



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**CORRELACIÓN ENTRE FORMA DE ARCADA INFERIOR, CARACTERÍSTICAS  
ESQUELÉTICAS Y ANGULACIÓN DE INCISIVOS INFERIORES PARA  
DIAGNÓSTICO DE TÉCNICA SWING**

**DIEGO ALEJANDRO RAMÍREZ ROJAS**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
POSGRADO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR  
BOGOTÁ  
2015**

**CORRELACIÓN ENTRE FORMA DE ARCADA INFERIOR, CARACTERÍSTICAS  
ESQUELÉTICAS Y ANGULACIÓN DE INCISIVOS INFERIORES PARA  
DIAGNÓSTICO DE TÉCNICA SWING**

**DIEGO ALEJANDRO RAMÍREZ ROJAS**

**Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar por el  
título de Ortodoncista y Ortopedista Maxilar**

**Director: Dr. Luis Fernando Castiblanco Imedio**

**Co-Directora: Dra. Natalia Carrillo Mendigaño**

**Línea de Investigación:**

**Diagnóstico y Terapéutica**

**Grupo de Investigación:**

**Ortodoncia Actualizada en Investigación – ORTOACTIV**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
POSGRADO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR  
BOGOTÁ  
2015**

*A mi madre por darme la vida y guiarme en mi camino, por enseñarme a ser una persona correcta y que en la vida hay que luchar por lo que uno quiere, sin tu amor, sacrificios, esfuerzo, apoyo incondicional, comprensión y educación no sería el hombre que soy, no podría pedirle a la vida una mejor madre, te amo...*

*A mi hermana por haber sido mi ejemplo a seguir, por apoyarme en todo momento y de la manera más incondicional, por demostrarme que el amor, la conexión y la complicidad entre hermanos es algo con lo que los dos contaremos siempre y que no todos tienen, sin ti tampoco sería el hombre que soy, te amo...*

*A ti por llegar a mi vida en un momento en el que pensé que nadie podría aguantar estar conmigo bajo las condiciones en las que estaba, has estado en las buenas y en las malas, me has dado palabras de aliento y me has impulsado a seguir adelante y no desfallecer, tu apoyo y tu amor han sido incondicionales, te amo...*

## **Agradecimientos**

A Dios y a la vida por permitirme seguir cumpliendo mis metas.

Al Dr. Luis Fernando Castiblanco por todo su apoyo y acompañamiento durante todo el posgrado y específicamente durante la realización de este trabajo de investigación, un excelente docente, profesional y ser humano como él no se encuentra todos los días, gracias por compartir su conocimiento conmigo.

A la Dra. Natalia Carrillo por ser parte fundamental en el desarrollo de este trabajo de investigación, por enseñarme tantas cosas y sobre todo por haberme depositado tanta confianza y creer en mí y en mis capacidades.

A mi "Social Six" por estos dos años y medio de aventuras, gracias por todo el apoyo y por lo que cada uno aportó a mi vida, definitivamente sufrir en grupo es mucho más llevadero, los quiero niños.

Al posgrado de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar por lo que brindó en mi formación como especialista, tanto profesionalmente como personalmente.

## Resumen

**Objetivo:** Determinar si existe alguna relación entre la forma de la arcada inferior y algunas características cefalométricas, dentales y esqueléticas, en una muestra de pacientes sin tratamiento de ortodoncia.

**Materiales y métodos:** Se diseñó un estudio observacional para el cual se seleccionaron radiografías digitales laterales y modelos de estudio iniciales de 52 pacientes que no habían recibido tratamiento ortodóntico, de los cuales 27 (51.92%) eran mujeres y 25 (48.08%) eran hombres, en una edad comprendida entre los 11 y los 28 años. Las radiografías fueron digitalizadas y los modelos fueron escaneados tridimensionalmente. Sobre las radiografías se trazó el ángulo articular, ángulo goniaco inferior, IMPA y la medida lineal de Wits. Sobre los modelos de estudio del arco inferior se tomaron 4 medidas y 2 proporciones para clasificar si el arco era angosto, moderado o ancho, según el artículo de Bayome, Han y cols. Luego se realizó un análisis estadístico de multivarianza para determinar si existía algún tipo de correlación entre la variable de forma de arco y las medidas cefalométricas del ángulo articular, ángulo goniaco inferior, IMPA y Wits.

**Resultados:** No se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre la forma de arco inferior y el ángulo articular ( $P=0.4$ ), ángulo goniaco inferior ( $P=0.07$ ) y la medida lineal de Wits ( $P=0.9$ ), pero sí se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre la forma de arco inferior y el IMPA ( $P=0.03$ ).

**Conclusiones:** Se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la posición del incisivo inferior medida a través del IMPA entre los grupos de pacientes con forma de arco angosta y moderada, presentándose un predominio de valores aumentados del IMPA en arcos inferiores angostos ( $98.22^\circ$ ) y valores del IMPA que se acercan al rango de normalidad en arcos inferiores moderados ( $91.97$ ). No se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre la forma de arco inferior y el ángulo articular, ángulo goniaco inferior y la medida lineal de Wits.

**Palabras clave:** Arco dental, incisivo, patrón facial, cefalometría, ortodoncia.

## **Abstract**

**Objective:** To determine whether there is any relationship between the form of the lower arch and some cephalometric, dental and skeletal characteristics in a sample of patients without orthodontic treatment.

**Materials and methods:** An observational study were designed, for which digital lateral radiographs and initial dental casts of 52 patients who had not received orthodontic treatment, of which 27 (51.92%) were women and 25 were male (48.08%) were selected, in an age between 11 and 28 years. The radiographs were digitized and dental casts were scanned three-dimensionally. On radiographs joint angle, lower gonial angle, IMPA and linear measure of Wits was measured. Above dental casts of the lower arch, 4 sizes and 2 ratios to classify whether the arch was narrow, medium or wide were taken, according to the article of Bayome, Han et al. Multivariate statistical analysis was then performed to determine whether there was any correlation between the variable of arch shape and cephalometric measurements joint angle, lower gonial angle, IMPA and Wits.

**Results:** No statistically significant difference found between the form of lower arch and the joint angle ( $P=0.4$ ), lower gonial angle ( $P=0.07$ ) and the linear measure of Wits ( $P=0.9$ ), but it was found a statistically significant difference between the form of lower arch and IMPA ( $P = 0.03$ ).

