

**CORRELACION DE LAS MEDIDAS CEFALOMETRICAS OBTENIDAS  
MEDIANTE LA TOMOGRAFIA VOLUMETRICA DE RAYO DE CONO  
UNICO Y LA RADIOGRAFIA EXTRAORAL ORTOPANTOGRAFICA**

**INVESTIGADOR**

**HENRY FERNANDO BORDA ALMANZA, od**

**DIRECTOR CIENTÍFICO**

**Dr. CARLOS ARTURO VILLAMIZAR GALVIS**  
Odontólogo. Especialista en Cirugía, Implantología y Patología  
Oral

**ASESOR METODOLÓGICO**

**Dr. Luis Rogelio Hernandez Montenegro**  
Bioquímico UNAM- México, M- Sc Southampton Univ., U.K.  
M-Ed. Estadístico

**ASESORA ESTADÍSTICA**

**CLARA LOPEZ DE MESA**  
Estadística

**INSTITUCION UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA**  
**COLEGIO ODONTOLÓGICO COLOMBIANO**  
**AREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA**  
**POSTGRADO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR**  
**BOGOTÁ, D.C. 2009**

El trabajo de grado **“CORRELACION DE LAS MEDIDAS CEFALOMÉTRICAS OBTENIDAS MEDIANTE LA TOMOGRAFÍA VOLUMÉTRICA DE RAYO DE CONO ÚNICO Y LA RADIOGRAFÍA EXTRAORAL ORTOPANTOGRAFICA CONVENCIONAL”** elaborado por Henry Fernando Borda Almanza como requisito para optar por el título de Especialista en Ortodoncia y Ortopedia maxilar.

---

**Dr. Carlos Arturo Villamizar Galvis**  
**Asesor científico**

---

**Dr. Luis R. Hernández Montenegro**  
**Asesor metodológico**

---

**Dra. Clara López de Mesa**  
**Asesora estadística**

---

**Dr. Conrado Gómez**  
**Director del Departamento de Investigación y Salud Pública**

Bogotá, Mayo 30 de 2009

## **TRANSFERENCIA DE DERECHOS DE PUBLICACIÓN**

Titulo del artículo: **CORRELACION DE LAS MEDIDAS CEFALOMÉTRICAS OBTENIDAS MEDIANTE LA TOMOGRAFÍA VOLUMÉTRICA DE RAYO DE CONO ÚNICO Y LA RADIOGRAFÍA EXTRAORAL ORTOPANTOGRAFICA CONVENCIONAL**

**Autores:** Carlos Arturo Villamizar Galvis, Henry Fernando Borda Almanza

Los autores certifican que el artículo arriba mencionado es trabajo original y no ha sido previamente publicado, excepto en forma de resumen. Una vez aceptado para publicación en la revista que la Institución Universitaria Colegios de Colombia estipule, los derechos de autor serán transferidos a la universidad.

Así mismo, declaran que no ha sido enviado en forma simultánea para su posible publicación en otra revista.

Los autores acceden, dado el caso, a que este articulo sea incluido en los medios electrónicos que los editores de la Institución Universitaria Colegios de Colombia, consideren convenientes.

Los autores informan que el orden de aparición de sus nombres en el manuscrito aquí referido se acordó entre ellos y es producto de la proporción en que participaron en la elaboración del trabajo.

---

**CARLOS VILLAMIZAR GALVIS**  
C.C 13'490.689 (Cúcuta)

---

**HENRY F. BORDA ALMANZA**  
C.C 79'685.164 (Bogota )

## **INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA**

### **CESIÓN DE DERECHOS**

Yo.: **CARLOS ARTURO VILLAMIZAR GALVIS, HENRY FERNANDO BORDA ALMANZA**, Manifestamos en este documento nuestra voluntad de ceder a la Institución Universitaria Colegios de Colombia los derechos patrimoniales, consagrados en el artículo 72 de la ley 23 de 1982, de la tesis de grado: **CORRELACION DE LAS MEDIDAS CEFALOMÉTRICAS OBTENIDAS MEDIANTE LA TOMOGRAFÍA VOLUMÉTRICA DE RAYO DE CONO ÚNICO Y LA RADIOGRAFÍA EXTRAORAL ORTOPANTOGRAFICA CONVENCIONAL**. Producto de nuestra actividad académica para optar por el título de Especialista en Ortodoncia y Ortopedia maxilar de la Institución Universitaria Colegios de Colombia. La institución tiene los derechos anteriores cedidos en su actividad ordinaria de investigación, docencia y publicación. Con todo, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la ley 23 de 1982. En concordancia, suscribimos este documento en el momento mismo de la ley 23 de entrega del trabajo final a la biblioteca de la Institución Universitaria Colegios de Colombia.

---

**CARLOS VILLAMIZAR GALVIS**  
**C.C 13'490.689 (Cúcuta)**

---

**HENRY F. BORDA ALMANZA**  
**C.C 79'685.164 (Bogota)**

Bogotá, Mayo 30 de 2009

Señores:

Biblioteca

Institución Universitaria Colegios de Colombia

La Ciudad

Autorizamos a la unidad de investigación de la Institución Universitaria Colegios de Colombia a consultar y reproducir con fines de investigación, parcial o totalmente el contenido del trabajo de grado titulado: **CORRELACION DE LAS MEDIDAS CEFALOMÉTRICAS OBTENIDAS MEDIANTE LA TOMOGRAFÍA VOLUMÉTRICA DE RAYO DE CONO ÚNICO Y LA RADIOGRAFÍA EXTRAORAL ORTOPANTOGRAFICA CONVENCIONAL** Presentado a la unidad de investigación como requisito del programa para optar el título de Ortodoncista y Ortopedista Maxilar; siempre que mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de investigación y a sus autores.

---

**CARLOS VILLAMIZAR GALVIS**  
C.C 13'490.689 (Cucutá)

---

**HENRY F. BORDA ALMANZA**  
C.C 79'685.164 (Bogota)

## **FICHA TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN DE TRABAJO DE GRADO**

**TÍTULO DEL TRABAJO:** CORRELACION DE LAS MEDIDAS CEFALOMÉTRICAS OBTENIDAS MEDIANTE LA TOMOGRAFÍA VOLUMÉTRICA DE RAYO DE CONO ÚNICO Y LA RADIOGRAFÍA EXTRAORAL ORTOPANTOGRAFICA CONVENCIONAL

**AUTORES:** Henry Fernando Borda Almanza.

**ASESOR CIENTÍFICO:** Carlos Arturo Villamizar Galvis .

**ASESOR METODOLÓGICO:** Luis R. Hernández Montenegro

**ASESOR ESTADÍSTICO:** Clara López de Mesa.

**MATERIAL ANEXO:** 3 CD's, 2 Artículos científicos.

**FACULTAD:** Odontología.

**TITULO OBTENIDO:** Especialista en Ortodoncia y Ortopedia maxilar.

**CATEGORÍA:** Postgrado.

**PALABRAS CLAVE:** Radiografía ortopantografica, Radiografía panorámica, tomografía volumétrica de rayo de cono único, medidas cefalométricas

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>PÁGINA</b>
I. ASPECTOS TEÓRICOS CIENTÍFICOS.....	9
PROBLEMA.....	9
JUSTIFICACIÓN.....	12
PROPÓSITO.....	13
MARCO TEÓRICO.....	14
OBJETIVOS.....	31
1.5.1 Objetivo General.....	31
1.5.2 Objetivos Específicos.....	31
II. ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	31
2.1 TIPO DE ESTUDIO.....	32
2.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	32
2.3 OBJETO DE ESTUDIO.....	32
2.4 CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	32
2.4.1 Criterios de Inclusión.....	32
2.4.2 Criterios de Exclusión.....	32
2.5 MUESTREO.....	32
2.6 MUESTRA.....	32
2.7 VARIABLES DE INTERÉS.....	33
2.8 PROCEDIMIENTO.....	37
2.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	38
2.10 IMPLICACIONES ÉTICAS.....	39
III. RESULTADOS.....	41
IV. DISCUSIÓN.....	49
V. CONCLUSIONES.....	50

VI. RECOMENDACIONES.....	51
ANEXO 1 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	52
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53

## **I. ASPECTOS TEÓRICOS-CIENTÍFICOS**

### **1.1 PROBLEMA**

La radiografía extraoral ortopantografica, es un medio diagnostico para visualizar ampliamente los maxilares. Su propósito tienen como objetivo evaluar dientes impactados, evaluar patrones de erupción, crecimiento y desarrollo, detectar enfermedades, lesiones y trastornos de los maxilares, examinar las extensiones de lesiones grades y evaluar traumatismo.

Las imágenes de las películas extra orales ortopantograficas no siempre son bien definidas o nítidas, como las que se observan en las radiografías intraorales; en consecuencia no se deben utilizar para evaluar ni diagnosticar caries, enfermedad periodontal, ni lesiones periodontales. La radiografía ortopantografica no se utiliza como sustituto de las películas intraorales. (1)

La ortopantográfica es un método de examen auxiliar de suma utilidad en el diagnostico clínico para estudiar, las variaciones en las topo génesis y estructuras dentomaxilares y patologías de tejidos duros y blandos. En odontopediatría y ortodoncia esta técnica aporta una valiosa información de los detalles morfológicos y de la cronología del desarrollo de la dentición. Permiten una valoración global bastante satisfactoria. Los detalles que no pueden ser observados con precisión en ellas, se limitan a ciertas situaciones y áreas que necesitaran el complemento de otras tomas.

Es también útil para el estudio de la simetría, comparando el lado derecho con el izquierdo. A este respecto debemos señalar que las posibilidades

de distorsión son mayores en el sentido horizontal que en el vertical, por la posibilidad de un giro de cabeza del paciente alrededor de su eje vertical.

Algunos autores aconsejan dividir la radiografía ortopantográfica en cinco zonas: 1. Nasomaxilar, 2. Mandibular, 3. ATM , 4. Dentición superior, 5. Dentición inferior.

Nasomaxilar: comprende la parte central y superior de la radiografía. Se pueden visualizar en ella; arcos cigomáticos, fosas pterigomaxilares, senos maxilares, abertura piriforme, tabique y cornetes nasales, paladar duro, paladar blando y espina nasal anterior.

Mandibular: comprende el cuerpo y la rama mandibular y los tejidos que lo rodean. Se observa el contorno mandibular, ángulo goniaco y escotadura antegonial, sínfisis, apófisis geni (importantes para determinar de la línea media mandibular), orificios mentonianos conductos dentarios inferiores.

ATM: Zona de articulación, cóndilo mandibular, cavidad glenoidea, apófisis coronoides, zona de la tuberosidad maxilar.

En esta región se puede apreciar alteraciones morfológicas de los cóndilos. Es importante recordar que una rotación de la cabeza del paciente alrededor de su eje vertical puede ocasionar distorsiones en sentido horizontal que no deben atribuirse a malformaciones estructurales.

La radiografía ortopantográfica no es adecuada para el análisis de las disfunciones temporomandibulares, ni para el estudio de las relaciones entre cóndilo y cavidad glenoidea.

En la dentición superior e inferior se puede evaluar: el estado desarrollo de la dentición, presencia de supernumerarios, agenesias, posiciones pre eruptivas, transposiciones y posiciones ectópicas, dientes retenidos, quistes foliculares, malformación coronarias de los gérmenes, dirección axial de los dientes, anatomía radicular (dilaceraciones), anquilosis, presencia de caries y estado de las restauraciones, naturaleza de algunas desviaciones de la línea media.

