagnóstica de los dispositivos, confianza de los resultados, calidad de la imagen subjetiva, visibilidad del defecto en las orientaciones del plano y la duración del diagnóstico, de acuerdo a las interpretaciones de 7 observadores calibrados. Los puntajes de los niveles de concordancia intra e interobservador fueron calificados como buenos. PR, DDR y CBCT fueron en su mayoría, más precisos que PANO y MSCT ( $P < 0.05$ ). Los niveles de confianza fueron positivamente relacionados con el tamaño del defecto ( $p = 0.20$ ,  $P < 0.01$ ), y DDR fue la más alta ( $P < 0.05$ ). La calidad de la imagen subjetiva de PR y DDR fue más alta que CBCT, PANO y MSCT ( $P < 0.05$  para todas las comparaciones). La visibilidad del eje corono-sagital de los defectos fue más alto para CBCT comparado con MSCT ( $P < 0.05$ ). El tiempo de diagnóstico fue más corto para DDR ( $P < 0.05$ ) y más largo para los sistemas tomográficos ( $P < 0.05$ ) que para los otros dispositivos. Finalmente, DDR puede proveer una opción de diagnóstico más rápido y una mayor confianza diagnóstica que es tan precisa como PR en la detección de radiolutransparencias peri-implantarias. CBCT tiene un potencial comparable a estos sistemas intraorales pero con una toma de decisiones más baja y menos calidad de la imagen. Mientras que PANO y MSCT se convierten en

opciones más confiables cuando los defectos óseos tienen un diámetro de 1.5 mm. de largo o más<sup>7</sup>.

Kullman L comparó la capacidad de 2 métodos radiográficos, como son las radiografías intraoral y panorámica, comúnmente usadas en la práctica privada, como seguimiento del tratamiento de implantes para proveer información confiable a cerca del nivel de hueso marginal peri-implantario. Un objetivo adicional fue comparar la confiabilidad inter e intraobservador. Se estudió retrospectivamente a pacientes con implantes colocados en la mandíbula en consultorios privados. Las radiografías postoperatorias, intraoral y panorámica en una clínica de radiología oral universitaria. Dos observadores, un especialista en radiología oral y maxilofacial y un especialista en cirugía oral y maxilofacial, evaluaron el nivel óseo, y la rosca a la que el hueso marginal parecía estar unida se registró para las superficies distales y mesiales de todos los implantes en 2 evaluaciones varias con semanas de diferencia. La estadística Kappa fue usada para comparar la concordancia entre las evaluaciones, observadores y métodos radiográficos. Los resultados mostraron que la concordancia intraobservador fue buena o muy buena, mientras que la concordancia interobservador fue predominantemente moderada. Un 7% de los sitios no fue posible ser evaluado, con una pequeña diferencia a favor de las radiografías panorámicas. En la evaluación de las radiografías panorámicas, el radiólogo encontró más sitios muy difíciles de evaluar en comparación con el cirujano. En conclusión, en este estudio se encontró que las radiografías panorámicas son tan confiables como las radiografías intraorales convencionales, cuando fueron usadas para evaluar el punto de unión ósea a las roscas del implante. La concordancia intra e interobservador fue confiable pero no excelente. El radiólogo fue más exitoso en descubrir sitios en donde el nivel óseo fue imposible de evaluar exactamente<sup>16</sup>.

Correa LR comparó el tamaño (longitud y diámetro) de implantes planificados mediante radiografía panorámica digital, imagen generada de la CBCT e imágenes de corte transversal de la CBCT, en 4 sistemas de implantes. Setenta y un pacientes con un total de 103 sitios de implante en el premolar superior y / o regiones molares inferiores fueron examinados con radiografía panorámica digital (D-PAN) y CBCT. Se colocó una bola de metal de 5 mm. de diámetro en el área

edéntula de la D-PAN. Los datos de la CBCT fueron reformateados a un espesor de 10 mm para la CBCT panorámica (CBCT-pan) y 1 mm para las de corte transversal (CBCT-cross). Las mediciones se realizaron en las imágenes mediante un software específico. Todas las imágenes se mostraron en un monitor y fueron evaluadas por tres observadores quienes describieron al implante dental mediante la colocación de cuatro puntos de referencia en el área del futuro implante. Las diferencias en la anchura y longitud del futuro implante fueron analizadas mediante tres modalidades. El tamaño del implante seleccionado en las imágenes CBCT-cross fue luego comparado con el seleccionado en las otras dos modalidades (D-PAN y CBCT-pan) para cada uno de los sistemas de implantes por separado. Los futuros implantes (mediciones promedio de los observadores). El futuro implante (mediciones promedio entre los observadores) fue más estrecho cuando las mediciones de la CBCT-cross fueron comparadas con D-PAN y CBCT-Pan. Para los sitios de premolares, la anchura también difirió significativamente entre D-PAN y CBCT-pan. El futuro implante también fue significativamente más corto cuando se registró en CBCT-cross que en D-PAN. En los sitios de premolares, no hubo diferencias significativas en la longitud del implante entre las tres modalidades de imagen. Los resultados mostraron que el tamaño del implante seleccionado difiere cuando es planificado mediante imágenes panorámicas o imágenes de corte transversal de la CBCT. En la mayoría de los casos, el tamaño del implante medido en las imágenes de corte transversal de la CBCT fue más estrecho y más corto que el tamaño del implante medido en una imagen panorámica digital o en una imagen panorámica generada de la CBCT<sup>9</sup>.

## **1.2 Bases Teóricas**

### **1.2.1 Defectos Óseos Peri-implantarios**

El éxito de los implantes dentales se debe a la capacidad de su superficie de titanio, de establecer un contacto íntimo alrededor de los tejidos a nivel celular, sin interferencia de tejido fibroso<sup>17</sup>.

De no establecerse adecuadamente, en el tiempo, una correcta unión entre el implante y los tejidos periimplantarios se produce la peri-implantitis, que es una condición patológica que se produce en los tejidos alrededor de los implantes dentales, con signos clínicos de inflamación en la mucosa peri-implantaria y que trae como consecuencia una progresiva pérdida ósea<sup>1,18</sup>; esta afección tiene un promedio de prevalencia de 43 y 22% en pacientes tanto de Europa como de Norteamérica y Sudamérica, respectivamente<sup>19</sup> y aumenta en función del tiempo, siendo recurrente 5 años después de haberse realizado el tratamiento adecuado<sup>20</sup>. Se puede deducir, por tanto, que la pérdida ósea marginal (pérdida de contacto del hueso al implante) influye negativamente en el éxito del implante<sup>21</sup>.

Es muy probable que el uso de implantes aumente en los próximos años, lo que sugiere una mayor frecuencia de fracasos y complicaciones asociadas a estos<sup>22</sup>.

Los métodos que se utilizan principalmente para monitorizar el estado del hueso que sostiene los implantes dentales y detectar signos de falla en la integración en una etapa temprana<sup>23</sup>, incluyen un sondeo clínico de la profundidad de la bolsa, radiografías intraorales y radiografías panorámicas que producen vistas 2D<sup>24, 25</sup> y las imágenes de la CBCT, las cuales se están utilizando cada vez más en la imagenología dentomaxilofacial<sup>26</sup>.

Generalmente, la pérdida ósea se mide en las radiografías como la distancia entre un punto sobre el implante y el hueso marginal<sup>27</sup>. Para el primer año después de la colocación del implante, se han reportado valores promedio de 0.27-1.36 mm. de pérdida ósea marginal y para cada año subsiguiente, valores de 0.05-0.15 mm.<sup>28, 29, 30</sup> Se utilizan diferentes criterios para definir como exitoso a un implante. Una definición estricta afirma que la pérdida ósea marginal debe ser menor a 1 mm. durante el primer año y menor a 0.2 mm. cada año subsiguiente. Aunque algunos autores permiten una mayor pérdida durante el primer año, hay un consenso acerca de la pérdida de 0,2 mm. en los siguientes años<sup>31, 32</sup>.

Existen numerosos estudios realizados en diferentes partes del mundo en los que se analiza la confiabilidad y precisión de las imágenes radiográficas disponibles

en la actualidad, usadas en la planificación y el tratamiento de los implantes dentales.

### **1.2.2 Radiografía Panorámica: convencional y digital**

En todos los aspectos de la radiografía, las imágenes digitales se han convertido en la nueva forma de mostrar los datos radiográficos al observador. Las ventajas de las técnicas digitales en comparación con las técnicas de film son la rápida comunicación de imágenes, se necesita un pequeño espacio de almacenamiento y menor contaminación del medio ambiente<sup>33</sup>.

La radiografía panorámica rotacional es ampliamente utilizada para la obtención de una visión global del complejo maxilofacial<sup>34</sup>. Aunque la radiografía digital utilizando placas de fósforo de almacenamiento ha sido una técnica común en radiología médica por muchos años<sup>35, 36</sup>, los sistemas digitales para radiografía panorámica no han estado disponibles hasta hace poco. Algunos de los sistemas de radiografía panorámica utilizan un sensor CCD (Dispositivo de Carga Acoplada) para capturar la información radiográfica, mientras que otros utilizan placas de fósforo de almacenamiento<sup>31,37</sup>.

La técnica básica de la radiografía panorámica digital es el mismo que el utilizado en las máquinas convencionales. Una imagen radiográfica de un plano curvo que se aproxima a los maxilares es producida sobre un detector bidimensional estrecho, mediante un enlace entre la rotación de un haz estrecho de rayos X y un detector alrededor de la cabeza del paciente. El movimiento del portador de carga es controlado de forma sincronizada de tal manera que la velocidad se adapta a la velocidad de los objetos dentro del plano central de la capa de la imagen<sup>38</sup>. Los objetos ubicados fuera del centro del plano fuertemente marcado son reproducidos con distorsiones características<sup>39</sup>. Un objeto situado entre el plano central y el centro de rotación efectiva es magnificado, mientras que uno

localizado entre el plano central y el film está minimizado. La distorsión surge porque el grado de magnificación varía en los planos, horizontal y vertical<sup>40</sup>.

La radiografía panorámica digital tiene muchas ventajas, como el almacenamiento mínimo en comparación con la radiografías panorámica convencional (film), la radiografía aparece en la pantalla inmediatamente después de la toma y permite dar una explicación al paciente en la parte frontal del monitor, los datos pueden ser copiados fácilmente, se puede utilizar fácilmente varias herramientas (tools) que permitan realizar mediciones y magnificaciones, el contraste puede ser controlado también fácilmente y la dosis efectiva de radiación es menor en comparación con la radiografía panorámica convencional (film)<sup>41</sup>.

### **1.2.3 Imagen Panorámica Generada de la CBCT**

Un temprano predecesor de la Tomografía Computarizada Volumétrica, el Reconstructor Espacial Dinámico, se desarrolló a finales de 1970 por la Unidad de Investigación Biodinámica de la Clínica Mayo (Rochester, MN, EE.UU.) El interés inicial se centró principalmente en aplicaciones en la angiografía en el que la resolución de los tejidos blandos pudo ser sacrificada en favor de la alta capacidad de resolución temporal y espacial<sup>42</sup>. La Tomografía Computarizada en 2 grupos de acuerdo a la geometría del cono de rayos X: Fan Beam y Cone Beam<sup>43</sup>.