**Conclusions:** A statistically significant difference in the position of the lower incisor measured by IMPA between groups of patients with moderate and narrow arch form was found, presenting a predominance of IMPA increased values in narrow lower arches ( $98.22^\circ$ ) and values IMPA approaching the normal range in moderate lower arches ( $91.97^\circ$ ). A statistically significant difference was not found between the form of lower arch and the joint angle, lower gonial angle and linear measurement of Wits.

**Keywords:** Dental arch, incisive, facial pattern, cephalometric, orthodontics.

# CONTENIDO

<b>Resumen.....</b>	<b>1</b>
<b>Lista de figuras.....</b>	<b>5</b>
<b>Lista de gráficas.....</b>	<b>6</b>
<b>Lista de tablas.....</b>	<b>7</b>
<b>1. Identificación.....</b>	<b>8</b>
<b>2. Introducción.....</b>	<b>9</b>
<b>3. Justificación.....</b>	<b>11</b>
3.1 Formulación del problema.....	13
<b>4. Objetivos.....</b>	<b>14</b>
4.1 Objetivo general.....	14
4.2 Objetivos específicos.....	14
<b>5. Marco teórico.....</b>	<b>15</b>
5.1 Aproximación histórica a la cefalometría.....	15
5.2 Desarrollo y conformación del arco dental.....	18
5.3 Valor diagnóstico y terapéutico de la forma del arco dental.....	20
5.4 Descripción de la técnica SWING.....	23
<b>6. Diseño metodológico.....</b>	<b>27</b>
6.1 Tipo de estudio.....	27
6.2 Población y muestra.....	27
6.3 Criterios de inclusión.....	27
6.4 Criterios de exclusión.....	27
6.5 Metodología.....	28
6.5.1 Medición de radiografías laterales.....	28
6.5.2 Medición de modelos de estudio.....	34
6.6 Medición del error.....	39
6.6.1 Medidas cefalométricas.....	39
6.6.2 Medidas en modelos de estudio.....	40
6.7 Análisis estadístico.....	41
<b>7. Resultados.....</b>	<b>42</b>

<b>8. Discusión.....</b>	<b>53</b>
<b>9. Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>58</b>
9.1 Conclusiones.....	58
9.2 Recomendaciones.....	58
<b>10. Bibliografía.....</b>	<b>60</b>

## Lista de figuras

<b>Figura 5-1.</b> Cefalometría utilizada en la técnica SWING.....	24
<b>Figura 6-1.</b> Puntos anatómicos y medidas cefalométricas.....	30
<b>Figura 6-2.</b> Protocolo para el uso del software Cefalómetro.....	31
<b>Figura 6-3.</b> Resultado de la medición por el software Cefalómetro.....	34
<b>Figura 6-4.</b> NextEngine 3D Scanner HD con el modelo de estudio inferior posicionado para comenzar con el escaneo.....	34
<b>Figura 6-5.</b> Protocolo para el escaneo y digitalización de los modelos de estudio.....	35
<b>Figura 6-6.</b> Imagen 3D de los modelos de estudio.....	36
<b>Figura 6-7.</b> El punto FA en los modelos 3D. (a), vista derecha; (b), vista frontal; (c), vista izquierda.....	37
<b>Figura 6-8.</b> (a) y (b). Variables dimensionales del arco medidas desde los puntos FA. 1, longitud intercanina; 2, anchura intercanina; 3, longitud intermolar; 4, anchura intermolar.....	37
<b>Figura 6-9.</b> Medición en MeshLab v1.3.1.....	39

## Lista de gráficas

<b>Gráfica 7-1.</b> Histograma de Normalidad del Ángulo Articular.....	42
<b>Gráfica 7-2.</b> Histograma de Normalidad del Ángulo Goniaco Inferior.....	44
<b>Gráfica 7-3.</b> Histograma de Normalidad del IMPA.....	45
<b>Gráfica 7-4.</b> Histograma de normalidad del Wits.....	46
<b>Gráfica 7-5.</b> Relación entre forma de arco inferior y género.....	48
<b>Gráfica 7-6.</b> Relación entre forma de arco inferior y edad.....	50
<b>Gráfica 7-7.</b> Relación entre forma de arco inferior y el IMPA.....	51
<b>Gráfica 7-8.</b> Relación entre forma de arco inferior y el ángulo articular.....	51
<b>Gráfica 7-9.</b> Relación entre forma de arco inferior y el ángulo goniaco inferior.....	52
<b>Gráfica 7-10.</b> Relación entre forma de arco inferior y el Wits.....	52

## Lista de tablas

<b>Tabla 5-1.</b> Cefalometría empleada en técnica SWING, valores de referencia.....	24
<b>Tabla 6-1.</b> Instructivo de medición.....	28
<b>Tabla 6-2.</b> Puntos, ángulos y medida lineal en la cefalometría.....	29
<b>Tabla 6-3.</b> Nomenclatura y localización de puntos cefalométricos.....	31
<b>Tabla 6-4.</b> Definición de las variables de dimensión de arco.....	37
<b>Tabla 6-5.</b> Comparación de las dimensiones de arco entre las tres formas de arco.....	37
<b>Tabla 7-1.</b> Frecuencia de Distribución del Ángulo Articular.....	43
<b>Tabla 7-2.</b> Frecuencia de Distribución del Ángulo Goniaco Inferior.....	44
<b>Tabla 7-3.</b> Frecuencia de Distribución del IMPA.....	45
<b>Tabla 7-4.</b> Frecuencia de Distribución del Wits.....	46
<b>Tabla 7-5.</b> Descripción estadística del comportamiento normal de las medidas cefalométricas.....	47
<b>Tabla 7-6.</b> Relación entre forma de arco inferior y género.....	48
<b>Tabla 7-7.</b> Relación entre forma de arco inferior y edad.....	49

## 1. IDENTIFICACIÓN

TÍTULO	<b>CORRELACIÓN ENTRE FORMA DE ARCADA INFERIOR, CARACTERÍSTICAS ESQUELÉTICAS Y ANGULACIÓN DE INCISIVOS INFERIORES PARA DIAGNÓSTICO DE TÉCNICA SWING</b>
INVESTIGADOR	<b>DIEGO ALEJANDRO RAMÍREZ ROJAS Residente Posgrado de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar</b>
DIRECTOR	<b>LUIS FERNANDO CASTIBLANCO IMEDIO Docente, Facultad de Odontología. Universidad Nacional</b>
CODIRECTORA	<b>NATALIA CARRILLO MENDIGAÑO Docente, Facultad de Odontología. Universidad Nacional.</b>
GRUPO DE INVESTIGACIÓN	<b>ORTODONCIA ACTUALIZADA EN INVESTIGACIÓN - ORTOACTIV</b>

## 2. INTRODUCCIÓN

El empleo de una nueva filosofía de tratamiento ortodóntico dentro de la clínica de posgrado de la Universidad Nacional denominada SWING (Straight Wire International New Generation), ha generado la necesidad de realizar investigación en esta área a diferentes niveles; ya que si bien es cierto que mediante su aplicación se ha observado la obtención de resultados rápidos y exitosos, su sustento teórico se basa principalmente en la observación clínica de su creador, el Dr. Javier Roberto Frenck (1) (2).