Las radiografías extraorales mas utilizadas para realizar cefalometrias son las laterales de cráneo y las antero posteriores Varios autores por su parte han realizados dichos trazos y han diagnosticado diversas alteraciones así como han corregido y tratado variadas un gran numero de anomalías de crecimiento basados en ellas. Sin embargo estas imágenes radiográficas ofrecen muchas desventajas tanto en su toma como en la interpretación y localización de estructuras anatómicas causadas por factores como la superposición de estructuras, magnificación, distorsión o falta de contraste; todo ello causado por ser imágenes bidimensionales.(3).

Recientemente, nuevas técnicas imagenológicas han permitido observar mejor estas estructuras de cráneo con márgenes de distorsión y magnificación menores; tal es el caso de la tomografía computarizada de rayo de cono (C.B.C.T.) o conocida también como CONE BEAM.(4),(5),(6).

Este medio diagnóstico permite obtener imágenes tridimensionales del paciente en forma de imagen volumétrica y digital, que puede ser usada para evaluar la anatomía dental y craneofacial con un mínimo de distorsión, con casi ninguna magnificación y lo más importante sin superposición de estructuras. (4).

Estas nuevas imágenes pueden proporcionar una mejor medición de los puntos cefalométricos, en comparación a los obtenidos en las radiografías extraorales ortopantomográficas convencionales, lo cual conlleva a obtener una mejor predicción diagnóstica en pacientes que necesiten tratamiento ortodóntico o de cirugía Ortognática. De acuerdo a lo anterior se plantea siguiente problema.

¿Existe concordancia entre las medidas VOLUMÉTRICAS obtenidas sobre la tomografía computarizada de rayo de cono (CBCT) y las obtenidas en las radiografías extraorales ORTOPANTOGRAFICA CONVENCIONALES?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

La radiografía extraoral ortopantomográfica es una herramienta utilizada para establecer diagnósticos y planes de tratamiento en ortodoncia, ortopedia y cirugía maxilofacial mediante registros radiológicos bidimensionales de objetos tridimensionales. Con el paso del tiempo se han desarrollado nuevos medios diagnósticos como la tomografía de rayo de cono único CBCT que permite obtener registros tridimensionales de objetos tridimensionales. (8).

En la elaboración de predicciones ortodónticas para cirugía Ortognática y tratamientos convencionales de ortodoncia basados en medidas obtenidas de radiografías antero posteriores, no existe un alto grado de concordancia entre las mediciones obtenidas en estas cefalometrías convencionales y las medidas obtenidas directamente durante los procedimientos quirúrgicos, lo cual en muchos casos conlleva a la

obtención de medidas poco exactas por parte del ortodoncista y el cirujano maxilofacial.

La tomografía de rayo de cono podría permitir que estas mediciones y predicciones ortodónticas, ortognáticas y quirúrgicas sean lo más exactas, permitiendo así establecer diagnósticos maxilofaciales mas precisos y plan de tratamientos mas exactos.

### **1.3 PROPÓSITO**

Determinar la concordancia entre Las medidas obtenidas sobre la tomografía computarizada de rayo de cono (CBCT), y las obtenidas en las radiografías extraorales ortopantográficas convencionales.

## 1.4 MARCO TEÓRICO

La cabeza se divide en cráneo y cara. El cráneo ocupa la parte superior y posterior de la cabeza y aloja el encéfalo. La cara se encuentra en la región anteroinferior y protege a los órganos de los sentidos.

Los huesos del cráneo son ocho, cuatro pares (Dos parietales, dos temporales) y cuatro impares (frontal, etmoides, esfenoides y occipital). El cráneo tiene forma ovoide y presenta: Bóveda o porción superior y una Base o porción inferior; la bóveda constituida por delante por el frontal; por detrás por el occipital y a los lados por los parietales y la escama del temporal. La base constituida por la porción horizontal del frontal, etmoides, esfenoides, porción petromastoidéa de los temporales y gran parte del occipital. (8).

La cara se sitúa debajo de la mitad anterior de la base del cráneo, formada por trece huesos a saber. El hueso maxilar (*Maxilia*) es un hueso de la cara, par, corto, de forma irregular cuadrilátera, con dos caras, interna y externa, cuatro bordes y cuatro ángulos. En su interior se encuentra una cavidad, recubierta de mucosa y rellena de aire, denominada seno maxilar. Se encuentra en el centro de la cara, debajo del frontal y del etmoides. Se articula con estos huesos y con el maxilar superior del otro lado, cigomático, lagrimal hueso propio de la nariz, vómer y cornetes nasal inferior. (9).

Presenta una base mayor o interna que forma parte de la cavidad nasal, una Base menor o externa que se articula con el hueso cigomático o malar y un reborde inferior, donde se alojan los dientes de la arcada superior. Tiene tres caras, una anterior o facial, una posterior o cigomática, y una superior u orbitaria. Tiene tres apófisis Frontales,

Palatinas y Alveolares; además presenta un orificio de comunicación con el seno maxilar, limitado por el unguis por delante, el etmoides por arriba, el cornete inferior por abajo y por el hueso palatino por detrás.

Otro hueso importante en la cara, es el maxilar inferior; La mandíbula es un hueso par, situado en la parte mas inferior de la cara, tiene un cuerpo en forma de herradura con una cara interna o posterior, una cara anterior o externa, un borde superior o alveolar y un borde inferior. En la cara interna se encuentran las cuatro apófisis geni para la inserción de los músculos que forman el piso de la boca. De estas apófisis parte oblicuamente hacia atrás y arriba la línea milohioidea, en la que se inserta el músculo milohioideo. La porción situada encima de la línea oblicua es la fosa sublingual, que aloja a la glándula del mismo nombre, y la situada por debajo es la fosa submaxilar, para la glándula submaxilar. La cara anterior o externa, en la línea externa existe una cresta que es la sínfisis mentoniana, terminada por un abultamiento que es la eminencia mentoniana; a los lados de la misma están los agujeros mentonianos, u a partir de ella asciende, hacia atrás y arriba, la línea oblicua externa. El borde superior o alveolar formado por la cavidades que forman los alveolos dentarios, en los que se implantan las raíces de los dientes y el borde inferior grueso y liso, presta inserción al músculo digástrico y muestra una muesca para el paso de la arteria facial. (8), (9).

Las ramas ascendentes situadas a cada lado de la parte posterior del cuerpo, tienen forma rectangular y presentan dos caras y cuatro bordes. La cara interna en su parte media presenta el orificio de entrada del conducto dentario inferior, para los vasos y nervios dentarios inferiores, estando limitado anteriormente por una pequeña apófisis, llamada espina de Spix. En la parte posteoinferior de la rama se inserta el pterigoideo interno. La cara externa es lisa, presenta rugosidades en su porción

posteroinferior, para el músculo masetero. El borde anterior vertical, está excavado por un canal, que se continúa con las líneas oblicuas externa e interna y presta inserción al músculo buccinador. El borde posterior grueso, esta en relación con la parótida. El borde superior en su centro se observa la escotadura sigmoidea, que termina por dos extremos llamados apófisis coronoides en la parte anterior y en la parte posterior el cóndilo del maxilar. La escotadura sigmoidea pone en comunicación la fosa cigomática con la región maseterina; en la apófisis coronoides se inserta el músculo temporal y el cóndilo se articula con la cavidad glenoidea del temporal. El borde inferior tiene continuidad con el borde inferior del cuerpo y termina posteriormente, formando el ángulo mandibular o gonion. (10).

Los huesos de la cara en conjunto con los huesos del cráneo, se disponen formando diversas cavidades, con el objeto de alojar y proteger los órganos de los sentidos. Esta relación entre la base del cráneo y la cara, constituyen un factor importante en la determinación del crecimiento facial, es así como la mejor manera para determinar esta relación se puede realizar mediante imágenes radiográficas por parte del ortodoncista.

La obtención de imágenes radiográficas tiene su origen con el descubrimiento de los rayos X por William. K. Röntgen en 1895. Estos rayos son ondas electromagnéticas con una longitud de onda menor de 10 Angstroms y una frecuencia inferior a  $3 \cdot 10^{16}$  y que por estas características son capaces de atravesar la materia, perdiendo parte de su energía o bien siendo desviados transmitiendo parte de su energía e ionizando a los átomos con quienes interacciona. (11).

Gracias a esa atenuación energética de la fuente de radiación, pueden obtenerse imágenes diagnósticas del interior de un órgano.

La imagen registrada en la radiografía es una representación bidimensional de un objeto tridimensional. Para obtener la máxima utilidad de una radiografía, el clínico debe reconstruir mentalmente una imagen tridimensional exacta de las estructuras anatómicas bajo estudio, a partir de una o más de esas imágenes bidimensionales lo cual en muchos casos puede dificultar la interpretación y localización de estructuras anatómicas. Por factores geométricos tales como magnificación, distorsión y superposición. (3), (11).

La distorsión por ampliación consiste en aumento del tamaño de la imagen en la película, comparado con el tamaño real del objeto. Los caminos divergentes de los fotones del haz de rayos X causan agrandamiento de la imagen en la radiografía. La distorsión del tamaño de la imagen depende de las distancias relativas entre el punto focal y la película y entre el objeto y la película. La distorsión de la forma de la imagen se debe a la ampliación desigual de distintas partes del mismo objeto. Esa situación aparece cuando no todas las partes de un objeto se encuentran a la misma distancia del punto focal. La forma física del objeto impide muchas veces su orientación óptima, lo que da lugar a distorsión de la forma. Tal fenómeno se apreciara por diferencias en el aspecto de la imagen en una radiografía, comparada con la forma verdadera. Con el fin de minimizar la distorsión de la forma es aconsejable alinear con cuidado el tubo, el objeto y la película. (11).

Las proyecciones de cráneo extraorales se pueden hacer con máquinas de rayos X odontológicas convencionales, tipos avanzados de aparatos panorámicos o unidades más grandes diseñadas de modo específico para la radiografía extraoral. Cuando se emplea un aparato de rayos X

extraoral convencional para la radiografía de cráneo por ejemplo en la consulta de ortodóntica.

Es importante proporcionar algún medio para fijar el cabezote del tubo en posición estándar. De modo similar, es importante disponer de un dispositivo de sujeción para posicionamiento de la cabeza llamado cefalostáto, a fin de que el posicionamiento del paciente sea reproducible. Con esos medios se puede conseguir una colocación consistente y exacta del sujeto en relación con el cabezal del tubo y la película. (11), (12).

En odontología existen diferentes tipos de radiografías extraorales que durante años han sido usadas por los odontólogos para una gran variedad de situaciones, entre ellas la localización y medición de estructuras anatómicas, llamadas como cefalometrias. Dentro de estas radiografías tenemos la proyección occipito-mentoniana llamada también de Waters la cual tiene utilidad particular en la evaluación de los senos maxilares, así como para pacientes politraumatizados faciales. Además es de utilidad para observar los senos frontales y etmoidales, la orbita, la sutura cigomático-frontal y la cavidad nasal. También muestra la posición de la apófisis coronoides del maxilar inferior, entre el superior y al arco cigomático. (3), (11), (12).

La proyección de Towne se usa para casos en los que existe sospecha de fractura del cuello condilar. Es muy adecuada para revelar un cóndilo desplazado hacia la línea media o en muchos casos para observar fracturas uni o bilateral de cóndilos. (13).

Otras de las radiografías más utilizadas en el área de ortodoncia es La proyección lateral del cráneo la cual se usa para revisar el cráneo y los huesos faciales en busca de datos de traumatismo, enfermedad o anomalías del desarrollo. Esta proyección revela los tejidos blandos

nasofaríngeos, los senos paranasales y el paladar duro. Los ortodoncistas la usan para evaluar el crecimiento facial, y en cirugía oral y odontología protésica proporciona registros antes y después del tratamiento

La proyección submentovértex llamada también proyección de basal o submento-vertical se usa para mostrar la base del cráneo, la posición y la orientación de los cóndilos e sentido trasversal, y especialmente para ver arcos cigomáticos., Esta proyección suele mostrar también las placas pterigoides medial y lateral y los agujeros de la base del cráneo.(11).