La tecnología transferida del CBCT a la odontología ocurrió por primera vez en 1995 y los pioneros en desarrollarla fueron, independientemente, Arai en Japón<sup>44</sup> y Tacconi y Mozzo en Italia, estos últimos desarrollaron un sistema CBCT para la región maxilofacial, el cual fue diseñado y producido por QR Srl de Verona, Italia<sup>45</sup>. CBCT fue introducido inicialmente por su papel indispensable en el campo de la implantología dental<sup>45</sup>. Actualmente, la utilidad de CBCT abarca el campo de la implantología dental, cirugía oral, ortodoncia, endodoncia, apnea del sueño, trastornos de la articulación temporomandibular (ATM) y periodoncia, y está expandiendo sus horizontes en el campo de la medicina: oído, nariz y garganta (ENT)<sup>45, 46</sup>.

La técnica del Cone-Beam implica un solo escaneo de 360° en la que la fuente de rayos X y un detector de área de movimiento correspondiente, sincronizadamente se mueven alrededor de la cabeza del paciente, la cual se encuentra estabilizada mediante un soporte. En ciertos grados de intervalo, la proyección de las imágenes individuales, conocidas como imágenes "base", son adquiridas. Estas son similares a las imágenes radiográficas cefalométricas laterales, cada una ligeramente separadas entre sí. Esta serie de proyecciones de imágenes base se conoce como datos de proyección. Los programas de software, que incorporan sofisticados algoritmos incluyendo una retroproyección filtrada, son aplicados a estos datos de la imagen para generar un conjunto de datos volumétricos en 3D, que puede ser utilizado para proporcionar imágenes de reconstrucción primaria en 3 planos ortogonales (axial, coronal y sagital)<sup>14, 47</sup>.

Tal vez la mayor ventaja práctica de CBCT en imágenes maxilofaciales es la capacidad de proveer una interacción con los datos y reproduciendo imágenes generadas utilizados comúnmente en la práctica clínica. Todos los propietarios del software son capaces de realizar diversas técnicas de visualización de imágenes avanzadas en tiempo real, fácilmente derivadas del conjunto de datos volumétrico. Estas técnicas y sus aplicaciones clínicas específicas incluyen por ejemplo la Imagen Panorámica Generada a partir de la CBCT<sup>14</sup>.

La imagen panorámica generada o reconstruida de la CBCT es una Reformación Planar Curva, que es un tipo de Reformación Multiplanar (MPR)<sup>14</sup>. La reconstrucción de esta imagen se inicia con la detección de un arco dental apropiado a partir de uno de los cortes de la CBTC. Luego, se aísla el arco dental y se forma la imagen panorámica reconstruida considerando la proyección del arco dental detectado en cortes de CBCT anteriores y posteriores<sup>48</sup>. Estas imágenes no están distorsionadas de manera que las mediciones y angulaciones realizadas a partir de ellas poseen un mínimo error<sup>14</sup>.

### **1.3 Definición de Términos Básicos**

**Periimplantitis:** condición patológica asociada a placa bacteriana que se produce en los tejidos alrededor de los implantes dentales, caracterizada por inflamación de la mucosa periimplantar y la subsiguiente pérdida progresiva de soporte óseo<sup>1</sup>.

**Defectos óseos peri-implantarios:** pérdida ósea marginal y pérdida de contacto del hueso al implante, que en efecto, puede influenciar negativamente en el éxito del implante<sup>21</sup>.

**Radiografía panorámica (Ortopantomografía):** Una radiografía panorámica extraoral que incluye imágenes del maxilar y la mandíbula en una sola película<sup>49</sup>.

**Imagen panorámica generada de la CBCT:** es un tipo de reformación multiplanar denominada Reformación Planar Curva, la cual se obtiene alineando el eje longitudinal del plano de la imagen con una estructura anatómica específica<sup>14</sup>.

**Film:** es una lámina transparente delgada de acetato de celulosa o material similar recubierto sobre uno o ambos lados con una emulsión que es sensible a la luz o radiación (sensible a los rayos X, ya sea antes o después de la exposición)<sup>50</sup>.

**Tool:** Herramienta de visualización disponible con el uso de radiografías digitales<sup>41</sup>.

**Especificidad:** capacidad del instrumento radiográfico para detectar la ausencia de defectos óseos (verdaderos negativos)<sup>49</sup>.

**Sensibilidad:** capacidad del instrumento radiográfico para detectar la presencia de defectos óseos (verdaderos positivos)<sup>49</sup>.

**Precisión:** repetidas mediciones realizadas por uno o varios observadores, las cuales deben producir poca variación<sup>51</sup>.

**Exactitud:** repetidas mediciones realizadas por uno o varios observadores, las cuales no deben producir variación alguna<sup>51</sup>.

**Calidad subjetiva de la imagen:** es la única alternativa práctica para la evaluación de la imagen clínica porque refleja mejor el valor clínico de una imagen<sup>52, 53</sup>. "Subjetiva" se refiere al juicio humano individual, por lo que todos los

métodos que emplean los observadores humanos son subjetivos. Los métodos subjetivos se refieren a los métodos que se basan en la preferencia de los observadores y cuando la corrección de su opinión no se puede controlar<sup>53</sup>.

## **CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **2.1 Formulación de Hipótesis**

#### **2.1.1 Hipótesis general**

Existe mayor precisión y exactitud, sensibilidad y especificidad con el uso de la imagen panorámica generada de la CBCT en la detección de defectos óseos peri-implantarios.

#### **2.1.2 Hipótesis específicas**

H<sub>1</sub>: Existe mayor precisión inter e intraobservador para detectar y medir defectos óseos periimplantarios con el uso de la imagen panorámica generada de la CBCT en el reconocimiento de defectos óseos peri-implantarios.

H<sub>2</sub>: La imagen panorámica de la CBCT es más exacta en la medición de defectos óseos peri-implantarios.

### **2.2 Variables y Definición Operacional**

#### **2.2.1 Variables y definiciones**

##### **Defectos Óseos Peri-implantarios**

##### **Definición Conceptual:**

Pérdida ósea marginal y pérdida de contacto del hueso al implante, que en efecto, puede influenciar negativamente en el éxito del implante<sup>21</sup>.

##### **Definición Operacional:**

Medida de la radiolucidez en posición vertical y horizontal.

**Instrumento de Medición:**

- **Radiografía panorámica (Ortopantomografía):**

**Definición Conceptual:**

Una radiografía panorámica extraoral que incluye imágenes del maxilar y la mandíbula en una sola película<sup>49</sup>.

**Definición Operacional:**

No registrable.

- **Imagen panorámica generada de la CBCT:**

**Definición Conceptual:**

Es un tipo de reformación multiplanar denominada Reformación Planar Curva, la cual se obtiene alineando el eje longitudinal del plano de la imagen con una estructura anatómica específica<sup>14</sup>.

**Definición Operacional:**

No

registrable

## 2.2.2 Operacionalización de variables

### Operacionalización de variables:

| VARIABLE                                | DIMENSIÓN  | INDICADOR  | CATEGORÍA O VALOR  | TIPO         | ESCALA              |
|---|--|--|--|--------------|---------------------|
| <b>Defectos óseos peri-implantarios</b> | Pérdida ósea marginal y pérdida de contacto del hueso al implante, que en efecto, puede influenciar negativamente en el éxito del implante | Presencia del defecto  | 1) Definitivamente ausente<br>2) Probablemente ausente<br>3) Dudas<br>4) Probablemente presente<br>5) Definitivamente presente | Cualitativa  | Ordinal             |
|   |  | Tamaño del defecto   | 0 a 3 mm.  | Cuantitativa | Numérica (discreta) |
| <b>Instrumento de medición</b>          | -  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rx Panorámica Convencional</li> <li>• Rx Panorámica Digital</li> <li>• Imagen Panorámica generada de la CBCT</li> <li>• Imagen Panorámica generada de la CBCT (film)</li> </ul> | Si – No<br><br>Si – No<br>Si – No<br><br>Si – No   | Cualitativa  | Nominal             |

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1 Diseño Metodológico

El diseño metodológico del presente estudio será de tipo: Observacional, Descriptivo, Prospectivo, y Transversal. (Ver Anexo de Matriz de Consistencia) (Anexo N°1).

|                |  |
|----------------|--|
| Observacional: | Se obtuvo la información tal y como está registrada en las fichas de recolección de datos.   |
| Descriptivo:   | Se detalló la información de las variables, obtenida de las fichas de recolección de datos.  |
| Prospectivo:   | Se trabajó con información de los datos procedentes de las fichas de recolección de datos, llenados durante el estudio.  |
| Transversal:   | Se recolectó la información registrada en las fichas de recolección de datos en un determinado momento, tres veces durante el procedimiento de la investigación. |

### 3.2 Diseño Muestral

Los criterios de inclusión consistieron en mandíbulas humanas resacas con zonas premolares y molares edéntulas, mientras que los criterios de exclusión consistieron en mandíbulas humanas resacas en mal estado de conservación.

Se utilizaron 5 hemimandíbulas humanas resacas pertenecientes al Departamento de Anatomía de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Martín de Porres con áreas edéntulas en la zona molar y/o premolar. Se colocaron 15 implantes (5 implantes de conexión interna RENOVA® y 10 implantes de conexión externa RESTORE®) (Keyston Dental Burlington, USA).

Los diámetros de los implantes fueron de 3.75mm y 4.5mm. con longitudes de 8.5mm. a 13mm. respectivamente. Se colocaron 3 implantes en cada hemimandíbula:

- Uno en posición infracrestal. (Implante hexágono externo RESTORE®) codificado como (A)
- Uno en posición de la cresta ósea. (Implante hexágono interno RENOVA®) codificado como (B)
- Uno en posición supracrestal. (Implante hexágono externo RESTORE®) codificado como (C)

Los 3 fueron asignados aleatoriamente. Se prepararon un total de 15 lechos implantarios utilizando las cajas quirúrgicas originales, siguiendo la secuencia de fresado y colocación del implante recomendado por el fabricante (Keyston Dental Burlington, USA).

Para poder simular la pérdida ósea medular como resultado de la periimplantitis, los defectos óseos fueron creados a nivel de las crestas alveolares mesiales y distales adyacentes a cada uno de los implantes, con fresas redondas de diferentes diámetros: 0.5mm., 1.5mm., 2mm. y 3mm. (MDT® Afula, Israel). La designación de los defectos fue realizada de forma aleatoria. Se usó un contraángulo Intramatic 14 ES 4:1 10.000 de rpm (KAVO® Charlotte, USA), con el que se confeccionó los defectos. Se crearon 24 defectos óseos, 6 de cada diámetro, sin incluir 6 sitios, los cuales no tuvieron defectos óseos y fueron utilizados como control (correspondiendo a la medida 0mm. o ausencia de defecto).

## **Adquisición de las imágenes radiográficas**

Se utilizaron cuatro técnicas radiográficas: radiografía panorámica convencional (C-PAN) , radiografía panorámica digital (D-PAN), imagen panorámica generada de la CBCT (CBCT-PAN) y el film de la imagen panorámica generada de la CBCT (CBCT-PANF).

En este estudio, se hizo uso del sistema Planmeca Romexis y la versión del software fue 5.1.R. Otro punto importante que señalar es que el haz de rayos X utilizado para las radiografías panorámicas y CBCT fue atenuado mediante la colocación de un bloque de madera de 2 cm. de grosor equivalente a los tejidos blandos, entre la fuente de rayos X y las mandíbulas, este mismo criterio fue utilizado por otros autores<sup>54,55</sup>.