En el año 2014 se inician las primeras investigaciones en el posgrado de la Universidad Nacional, relacionadas con esta técnica a partir del trabajo de grado de la Dra. Mónica Monsalve titulado “Caracterización cefalométrica de pacientes sin tratamiento de ortodoncia para diagnóstico de técnica SWING”. En este trabajo se buscaba determinar si existía alguna relación entre la posición de los incisivos inferiores y el comportamiento vertical de los pacientes, tal como era afirmado por el Dr. Frenck. Este trabajo encontró una alta correlación positiva e inversa entre el ángulo goniaco inferior y el IMPA (3), pero no entre el ángulo articular y el IMPA. Este es un hallazgo relevante ya que los pacientes hiperdivergentes en esta técnica se manejan con cuatro extracciones de los primeros premolares, las cuales tienen como objetivo principal generar espacio para nivelar adecuadamente la curva de Spee aumentada en estos pacientes o proporcionar espacio para el adecuado posicionamiento de los caninos en los arcos dentales; los cuales se ubican distantes al plano oclusal.

A partir de otro parámetro diagnóstico de la filosofía SWING, según el cual existe una tendencia natural en los pacientes de Clase II por deficiencia mandibular a generar una forma de arco estrecha y elongada, como respuesta natural de

compensación a favor de la guía anterior (1) (2), surge nuestra pregunta de estudio: ¿Existe algún tipo de relación entre la forma de la arcada inferior, las medidas angulares de la cefalometría SWING y la evaluación de Wits como un indicador del comportamiento anteroposterior?

Para encontrar respuestas a este interrogante se diseñó un estudio observacional para el cual se seleccionaron radiografías digitales y modelos de estudio iniciales de 52 pacientes que no habían recibido tratamiento ortodóntico, de los cuales 27 (51.92%) eran mujeres y 25 (48.08%) eran hombres, en una edad comprendida entre los 11 y los 28 años. Las radiografías fueron digitalizadas y los modelos fueron escaneados tridimensionalmente. Sobre las radiografías se trazó el ángulo articular, ángulo goniaco inferior, IMPA y la medida lineal de Wits. Sobre los modelos de estudio del arco inferior se tomaron 4 medidas y 2 proporciones para clasificar si el arco era angosto, moderado o ancho, según el artículo de Bayome, Han y cols. (4)

Luego se realizó un análisis estadístico de multivarianza para determinar si existía algún tipo de correlación entre la variable de forma de arco y las medidas cefalométricas del ángulo articular, ángulo goniaco inferior, IMPA y Wits.

### 3. JUSTIFICACIÓN

El Dr. Javier Frenck, creador de la técnica de SWING, es un reconocido conferencista internacional quien enseña su técnica en diferentes países a nivel mundial. En esta técnica se desarrolla un sistema diagnóstico que se basa en el análisis clínico, la cefalometría SWING, la forma del arco inferior, el análisis de la radiografía panorámica y el análisis fotográfico (1).

La filosofía SWING busca realizar tratamientos que cumplan con todos los objetivos ortodónticos de manera rápida y sencilla. La cefalometría es muy simple y permite predecir qué discrepancia a nivel esquelético debe resolverse primero. Bajo esa lógica, a partir de un número reducido de parámetros de diagnóstico, se determina la posible oclusión funcional final, permitiendo inferir cuál será el movimiento dental esperado al colocar los brackets y por tanto facilitar la toma de decisiones respecto a la necesidad o no de realizar extracciones. Se busca así, acercarnos desde el inicio de tratamiento hacia la obtención o mantenimiento de una adecuada guía anterior, lo cual es una parte muy importante del objetivo final (2).

El Dr. Frenck afirma que existe una relación inversamente proporcional entre el ángulo articular y el goniaco con respecto a el ángulo IMPA y que así mismo, existe una relación entre la forma de la arcada inferior y el IMPA, ya que arcos triangulares se relacionan con incisivos inferiores protruídos respecto al plano mandibular en más de 97 grados y por el contrario, los arcos de forma redondeada o parabólica se relacionan con incisivos inferiores que no están protruídos respecto a este plano (2).

Respecto a la primera premisa, el trabajo realizado por Monsalve, Guevara y Castiblanco (3), encontró que no existe correlación entre el ángulo articular y el IMPA, que se presenta correlación positiva entre el ángulo articular y el goniaco inferior y que existe una fuerte correlación negativa entre el ángulo goniaco inferior y el IMPA, ya que a medida que aumenta el ángulo goniaco inferior, aumenta la verticalidad y se presenta una retro inclinación de los incisivos inferiores (3).

Respecto a la segunda premisa, se hace necesario seguir validando o descartando estas afirmaciones, por lo cual, con esta investigación se busca determinar si existe alguna asociación entre la forma del arco inferior, el ángulo articular, el ángulo goniaco inferior y la posición de los incisivos inferiores (IMPA).

Adicionalmente, debido a que en la filosofía SWING los pacientes diagnosticados como hiperdivergentes, no son clasificados sagitalmente, se requiere emplear un parámetro de clasificación anteroposterior adicional y analizar su relación con estas variables.

El análisis de Wits, presenta una ventaja clara para la valoración de la discrepancia esquelética en sentido sagital comparada con el ANB debido a su menor afectación en relación con el grado de rotación de los maxilares, el comportamiento vertical del paciente o el tamaño de la base craneal.

Los hallazgos que resulten a partir de esta investigación permitirán un mayor entendimiento de los diferentes aspectos relacionados con el análisis diagnóstico de las maloclusiones y su comportamiento frente al tratamiento de ortodoncia correctiva; a la vez que proporcionarán un soporte científico para corroborar, negar o complementar las observaciones clínicas del Dr. Frenck, que han sido tenidas en cuenta para el desarrollo de esta técnica.