La proyección posteroanterior (PA) es una de las radiografías extraorales mas usadas para la realización de cefalometrias, ya que permite observar las posibles asimetrías faciales. (1), (2).En esta radiografía el paciente debe colocarse con su plano de Frankfort paralelo al piso, de la misma forma, el punto de incidencia del haz de rayos X es la eminencia occipital externa y este debe ser perpendicular a la película radiográfica. (11).

Esta radiografía también se emplea en caso de traumatismo o anomalías del desarrollo, y proporciona un buen registro para detectar cambios progresivos en las dimensiones medio-laterales del cráneo, incluyendo el crecimiento asimétrico. (1). También ofrece buena visualización de las estructuras faciales senos frontales y etmoidales, fosas nasales y orbitas).

Las proyecciones antero posteriores han sido frecuentemente utilizadas para realizar cefalometrias. La cefalometria fue definida por Moyers como una técnica radiográfica para obtener una imagen de la cabeza humana en un esquema geométrico medible. (14).

La radiografía ortopantográfica es una imagen tomográfica extraoral sencilla que muestra en una sola placa, todas las estructuras óseas y dentarias del maxilar superior y la mandíbula. La técnica fue desarrollada

por **Paatero** , en la década de los años cuarenta, y consiste en un equipo diseñado especialmente para este propósito llamado panorex o ortopantomografo, que tiene una fuente de rayos X que gira en una orbita elíptica alrededor de la cara del paciente.

El análisis de la radiografía ortopantográfica se hace comparando la simetría del lado izquierdo del paciente con la del lado derecho. Con este método se hace en el mismo individuo y con la misma placa radiográfica. Sirve para diagnosticar: asimetrías esqueléticas maxilares y mandibulares, desviaciones de las líneas medias dentales y esqueléticas, amplitud y longitud de las ramas mandibulares, localización del conducto dentario inferior.

La Rx cefalométrica es usada para describir la morfología y crecimiento del esqueleto craneofacial la predicción del crecimiento, plan de tratamiento y evaluación de los resultados del tratamiento. La mayoría de estos aspectos requieren identificaciones de puntos específicos y calculo de variables angulares y lineales. Dos tipos de errores ocurren con estos análisis: errores de proyección y de identificación. (15).

Los errores de proyección son causados por la representación en imágenes bidimensionales de un objeto tridimensional. Los rayos X de cono único no son paralelos y se originan desde una fuente dando como resultado que la Rx tenga elongaciones producidas por las distancias entre los focos, el objeto y la película. (16), (17). La mala alineación del cefalostáto y la rotación de la cabeza del paciente en el cefalostáto en cualquier plano también inducen a errores de proyección.

Los errores de identificación son los errores de los puntos específicos identificados sobre la película y son considerados por muchos

investigadores como las mayores fuentes de error en la cefalometrias. (18), (19).

Otros factores involucran la calidad de la imagen radiográfica precisión en la definición de los puntos, reproducibilidad en la localización de los puntos, operador y procedimiento de registro. La magnitud del error varía ampliamente de punto a punto. El mayor problema es que cada error lleva a cambios sutiles y los grandes se observan claramente. (20).

Los puntos cefalometricos en la radiografía ortopantografica se utilizan para: medir la distancia entre el cuerpo y la rama mandibular, para detectar asimetrías, para determinar la amplitud de las ramas mandibulares y para determinar la relación de las líneas medias faciales y dentarias.

Los puntos cefalometricos mas usados son: el punto Condoleon, Co, es el punto mas postero superior en la curvatura de la cabeza condilar. Menton, Mn es el punto mas inferior de la sínfisis mandibular en el plano medio sagital, Gonion, Go es el punto mas posterior e inferior del ángulo de la mandíbula, Escotadura Sigmoidea, este punto se localiza en la parte mas profunda y media de la concavidad de la escotadura, Antigonion Ant-Go se localiza en la parte media y mas profunda de la concavidad de la escotadura facial, Proceso Coronoides CP, es el punto mas superior den el vértice del proceso coronoides.

Dentro de estas imágenes diagnosticas la mas utilizadas son las tomografías.

La tomografía axial computarizada (TAC) fue descrita y puesta en práctica por el Dr. Godfrey Hounsfield en 1.967, quien advirtió que los rayos X que

pasaban a través del cuerpo humano contenían información de todos los constituyentes del cuerpo en el camino del haz de rayos, que, a pesar de estar presente, no se recogía en el estudio convencional con placas radiográficas. (17). (18).

El TAC es la reconstrucción por medio de un ordenador de un plano tomográfico de un objeto. La tomografía se obtiene mediante el movimiento combinado del tubo de rayos X hacia un lado mientras la placa radiográfica se mueve hacia el contrario, por lo que una superficie plana de la anatomía humana es perfectamente visible, y las áreas por encima y por debajo quedan borradas. La imagen se consigue por medio de medidas de absorción de rayos X hechas alrededor del objeto. Cada corte del TAC está compuesto por un número determinado de elementos volumétricos, cada uno de los cuales tiene una absorción característica, que se representan en la imagen del TV o monitor como una imagen bidimensional de cada uno de estos elementos (píxeles). Aunque el píxel que aparece en la imagen de monitor es bidimensional, en realidad representa el volumen, y por eso habría que considerarlo tridimensional, pues cada unidad, además de su superficie, tiene su profundidad, a semejanza del grosor de un corte tomográfico. A esta unidad de volumen es a lo que se llama "voxel".

Los elementos básicos de un equipo de TAC consisten en una camilla para el paciente, un dispositivo EN FORMA DE URNA LALAMDO gantry donde se instalan el tubo de rayos X y los detectores (elementos electrónicos que van a conseguir la toma de datos), un generador de rayos X y un ordenador que sintetiza las imágenes y está conectado con las diferentes consolas, tanto de manejo como de diagnóstico.

Entre las técnicas de imagen, destaca por su uso prioritario la TAC (Tomografía Axial Computerizada), o TC, basada en la emisión de radiaciones electromagnéticas, característica que comparte con las radiografías, y que la diferencia de la resonancia nuclear magnética. Dada la facilidad de realización, la precisión diagnóstica y la ausencia de riesgo, ha desplazado a técnicas clásicas más agresivas.

La imagen reconstruida puede ser almacenada, pudiendo visualizarla cada vez que se desee. También puede ser impresa en una placa convencional a través de una impresora láser conectada al monitor de visualización. (19).

Existen diversas generaciones de aparatos de T.C LA primera generación en el cual el tubo de RX y un detector en posiciones opuestas recorren una zona determinada, realizando los cálculos de atenuación correspondientes a esa zona, rotan ambos y recorren otra zona sobre el mismo eje realizando los cálculos de esta zona y repiten el proceso hasta conseguir los cálculos correspondientes a un ángulo de  $180^{\circ}$  sobre el mismo eje. Los tiempos de barrido por corte eran de 4 a 5 minutos.

Los equipos de segunda generación constan de treinta detectores opuestos al tubo de Rx, reducen el número de rotaciones de  $180$  a  $6$  por cada barrido, lo que a su vez reduce el tiempo total del barrido entre 20 y 60 segundos. Los equipos de tercera generación constan de un conjunto de detectores, junto con el tubo de Rx opuesto a ellos describen un giro de  $360^{\circ}$ , con lo que se reduce el barrido a tiempos inferiores a 3 segundos.

En los equipos de cuarta generación el tubo rota por el interior de una corona de detectores fijos que recogen y envían los datos para su cálculo.

Aunque así no se desajusta con facilidad la posición de los detectores, el tiempo de barrido viene a ser igual que el de la generación anterior. (20).

Los equipos de quinta y sexta generación de tomógrafos se introdujeron para reducir el movimiento, como en las dos anteriores generaciones, el detector es estático y el electrón del cono se barre electrónicamente a lo largo de una tira de tungsteno semicircular. Estos últimos son conocidos como tomógrafos computarizados de rayo de cono (CBCT), los cuales presentan las mismas ventajas de los tomógrafos anteriores pero con una mejor calidad de imagen y menor distorsión. (21), (22)

La tomografía de rayo de cono UNICO C.B.C.T. Fue diseñada en 1998 por Mozzo y Col al encontrar algunas limitaciones en LOS TOMOGRAFOS de la CT convencional. El rayo de cono también produce mayor enfoque y considerablemente menos radiación comparado con la CT convencional. Esto aumenta la utilización de la radiografía significativamente y reduce la capacidad de rayos X requeridos para un scanner volumétrico. Se ha informado que la radiación total es aproximadamente el 20% de la CT convencional y equivale a una exposición de radiación de una radiografía periapical. Las innovaciones del componente son significantes y permiten al CBCT ser más económico y más pequeño. (21), (22), (23), (24)

Además la cámara de exposición es construida por encargo y reduce la cantidad de radiación.

Hay Cuatro principales proveedores del sistema en el mercado mundial: New Tom 3G (Radiología cuantitativa, Verona, Italia), i-Cat (Imagen de ciencias Internacionales, Hatfield, EE.UU), CB MercuRay (Hitachi Medical Corporation, Tokio, Japan) ,3D Accuitomo (J Morita Mfg Corp, Kyoto, Japan).

Como la investigación clínica en esta tecnología escala y los costos se reducen, no hay ninguna duda que más proveedores empiecen a invertir y promover esta tecnología.

Las máquinas CBCT disponibles difieren en tamaño, área de captura de la imagen y uso clínico.

EL NEW TOM 3G fue introducido recientemente como parte de un proceso evolutivo este es predecesor del Newton 9000. El Newton fue el primer aparato de uso dental como tecnología CBCT.

La operación del sistema es similar a CT convencional. El paciente se coloca en una posición supina y escanea cabeza y cuello completamente en 36 segundos. (22), (5), (4).

El sistema ofrece tres posibles campos de vista, los fabricantes dicen que el sistema es capaz de producir una resolución mayor a 0.125mm cuando se usa la vista más pequeña. El voxel (píxel de volumen) representa una cantidad de datos tridimensionales, así como un píxel representa un punto o racimo de puntos en los datos bidimensionales. La resolución del voxel da una indicación de la habilidad para capturar los detalles más finos (por ejemplo el ligamento periodontal tiene un ancho promedio de 0.5mm, y por consiguiente en el orden de captura de detalle un mínimo de 2 voxels con una resolución de 0.25mm se requiere.

El software permite un análisis volumétrico de los tejidos duros y blandos. Estos datos pueden exportarse a una imagen digital normal.

EL i-CAT es un sistema de rayo de cono tridimensional desarrollado por Imagin Scienses Internacional. La imagen tridimensional es capturada

con el paciente sentado y el tiempo de scanner varia entre 20-40 segundos.

En los prototipos iniciales solo la región maxilo-mandibular pudo ser tomada, pero con las nuevas mejoras y modificaciones, los fabricantes dicen que una imagen 20X25cm puede ser obtenida

Esto es suficiente para capturar una imagen facial estándar equivalente a la de un cefalograma lateral tridimensional.

La crítica temprana del sistema era la distorsión de los tejidos faciales producidos por el mentón cuando el paciente se colocaba en el dispositivo. Este inconveniente ha llevado a la compañía a mejorar la postura del paciente en el dispositivo.

CB MERCURAY este nos da una imagen CBCT completa de cabeza y cuello.

La fuente radiológica es hecha de una energía baja fijada al tubo del ánodo produciendo una radiografía de rayo de cono, que es capturada en un intensificador de imagen.