### **Protocolo para la preparación de imágenes para su visualización:**

Luego de la captura de la imagen digital, ésta se almacenó al 100% sin magnificación ni reducción, para luego ser trasladadas a diapositivas mediante el formato Microsoft® PowerPoint (Washington, USA). Las imágenes fueron visualizadas en una pantalla de retina 5K iMac Apple® (California, USA), de 27 pulgadas y resolución de 5120 x 2880 pixeles. Estas imágenes fueron presentadas en fondo negro mediante Slideshow en el formato Microsoft® PowerPoint.

El observador tuvo la posibilidad de utilizar las herramientas disponibles en cada técnica radiográfica digital para poder detectar los defectos óseos periimplantarios.

Una vez terminada la calibración cada observador realizó 3 lecturas aleatorias, con un intervalo de 21 días y determinaron la presencia de defectos óseos periimplantarios en las radiografías anteriormente descritas, en base a una escala de confianza de 5 puntos<sup>4,7</sup>:

1. Defecto óseo peri-implantario definitivamente ausente.
2. Defecto óseo peri-implantario probablemente ausente.
3. Dudas sobre si el defecto óseo peri-implantario está ausente o presente.

4. Defecto óseo peri-implantario probablemente presente.
5. Defecto óseo peri-implantario definitivamente presente.

**Población:** 120 mediciones

**Muestra:** 30 mediciones (por cada instrumento radiográfico).

**Unidad de Análisis:** Radiografías panorámicas.

**Muestreo:** Muestreo probabilístico.

**Tamaño de la Muestra:** 25 mediciones (sitios con defectos óseos peri-implantarios).

**Criterios de Selección:**

- Criterios de inclusión:  
Mandíbulas humanas resacas con zonas premolares y molares edéntulas.
- Criterios de exclusión:  
Mandíbulas humanas resacas totalmente edéntulas.

### **3.3 Técnicas de Recolección de Datos**

Los datos obtenidos se registraron en fichas de recolección de datos (Anexo N°2), diseñadas especialmente para este estudio<sup>56</sup>.

Los datos fueron registrados en fichas pre-diseñadas y almacenados en una hoja de cálculo en Microsoft® Excel 2013. Cada examinador realizó la lectura de 54 imágenes radiográficas en 3 momentos diferentes, con intervalos de una semana.

### **3.4 Técnicas Estadísticas para el Procesamiento de la Información**

La información fue procesada con el paquete estadístico Stata versión 13 (StataCorp® Texas, USA). Para determinar tanto la precisión como la exactitud de las mediciones de cada observador y en cada tipo de radiografía, se aplicó la

prueba de concordancia con el coeficiente de correlación intraclase (ICC), y en particular para la exactitud se consideró las mediciones del gold standard como referencia.

La sensibilidad y la especificidad se determinaron de acuerdo al tipo de instrumento radiográfico, el tamaño y posición del defecto, para esto se aplicó la técnica de curvas ROC. Para determinar si hubo diferencias entre los evaluadores en cada uno de los instrumentos, se comparó dichas curvas ROC. En todas las pruebas se consideró un nivel de significancia de 0.05.

### **3.5 Aspectos Éticos**

El protocolo de este estudio fue aprobado por la Comisión Revisora de Tesis de la Sección de Posgrado de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Martín de Porres INFORME N°012-2015-COMI/DECA-FO-USMP y por el Comité de Ética en Investigación de la misma Universidad Acta N°0082017.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Para comparar la imagen panorámica generada de la CBCT (CBCT-PAN) frente al film de la imagen panorámica generada de la CBCT (CBCT-PANF), la radiografía panorámica digital (D-PAN) y la radiografía panorámica convencional (C-PAN), en la detección de defectos óseos peri-implantarios, seleccionamos a 3 especialistas (observador 1, 2, y 3). Se utilizaron 5 hemimandíbulas humanas resecas, con áreas edéntulas en la zona molar y/o premolar, donde colocamos 15 implantes. La combinación de los observadores, los implantes, y los lados mesial y distal nos dio una muestra de 120 mediciones, es decir 30 mediciones por cada instrumento radiográfico.

Tabla 1. Detección de defectos óseos peri-implantarios - Intraobservadores

|         |              | ICC   | IC95% |       |               |
|---------|--------------|-------|-------|-------|---------------|
| General | Observador 1 | 0.704 | 0.599 | 0.785 | Substancial   |
|         | Observador 2 | 0.877 | 0.834 | 0.911 | Substancial   |
|         | Observador 3 | 0.779 | 0.700 | 0.839 | Substancial   |
| CBCT    | Observador 1 | 0.661 | 0.381 | 0.827 | Moderado      |
|         | Observador 2 | 0.854 | 0.733 | 0.925 | Substancial   |
|         | Observador 3 | 0.876 | 0.774 | 0.937 | Substancial   |
| CBCTF   | Observador 1 | 0.755 | 0.553 | 0.875 | Substancial   |
|         | Observador 2 | 0.847 | 0.721 | 0.922 | Substancial   |
|         | Observador 3 | 0.734 | 0.515 | 0.864 | Substancial   |
| PC      | Observador 1 | 0.732 | 0.512 | 0.863 | Substancial   |
|         | Observador 2 | 0.896 | 0.811 | 0.947 | Substancial   |
|         | Observador 3 | 0.636 | 0.337 | 0.814 | Moderado      |
| PD      | Observador 1 | 0.642 | 0.347 | 0.817 | Moderado      |
|         | Observador 2 | 0.910 | 0.836 | 0.954 | Casi perfecto |
|         | Observador 3 | 0.680 | 0.415 | 0.836 | Moderado      |

Para determinar la precisión intraobservador en la detección de defectos peri-implantarios, hemos aplicado el coeficiente de correlación intraclass (ICC) con un intervalo de confianza al 95%, debido a la naturaleza de las mediciones, tanto en

forma general como por radiografía en particular (Tabla 1). Cada observador realizó

3 mediciones, una cada 21 días<sup>7</sup>, a cada uno de los implantes, siendo el segundo el que obtuvo un mejor grado de precisión, ya que sus índices son substanciales ( $ICC > 0.700$ ) o casi perfectos ( $ICC > 0.900$ ). Sin embargo los 3 observadores presentaron un buen grado de precisión. Con respecto a las radiografías, en la CBCT-PANF es donde se obtuvo mayor precisión intraobservadores.

Tabla 2. Precisión en la detección de defectos óseos - Interobservadores

|         |            | ICC   | IC95% |       |             |
|---------|------------|-------|-------|-------|-------------|
| General | Medición 1 | 0.603 | 0.462 | 0.712 | Moderado    |
|         | Medición 2 | 0.793 | 0.719 | 0.850 | Substancial |
|         | Medición 3 | 0.769 | 0.687 | 0.832 | Substancial |
| CBCT    | Medición 1 | 0.573 | 0.220 | 0.782 | Moderado    |
|         | Medición 2 | 0.866 | 0.755 | 0.931 | Substancial |
|         | Medición 3 | 0.836 | 0.701 | 0.916 | Substancial |
| CBCTF   | Medición 1 | 0.507 | 0.100 | 0.748 | Moderado    |
|         | Medición 2 | 0.640 | 0.342 | 0.816 | Moderado    |
|         | Medición 3 | 0.732 | 0.511 | 0.863 | Substancial |
| PC      | Medición 1 | 0.695 | 0.443 | 0.844 | Moderado    |
|         | Medición 2 | 0.827 | 0.684 | 0.911 | Substancial |
|         | Medición 3 | 0.711 | 0.472 | 0.852 | Substancial |
| PD      | Medición 1 | 0.616 | 0.299 | 0.804 | Moderado    |
|         | Medición 2 | 0.747 | 0.539 | 0.871 | Substancial |
|         | Medición 3 | 0.764 | 0.570 | 0.880 | Substancial |

En la Tabla 2 se muestran las correlaciones intraclass ICC entre los tres observadores para cada una de las 3 mediciones. En la primera medición, para cada radiografía e imagen, se obtuvo un grado de precisión moderado ( $0.500 < ICC < 0.700$ ), pero en la segunda y tercera medición la precisión mejoró a un grado substancial ( $0.700 < ICC < 0.900$ ).

Estos resultados nos indican que entre los observadores existe un alto grado de acuerdo en sus mediciones, tanto en forma general como en cada una de las radiografías en particular, es decir, existe confiabilidad de las mediciones intra e interobservadores.

La exactitud o validez de las mediciones de los defectos óseos peri-implantarios en cada una de las radiografías e imágenes se muestran en la Tabla 3. En este caso, las mediciones de cada observador se han comparado frente a un Gold Standard, tal como se señaló en la parte metodológica de este trabajo, por este motivo hemos tomado el promedio de las tres mediciones que realizó cada observador, para así medir el grado de validez o exactitud de las mediciones de cada observador.

Tabla 3. Exactitud en la detección de defectos óseos peri-implantarios

|         | Gold Standard vs | ICC   | IC95% |       |               |
|---------|------------------|-------|-------|-------|---------------|
| General | Observador 1     | 0.762 | 0.659 | 0.834 | Substancial   |
|         | Observador 2     | 0.876 | 0.822 | 0.914 | Substancial   |
|         | Observador 3     | 0.660 | 0.512 | 0.763 | Moderado      |
| CBCT    | Observador 1     | 0.804 | 0.593 | 0.907 | Substancial   |
|         | Observador 2     | 0.893 | 0.777 | 0.949 | Substancial   |
|         | Observador 3     | 0.717 | 0.411 | 0.865 | Substancial   |
| CBCTF   | Observador 1     | 0.666 | 0.304 | 0.840 | Moderado      |
|         | Observador 2     | 0.841 | 0.669 | 0.924 | Substancial   |
|         | Observador 3     | 0.538 | 0.038 | 0.779 | Moderado      |
| PC      | Observador 1     | 0.749 | 0.478 | 0.880 | Substancial   |
|         | Observador 2     | 0.877 | 0.744 | 0.941 | Substancial   |
|         | Observador 3     | 0.666 | 0.304 | 0.840 | Moderado      |
| PD      | Observador 1     | 0.829 | 0.644 | 0.918 | Substancial   |
|         | Observador 2     | 0.901 | 0.793 | 0.953 | Casi perfecto |
|         | Observador 3     | 0.688 | 0.350 | 0.851 | Moderado      |

Según los resultados de la Tabla 3, en la imagen CBCT-PAN es donde se obtuvo una mayor exactitud de las mediciones. Con respecto a D-PAN, las mediciones resultaron algo controversiales ya que con el observador 2 la exactitud fue casi perfecta pero con el observador 3 fue moderada. En la imagen CBCT-PANF se obtuvo un grado de exactitud moderado.

Según el grado de exactitud o validez, de mayor a menor, podemos decir que primero está la imagen CBCT-PAN, segundo D-PAN, tercero C-PAN, y cuarto CBCT-PANF. Además, de estos resultados se concluye que los observadores 1 y 2 tienen casi la misma exactitud, por ese motivo hemos tomado como ejemplo al observador 2 para los gráficos de medias y diferencias de Bland-Altman (Figuras 1, 2, 3, y 4).

En estas 4 figuras se observa que muy pocas mediciones caen fuera de la zona sombreada, zonas que representan la exactitud o grado de acuerdo entre las mediciones con respecto al Gold standard.