### **3.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es la relación que existe entre la forma de arcada inferior, el patrón vertical medido a través del ángulo articular y/o el ángulo goniaco inferior, el patrón sagital medido a través del Wits y la angulación de los incisivos inferiores medida a través del IMPA, en una muestra de pacientes sin tratamiento de ortodoncia?

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar si existe alguna relación entre la forma de la arcada inferior y algunas características cefalométricas, dentales y esqueléticas, en una muestra de pacientes sin tratamiento de ortodoncia.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la forma de la arcada inferior según el soporte de la literatura científica.
- Describir si existe alguna asociación entre la forma de la arcada inferior y el IMPA.
- Describir si existe alguna asociación entre la forma de la arcada inferior y el ángulo articular.
- Describir si existe alguna asociación entre la forma de la arcada inferior y el ángulo goniaco inferior.
- Describir si existe alguna asociación entre la forma de la arcada inferior y la maloclusión en sentido sagital determinada a partir de la medida de Wits.
- Determinar si existen diferencias en la forma de arcada inferior y los valores cefalométricos del ángulo articular, el ángulo goniaco inferior, el IMPA y la medida lineal de Wits de acuerdo con el grupo etario y/o el género.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1 APROXIMACIÓN HISTÓRICA A LA CEFALOMETRÍA

El análisis cefalométrico es un elemento de gran importancia para la elaboración de un diagnóstico y un plan de tratamiento adecuado. Uno de los más utilizados por los ortodoncistas de todo el mundo es el análisis de Steiner (1953). En este, Steiner utiliza las medidas esqueléticas concebidas por Riedel, los ángulos SNA y SNB, para definir el comportamiento anteroposterior de las bases apicales, maxilar y mandibular, respectivamente. El ángulo ANB representa la diferencia entre ambos ángulos y ofrece una lectura directa del posicionamiento sagital entre el maxilar y la mandíbula, en relación al punto N, situado en la base anterior del cráneo. De esta forma, el ángulo ANB representa una de las magnitudes cefalométricas más importantes, al mismo tiempo que define la convexidad facial. Cuanto mayor es el valor del ángulo ANB, mayor es la convexidad facial, y viceversa. El ángulo ANB se emplea en varios análisis cefalométricos para definir el comportamiento sagital de la cara. Su valor considerado normal para poblaciones blancas y adultas oscila en torno a dos grados. Medidas superiores a este valor sugieren relación esquelética Patrón II, mientras que valores inferiores a dos grados nos darían una idea de un Patrón esquelético tipo III. Sin embargo, algunos factores anatómicos pueden influir en la interpretación correcta de este ángulo, comprometiendo su veracidad (Binder 1979), como por ejemplo la longitud de la base anterior del cráneo, que define la posición anteroposterior del punto N y el efecto rotacional de los maxilares. Esto significa que, dependiendo del comportamiento de la base del cráneo y de la rotación de las bases apicales, el valor numérico del ángulo ANB puede no corresponder a la convexidad facial analizada clínicamente (5) (6) (7).

Intentando esquivar las limitaciones inherentes al ángulo ANB, Alex Jacobson, en 1975, propuso medir linealmente la discrepancia entre el maxilar y la mandíbula directamente en el plano oclusal, utilizando una medida que denominó evaluación "Wits", término que corresponde a la abreviatura de la Universidad de Witwatersrand, en Johannesburgo, África del Sur (7). El método de evaluación del grado o la medida de la falta de armonía maxilar implica dibujar líneas perpendiculares sobre una radiografía lateral sobre los puntos A y B en el maxilar y la mandíbula, respectivamente, sobre el plano oclusal que se extrae a través de la región de máxima intercuspidad. Los puntos de contacto sobre el plano oclusal de los puntos A y B son denominados como AO y BO, respectivamente. La valoración de Wits no se ve afectada por la verticalidad del paciente ni por las rotaciones del plano oclusal (8).

Jacobson basado en una muestra de 21 hombres y 25 mujeres seleccionados sobre la base de una oclusión excelente, encontró que la relación maxilar promedio según la lectura de "Wits" es de -1 mm en los hombres y 0 en las mujeres. En displasias maxilares esqueléticas Clase II, el punto BO se encuentra muy por detrás del punto AO (una lectura positiva), mientras que en displasias maxilares esqueléticas Clase III, la lectura de "Wits" sería negativa, es decir, el punto BO está por adelante del punto AO. Entre mayor sea la desviación de la lectura de "Wits", mayor es la falta de armonía maxilar horizontal. Para la determinación de la medida "Wits", Jacobson descarta los puntos anatómicos S y N, puntos lejanos del área de interés, y pasa a utilizar puntos representativos próximos de las bases apicales, los puntos A y B proyectados en el plano oclusal. De esta forma, elimina las variables de inclinación y longitud de la base del cráneo en la interpretación de la convexidad facial. La evaluación "Wits" (1975, 1976) no constituye un análisis cefalométrico propiamente dicho. Esta medida cefalométrica define el comportamiento sagital entre las bases apicales y debe ser utilizada para confirmar el valor del ángulo ANB. Una buena propuesta en el diagnóstico cefalométrico sería la asociación de la evaluación de Wits al análisis de Steiner,

completando de esta forma deficiencias de los dos. Para Jacobson, la evaluación Wits define el grado de desarmonía esquelética entre las bases apicales con un índice de confianza superior al ángulo ANB, ya que los puntos de referencia empleados (A y B) se encuentran localizados en las propias bases apicales y no en la distancia (7) (8).

Björk, en una serie de trabajos publicados entre los años 1947 y 1963, estudió el comportamiento de las estructuras craneofaciales durante el crecimiento. Jarabak modificó y adaptó el análisis de Bjork. El análisis de Jarabak es útil para determinar las características del crecimiento en sus aspectos cualitativos y cuantitativos, es decir, dirección y potencial de crecimiento, además contribuye a una mejor definición de la biotipología facial. A pesar de que es posible predecir las direcciones de crecimiento en áreas específicas del complejo dentocraneofacial, los incrementos exactos son difíciles de predecir. Jarabak extrapoló la información para que sirviera en el plan de tratamiento, a partir de las direcciones en las cuales se va a realizar el crecimiento y cómo estas van a caber dentro del plan general (9).