Los fabricantes exigen un tiempo de exposición de 10 segundos a través de una rotación de 360° que proporciona 288 imágenes que pueden verse en 2D o 3D.

Mercuray ofrece tres vistas diferentes y la rapidez de la máquina CBCT actualmente disponible. Esto es una ventaja que reduce el movimiento del paciente durante la captura de la imagen.

3D ACCUITOMO el campo de investigación 30X40 mm se enfoca más en áreas anatómicas específicas. Esta pequeña y compacta unidad tiene la ventaja de solo requerir 1.6 espacio de tiempo, de una panorámica dental (1620X 1200mm).

Dentro de las aplicaciones clínicas de interés ortodóntico encontramos valoración de impactaciones, localización de nervio dentario inferior, piso de seno, evaluación pre quirúrgica para implantes, evaluación de senos paranasales, visualización de lesiones odontogénicas, evaluación de traumas, visualización de ATM, fabricación de guías quirúrgicas y evaluación quirúrgica Craneofacial. (21), (22).

Gracias a que la tomografía de rayo de cono provee una imagen clara de estructuras de alto contraste, es extremadamente útil para la evaluación ósea. (22).

Aunque existen limitaciones en estas tecnologías para los tejidos blandos los esfuerzos han sido dirigidos al desarrollo de técnicas y software para mejorar las señales hacia el radio nasal e incrementar el contraste.

El uso de tecnología con tomografía de rayo de cono en la práctica clínica provee numerosas ventajas comparada con la tomografía convencional, entre las cuales tenemos la Limitación del Rayo de cono la cual permite reducir el tamaño del área irradiada por medio de la colimación del rayo de cono primario al área de interés minimiza la dosis de irradiación.

La mayoría de tomografías de rayo de cono pueden ser ajustadas para escanear pequeñas regiones del área de diagnóstico específica o escanear el complejo craneofacial entero cuando es necesario. también una de sus ventajas es la Precisión de la Imagen YA QUE Los datos cefalométricos comprenden un bloque tridimensional de las mas pequeñas estructuras cuboides conocidas como voxels, cada una de las cuales representa un grado específico de absorción de rayos X, el tamaño de estos voxels determinan la resolución de la imagen.

En una tomografía computarizada convencional los voxels son anisotropicos (cubos rectangulares donde la dimensión mas larga del voxel es la superficie axial). Aunque los voxel de la tomografía pueden ser tan pequeños como 0.625mm cuadrados su profundidad esta usualmente entre 1 y 2. Todas las unidades de CBCT contienen una resolución de voxel que son isotropicos (igual en todas las dimensiones).

Por otra parte el tiempo de Escaneado Es rápido ya que el CBCT obtiene todas las imágenes base en una sola toma, el tiempo de escáner es rápido (10-70 ser) y es comparable con el sistema espiral medico MDCT. Aunque el tiempo de escaneado rápido usualmente significa pocas imágenes base de las cuales se hace la reconstrucción volumétrica de todos los datos. (21)

La Reducción de la Dosis es otra de sus ventajas ya que los reportes publicados indican que la dosis efectiva de radiación (rango promedio entre 36.9-50.3 micro sievert) 10

Es significativamente reducida a 98% comparado con sistema de tomografía computarizada convencional (rango promedio para la mandíbula de 1320 -3.324 microsivert), rango promedio para el maxilar (1,031-1.420)

Esto reduce la dosis efectiva al paciente aproximándose a la dosis de una radiografía periapical (13-100 microsiverts) 18, 20 ò 4-15 veces de una radiografía panorámica (2.9-12 microsiverts) (25).

En años recientes la tomografía computarizada a dado una reconstrucción tridimensional del esqueleto craneofacial completo. (26)

A lo largo de todas las superficies para evaluar todas las estructuras internas incluyendo los músculos. 22 La tomografía computarizada provee un método tridimensional para evaluar algunas de las mismas medidas

que en la cefalometría bidimensional y de evaluar mandíbulas simétricas (27), (28).

La reconstrucción de imágenes con resonancia magnética en formas tridimensionales puede dar un método de precisión relativa para determinar efectivamente el crecimiento y cambios pero esto no ha sido estudiado. Desafortunadamente ambos métodos son muy costosos y tienen una disponibilidad limitada para ser usados en la práctica ortodóntica, Sin embargo el equipo es ahora asequible a los laboratorios radiográficos. (21).

La imagen radiográfica es un diagnóstico adicional importante para la valoración esquelética y dental para el paciente de ortodoncia. Desde 1931, las imágenes bidimensionales, se hace con estandarización de proyección geométrica, ha sido usada para identificar puntos anatómicos específicos de dimensiones dentales y esqueletos verticales y anteroposterior que se pueden obtener. Recientemente el sistema de tomografía computarizada de rayo de cono (CBCT) se ha desarrollado específicamente para la región maxilofacial. 4,25

El sistema CBCT fue aprobado para su uso en los Estados Unidos incluyendo el Newton QR DVT 3G (Quantitative Radiology, Verona, Italy), CB Mercuray (Hitachi Medical, Chibaquén, Japan), i-CAT (Imaging Sciences Internacional, Hatfield, Pa), Llama (Imtec Imaging, Ardmore, Okla), y 3D Accu-i-tomo-XYZ Slice View Tomograph, (J. Morita, Kyoto, Japan). Todas menos la última incluyen la mayoría de puntos antropométricos usados en análisis cefalométricos.

CBCT escaneado rotacional por la fuente de un rayo y una fuente recíproca que detecta el rayo facilitando la obtención de muchas

imágenes base de una sola proyección. CBCT permite reformar la 2D multi-planar (MPR) y hacer una reconstrucción secundaria de los datos en un computador personal, por eso permite tomar las imágenes en otras orientaciones que el plano axial convencional.

El tiempo y la dosis requerida son similares a otras radiografías dentales de uso actual. Las aplicaciones maxilofaciales de CBCT han sido para cirugía maxilofacial, implantología y ortodoncia. La alta exactitud ha sido reportada para la CBCT en medidas de estructuras faciales. (29).

Los cefalogramas han sido usados en planeación de tratamientos de ortodoncia y valoración de resultados por 75 años; Durante este tiempo, una substancial base de datos de información de radiografías en 2D donde estandarizan la cabeza para tratamientos de ortodoncia los resultados han sido recolectados. Para los movimientos en ortodoncia el paradigma del uso de la cefalometría 3D, es ilógica para descartar la valiosa información del pasado.

Es posible reconstruir un cefalograma clásico a una CBCT sin necesidad de reirradiar al paciente. (20) Además una sola imagen base es suficiente para replicar la información necesaria de una cefalometría tradicional, el número de cortes puede reducirse de 1 en 300, con una dosis reducida para el paciente si un análisis volumétrico no es requerido. (30).

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo General**

Determinar el grado de concordancia entre las medidas de cefalogramas obtenidos de la tomografía volumétrica de rayo de cono **C.B.C.T** comparadas con cefalogramas convencionales obtenidos de radiografías extraorales ortopantograficas

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

#### **1.5.2.1.**

Determinar la diferencia milimétrica entre las distancias de los planos:

Condileon (Co) – Condileon (Co) ; Apófisis coronoides – Apófisis coronoides; agujero Mentonero- agujero Mentonero ; Gonion (Go) – Gonion (Go); Antegonial (Ant)- Antegonial (Ant); Condileon (Co)- Gonion (Go)derecho; Condileon (Co)- Gonion izquierdo; Condileon (Co) – Antegonial derecho; Condileon (Co) – Antegonial izquierdo (Ant); Apófisis coronoides – Gonion (Go)derecho; Apófisis coronoides – Gonion (Go) izquierdo; Espina nasal anterior (ENA)- Menton(Me); Condileon (Co) – Apófisis coronoides derecha; Condileon (Co) – apófisis coronoides izquierda; Condileon (Co) – Menton (Me) derecho, Gonion (Go) – Menton (Me) derecho, Condileon (co)- Menton (Me) izquierdo, Gonion(Go) – Menton (Me) derecho; vistos tanto en C.B.C.T. como en radiografías extraorales ortopantográficas.

## **II. ASPECTOS METODOLOGICOS**

### **2.1 TIPO DE ESTUDIO**

Descriptivo transversal para establecer nivel de correlación.

### **2.2 POBLACION**

10 estudiantes de IV y VI semestre del Postgrado de Ortodoncia y ortopedia maxilar de la Institución Universitaria Colegios de Colombia.(UNICOC).

### **2.3 OBJETO DE ESTUDIO**

Analítico correlacional

### **2.4 CRITERIOS DE SELECCIÓN**

#### **2.4.1 Criterios de inclusión**

Residentes:

- Hombres y mujeres
- Entre 20 y 40 años
- Que deseen participar y que firmaron consentimiento informado.

#### **2.4.2 Criterios de exclusión**

- Residentes Gestantes.

### **2.5 MUESTREO**

No probabilístico por conveniencia.

## 2.6 MUESTRA

10 Tomografías de rayo de cono único (C.B.C.T), 10 Radiografías extraorales ortopantográficas convencionales de residentes de IV y VI semestre del postgrado de Ortodoncia y Ortopedia maxilar de la Institución Universitaria Colegios de Colombia.

## 2.7 VARIABLES DE INTERES

PLANOS CEFALOMÉTRICOS	DEFINICIÓN	OPERACIONALIZACIÓN	ESCALA DE MEDIDA	CATEGORIZACIÓN	INSTRUMENTO
Condileon (Co) – Condileon (Co)	Distancia comprendida entre el Condileon ubicado en el punto mas postero superior del cóndilo mandibular izquierdo hasta el punto mas postero superior del cóndilo mandibular derecho.	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital
Apófisis Coronoides – Apofisis Coronoides	Distancia comprendida entre el vértice superior de la apófisis coronoides izquierda hasta el vértice superior de la apófisis coronoides derecha	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital
Agujero Mentonero – Agujero Mentonero	Distancia comprendida entre el centro de el espacio del agujero mentonero izquierdo y el centro del espacio del agujero mentonero derecho	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital

Gonion (Go) - Gonion (Go)	Distancia comprendida entre el punto del ángulo formado entre el borde inferior y el borde posterior de la mandíbula del lado izquierdo y el punto del ángulo formado entre el borde inferior y el borde posterior de la mandíbula de lado derecho.	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital
Antegonial (Ant-Go) – Antegonial (Ant-Go)	Distancia comprendida entre la parte más profunda y media de la concavidad de la escotadura facial izquierda y la parte más profunda y media de la concavidad de la escotadura facial derecha.	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital
Condileon (Co) Gonion (Go) Derecho	Distancia comprendida entre Condileon ubicado en el punto más posterosuperior del cóndilo mandibular derecho hasta Gonion ubicado en el punto en el ángulo mandibular, entre el borde inferior de la mandíbula y posterior a la rama ascendente derecha.	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital
Condileon (Co) Gonion (Go) Izquierdo	Distancia comprendida entre Condileon ubicado en el punto más posterosuperior del cóndilo mandibular izquierdo hasta Gonion ubicado en el punto en el ángulo mandibular, entre el borde inferior de la mandíbula y posterior a la rama ascendente izquierdo.	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital
Condileon (Co)- Antegonial (Ant-Go) Derecho	Distancia comprendida entre el punto mas postero superior del cóndilo mandibular derecho y el la parte más	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital

	profunda y media de la concavidad de la escotadura facial derecho				
Condileon (Co)- Antegonial (Ant-Go) Izquierdo	Distancia comprendida entre el punto mas postero superior del cóndilo mandibular izquierdo y el la parte más profunda y media de la concavidad de la escotadura facial izquierdo	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital
Apófisis Coronoides – Gonion Derecho	Distancia comprendida entre el vértice superior de la apófisis coronoides derecha y el punto ubicado en el ángulo mandibular, entre el borde inferior de la mandíbula y posterior a la rama ascendente derecha	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital
Apófisis Coronoides – Gonion Izquierdo	Distancia comprendida entre el vértice superior de la apófisis coronoides y el punto en el ángulo mandibular, entre el borde inferior de la mandíbula y posterior a la rama ascendente izquierdo	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital
Condileon (Co) – Apófisis coronoides derecha	Distancia comprendida entre el punto mas postero superior del cóndilo mandibular derecho y el el vértice superior de la apófisis coronoides derecha.	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital
Condileon (Co) – Apófisis coronoides Izquierdo	Distancia comprendida entre el punto mas postero superior del cóndilo mandibular izquierdo y el vértice superior de la apófisis coronoides izquierda.	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital
Espina Nasal Anterior (ENA) - Mentón (Me)	Distancia comprendida entre el punto ubicado en el límite mas anterior del piso de las fosas nasales y el punto más inferior de la sínfisis mandibular.	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital