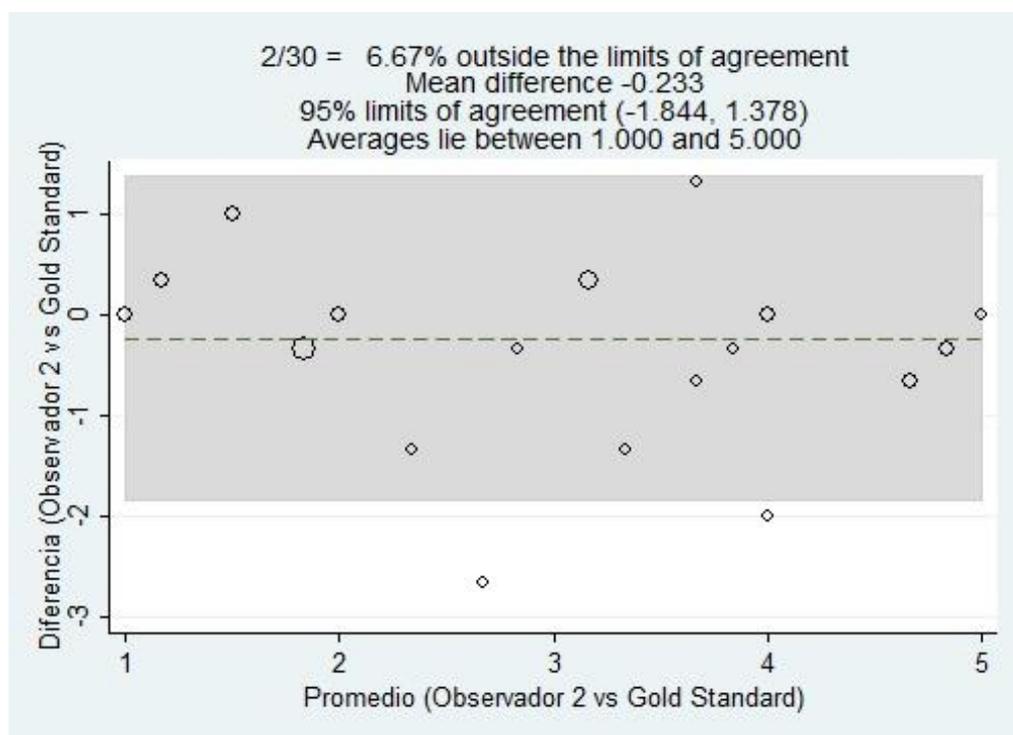


Figura 1. Diagrama de Bland-Altman – CBCT-PAN

Para la imagen CBCT-PAN (Figura 1) solamente 2 mediciones de 30 cayeron fuera de la zona de acuerdo, que representan el 6.67% del total. La media de la diferencia, es decir la diferencia entre el Gold Standard y la medición del observador 2, fue de -0.233, muy cercano a cero. Comparando este gráfico CBCT-PAN con el de las figuras 2 (CBCT-PANF), 3 (C-PAN), y 4 (D-PAN), se observa que es el que menos dispersión tiene respecto a la media (línea punteada en eje de las diferencias), además tiene más mediciones coincidentes con el Gold Standard que en las otras radiografías, ya que los círculos de mayor

diámetro están cercanos a la media, considerando que el diámetro de cada círculo es proporcional al número de mediciones.

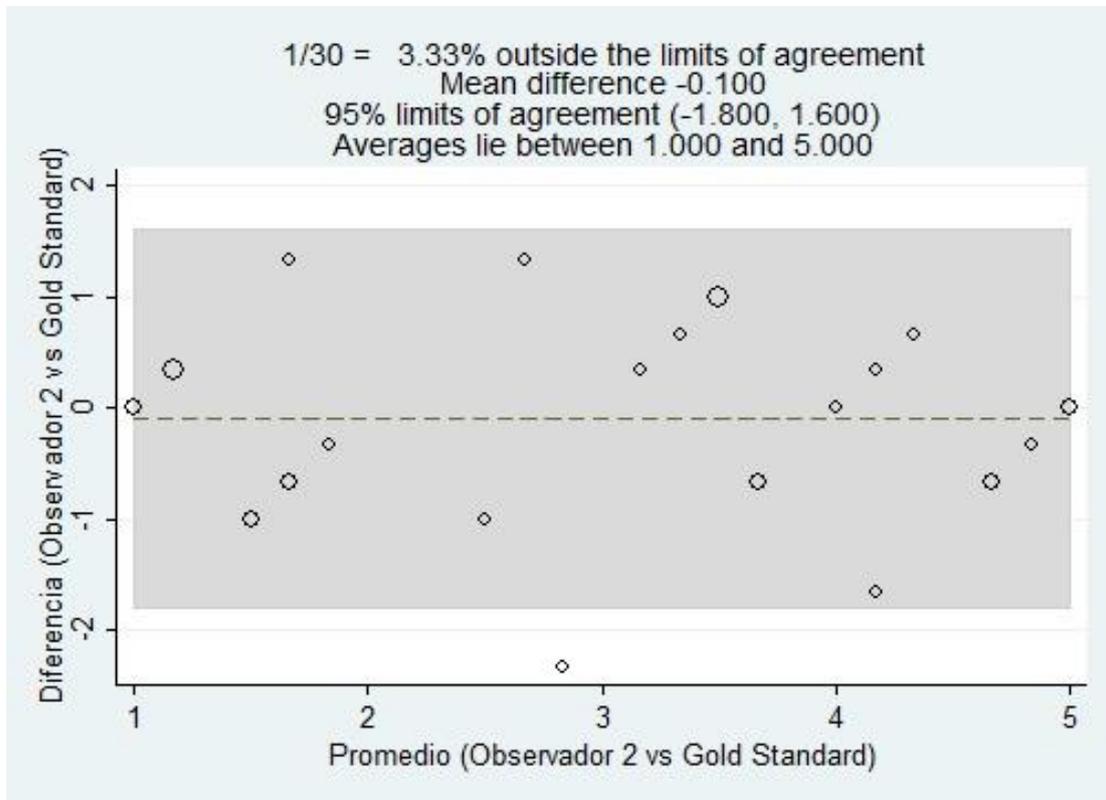


Figura 2. Diagrama de Bland-Altman – CBCT-PANF

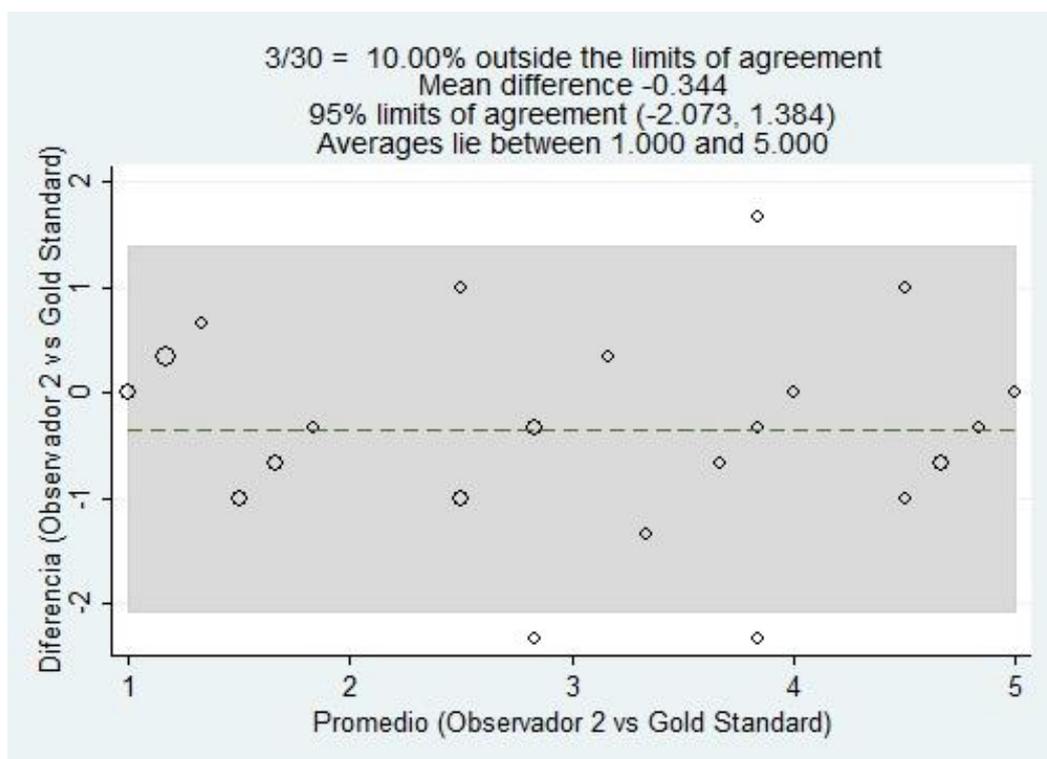


Figura 3. Diagrama de Bland-Altman – Panorámica Convencional

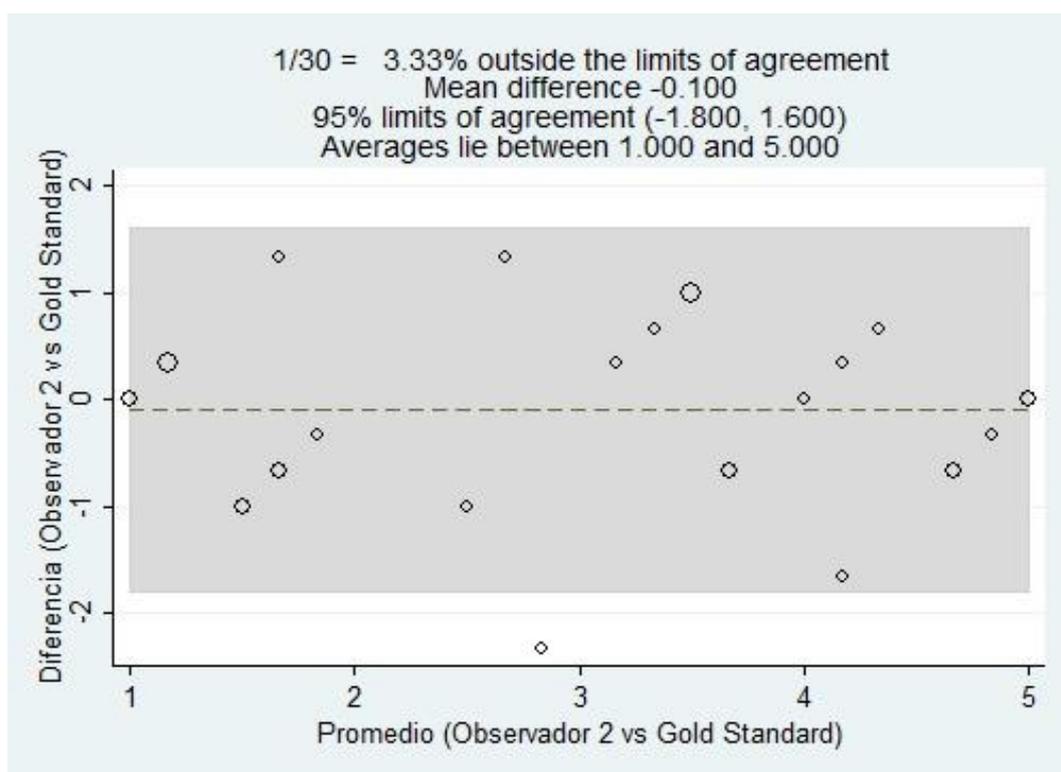


Figura 4. Diagrama de Bland-Altman – Panorámica Digital

Este resultado, de la Tabla 3 y de los gráficos de Bland-Altman, nos estaría confirmando la hipótesis de que existe mayor precisión y exactitud con el uso de la imagen CBCT-PAN en el reconocimiento de defectos óseos periimplantarios.