El crecimiento craneofacial puede ser dividido en tres categorías de acuerdo a su dirección (9):

- En sentido de las agujas del reloj: Significa que la parte anterior de la cara está creciendo hacia abajo (hacia abajo y adelante, o hacia abajo y atrás) en proporción mucho mayor que la parte posterior de la cara. El crecimiento vertical del maxilar superior y los procesos alveolares superior e inferior son mayores que el de la zona posterior y el desplazamiento de la sínfisis se hace hacia abajo.
- En sentido inverso a las agujas del reloj: la altura facial posterior y la profundidad facial están creciendo hacia abajo y adelante o hacia abajo y atrás en una proporción más rápida que la parte anterior de la cara. El

desarrollo vertical anterior es menor porque el crecimiento de la cavidad glenoidea y el cóndilo, y por lo tanto la sínfisis, se desplaza hacia adelante.

- Directo hacia abajo: ocurre cuando el crecimiento en altura de la parte anterior de la cara es igual en magnitud al de la parte posterior de la cara. Este tipo de crecimiento solo es posible cuando exista un equilibrio de los incrementos en la zona anterior y posterior de la cara.

En 1943 Margolis determinó mediante la medición sobre radiografías laterales de cráneo la angulación de los incisivos inferiores al plano mandibular, comprobando que en los casos normales estos tenían una angulación de  $90^{\circ}$  con una variación promedio de  $5^{\circ}$  (10).

Charles Tweed, en publicaciones realizadas en los años 1945 y 1946 presentó su filosofía de tratamiento ortodóntico, que incluía un análisis cefalométrico en el que planteó unos objetivos en los que se destaca el esfuerzo por colocar los dientes en una posición vertical y estable sobre el hueso subyacente y principalmente, haciendo todo lo posible para dar a cada paciente un perfil facial agradable, equilibrado y armonioso (11). Fue uno de los primeros en considerar correcta la extracción de los primeros premolares, lo cual decidió basándose en la medida de la posición del incisivo inferior con respecto a su base ósea (9). Una considerable atención se ha vinculado a la posición de los incisivos inferiores en la práctica cotidiana de ortodoncia, ya que un resultado óptimo, estético y estable depende en gran medida de ello, por esta razón, es lógico pensar por qué este parámetro ha sido tenido en cuenta por varios autores al momento de realizar un diagnóstico y plantear un plan de tratamiento (1) (12) (13).

## **5.2 DESARROLLO Y CONFORMACIÓN DEL ARCO DENTAL**

El tamaño y la forma del arco dental exhiben una variación considerable entre y a través de grupos humanos. Rangos de forma desde arcos que son relativamente

cortos y cuadrados a otros que son relativamente largos y cónicos. Los determinantes del tamaño y la forma del arco no son bien entendidos. Pronto, después de la palatogénesis, el paladar, rodeado de la lámina dental, es más o menos circular en una vista oclusal. La forma del arco posteriormente se alarga en sentido anteroposterior; Burdi y Lillie sugirieron que, "Debido a que el cartílago de la cápsula nasal es el tejido predominante en la zona en el momento en que el arco dental se alarga para ajustarse a la catenaria, parece que el crecimiento condral es específicamente responsable de cada elongación". Una vez que la forma del arco es definida en el feto, variaciones en la vía de erupción de los dientes, el crecimiento de los soportes óseos y el movimiento de los dientes luego de su emergencia debido a hábitos y presiones musculares no balanceadas, contribuyen a la variación en la forma y tamaño del arco (14).

El análisis del arco dental constituye un elemento importante en el diagnóstico ortodóntico, como parte fundamental en la planificación del tratamiento. Una forma de arco dental se establece inicialmente por la configuración de la cresta ósea y luego por la erupción de los dientes, los músculos periorales y las fuerzas funcionales intraorales. A pesar de que la mayoría de los pacientes con una maloclusión tienen una forma de arco dental alterada, los cambios alcanzados con las mecánicas durante el tratamiento de ortodoncia no deben influir en el equilibrio entre el hueso y las estructuras dentales y musculares; la disposición de estas estructuras adyacentes a los dientes y los maxilares se debe considerar el límite para el movimiento de ortodoncia. Para minimizar algunos de estos factores, los especialistas han investigado el enfoque más eficaz para la reposición correcta de los dientes para proporcionar estética, función y estabilidad, y para definir el tamaño y la configuración de la arcada dental (15).

### 5.3 VALOR DIAGNÓSTICO Y TERAPÉUTICO DE LA FORMA DEL ARCO DENTAL

Andrews, padre de la técnica de arco recto vestibular, citó la forma de arco como la séptima de sus llaves para el logro de la oclusión Clase I. Por lo tanto, en las últimas décadas, numerosos estudios han analizado la forma de arco desde perspectivas anatómicas y antropológicas para evaluar sus implicaciones en el tratamiento de ortodoncia o de sus modificaciones después del tratamiento de ortodoncia. Muchos estudios en la literatura documentan el análisis de la forma de los arcos dentales, con diferentes metodologías, de muestras similares de sujetos sanos con oclusión normal para obtener datos clínicos pertinentes. Todos estos autores llegaron a la conclusión de que era imposible representar una forma de arco ideal (Raberin y cols. en 1993, Lee en 1999, Nojima y cols. en 2001, Fujita y cols. en 2002, Ronay y cols. en 2008, Triviño y cols. en 2008) (16).

En la literatura, hay mucha diversidad entre los autores en la elección de los puntos de referencia para evaluar las formas de arco dental y las dimensiones: vértices de las cúspides (Currier en 1969, Sanin y Savara en 1970, Ricketts en 1978, BeGole en 1980, Raberin y cols. en 1991, Ferrario y cols. en 1994, Wakabayashi y cols. en 1997, Valenzuela y cols. en 2002, Taner y cols. en 2004, Nie en 2006), puntos de contacto (Monti en 1950, Savostin en 1980), crestas óseas alveolares (Strang en 1952, Andrews en 2001), anchos mesiodistales de dientes anteriores (Bonwill en 1899, Hawley en 1905, Sved en 1917, Monti en 1950) y estructuras craneales (Bonwill en 1899, Izard en 1927) (15).