Condileon derecho (Co) – Mentón (Me)	Distancia comprendida entre el punto mas postero superior del cóndilo mandibular derecho y el punto más inferior de la sínfisis mandibular.	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital
Gonion derecho (Go)- Mentón Me	Distancia comprendida entre el punto en el ángulo mandibular, entre el borde inferior de la mandíbula y posterior a la rama ascendente derecho y el punto más inferior de la sínfisis mandibular.	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital
Condileon Izquierdo (Co) – Mentón (Me)	Distancia comprendida entre el punto mas postero superior del cóndilo mandibular derecho y el punto más inferior de la sínfisis mandibular y el punto más inferior de la sínfisis mandibular.	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital
Gonion Izquierdo (Go)- Mentón Me	Distancia comprendida entre el punto en el ángulo mandibular, entre el borde inferior de la mandíbula y posterior a la rama ascendente derecho y el punto más inferior de la sínfisis mandibular.	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital

## **2.8 PROCEDIMIENTO**

Se elaboró un modelo de estudio sobre un cráneo humano seco en el cual se ubicaron marcadores de gutapercha en cada una de los puntos anatómicos determinados anteriormente en las variables.

Los marcadores de gutapercha fueron colocados de la siguiente manera: Se utilizaron módulos separadores de uso común en ortodoncia, estos se ubicaron en el centro de cada uno de los puntos sobre la superficie del cráneo seco y fueron fijados con pegante instantáneo (supercryl ®.) Posteriormente los espaciadores fueron cubiertos con gutapercha termo plastificada.

Una vez obtenido el modelo estándar, a partir del cráneo seco y los puntos anatómicos con marcadores de gutapercha, este se llevó a la UNIDAD DE RADIOLOGÍA E IMAGENOLOGÍA DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA, con el propósito de tomar una radiografía extraoral Posteroanterior.

Para la toma de esta radiografía se utilizó un aparato de radiología extraoral (VILLA SISTEM MEDICAL®, Modelo 82088100, Serial 19400012 Fabricado en Italia). El cráneo fue colocado en el cefalostato verificando la correcta posición de éste con respecto al plano del Frankfort y a la línea media esquelética. El tiempo de exposición fue de 1,5 segundos con un kilovoltaje de 110Kv y un miliamperaje de 8 ma.

Posteriormente el modelo de cráneo fue llevado al CONSULTORIO RADIOLÓGICO ORAL Y MAXILOFACIAL "ALVARO DELGADO

MORALES” con el fin de obtener una tomografía computarizada de rayo de cono (CBCT), para lo cual se utilizó un tomógrafo de rayo de cono (i-CAT®) con sensor Flat Panel. De la misma manera, el cráneo fue colocado en el tomógrafo verificando el paralelismo del plano de Frankfort con respecto al piso y ubicando la línea media facial perpendicular a dicho piso. El i-CAT permitió realizar una captura completa del cráneo con un protocolo de 20 + 20 segundos y resolución de 0.4. Las imágenes obtenidas del modelo, fueron entregadas en un CD\_ROM para su posterior impresión digital tanto en papel fotográfico como en acetato.

Luego de obtener las tomografías y las radiografías ortopantográficas del cráneo seco, se procedió a tomar las radiografías ortopantográficas en cada uno de los 10 pacientes.

Los diez (10) pacientes, previo consentimiento informado, fueron entonces llevados al aparato de radiología extraoral y colocada en el cefalostato verificando su correcta ubicación con respecto al plano de Frankfort y a la línea media facial. El tiempo de exposición fue de 1,5 segundos con un kilovoltaje de 110Kv y un miliamperaje de 8 ma. Las radiografías panorámicas de cada uno de los pacientes fueron entonces revelada automáticamente y posteriormente rotulada.

Después los pacientes fueron llevados al CONSULTORIO RADIOLÓGICO ORAL Y MAXILOFACIAL “ALVARO DELGADO MORALES” para la toma de la tomografía Computarizada de Cono Único (CBCT), verificando su correcta posición con respecto al plano de Frankfort y a la línea media facial. La totalidad de las imágenes fueron entonces obtenidas en CD-ROM para luego ser imprimidas tanto en papel fotográfico como en acetato.

Una vez obtenidas las imágenes tanto de la radiografía ortopantográfica convencional como de la tomografía, de rayo de cono (CBCT) se procedió

a localizar los puntos cefalométricos de acuerdo a las variables de estudio. Estos fueron:

Condileon (Co) – Condileon (Co) ; Apófisis coronoides – Apófisis coronoides; agujero Menotonero- agujero Mentonero ; Gonion (Go) – Gonion (Go); Antegonial (Ant)- Antegonial (Ant); Condileon (Co)- Gonion (Go)derecho; Condileon (Co)- Gonion izquierdo; Condileon (Co) – Antegonial derecho; Condileon (Co) – Antegonial izquierdo (Ant); Apófisis coronoides – Gonion (Go)derecho; Apófisis coronoides – Gonion (Go) izquierdo; Espina nasal anterior (ENA)- Menton(Me); Condileon (Co) – Apófisis coronoides derecha; Condileon (Co) – apófisis coronoides izquierda; Condileon (Co) – Menton (Me) derecho, Gonion (Go) – Menton (Me) derecho, Condileon (Co)- Menton (Me) izquierdo, Gonion(Go) – Menton (Me) derecho.

Posteriormente se procedió a realizar las mediciones de cada uno de los planos, mediante un calibrador micrométrico digital (VERNIER®), dichas mediciones fueron realizadas por un residente del postgrado de Ortodoncia y Ortopedia maxilar de la Institución Universitaria Colegios de Colombia, el coordinador de la cátedra de radiología de la misma institución y un radiólogo del Consultorio Radiológico Oral y Maxilofacial “Alvaro Delgado Morales”, los cuales fueron calibrados y estandarizados en la toma de las medidas. Posteriormente se tomó el índice de Kappa para determinar la concordancia en la ubicación y medición de los puntos para elegir el observador que realizó las mediciones en la prueba de campo de la misma forma en que se realizaron para el modelo de cráneo seco.

Una vez realizadas las mediciones, estas fueron recopiladas en el instrumento de recolección de datos previamente diseñado.(Ver Anexo)

Las medidas fueron registradas en un instrumento de recolección de datos diseñado para este fin. (Ver Anexo1).

## **2.9 ANALISIS ESTADISTICO**

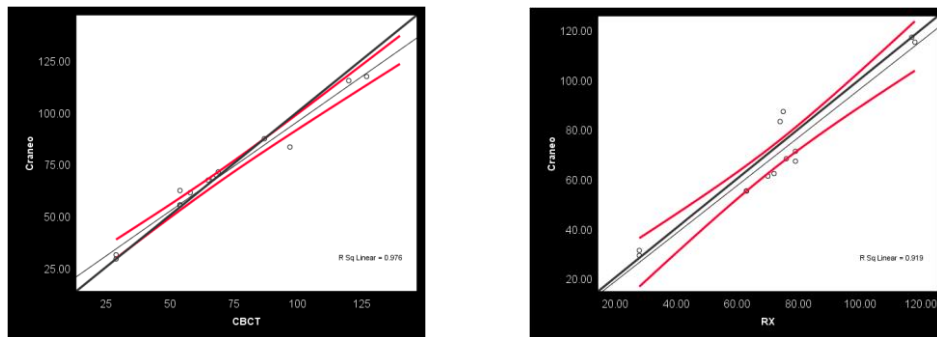
Los datos fueron tabulados en Excel 2007 y fueron procesados en SPSS versión 16. Se realizó el análisis de concordancia de las medidas cefalométricas mediante el coeficiente de correlación y concordancia (CCC) y el coeficiente de correlación intraclase (CCI).

## **2.10 IMPLICACIONES ETICAS**

Teniendo en cuenta que los pacientes pertenecientes a la investigación serian sometidos a una dosis mínima de radiación, se determinó que el tipo de riesgo es mayor que el mínimo considerado por el comité de ética institucional de acuerdo con la resolución 8430 de 1993. Por tal motivo se solicitó a los participantes su autorización mediante la firma del consentimiento informado

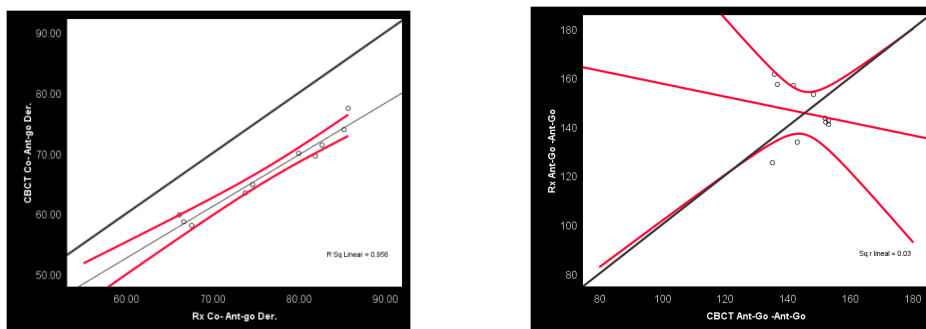
### III. RESULTADOS

Los hallazgos encontrados durante la prueba piloto muestran mayor dispersión de los datos obtenidos en la radiografía ortopantográfica, con respecto a la CBCT y el modelo de cráneo seco. En la grafica se observa la dispersión de los datos.



**Grafica 1. Variación entre radiografía ortopantográfica – cráneo seco y CBCT- cráneo seco.**

En los hallazgos de la prueba de campo se observo una correlación alta de ( $r=0.98$ ) para las medidas: CBCT Co- Ant-go Der. - Rx Co- Ant-go Der.; CBCT Co -Go Izq. - Rx Co -Go Izq.; y de manera inversa con una correlación negativa ( $r= -0.17$ ) se encuentra en las medida CBCT Ant-Go -Ant-Go - Rx Ant-Go -Ant-Go.