Tabla 4. Sensibilidad y Especificidad de las imágenes y radiografías

|       | Observador 1 |        | Observador 2 |        | Observador 3 |        |
|-------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|
|       | Sensib.      | Espec. | Sensib.      | Espec. | Sensib.      | Espec. |
| CBCT  | 56%          | 83%    | 78%          | 81%    | 69%          | 69%    |
| CBCTF | 22%          | 91%    | 75%          | 69%    | 31%          | 78%    |
| PC    | 31%          | 93%    | 75%          | 83%    | 61%          | 87%    |
| PD    | 56%          | 85%    | 83%          | 72%    | 53%          | 89%    |

La Tabla 4 muestra que todas las imágenes y radiografías tienen una alta especificidad (>70%) para descartar la presencia de defectos óseos periimplantarios. Con respecto a la sensibilidad, hay controversia entre los observadores, pues con los observadores 1 y 3 se obtuvo una baja sensibilidad ya que en ninguna de las radiografías se obtuvo valores >70%. En términos

generales con la imagen CBCT-PAN se obtuvo los mejores indicadores de sensibilidad, es decir, CBCT-PAN tiene una alta capacidad de detectar la presencia de defectos óseos periimplantarios.

Tabla 5. Sensibilidad de las radiografías por tamaño del defecto

| Tamaño | Radiografía | Sensibilidad | IC95% |       |
|--------|-------------|--------------|-------|-------|
| 1 mm   | CBCT        | 57.1%        | 20.2% | 88.2% |
|        | CBCT-f      | 50.0%        | 9.2%  | 90.8% |
|        | PC          | 45.5%        | 18.1% | 75.4% |
|        | PD          | 62.5%        | 25.9% | 89.8% |
| 2 mm   | CBCT        | 50.0%        | 9.2%  | 90.8% |
|        | CBCT-f      | 33.3%        | 9.0%  | 69.1% |
|        | PC          | 0.0%         | 1.5%  | 48.3% |
|        | PD          | 40.0%        | 7.3%  | 83.0% |
| 3 mm   | CBCT        | 20.0%        | 1.1%  | 70.1% |
|        | CBCT-f      | 37.5%        | 10.2% | 74.1% |
|        | PC          | 25.0%        | 1.3%  | 78.1% |
|        | PD          | 0.0%*        | 10.8% | 94.5% |
| 4 mm   | CBCT        | 50.0%        | 13.9% | 86.1% |
|        | CBCT-f      | 12.5%        | 0.7%  | 53.3% |
|        | PC          | 33.3%        | 6.0%  | 75.9% |
|        | PD          | 30.8%        | 10.4% | 61.1% |
| 5 mm   | CBCT        | 62.5%        | 25.9% | 89.8% |
|        | CBCT-f      | 100.0%*      | 5.5%  | 89.2% |
|        | PC          | 66.7%*       | 12.5% | 98.2% |
|        | PD          | 66.7%*       | 12.5% | 98.2% |

Los resultados de la Tabla 5 son los valores de sensibilidad condicional, es decir, dado un tamaño del defecto se ha calculado el número de aciertos con relación a ese tamaño.

Cuando el tamaño es de 1mm la imagen radiológica con mayor sensibilidad fue DPAN con 62.5% seguido de CBCT-PAN con 57.1%; para un tamaño de 2 mm la de mayor sensibilidad fue CBCT-PAN con 50%; con un tamaño de 3 mm no se pudo considerar a la imagen radiológica D-PAN ya que ésta sólo diagnosticó un único caso y erró en el diagnóstico, siendo la de mayor sensibilidad la CBCT-PANF. La imagen CBCT-PAN obtuvo la mayor sensibilidad para defectos de tamaño 4 mm. En el caso de 5 mm no se puede considerar a la imagen

radiológica CBCT-PANF ya que sólo diagnosticó a 1 caso al cual acertó de allí que su sensibilidad fuera del 100%, similarmente las imágenes C-PAN y D-PAN.

De lo anterior, se puede decir que la imagen radiológica de mayor sensibilidad fue la CBCT-PAN para tamaños de defecto 2, 4 y 5 mm, quedando en segundo lugar para tamaños de 1 mm (el primer lugar fue para D-PAN). Cuando los tamaños son de 3 mm hasta 5 mm las imágenes CBCT-PANF, C-PAN y D-PAN fallaron ya que obtuvieron muy bajas sensibilidades.

Por otro lado no se puede determinar la especificidad condicional de estas pruebas radiológicas, ya que si no se acierta indicaría que se ha fallado en el diagnóstico de la medida y no que se haya descartado esa medida.

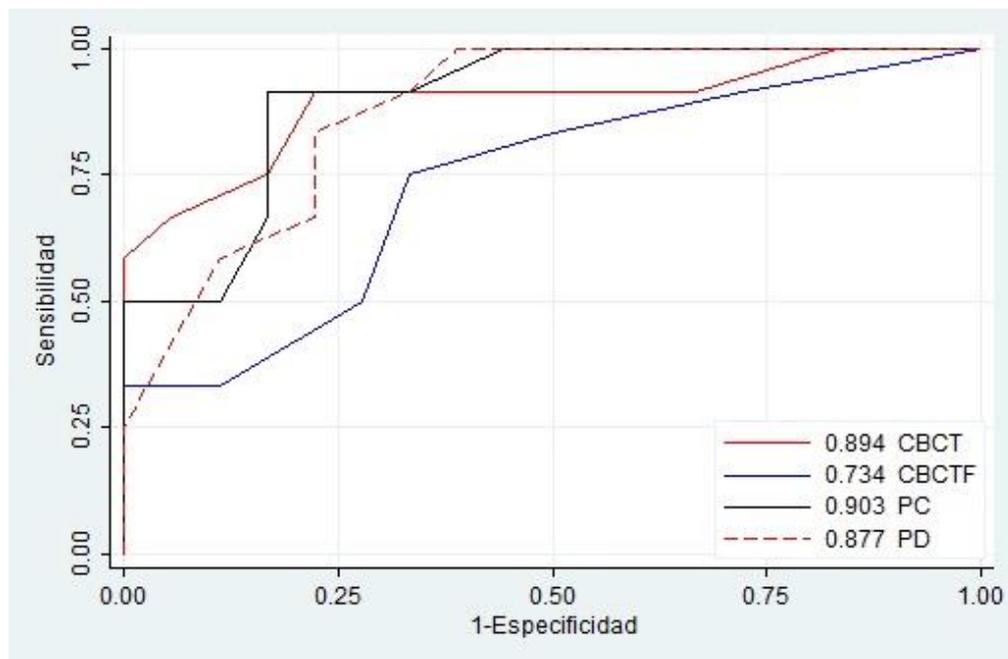


Figura 5. Sensibilidad y especificidad de las imágenes radiográficas (curva ROC)

En la figura 5 se comparan las 4 radiografías, considerando un promedio de las lecturas de los tres observadores. Todas las imágenes y radiografías tienen una alta especificidad (>70%) para descartar la presencia de defectos óseos peri-implantarios, en el caso de la CBCT-PAN y la C-PAN muestran prácticamente el mismo área bajo la curva, quedando en segundo lugar la D-PAN y en último lugar CBCT-PANF. En términos generales con CBCT-PAN y con C-PAN también se

obtuvieron los mejores indicadores de sensibilidad, es decir, ambas tienen una alta capacidad de detectar la presencia de defectos óseos peri-implantarios.

## **CAPÍTULO V: DISCUSIÓN**

El gold standard utilizado para el control radiográfico después de la colocación de un implante dental es la radiografía periapical<sup>57,58,59</sup>. Sin embargo, con el advenimiento de nuevos equipos con imágenes tridimensionales, nace la inquietud del presente estudio que propone investigar si la CBCT detectaría o no los defectos peri-implantarios.

En el estudio in vitro actual, se crearon defectos peri-implantarios simulados en mandíbulas humanas resacas, este modelo se convierte en el modelo más cercano para su aplicación clínica. Sin embargo, otros estudios previos han utilizado modelos de costilla bovina ya que se cree que la densidad ósea y la relación entre hueso cortical y esponjoso son similares a la mandíbula humana<sup>60,61</sup>. Es así que en nuestro estudio se atenuaron las exploraciones de CBCT para lograr la equivalencia de tejidos blandos colocando un bloque de madera de 2 cm. de grosor<sup>54,55</sup>. Otros autores han descrito ya esta técnica utilizando además de madera otros materiales alternativos, un recipiente acrílico de 1 cm de espesor conteniendo agua entre la fuente de rayos X y la muestra como Noujeim et al.<sup>62</sup> y Durack et al.<sup>63</sup>

Los observadores presentaron un alto grado de precisión intra e inter-observador en todas las imágenes evaluadas. Sin embargo, se determinó que con la radiografía panorámica digital las mediciones fueron algo controversiales ya que con un observador la exactitud fue casi perfecta pero con otro observador fue moderada. Esto podría deberse a que el rendimiento del observador puede verse afectado por varios factores, como la experiencia en el área, la familiaridad de los observadores con el software y la capacidad de identificar defectos intraóseos de acuerdo con las definiciones dadas. En este sentido, se realizó una sesión de calibración antes de la observación para minimizar el efecto de estos factores.

Dentro de las limitaciones del presente estudio podemos mencionar que los espacios peri-implantarios fueron creados con contornos bien definidos y que podrían ayudar en su diagnóstico. Esto podría no reflejar la presentación clínica real, en la que los defectos óseos peri-implantarios pueden ser más difusos, de forma irregular y por lo tanto, más difíciles de detectar. Esta limitación también se ha establecido en otros estudios con un diseño similar como es el caso de Kavadella et al.<sup>64</sup> o el estudio realizado por Sadik et al.<sup>65</sup> La diferencia en los patrones de las trabéculas óseas puede haber confundido a los examinadores, lo que genera incertidumbre al intentar detectar defectos peri-implantarios simulados. Por ejemplo, al analizar muestras con patrones trabeculares escasos, el área de visualización es más radiotransparente, lo que dificulta aún más la discriminación de un cambio pequeño y sutil en la densidad relativa complicando la detección de defectos pequeños.

La CBCT también se ve afectada por la presencia de artefactos de endurecimiento del haz, que provocan la aparición de sombras y bandas asociadas con estructuras densas, además de artefactos de estrías y radiación dispersa, lo que puede hacer que los pequeños defectos óseos sean más difíciles de diagnosticar. Sin embargo, en el presente estudio el primer lugar en capacidad de detección de defectos óseos (sensibilidad y especificidad) lo alcanzó la imagen panorámica generada de la CBCT, luego la panorámica convencional, la digital y por último el CBCT film. Estos resultados coinciden con diferentes estudios en el área de periodoncia y endodoncia, como los realizados por Durack, Stavropoulos y Mol, donde se ha demostrado la alta sensibilidad de la CBCT frente a otras técnicas diagnósticas<sup>63,66,67</sup>.