El tamaño y forma de las arcadas dentarias tienen una repercusión importante en el diagnóstico y plan de tratamiento de ortodoncia. Estos tienen un efecto sobre la disponibilidad de espacio, la estabilidad oclusal, la estética y la salud del periodonto. La disponibilidad de espacio y la estabilidad de la dentición son los factores de especial importancia sobre todo en un grupo de arco en el cual la

anchura intercanina es la más corta comparada con la variedad ovoide y la cuadrada. Cualquier expansión del arco en el grupo de arco cónico es perjudicial para la correcta alineación del segmento labial inferior ya que esta región está limitada por la musculatura peribucal. Según Brader, las formas de arco están determinadas por el equilibrio de fuerzas en torno a la dentición. Por lo que a la estética se refiere, la forma del arco cónico presenta un mejor arco de sonrisa que la forma del arco cuadrado, que tiende a proporcionar un arco de sonrisa más plano lo cual no es estéticamente agradable. La salud del periodonto es otro factor que se basa en la observación de la forma de arco durante el tratamiento de ortodoncia. Los dientes no deben ser forzados a salir de su posición periodontal y esto sólo es posible empleando formas de arco individualizadas (17).

La forma de arco se refiere a la configuración general de la arcada dental y esto tiene en cuenta la simetría, la redondez, la elongación y la convexidad. Las características de forma de arco son, el radio de curvatura del segmento labial, la anchura intercanina y la anchura intermolar. Diversas definiciones del arco dental se han utilizado en los estudios de formas de arco. Currier define tres curvas, una curva exterior basada en las puntas de las cúspides y los bordes de los incisivos, una curva del medio basado en las fosas y fisuras y los cíngulos y una curva interna en base a aspectos internos de los dientes. Por lo tanto, las formas de arco varían de acuerdo con los puntos de referencia elegidos para representar los dientes. También se han presentado otras modificaciones para definir la forma del arco. Sampson proporcionó un modelo estadístico para la descripción de la forma media del arco así como su variación en la población mediante la aplicación de arcos de secciones cónicas en una muestra de sesenta y seis arcos dentales. El índice de Pont fue establecido por Pont en 1909 para predecir el ancho del arco dental maxilar de la suma de los diámetros mesiodistales de los cuatro incisivos superiores. Chuck en 1932 clasificó las formas de arco como cónicas, cuadradas y ovoides (17).

La definición de la forma del arco mejora la comprensión de la maloclusión y ayuda al clínico en la producción de resultados de ortodoncia que sean consistentes con las leyes naturales de la variación biológica. Aunque la mayoría de los estudios de la forma del arco han analizado muestras de pacientes similares -sujetos con oclusiones ideales no tratados ortodónticamente- algunos se acercan incluso a un acuerdo sobre la forma natural de la arcada dental. Comúnmente se cree que la forma del arco dental se da inicialmente por la configuración de su hueso de soporte. Sin embargo, teorías opuestas sobre la modificación de la forma de la arcada dental han coexistido durante 100 años. La teoría del hueso en crecimiento es que el hueso de soporte crece en respuesta a la estimulación normal, tal como la masticación, si los dientes están alineados en la posición ideal. Angle informó resultados de tratamiento de ortodoncia estables en sus pacientes de expansión por apiñamiento y primero abogó por la teoría del hueso en crecimiento. En la última parte del siglo 19 un principio básico biológico se introdujo llamado la ley de Wolff en la que la estructura ósea cambia en respuesta a una fuerza externa. De acuerdo con esta teoría, el tamaño del diente es controlado por la herencia, pero el tamaño y la forma de los huesos de apoyo depende en gran medida de los estímulos ambientales, incluyendo la erupción de los dientes, la presión de la lengua y las mejillas, y la masticación. Este enfoque dio lugar a un menor número de extracciones y a menudo se llama la teoría no extraccionista.

Según la teoría de la "base apical", el tamaño y la forma del hueso de soporte están en gran parte bajo control genético, y hay un límite a la expansión de un arco dental. En 1925, Lundström propuso un nuevo término -base apical- para describir los límites de la expansión de la arcada dental y escribió extensamente sobre este tema. Afirmó que la base apical primero, no cambia después de la pérdida de los dientes, segundo, no se ve influenciada por el movimiento ortodóntico de los dientes o la función masticatoria, y tercero, limita el tamaño del arco dental. Si los dientes son ortodónticamente movidos más allá de este límite,

inclinación labial o bucal de los dientes, problemas periodontales, o un resultado de tratamiento inestable podría esperarse. Uno de los estudiantes de Angle, Tweed, también observó resultados inestables después del tratamiento sin extracciones con la mecánica de Angle durante la década de 1930. Estableció su análisis diagnóstico en favor de la extracción y refinó la mecánica para el tratamiento con extracciones. Al mismo tiempo, otro estudiante de Angle, Begg, también cambió a la técnica de extracción y buscó evidencia antropológica para el tratamiento con extracciones debido a la menor masticación requerida en las dietas modernas. Desde entonces, esta teoría fue confirmada por reportes de casos, y la mayoría de los ortodoncistas están ahora convencidos de la validez de esta teoría. Sin embargo, un límite específico para el movimiento bucal o labial de un diente en cualquier paciente, especialmente en aquellos con apiñamiento leve, todavía no está disponible en la actualidad (18).

#### **5.4 DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA SWING**

Javier Frenck creó la técnica SWING, la cual se desarrolló a partir de la observación y el registro cuidadoso de su experiencia clínica en el tratamiento ortodóntico de pacientes con arco recto. La cefalometría utilizada en esta técnica emplea tres medidas del análisis cefalométrico de Jarabak, estas son (1) (9) (19):

- El ángulo articular (conformado por el punto Ar-S-Go).
- El goniaco inferior (constituido por la unión de la línea Go-N con la tangente al borde inferior del cuerpo Go-Me).
- El porcentaje o proporción de Jarabak que corresponde a la relación de dividir la distancia Silla-Gonion, entre la distancia Nasion–Menton.

En adición, se determina la posición de los incisivos inferiores mediante el ángulo formado entre un promedio de los ejes de los incisivos inferiores y el plano mandibular, comúnmente conocido como el IMPA (1) (2).

Además de los valores anteriormente mencionados, este análisis también evalúa la longitud del cuerpo mandibular, la Altura facial posterior (AFP) y la Altura facial anterior (AFA).