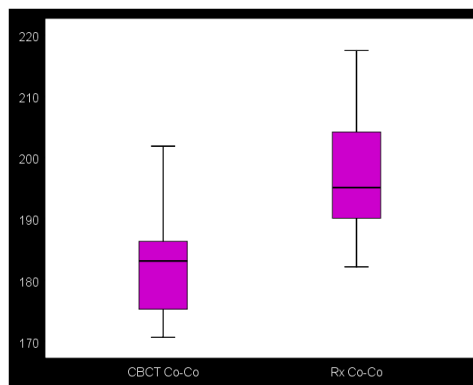
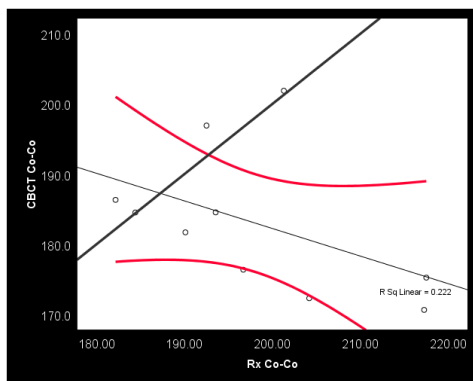
**Grafica 2. Comparación de mayor y menor correlación entre el CBCT y la radiografía ortopantográfica.**

En los hallazgos relacionados con la prueba de campo se encontró una correlación alta ( $r=0.985$ ) entre la CBCT y la radiografía cefálica lateral para la medida Co -Go Izq. - Rx Co -Go Izq. y la más baja ( $r= 0.125$ ) entre la CBCT y la radiografía cefálica lateral para la medida CBCT Go der- Me - Rx Go der- Me. Tabla 1.

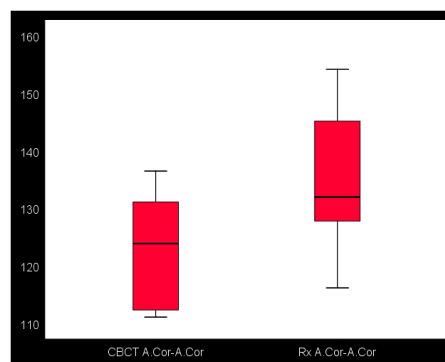
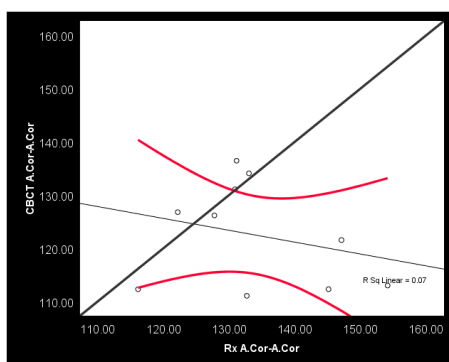
**Tabla 1. Prueba de muestras relacionadas comparando valores radiográficos y CBCT en puntos cefalométricos**

	Diferencias relacionadas			CCC
	Media	Desviación	Correlación	
CBCT Co-Co - Rx Co-Co	-14.9	19.3	-0.47	-0.04
CBCT A.Cor-A.Cor - Rx A.Cor-A.Cor	-11.5	17.1	-0.26	-0.03
CBCT Ant-Go -Ant-Go - Rx Ant-Go -Ant-Go	-0.4	14.7	-0.17	-0.01
CBCT Go-Go - Rx Go-Go	-6.2	15.8	-0.36	-0.04
CBCT Agujero Mentonero-Agujero Mentonero - Rx Agujero Mentonero-Agujero Mentonero	3.9	8.1	0.20	0.03
CBCT Co -Go Der. - Rx Co -Go Der.	-7.3	2.1	0.96	0.06
CBCT Co -Go Izq. - Rx Co -Go Izq.	-9.3	2.1	0.98	0.05
CBCT Co- Ant-go Der. - Rx Co- Ant-go Der.	-9.8	1.8	0.98	0.05
CBCT Co Ant-go Izq. - Rx Co Ant-go Izq.	-12.6	3.1	0.89	0.03
CBCT A.Cor- Go Der. - Rx A.Cor- Go Der.	-10.3	5.4	0.70	0.03
CBCT A.Cor-Go Izq. - Rx A.Cor-Go Izq.	-13.7	5.1	0.66	0.02
CBCT Co - A. Cor Der. - Rx Co - A. Cor Der.	1.4	3.3	0.67	0.12
CBCT Co - A. Cor Izq. - Rx Co - A. Cor Izq.	0.7	2.9	0.80	0.13
CBCT ENA- Me - Rx ENA- Me	-15.2	2.8	0.90	0.02
CBCT Go der- Me - Rx Go der- Me	-3.5	6.6	0.125	0.04
CBCT Co Izq.-Me - Rx Co Izq.- Me	-11.0	5.4	0.723	0.05
CBCT Go Izq.- Me - Rx Go Izq.- Me	-2.0	6.1	0.346	.040
CBCT Co der- Me - Rx Co der- Me	-9.5	5.2	0.703	0.03

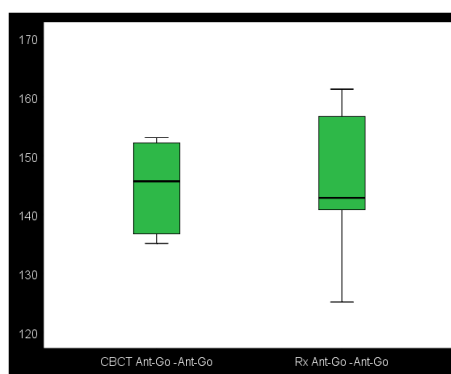
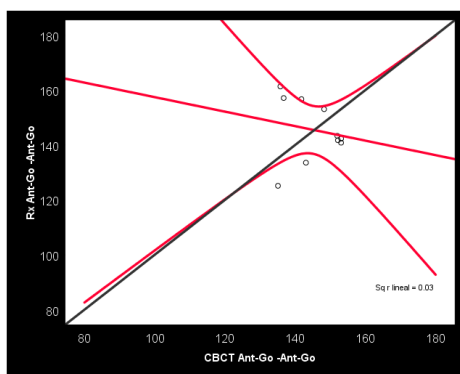
Las otras variables incluidas en el estudio arrojaron los siguientes resultados:



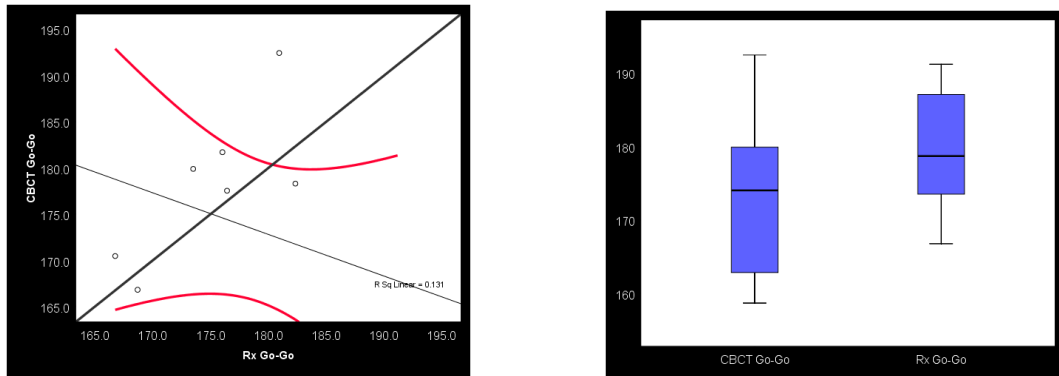
**Grafica 3. Comparación de medidas Co – Co entre el CBCT y la radiografía ortopantográfica.**



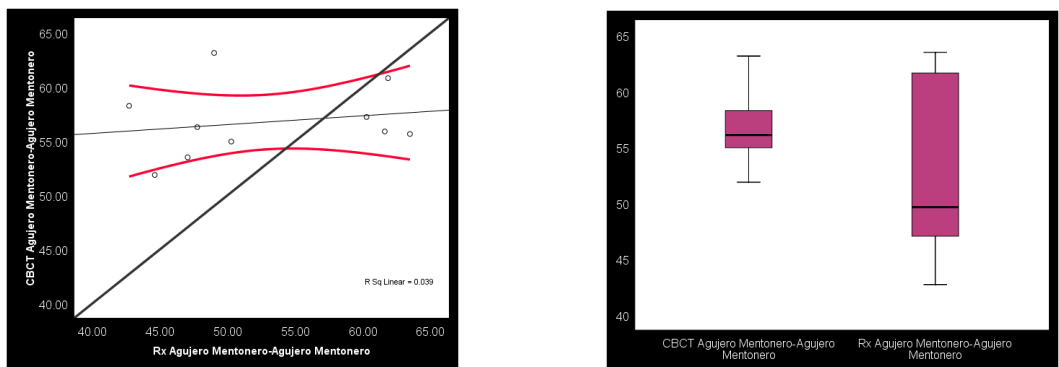
**Grafica 4. Comparación de medidas Apófisis Coronoides – Apófisis Coronoides entre el CBCT y la radiografía ortopantográfica.**



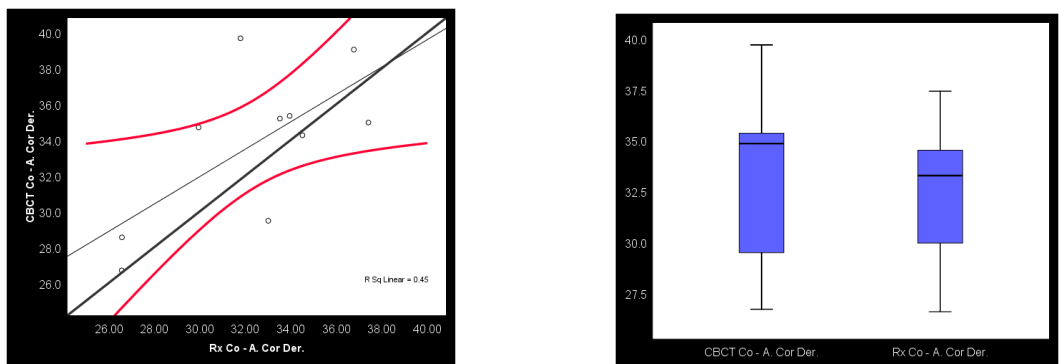
**Grafica 5. Comparación de medidas Antegonial – Antegonial entre el CBCT y la radiografía ortopantográfica.**



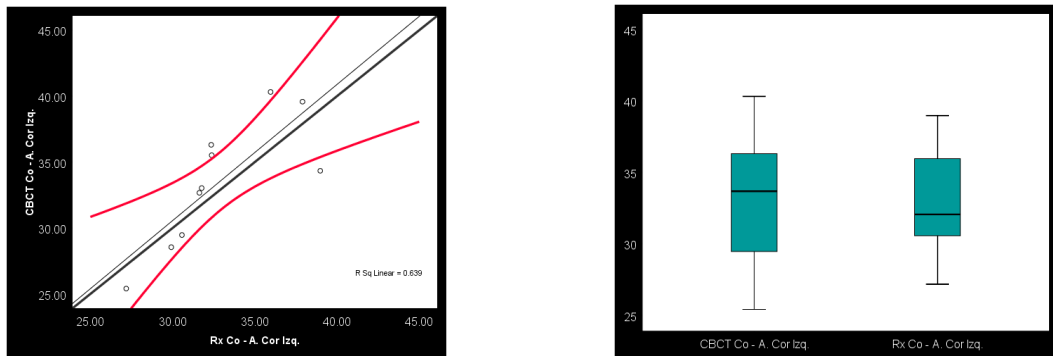
**Grafica 6. Comparación de medidas Gonion - Gonion entre el CBCT y la radiografía ortopantográfica.**