En 2011, el estudio de Pittayapat et al. concluyó como relevancia clínica que las imágenes panorámicas generadas de la CBCT son comparables a las imágenes panorámicas digitales en relación con la calidad general de la imagen y la visualización de las estructuras anatómicas. Esto implica clínicamente que se puede generar una vista panorámica derivada de la CBCT con un grosor de corte

focal recomendado de 20 mm.<sup>68</sup> Con respecto a las otras técnicas también evaluadas en el presente estudio, hay pocos estudios que comparan radiografías panorámicas convencionales con panorámicas generadas de la CBCT. Pawelsik et al. compararon radiografías panorámicas convencionales con imágenes panorámicas generadas de la CBCT y cortes transversales a partir del NewTom9000® (Radiología cuantitativa, Verona, Italia) en el diagnóstico de la relación entre las terceras molares y el nervio dentario inferior. Los autores reportaron que las imágenes transversales habían dado una percepción significativamente más clara del nervio dentario inferior que las radiografías panorámicas convencionales, aunque las puntuaciones de las imágenes panorámicas convencionales fueron significativamente mejores que las imágenes panorámicas generadas de la CBCT<sup>69</sup>. En otro estudio, la imagen panorámica generada de la CBCT se comparó con la radiografía panorámica digital con la intención de visualizar el canal mandibular. La imagen panorámica generada de la CBCT superó a las imágenes panorámicas digitales en la identificación del canal mandibular<sup>70</sup> y también diagnosticaron mejor lesiones específicas, mientras que la radiografía panorámica proporcionó una calidad de imagen superior para la visión general por regiones<sup>10</sup>. En nuestro estudio los resultados fueron similares ya que se encontró mayor precisión y exactitud con el uso de la imagen panorámica generada de la CBCT en el reconocimiento de defectos óseos peri-implantarios. Así mismo, se han realizado estudios comparativos para la planificación de implantes dentales. En uno de estos estudios se reportó diferencias en el ancho en la región premolar y en la longitud en la región molar; sin embargo, las diferencias fueron pequeñas y hacia un tamaño de implante "más seguro", es decir, el futuro implante fue significativamente más corto cuando se registró en la imagen panorámica generada de la CBCT que en comparación con las imágenes panorámicas digitales<sup>9</sup>. En este estudio se sugirió que en caso de que se requiera una CBCT para la planificación de implantes dentales, no se debe registrar una radiografía panorámica, ya que la imagen panorámica reformateada podría mostrar la vista mesio-distal. Por supuesto, las imágenes CBCT no deberían reemplazar en todas las situaciones las imágenes panorámicas digitales ya que un examen CBCT proporciona una dosis de radiación más alta (4-20 veces mayor) que la radiografía panorámica. La modalidad de imágenes que se debe

seleccionar con fines de diagnóstico debe determinarse en base al diagnóstico esperado y de acuerdo con el principio ALARA (tan bajo como sea posible)<sup>8,57,71</sup>.

La dosis de radiación de la CBCT sigue siendo una gran preocupación en nuestro campo. Es de conocimiento que las diferentes dosis de radiación varían entre diferentes equipos CBCT<sup>72</sup>. En este estudio, los resultados mostraron que la dosis recibida está fuertemente relacionada con el tamaño del FOV y también depende de los parámetros de exposición. Para obtener imágenes panorámicas completas, se debe usar un FOV mediano a grande. Así mismo, debe tenerse en cuenta que la CBCT aún no puede reemplazar el uso de radiografías panorámicas convencionales. Sin embargo, si existe un requisito de diagnóstico para CBCT, se pueden generar imágenes panorámicas de calidad moderada a buena a partir de una CBCT existente.

## CONCLUSIONES

1. Los 3 observadores presentaron un alto grado de precisión, en cada una de las radiografías e imágenes, en particular en la imagen computarizada conebeam Film donde se obtuvo mayor precisión intra-observadores.
2. Entre los observadores existe un alto grado de acuerdo en sus mediciones individuales, tanto en forma general como en cada una de las radiografías e imágenes, es decir, existe precisión en las mediciones inter-observadores.
3. Con la imagen CBCT se obtuvo un mayor grado de exactitud o validez en las mediciones, para los 3 observadores, le siguen la panorámica digital, la convencional, y en último lugar la CBCT film. Sin embargo, con la radiografía panorámica digital las mediciones fueron algo controversiales ya que con un observador la exactitud fue casi perfecta pero con otro observador fue moderada.
4. La imagen CBCT fue la que obtuvo la mayor sensibilidad, es decir, esta imagen presentó una buena capacidad para detectar la presencia de defectos óseos periimplantarios. Solo CBCT y la radiografía panorámica digital mostraron un grado de sensibilidad moderado.
5. Todas las imágenes y radiografías tuvieron una alta especificidad (>70%) para descartar la presencia de defectos óseos peri-implantarios.
6. Se confirma la hipótesis de que existe mayor precisión y exactitud con el uso de la imagen panorámica generada de la CBCT en el reconocimiento de defectos óseos periimplantarios; y similarmente en relación a la sensibilidad y especificidad, pues en primer lugar, en capacidad de detección o descarte de defectos óseos, está la imagen CBCT, luego la panorámica convencional, la digital y por último el CBCT film.

## **RECOMENDACIONES**

La imagen panorámica generada a partir de la CBCT es un instrumento valioso y con alta relevancia clínica en la detección de defectos óseos peri-implantarios en pacientes con múltiples implantes; sin embargo, se recomienda realizar más estudios que permitan seguir corroborando los beneficios que provee en el diagnóstico precoz de la periimplantitis.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Schwarz F, Derks J, Monje A, Wang H-L. Peri-implantitis. *J Clin Periodontol.* 2018; 45 (Suppl 20): S246–S256.
2. Berglundh T, Armitage G, Araujo M, G., Avila-Ortiz G, Blanco J, Camargo P et al. Peri-implant diseases and conditions: Consensus report of workgroup 4 of the 2017. World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Clin Periodontol.* 2018; 45: S286–S291.
3. Botticelli D, Berglundh T, Lindhe J. Resolution of bone defects of varying dimension and configuration in the marginal portion of the peri-implant bone. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol.* 2004; 31(4): 309-317.
4. Dave M, Davies J, Wilson R, Palmer R. A comparison of cone beam computed tomography and conventional periapical radiography at detecting peri-implant bone defects. *Clin. Oral Impl. Res.* 2013; 24(6):671–678.
5. Salvi GE, Cosgarea R, Sculean A. Prevalence and mechanisms of peri-implant diseases. *Dent Res.* 2017 Jan; 96(1): 31-37.
6. Pelekos G, Tse JMN, Ho D, Tonetti MS. Defect morphology, bone thickness, exposure settings and examiner experience affect the diagnostic accuracy of standardized digital periapical radiographic images but not of cone beam computed tomography in the detection of peri-implant osseous defects: An in vitro study. *J Clin Periodontol.* 2019; 46(12): 1294–302.
7. Sirin Y, Horasan S, Yaman D, Basegmez C, Tanyed C. Detection of crestal radiolucencies around dental implants: an in vitro experimental study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2012; 70(7): 1540-1550.
8. Bohner LOL, Mukai E, Oderich E, Porporatti AL, Pacheco-Pereira C, Tortamano P, et al. Comparative analysis of imaging techniques for diagnostic accuracy of peri-implant bone defects: a meta-analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2017; 124(4): 432-440.
9. Correa LR, Spin-Neto R, Stavropoulos A, Schropp L, Dias da Silveira HE, Wenzel A. Planning of dental implant size with digital panoramic radiographs, CBCT-generated panoramic images, and CBCT cross-sectional images. *Clin. Oral Implants Res.* 2014; 25(6): 690-695.
10. Mischokowski RA, Ritter L, Neugebauer J, Dreiseidler T, Keeve E, Zöller JE. Diagnostic quality of panoramic views obtained by a newly developed digital

- volume tomography device for maxillofacial imaging. *Quintessence Int.* 2007; 38(9): 763-72.
11. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of Cone-Beam Computed Tomography in Dental Practice. *J Can Dent Assoc.* 2006; 72(1): 75-80.
  12. Della Pasqua J, Melo G, Marin C, Correa R, Cruz A, Flores-Mir C, et al. Diagnostic performance of periapical and panoramic radiography and cone beam computed tomography for detection of circumferential gaps simulating osseointegration failure around dental implants: A systematic review, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2021; 132(6): 208-222.
  13. Guerrero MA, Noriega J, Castro C, Jacobs R. Does cone-beam CT alter treatment plans? Comparison of preoperative implant planning using panoramic versus cone-beam CT images. *Imaging Sci Dent.* 2014; 44(2): 121-128.
  14. Alkhader M, Hudieb M. Comparison of mesiodistal space measurements of single-implant sites on panoramic and oblique images generated by cone-beam CT. *Surg Radiol Anat.* 2014; 36(3): 255-258.
  15. Qiaoling L, Li Z, Lei L, Yanmin W. Comparison of mesiodistal tooth angulations determined through traditional panoramic radiographs and Cone Beam CT panoramic images. *West China Journal of Stomatology* 2014; 32(4): 331-335.
  16. Kullman L, Al Asfour A, Zetterqvist L, Anderson L. Comparison of radiographic bone height assessments in panoramic and intraoral radiographs of implant patients. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2007; 22(1): 96-100.
  17. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: A review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1986; 1(1): 11-25.
  18. Heitz-Mayfield LJ, Mombelli A. The therapy of peri-implantitis: A systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014; 29: 325–345.
  19. Derks J, Tomasi C. Peri-implant health and disease. A systematic review of current epidemiology. *J Clin Periodontol.* 2015; 42(Suppl 16): S158-S171.

20. Heitz-Mayfield LJ, Aaboe M, Araujo M, et al. Group 4 ITI consensus report: risks and biologic complications associated with implant dentistry. *Clin Oral Implants Res.* 2018; 29(Suppl 16): 351-358.
21. Corpas LS, Jacobs R, Quirynen M, Huang Y, Naert I, Duyck J. Peri-implant bone tissue assessment by comparing the outcome of intra-oral radiograph and cone beam computed tomography analyses to the histological standard. *Clin Oral Impl Res.* 2011; 22(5): 492-499.
22. Kochar S P, Reche A, Paul P. The etiology and management of dental implant failure: A review. *Cureus.* 2022 Oct 19; 14(10): e30455.
23. Durack C, Patel S, Davies J, Wilson R, Mannocci F. Diagnostic accuracy of small volume cone beam computed tomography and intraoral periapical radiography for the detection of simulated external inflammatory root resorption. *Int Endod J.* 2011 Feb; 44(2): 136–147.
24. Karoussis IK, Müller S, Salvi GE, Heitz-Mayfield LJ, Brägger U, Lang NP. Association between periodontal and peri-implant conditions: a 10-year prospective study. *Clin Oral Implants Res.* 2004; 15(1): 1–7.
25. Serino G, Turri A. Extent and location of bone loss at dental implants in patients with periimplantitis. *J Biomech.* 2011; 44(2): 267–271.
26. Miracle AC, Mukherji SK. Conebeam CT of the head and neck, part 2: clinical applications. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2009; 30(7): 1285–1292.
27. Geraets WG, Verheij HG, Wismeijer D, van der Stelt PF. Detecting bone loss along dental implants by subtraction of panoramic radiographs. *Clin Oral Implants Res.* 2012; 23(7): 861–865.
28. Payne AG, Tawse-Smith A, Duncan WD, Kumara R. Conventional and early loading of unsplinted ITI implants supporting mandibular overdentures. Two-year results of a prospective randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2002; 13(6): 603–609.
29. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JY. Clinical complications with implants and implant prosthesis. *J Prosthet Dent.* 2003; 90(2): 121–132.
30. Peñarrocha M, Palomar M, Sanchis JM, Guarinos J, Balaguer J. Radiological study of marginal bone loss around 108 dental implants and its relationship to smoking, implant location, and morphology. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004; 19(6): 861–867.