**Tabla 5-1.** Cefalometría empleada en técnica SWING, valores de referencia.

ÁNGULOS Y MEDICIONES LINEALES	MEDIDA	NORMA
Angulo Articular	S – Ar – Go	143° ±5
Angulo Goniaco Inferior	N –Go–Me	70° - 75°
IMPA	1 Inf/PM	85 °- 95°
Longitud del Cuerpo Mandibular	Go - Me	71 mm
Altura Facial Anterior	N – Me	105–120 mm
Altura Facial Posterior	S – Go	70 – 85 mm
% de Jarabak    AFP / AFA X 100		54 - 58% (patrón Vertical)
		59 - 64% (patrón Normal)
		65 - 80% (patrón Horizontal)

**Figura 5-1.** Cefalometría utilizada en la técnica SWING.



Varios autores han prestado una especial atención a la posición del incisivo inferior debido a la estabilidad de los resultados y la estética que son dependientes de su posición e inclinación (1) (11) (12) (13) (19). Según Frenck cada vez que existe una discrepancia vertical maxilomandibular los incisivos inferiores están ligeramente extruidos. Al colocarles un arco recto, sumado al apiñamiento que tiene el paciente inicialmente, el arco recto tratará de nivelar el plano inferior y con ello se perderá la sobremorrida vertical u overbite. Es decir, que todo el problema cefalométrico vertical es expresado en la arcada inferior (1).

En 1998, el Dr. Javier Frenck desarrolló la técnica SWING, siglas en inglés de "Straight Wire International New Generation" basado en su experiencia clínica y en el conocimiento de la técnica de arco recto. Frenck realiza un análisis de las ventajas y desventajas de las diferentes prescripciones de la aparatología pre programada en relación con el manejo de las maloclusiones: el control de los dientes anteriores y la importancia de lograr o mantener, según sea el caso, la guía anterior, las necesidades de anclaje o las dificultades para la pérdida de este (mesialización de posteriores) y la estética final de la sonrisa, entre otros (1) (2).

En SWING se consideran básicamente los siguientes diagnósticos:

1. Paciente Hiperdivergente: Caracterizados por un ángulo articular mayor a  $150^\circ$  y/o un ángulo goniaco inferior mayor a  $75^\circ$  y un porcentaje de Jarabak menor al 59%.
2. Clase I: Pacientes que presentan maxilares paralelos, arco inferior redondo con un IMPA de  $87^\circ$  a  $95^\circ$  y una intercuspidadación diente a dos dientes con relación canina clase I bilateral e incisivos superiores sin pérdida de torque.
3. Clase II culpa del maxilar: Pacientes que presentan maxilares paralelos, con un arco inferior redondo, una angulación de los incisivos inferiores entre  $87^\circ$  y  $96^\circ$ , con intercuspidadación diente a diente e incisivos superiores con apiñamiento o pérdida de torque.

4. Clase II culpa de la mandíbula: Pacientes que presentan maxilares paralelos, arco inferior de forma triangular, IMPA mayor a 98 grados, perfil convexo y relación de intercuspidadación con ligera relación canina de Clase II, que puede semejar una clase I.
5. Biprotusión: Pacientes con maxilares paralelos, con un arco inferior redondo sin espaciamiento y con un IMPA mayor a 97 grados. Es conveniente aclarar que las biprotusiones se pueden dar en un ambiente de Clase I y Clase II.

## **6. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **6.1 TIPO DE ESTUDIO**

Descriptivo analítico

### **6.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

Población: Historias clínicas y exámenes complementarios de pacientes que asistieron al posgrado de ortodoncia de la facultad de odontología de la Universidad Nacional de Colombia en un periodo comprendido entre enero de 2009 y febrero de 2015.

Muestra: Radiografías de perfil y modelos de estudio de 52 pacientes que cumplieron con los criterios para hacer parte del estudio.

### **6.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Pacientes con dentición permanente que presenten segundos molares superiores e inferiores completamente erupcionados, que cuenten con radiografías digitales de perfil y modelos de estudio en buen estado.

### **6.4 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- Pacientes con anomalías cráneo faciales.
- Pacientes con ausencias dentales y/o agenesias.
- Pacientes con dientes incluidos.
- Pacientes con tratamiento previo de ortodoncia y/o de ortopedia.
- Pacientes con hábitos orales.

## 6.5 METODOLOGÍA

Se hizo una revisión de la base de datos de la muestra de radiografías utilizada por la doctora Mónica Monsalve en su trabajo de grado y se realizó la búsqueda de los modelos de estudio iniciales de estos pacientes en el archivo del posgrado. Se obtuvieron las radiografías digitales y los modelos de estudio iniciales de 52 pacientes, de los cuales 27 (51.92%) eran mujeres y 25 (48.08%) eran hombres, en una edad comprendida entre los 11 y los 28 años. Se dividieron los grupos por sexo y se subdividieron por rangos de edad así: de los 11 a los 17 años, de los 18 a los 21 años y mayores de 21 años (Tabla 6-1).

**Tabla 6-1.** Distribución de la muestra por grupos de edad y sexo.

	Mujeres	Hombres	Total
<b>11- 17</b>	17(32.70%)	10(19.23%)	62(51.93%)
<b>18-21</b>	7(13.46%)	8(15.39%)	53(28.85%)
<b>Mayores a 21</b>	3(5.76%)	7(13.46%)	28(19.22%)
<b>Total</b>	27(51.92%)	25(48.08%)	52(100%)

### 6.5.1 MEDICIÓN DE RADIOGRAFÍAS LATERALES

Las mediciones a realizar sobre las radiografías laterales de cráneo fueron:

- Angulares: Ángulo articular, ángulo goniaco inferior e IMPA.
- Lineales: Medida de Wits.

Para poder realizar estas mediciones fue necesario marcar unos puntos cefalométricos específicos N, S, Ar, Go, Me, II, IA, a, b, oclusal anterior y oclusal posterior, estos dos últimos para poder trazar el plano oclusal (Figura). En la tabla,

se encuentra la descripción de cada punto cefalométrico, ángulos y medida lineal utilizados en el estudio.