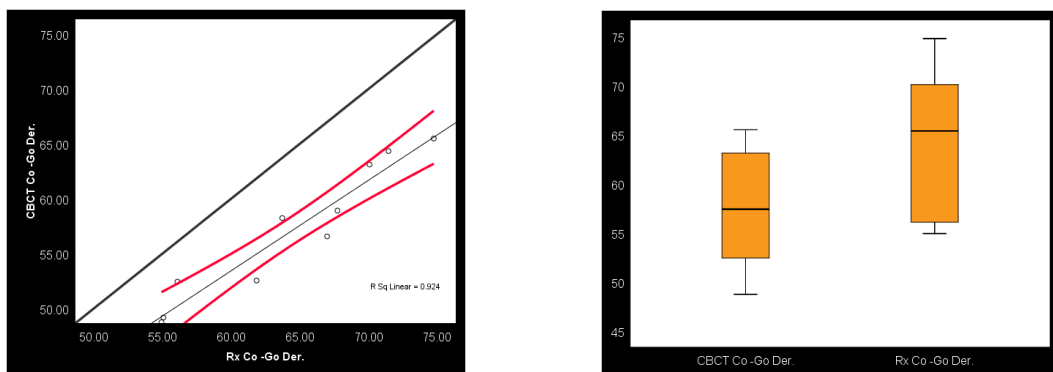
**Grafica 7. Comparación de medidas Agujero Mentonero – Agujero Mentonero entre el CBCT y la radiografía ortopantográfica.**



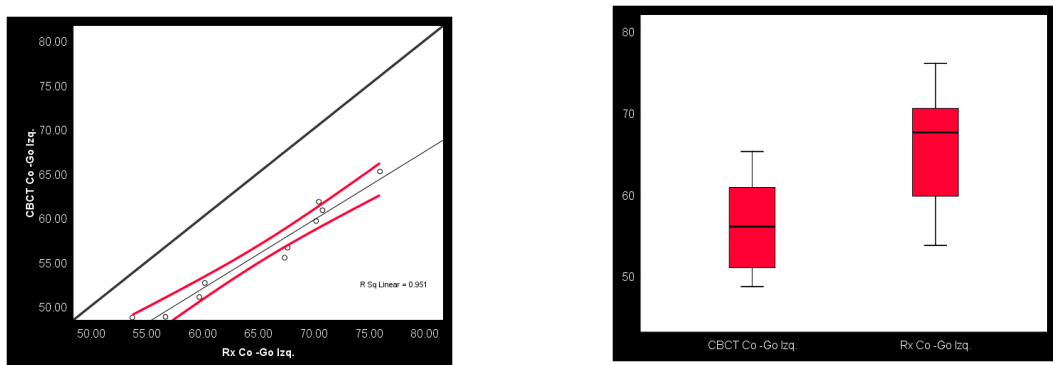
**Grafica 8. Comparación de medidas Condileon – Apofisis Coronoides Derecha Mentonero entre el CBCT y la radiografía ortopantográfica.**



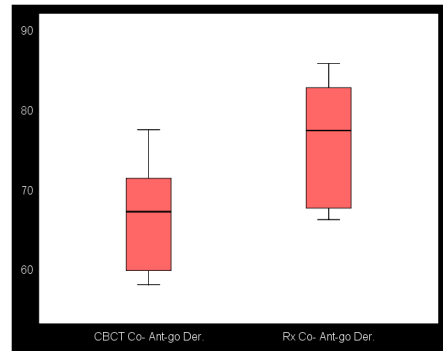
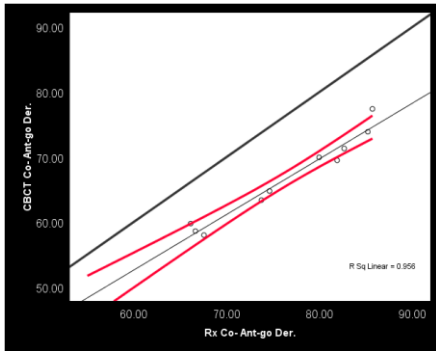
**Grafica 9. Comparación de medidas Condileon – Apófisis Coronoides Izquierdo Mentonero entre el CBCT y la radiografía ortopantográfica.**



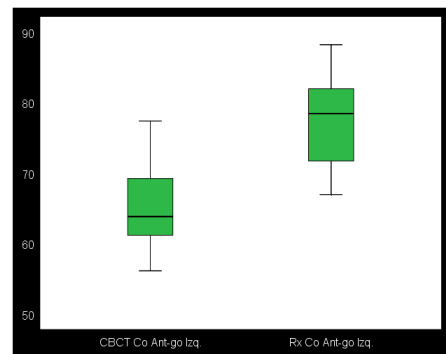
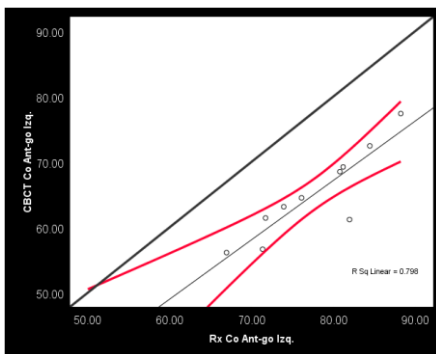
**Grafica 10. Comparación de medidas Condileon – Gonion derecho entre el CBCT y la radiografía ortopantográfica.**



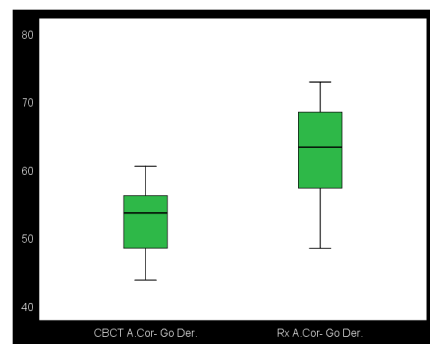
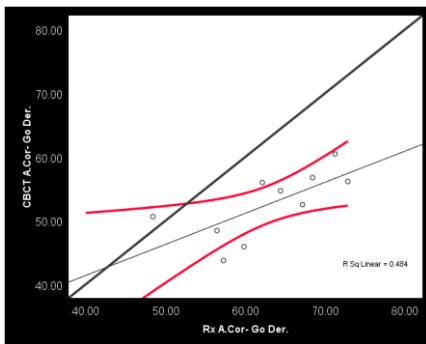
**Grafica 11. Comparación de medidas Condileon – Gonion izquierdo entre el CBCT y la radiografía ortopantográfica.**



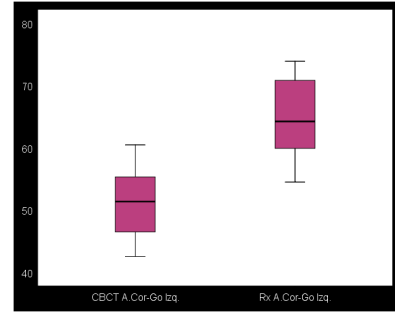
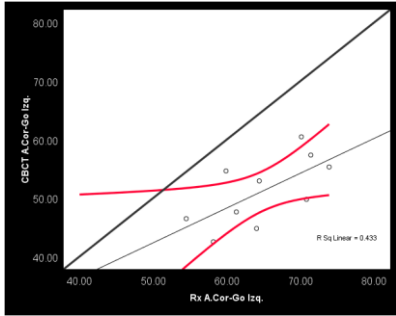
**Grafica 12. Comparación de medidas Condileon – Antegonial derecho entre el CBCT y la radiografía ortopantográfica.**



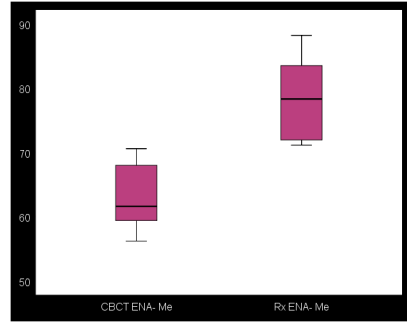
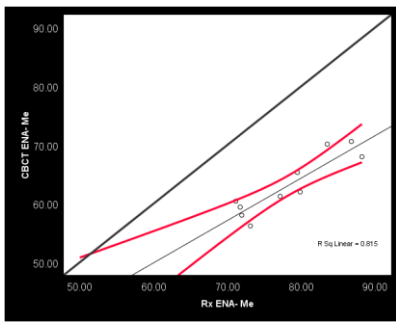
**Grafica 13. Comparación de medidas Condileon – Antegonial izquierdo entre el CBCT y la radiografía ortopantográfica.**



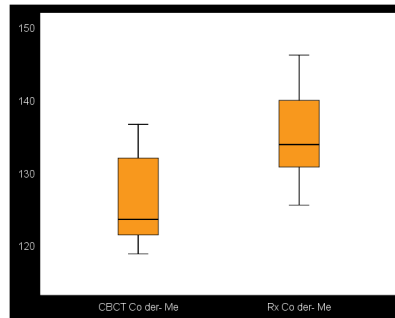
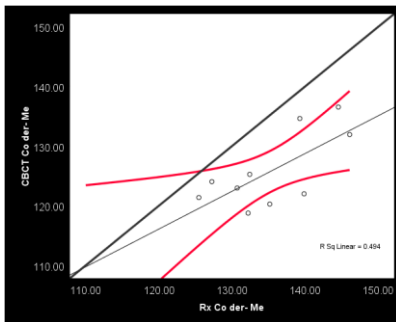
**Grafica 14. Comparación de medidas Apófisis coronoides – Gonion derecho entre el CBCT y la radiografía ortopantográfica.**



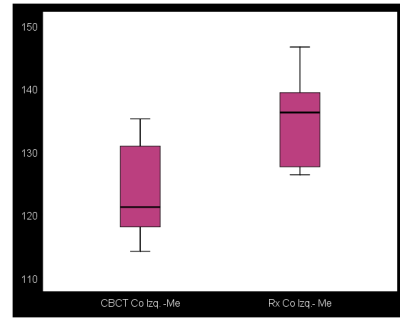
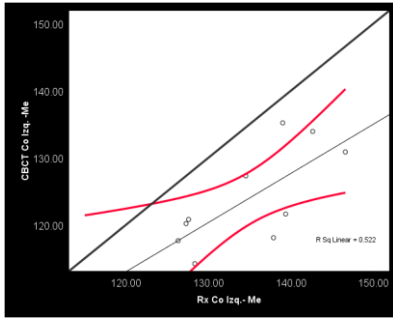
**Grafica 15. Comparación de medidas Apófisis coronoides – Gonion izquierdo entre el CBCT y la radiografía ortopantográfica.**



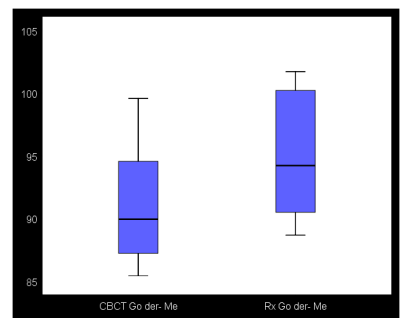
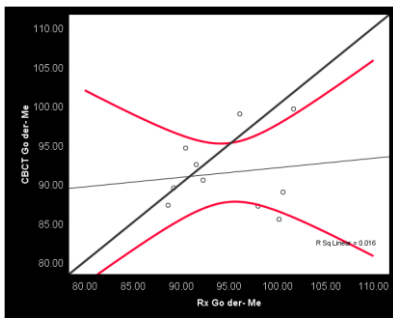
**Grafica 16. Comparación de medidas Espina nasal anterior - Menton entre el CBCT y la radiografía ortopantográfica.**



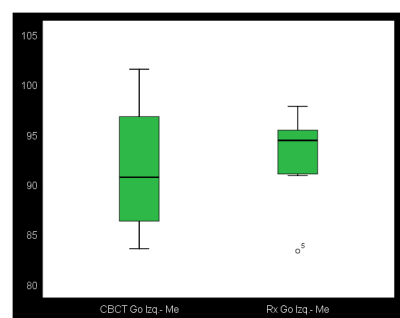
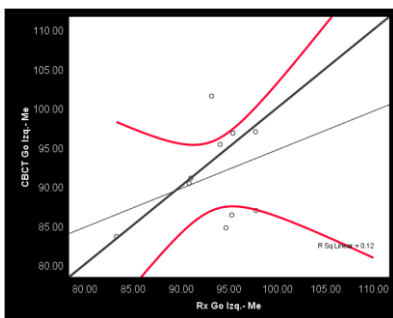
**Grafica 17. Comparación de medidas Condileon derecho - Mentón entre el CBCT y la radiografía ortopantográfica.**



**Grafica 18. Comparación de medidas Condileon izquierdo - Mentón entre el CBCT y la radiografía ortopantográfica.**



**Grafica 19. Comparación de medidas Gonion derecho - Menton entre el CBCT y la radiografía ortopantográfica.**



**Grafica 20. Comparación de medidas Gonion izquierdo - Menton entre el CBCT y la radiografía ortopantográfica.**

#### **IV. DISCUSIÓN**

Adams y cols. en 2004 fueron los primeros en realizar un estudio en donde se compararon las medidas cefalométricas de cráneos secos en radiografías convencionales y un nuevo sistema tridimensional. Los puntos anatómicos fueron escogidos por un radiólogo craneofacial experto. Después de marcar dichos puntos y conocer las distancias reales entre ellos, pudieron establecer el cráneo seco como prueba de oro, para comparar la exactitud de las medidas en las radiografías convencionales y el sistema tridimensional.