31. De Smet E, Jacobs R, Gijbels F, Naert I. The accuracy and reliability of radiographic methods for the assessment of marginal bone level around oral implants. *Dentomaxillofac Radiol.* 2002; 31(3): 176–181.
32. Montes CC, Pereira FA, Thomé G, Alves EDM, Acedo RV, De Souza, JR, Melo ACM, Trevilatto PC. Failing factors associated with osseointegrated dental implant loss. *Implant Dent.* 2007; 16(4): 404–412.
33. Molander B, Gröndahl HG, Ekestubbe, A. Quality of film-based and digital panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol.* 2004; 33(1): 32–36.
34. Schulze R, Krummenauer F, Schalldach F, d'Hoedt B. Precision and accuracy of measurements in digital panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol.* 2000; 29(1): 52-56.
35. Langen HJ, Klein HM, Wein B, Stargardt A, Günther RW. Comparative evaluation of digital radiography versus conventional radiography of fractured skulls. *Invest Radiol.* 1993; 28(8): 686–689.
36. Fuhrman CR, Gur D, Schaetzing R. High-resolution digital imaging with storage phosphors. *J Thorac Imaging.* 1990; 5(1): 21–30.
37. Farman AG, Farman TT. A comparison of image characteristics and convenience in panoramic radiography using charge-coupled device, storage phosphor, and film receptors. *J Digit Imaging.* 2001; 14(2 Suppl 1): 48–51.
38. McDavid WD, Welander U, Brent Dove S, Tronje G. Digital imaging in rotational panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol.* 1995; 24(2): 68 - 75.
39. Catic A, Celebic A, Valentic-Peruzovic M, Catovic A, Jerolimov V, Muretic I. Evaluation of the precision of dimensional measurements of the mandible on panoramic radiographs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1998; 86(2): 242-248.
40. McDavid WD, Dove SB, Welander U, Tronje G. Dimensional reproduction in direct digital rotational panoramic radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1993; 75(4): 523-527.
41. Kim YK, Park JY, Kim SG, Kim JS, Kim JD. Magnification rate of digital panoramic radiographs and its effectiveness for pre-operative assessment of dental implants. *Dentomaxillofac Radiol.* 2011; 40(2): 76–83.

42. Tyndall DA, Rathore S. Cone-beam CT diagnostic applications: caries, periodontal bone assessment, and endodontic applications. *Dent Clin North Am.* 2008; 52(4): 825–841.
43. Acar B, Kamburoğlu K. Use of cone beam computer tomography in periodontology. *World J Radiol.* 2014 May 28; 6(5): 139-147.
44. Arai Y, Tammisalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofac Radiol.* 1999; 28(4): 245–248.
45. Tetradis S, Anstey P, Graff-Radford S. Cone beam computed tomography in the diagnosis of dental disease. *J Calif Dent Assoc.* 2010; 38(1): 27–32.
46. Zoller JE, Neugebauer J. *Cone-Beam Volumetric Imaging in Dental, Oral and Maxillofacial Medicine: Fundamentals, Diagnostics and Treatment Planning.* Chicago, IL: Quintessence Publishing; 2008.
47. W. De Vos, J. Casselman, G. R. J. Swennen. Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: A systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2009; 38(6): 609–625.
48. Papakosta TK, Savva AD, Economopoulos TL, Matsopoulos GK, Gröndal HG. An automatic panoramic image reconstruction scheme from dental computed tomography images. *Dentomaxillofac Radiol.* 2017 Apr; 46(4).
49. *Glossary of periodontal terms.* Chicago: The American Academy of Periodontology; 2022.
50. *Dorland's Illustrated Medical Dictionary.* 32nd ed. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders; 2011.
51. Schulze RK, d'Hoedt B. Mathematical analysis of projection errors in “paralleling technique” with respect to implant geometry. *Clin Oral Implants Res.* 2001; 12(4): 364-371.
52. Shelley AM, Brunton P, Horner K. Subjective image quality assessment of cross sectional imaging methods for the symphyseal region of the mandible prior to dental implant placement. *J Dent.* 2011; 39(11): 764-770.
53. Tapiovaara MJ. Review of relationships between physical measurements and user evaluation of image quality in medical radiology. *Radiat Prot Dosimetry.* 2008; 129(1-3): 244-8.

54. Caldas M, De Moraes F, De Almeida S, Haiter-Neto F. Comparative evaluation among different materials to replace soft tissue in oral radiology studies. *J Appl Oral Sci.* 2008; 18(3): 264-267.
55. De Morais J, Sakakura C, Loffredo L, Scaf G. Accuracy of zoomed digital image in the detection of periodontal bone defect: in vitro study. *Dentomaxillofac Radiol.* 2006; 35: 139-142
56. García MN. Detección de defectos óseos peri-implantarios con cuatro técnicas radiográficas en mandíbulas humanas resacas. [Tesis de maestría]. Lima: Facultad de Odontología, Universidad de San Martín de Porres. 2013.
57. Hilgenfeld T, Juerchott A, Deisenhofer UK, et al. Accuracy of cone-beam computed tomography, dental magnetic resonance imaging, and intraoral radiography for detecting peri-implant bone defects at single zirconia implants—An in vitro study. *Clin Oral Impl Res.* 2018 Sep; 29(9): 922–930.
58. Costa JA, Mendes JM, Salazar F, Pacheco JJ, Rompante P, Cámara MI. Analysis of peri-implant bone defects by using cone beam computed tomography (CBCT): an integrative review. *Oral Radiology.* 2023; 39: 455–466.
59. Renvert S, Persson GR, Pirih FQ, Camargo PM. Peri-implant health, peri-implant mucositis, and peri-implantitis: Case definitions and diagnostic considerations. *J Clin Periodontol.* 2018; 45(Suppl 20): S278–S285.
60. Choi BH, Huh JY, Suh CH, Kim KN. An in vitro evaluation of miniplate fixation techniques for fractures of the atrophic edentulous mandible. *J Oral Maxillofac Surg.* 2005; 34(2): 174–177.
61. Chiodo TA, Ziccardi VB, Janal M, Sabitini, C. Failure strength of 2.0 locking versus 2.0 conventional syntheses mandibular plates: a laboratory model. *J Oral Maxillofac Surg.* 2006 Oct; 64(10): 1475–1479.
62. Noujeim M, Prihoda TJ, Langlais R, Nummikoski P. Evaluation of high-resolution cone beam computed tomography in the detection of simulated interradicular bone lesions. *Dentomaxillofac Radiol.* 2009 Mar; 38(3): 156–162.
63. Durack C, Patel S, Davies J, Wilson R, Mannocci F. Diagnostic accuracy of small volume cone beam computed tomography and intraoral periapical

- radiography for the detection of simulated external inflammatory root resorption. *Int Endod J*. 2011 Feb; 44(2): 136–147.
64. Kavadella A, Karayiannis A, Nicopoulou-Karayianni K. Detectability of experimental peri-implant cancellous bone lesions using conventional and direct digital radiography. *Aust Dent J*. 2006 Jun; 51(2): 180–186.
65. Sadik et al. Sadik E, Gökmenoğlu C, Altun G, Kara C. Evaluation of the different exposure parameters for the accurate diagnosis of peri-implantitis severity in digital panoramic radiography. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2023 Jan 1; 28(1): e16-24.
66. Stavropoulos A, Wenzel A. Accuracy of cone beam dental CT, intraoral digital and conventional film radiography for the detection of periapical lesions. An ex vivo study in pig jaws. *Clin Oral Investig*. 2007; 11(1): 101-6.
67. Mol A, Balasundaram A. In vitro cone beam computed tomography imaging of periodontal bone. *Dentomaxillofac Radiol*. 2008 Sep; 37(6): 319–24.
68. Pittayapat P, Galiti D, Huang Y, Dreesen K, Schreurs M, Souza PC, et al. An in vitro comparison of subjective image quality of panoramic views acquired via 2D or 3D imaging. *Clin Oral Investig*. 2013; 17(1): 293-300.
69. Pawelzik J, Cohnen M, Willers R, Becker J. A comparison of conventional panoramic radiographs with volumetric computed tomography images in the preoperative assessment of impacted mandibular third molars. *J Oral Maxillofac Surg*. 2002 Sep; 60(9): 979– 984.
70. Angelopoulos C, Thomas SL, Hechler S, Parissis N, Hlavacek, M. Comparison between digital panoramic radiography and cone-beam computed tomography for the identification of the mandibular canal as part of presurgical dental implant assessment. *J Oral Maxillofac Surg*. 2008 Oct; 66(10): 2130–2135.
71. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL. Dosimetry of two extraoral direct digital imaging devices: NewTom cone beam CT and Orthophos Plus DS panoramic unit. *Dentomaxillofac Radiol*. 2003 Jul; 32(4): 229–234.
72. Pauwels R, Beinsberger J, Collaert B, Theodorakou C, Rogers J, Walker A, et al. Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners. *Eur J Radiol*. 2012 Feb; 81(2): 267–271.



**TÍTULO: DETECCIÓN DE DEFECTOS ÓSEOS PERI-IMPLANTARIOS CON CUATRO DIFERENTES TIPOS DE RADIOGRAFÍAS PANORÁMICAS**

| PROBLEMA  | OBJETIVOS  | HIPÓTESIS   | MARCO TEÓRICO   | METODOLOGÍA   |
|---|--|---|---|---|
| <p><b>General</b></p> <p>¿Cuál es la precisión y exactitud, sensibilidad y especificidad de las radiografías panorámicas convencional y digital y de la imagen panorámica generada de la Tomografía Computarizada Cone-Beam (proyección digital y en film) en la detección de defectos óseos peri-implantarios?</p> | <p><b>General</b></p> <p>Comparar la precisión y exactitud, sensibilidad y especificidad de las radiografías panorámicas convencional y digital y de la imagen panorámica generada de la Tomografía Computarizada Cone-Beam (proyección digital y en film) en la detección de defectos óseos peri-implantarios</p> | <p><b>General</b></p> <p>Existe mayor precisión y exactitud, sensibilidad y especificidad con el uso de la imagen panorámica generada de la CBCT en la detección de defectos óseos peri-implantarios.</p>   | <p>Bases Teóricas:</p> <p>Defectos Óseos Peri-implantarios</p> <p>Radiografía Panorámica: Convencional y Digital</p> <p>Imagen Panorámica Generada de la CBCT</p> | <p>Diseño Metodológico:</p> <p>Descriptivo, prospectivo, transversal y observacional.</p> <p>El diseño es descriptivo correlacional.</p> <p>Diseño Muestral:</p> <p>Muestreo Probabilístico</p> <p>Técnica de Recolección de Datos:</p> <p>Observación</p> <p>Variables:</p> <p>Principal</p> <p>Defectos Óseos Peri-implantarios<br/>Instrumento de medición</p> |
|   | <p><b>Específicos</b></p>  | <p><b>Específicas</b></p>   |   |   |
|   | <p>1. Comparar la precisión inter e intraobservador para detectar y medir defectos óseos periimplantarios con las radiografías panorámicas convencional, digital, la imagen panorámica generada de la CBCT (digital y film) en el reconocimiento de defectos óseos peri-implantarios.</p>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Existe mayor precisión inter e intraobservador para detectar y medir defectos óseos periimplantarios con el uso de la imagen panorámica generada de la CBCT en el reconocimiento de defectos óseos peri-implantarios.</li> </ul> |   |   |
|   | <p>2. Determinar la exactitud en la medición de defectos óseos peri-implantarios entre las radiografías panorámicas convencional, y digital y la imagen panorámica generada de la CBCT (digital y film).</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>La imagen panorámica generada de la CBCT es más exacta en la medición de defectos óseos peri-implantarios.</li> </ul>  |   |   |
|   | <p>3. Determinar la sensibilidad en la detección de defectos óseos periimplantarios de las radiografías panorámicas convencional, digital y la imagen panorámica generada de la CBCT (proyección panorámica y en film).</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>La imagen panorámica generada de la CBCT es más sensible en la detección de defectos óseos peri-implantarios.</li> </ul>   |   |   |
| <p>4. Determinar la especificidad en la detección de defectos óseos periimplantarios de las radiografías panorámicas convencional, digital y la imagen panorámica generada de la CBCT (proyección panorámica y en film).</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>La imagen panorámica generada de la CBCT es más específica en la detección de defectos óseos peri-implantarios.</li> </ul>  |   |   |   |