Un procedimiento similar fue desarrollado durante nuestro estudio, en el cual se tomó un modelo de cráneo seco y se seleccionaron diferentes puntos anatómicos, posteriormente se obtuvieron las imágenes de la radiografía ortopantográfica y la CBCT sobre las cuales se realizaron y se compararon las medidas cefalométricas para determinar una nueva prueba de oro.

Waitzman y cols. 1992. reportaron que de manera tradicional la evaluación cefalométrica de pacientes con necesidades ortodónticas se realiza mediante los cefalogramas laterales y frontales. A diferencia de las radiografías ortopantográficas convencionales, la CBCT no presenta distorsión inherente de las estructuras anatómicas. Como resultado de esto, se han reportado medidas más exactas para las imágenes bidimensionales reconstruidas a partir de la tomografía computarizada, lo cual coincide con nuestro estudio en el que se determinó que la CBCT constituye un método diagnóstico de mayor exactitud.

Moshiri y cols en 2007 encontraron dentro de los resultados de su estudio, gran exactitud en las medidas obtenidas de la CBCT por lo cual sugieren interpretar los hallazgos, apoyando esta modalidad dentro de la práctica

ortodóntica. En nuestro estudio al igual que en el estudio de Moshiri, se pudo establecer que las medidas cefalométricas obtenidas de la CBCT en comparación con la radiografía postero anterior, ofrecen mayor precisión sugiriendo a los especialistas en las áreas de Ortodoncia, Ortopedia maxilar y Cirugía Maxilofacial una herramienta adicional de diagnóstico en su práctica clínica.

Aunque algunas medidas tuvieron algún grado de correlación la concordancia fue nula e inversamente proporcional en algunas medidas.

## **V. CONCLUSIONES**

Existe mayor dispersión de datos en la radiografía ortopantográfica con respecto a la CBCT y al modelo de cráneo seco

La correlación entre la CBCT y la radiografía ortopantográfica es similar en ciertas medidas pero difiere en algunos pacientes posiblemente por el biotipo.

En las medidas cefalométricas obtenidas de la radiografía ortopantográfica se observó una menor precisión y exactitud con respecto a las medidas tomadas sobre la CBCT. Esto indica que existe correlación y diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de las medidas de los medios diagnósticos, pero no hay concordancia entre los mismos.

La imagenología y la obtención en la actualidad de imágenes diagnósticas multiplanares y en tercera dimensión están permitiendo no sólo a los odontólogos sino también a todos los profesionales del área de la salud, contar con herramientas cada vez más precisas con beneficios para él y sus pacientes.

## **VI. RECOMENDACIONES**

De acuerdo con los hallazgos obtenidos en el estudio se sugiere a los ortodoncistas, ortopedistas maxilares y cirujanos maxilofaciales tener precaución con las medidas cefalométricas obtenidas de radiografías ortopantograficas al momento de realizar diagnósticos y proponer planes de tratamiento.

Teniendo en cuenta las diferencias observadas clínicamente entre los dos medios diagnósticos los investigadores recomiendan usar la radiografía ortopantografica en forma mesurada dependiendo de la intervención a realizar.

En la actualidad el alto costo de las imágenes diagnósticas CBCT ha limitado su uso a pacientes con alta capacidad económica, por tanto es necesario reducir su costo para que una mayor cantidad de pacientes puedan tener acceso a ellas y sea posible generalizar su uso

Realizar nuevos estudios en los que se tenga en cuenta el biotipo como criterio de inclusión, para reducir el nivel de dispersión en las medidas.

Realizar a largo plazo un estudio en población colombiana que permita establecer las medidas promedio de los diferentes planos, creando una cefalometría específica para CBCT

**Anexo 1.**

VARIABLE	RADIOGRAFIA EXTRAORAL ORTOPANTOGRA FICA		TOMOGRAFÍA VOLUMÉTRICA DE RAYO DE CONO	
	mm	%	mm	%
1. Co- Co				
2. A.Cor- A.Cor				
3. Ant-Go – Ant-Go				
4. Go - Go				
5. Agujero Mentonero – Agujero Mentonero				
6. Co- Go Der.				
7. Co- GO Izq.				
8. Co - Ant-Go Der.				
9. Co - Ant-Go Izq.				
10. A.Cor- Go Der.				
11. A.Cor- Go Izq.				
12. Co- A.Cor Der				
13 Co- A.Cor Izq				
14. ENA- Me				
15. Co Der- Me				
16. Go Der. Me				
17. Co Izq. - Me				
18. Go Izq. - Me				

## REFERENCIAS

- 1.-GREGORET J. Ortodoncia y cirugía Ortognática. Diagnostico y planificación. Ed. Espaxs. Barcelona 1997. Cap. 7 pg.121.
- 2.-VELLINI F. ortodoncia. Diagnóstico y planificación clínica. Ed. Artes. Médicas. Sao paulo.2002. Cap.2 pg.33.
- 3.- GOAZ-WOOD. Diagnostico Radiográfico. Ed. Mosby. Buenos Aires.2000.Pg.229-230.
- 4.- CEVIDANES J. Y COL. Image analysis and superiposition of 3-dmesional cone beam computed tomography model. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;129:611-8.
- 5.- WILLIAM C. SCARFE YCOL. Clinical Applications of Cone-Beam Computed tomography in dental practice.J.C.D.A. February 2006, Vol. 72, No. 1.
- 6.- W.NARKBUAKAEW C.PINTAVIROOJ. 3D Modeling from Multiple Projections:  
Parallel-Beam to Helical Cone-Beam Trajectory. WSCG'2005, January 31-February 4, 2005  
Plzen, Czech Republic.
- 7.-GREGORY, A. Comparison between traditional 2-dimensional cephalometry and a 3-dimensional approach on human dry skulls. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004;126:397-409.
- 8.-LATARJET Y COL. Anatomía humana. Ed. Panamericana. Buenos Aires. 2º edición. 2005.
- 9.- TETUT L. Y COL. Compendio de Anatomía Descriptiva. Ed. Masson. Mexico D.F. 22º edición 2004. Cap 1.
- 10.- FIGUN M. Anatomía Odontológica Funcional y Aplicada. Ed. El Atenéo. Mexico.D.F. 2º edición. 2002.
- 11.-HARRIN-JANSEN.Radiología bucal. Ed. Interamericana. Buenos aires. 5º Edición. 2002. Cap. 1.
- 12.- SAFNE-GIBILISCO. Diagnóstico Radiológico. Ed. Panamericana . Buenos aires. 5ª Edición. 1985.

- 13.- GUILLERMO RASPALL. Cirugía Oral e Implantología. Ed. Panamericana. Buenos Aires. 2º Edición. 2006.
- 14.-MOYERS RE, BOOKSTEIN FL, HUNTER WS. Analysis of the craniofacial skeleton: Cephalometrics. In: Moyers RE, editor. Handbook of orthodontics. Chicago: Yearbook; 1988. 247-309.
- 15.-BAUMRIND S, FRANTZ TC. The reliability of head film measurements.1. Landmark identification. Am J Orthod 1971;60:111-
- 16.-GRUMMONS D. Y COL. A Frontal Asymmetry Analysis. J.C.O. July 1987.
- 17.-SCOTT D. GANZ. CT Scn technology. International magazine of Oral Implantology. Vol1. 2001.
- 18.- YUICHI HARASE Y COL. Diagnostic Ability of Extraoral Tuned Apertura Computed Tomography (TACT)....Oral Surgery, Oral Pathology, Oral Pathology.vol 100:84-91. 2005.
- 19.-DE OLIVEIRA RC. Assessments of trabecular bone density at implant sites on CT images. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2008 Feb;105(2):231-8.
- 20.-FARMAN AG, SCARFE WC. Development of imaging selection criteria and procedures should precede cephalometric assessment with cone-beam computed tomography. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;130:257-65.
- 21.-DANFORTH R A, DU I AND MAH J, "3-D volume imaging for dentistry: a new dimension", J Calif Dent Assoc (2003);31: pp.817-823.

- 22.-SUKOVIC P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. *Orthod Craniofac Res* 2003; 6(Suppl 1):31–6.
- 23.-ZIEGLER CM, WOERTCHE R, BRIEF J, HASSFELD S. Clinical indications for digital volume tomography in oral and maxillofacial surgery. *Dentomaxillofac Radiol* 2002; 31(2):126–30.
- 24.-WILLIAM C. SCARFE, BDS, FRACDS, MS; ALLAN G. FARMAN, BDS, PHD, DSC; Predag Sukovic, BS, MS, PhD Clinical Applications of Cone-Beam Computed Tomography in Dental Practice *J Can Dent Assoc* 2006; 72(1):75–80.
- 25.- COHNEN M, Kemper J, Mobes O, Pawelzik J, Modder U. *Radiation dose in dental radiology. Eur Radiol* 2002; 12(3):634–7.
- 26.-VANNIER MW, MARSH JL, WARREN JO. Three-dimensional CT reconstruction images for craniofacial surgical planning and evaluation. *Radiol* 1984;150:179-85.
- 27.- MAKI K, MILLER AJ, OKANO T, HATCHER D, YAMAGUCHI T, KOBAYASHI H, ET AL. Cortical bone mineral density in asymmetrical mandibles: a three-dimensional quantitative computed tomography(QCT) study. *Eur J Orthod* 2001;23:217-32.
- 28.-HATCHER DC, MCEVOY SP, MAH RT, FAULKNER MG. Distribution of local and general stresses in the stomatognathic system. In: McNeill C, editor. *Science and practice of occlusion*. Chicago: Quintessence; 1997. 259-70.
- 29.- MOZZO P, PROCACCI COTACCONI A, et al., “A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique:preliminary results”, *Eur Radiol* (1998);8: pp. 1,558–1,564.).
- 30.-Power G, Breckon J, Sherriff M, McDonald F. Dolphin imaging software: an analysis of the accuracy of cephalometric digitization and orthognathic prediction. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2005;34:619-26.
31. Adams GL. A comparison between traditional two-dimensional cephalometry and a three-dimensional approach [thesis]. San Francisco: University of California at San Francisco; 2000

32. Kumar V, Ludlow JB, Mol A, Cevidanes L. Comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *Dentomaxillofac Radiol.* 2007;36:263–269.

33. Cattaneo PM, Comparison between conventional and cone-beam computed tomography-generated cephalograms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 Dec;134(6):798-802