## **ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

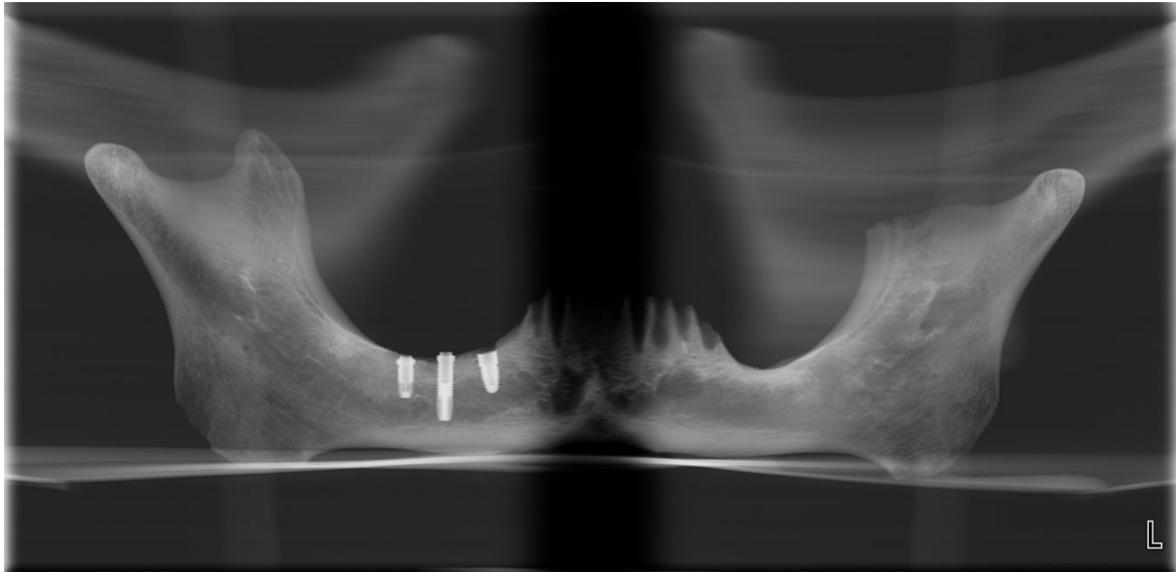
## ANEXO N°2: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

| Panorámica TUV |   |   |   |   |   |
|----------------|---|---|---|---|---|
| A              |   | B |   | C |   |
| M              | D | M | D | M | D |
|                |   |   |   |   |   |
|                |   |   |   |   |   |

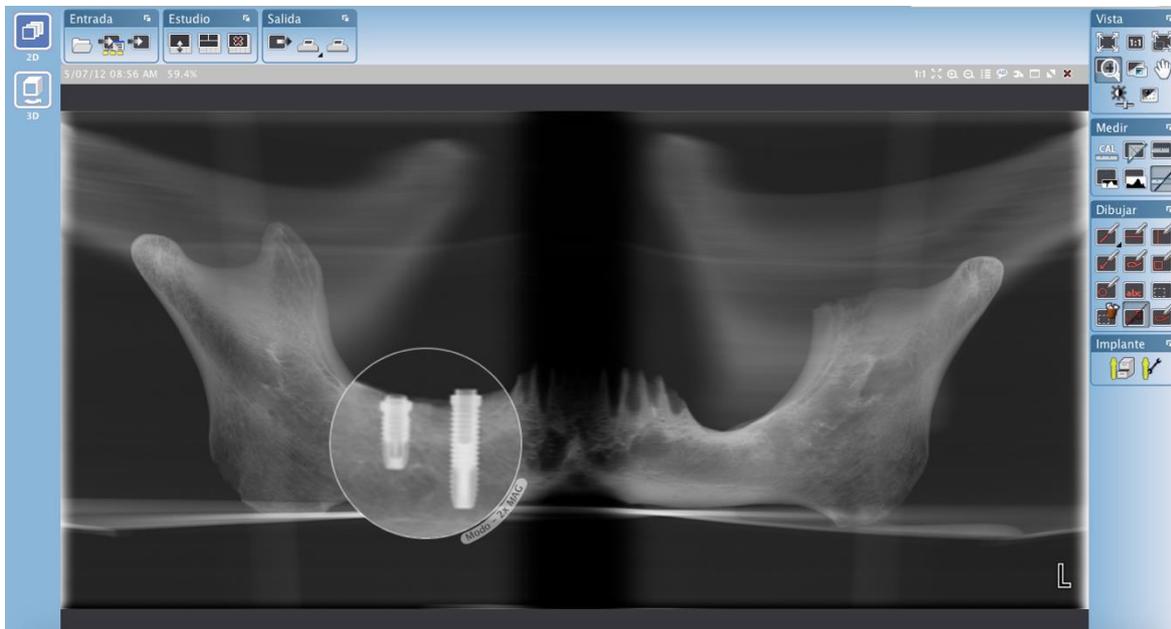


## ANEXO N°4: RADIOGRAFÍAS PANORÁMICAS

### RADIOGRAFÍA PANORÁMICA DIGITAL

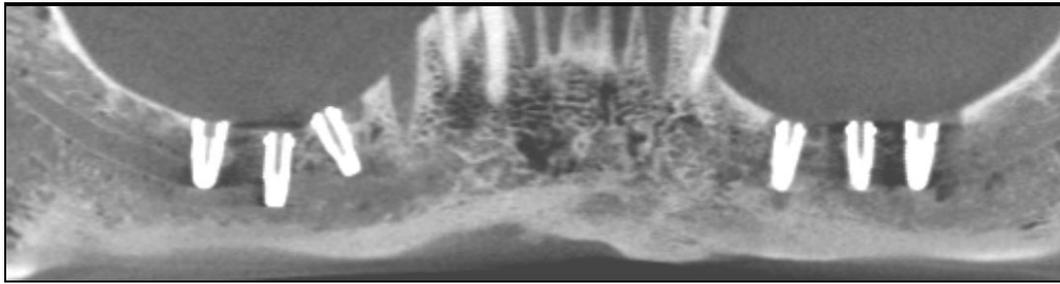


Hemimandíbula OPQ



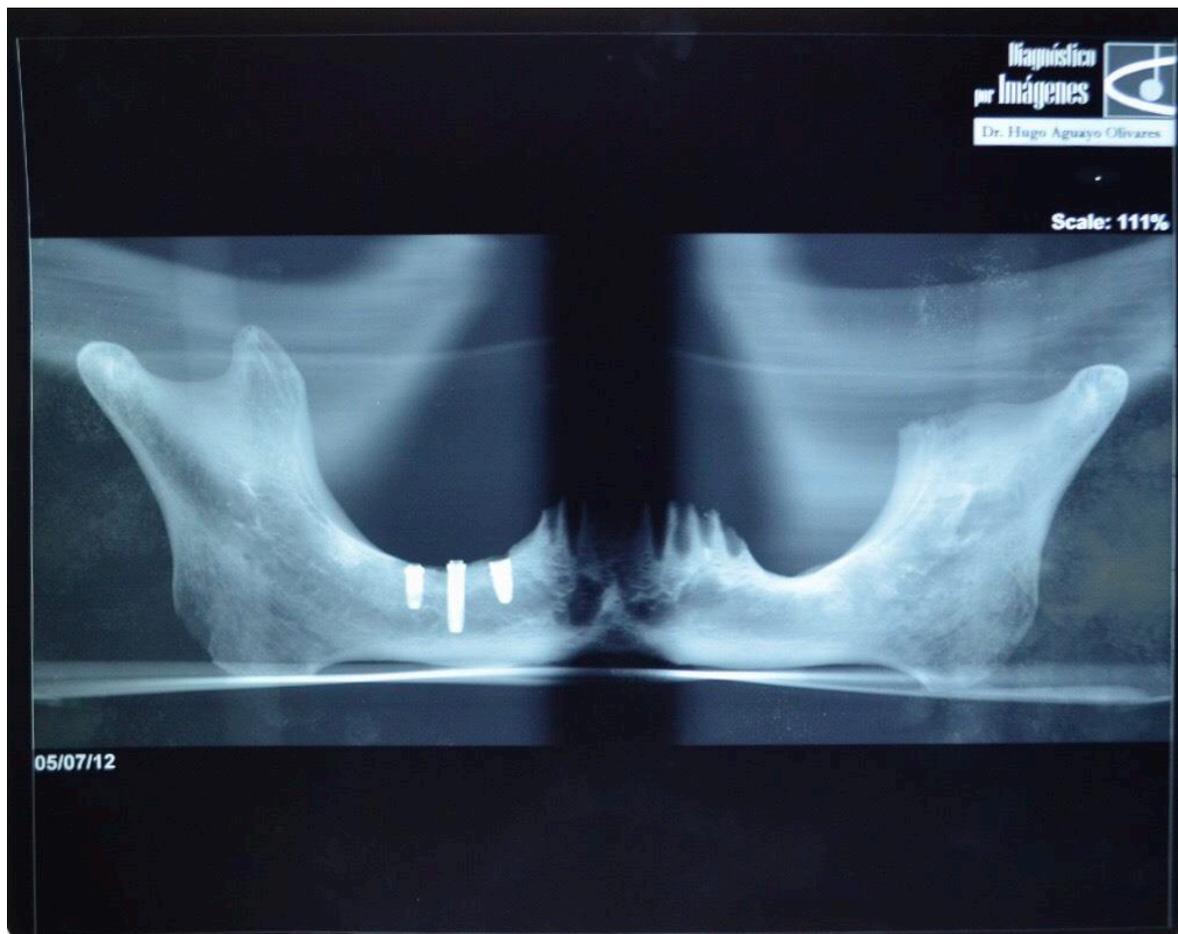
Uso de la herramienta “lupa” para ampliar los detalles de la imagen

**IMAGEN PANORÁMICA GENERADA A PARTIR DE LA TOMOGRAFÍA CONE BEAM**



**Hemimandíbula JKL**

**RADIOGRAFÍA PANORÁMICA CONVENCIONAL**



**Hemimandíbula OPQ**

**IMAGEN PANORÁMICA GENERADA A PARTIR DE LA TOMOGRAFÍA CONE BEAM  
(FILM)**



**Hemimandíbula TUV**