**Tabla 6-2.** Instructivo de medición.

<b>Nasión (N)</b>	Se localiza en la intersección de las suturas internasal y frontonasal. Constituye el punto más anterior de la línea de unión del hueso frontal con los huesos propios de la nariz, representando por tanto el límite anterior de la base del cráneo. Es interesante recordar que el trazado del perfil anterior del hueso frontal y de los huesos propios se interrumpe exactamente en este punto, facilitando así su localización.
<b>Silla turca (S)</b>	Localizado por Schüller en 1918. Se localiza en el centro geométrico de la silla turca, en el hueso esfenoides. Se enmarca como el punto medio de la concavidad ósea donde se aloja la glándula hipófisis. Su estabilidad, al encontrarse en la base del cráneo, y fácil localización al situarse en el plano medio sagital, lo convierten en zona de referencia en la superposición de sucesivos trazos cefalométricos,
<b>Articular (Ar)</b>	Punto donde el borde posterior del cuello del cóndilo (promedio de ambas líneas de los cóndilos mandibulares) se intersecta con el borde inferior del macizo eseno occipital que representa la base craneal posterior.
<b>Gonion (Go)</b>	Representa el punto más inferior y posterior del contorno del cuerpo mandibular, definido teóricamente como el punto medio entre los puntos más inferior y más posterior del contorno del ángulo goniaco. Es determinado por la bisectriz del ángulo formado por la tangente al reborde inferior del cuerpo mandibular que pasa por mentón y la tangente al margen posterior de la rama ascendente. La zona donde la bisectriz corta la mandíbula constituye la ubicación del punto Go.
<b>Menton (Me)</b>	Punto más inferior del contorno de la sínfisis mentoniana. Generalmente se sitúa en la confluencia del margen inferior de la sínfisis y la línea de la base mandibular.
<b>Incisivo Inferior incisal (II)</b>	Corresponde al punto promedio del centro de los bordes incisales de los centrales inferiores
<b>Incisivo Inferior apical (IA)</b>	Corresponde al punto promedio del centro de los ápices de los incisivos centrales inferiores.
<b>Subspinal (a)</b>	Utilizado inicialmente por Downs en 1948, se localiza en la zona más profunda de la concavidad anterior del hueso maxilar, representando el límite entre sus porciones basal y alveolar.
<b>Supramentoniano (b)</b>	Es el punto más profundo de la concavidad anterior mandibular. Representa el límite entre el hueso basal y el alveolar.
<b>Oclusal Posterior</b>	Representa el punto intermedio de la superficie de intercuspidación de los primeros molares, en sus cúspides mesovestibulares.
<b>Oclusal Anterior</b>	Representa el punto incisal medio entre los bordes de los incisivos superiores e

	inferiores.
<b>Plano oclusal</b>	Refleja, a través de un segmento de recta, la posición espacial de las superficies dentarias en intercuspidadación. Está definido por el punto oclusal medio, situado en la superficie de intercuspidadación de los primeros molares y el punto incisal medio, comprendido entre los bordes de los incisivos superiores e inferiores
<b>Ángulo articular (S - Ar - Go)</b>	Obtenido de la intersección de dos líneas, la primera debe pasar por el punto S y por el punto Ar, la segunda debe trazarse uniendo el punto Ar con el punto Go, el lugar donde convergen forma el ángulo que es medido en la parte anterior.
<b>Ángulo goníaco inferior (N - Go - Me)</b>	Angulo interno formado por la intersección de dos líneas, la primera formada entre el punto N y el Go y la segunda formada por la unión del punto Go con el punto Me.
<b>IMPA°</b>	Para encontrar este ángulo se localiza los incisivos centrales inferiores, se traza un eje axial del promedio de los dos anteriores y posteriormente se localiza el borde inferior del cuerpo mandibular, la Intersección entre las dos líneas descritas anteriormente forma el ángulo IMPA.
<b>Wits</b>	Es una medida lineal de la relación de los maxilares en sentido anteroposterior; la cual implica el trazo de perpendiculares a partir del plano oclusal, que pasan por los puntos A y B. ( AO y BO) La distancia entre estos puntos es medida, presentando un valor negativo cuando BO se encuentra por delante de AO y un valor positivo en caso contrario. El valor ideal es de -1mm para hombres y 0 para mujeres.

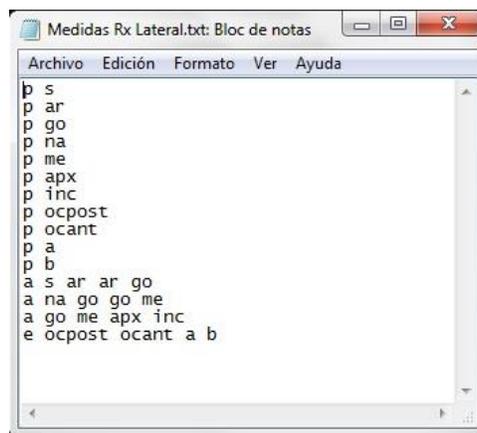
**Figura 6-1.** Puntos anatómicos y medidas cefalométricas.



Las medidas angulares y lineares previamente descritas fueron valoradas mediante el software Cefalómetro desarrollado por el centro de Telemedicina de la Universidad Nacional de Colombia.

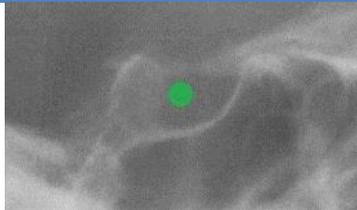
Para poder usar el software, se realizó un protocolo de medición en el programa Bloc de Notas con 3 comandos específicos: “p” para los puntos cefalométricos, “a” para los ángulos de interés y “e” para distancias con respecto a una perpendicular. Figura 6-2.

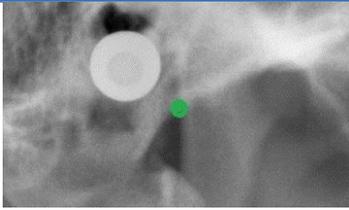
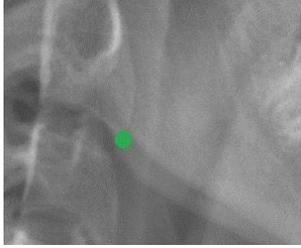
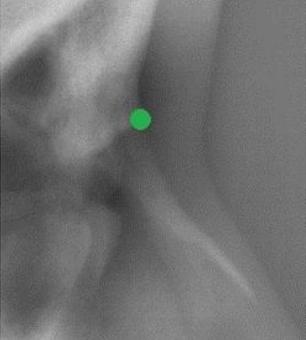
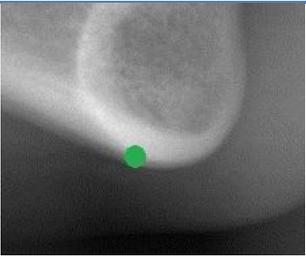
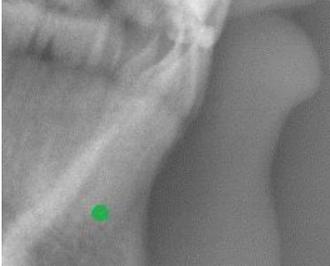
**Figura 6-2.** Protocolo para el uso del software Cefalómetro.

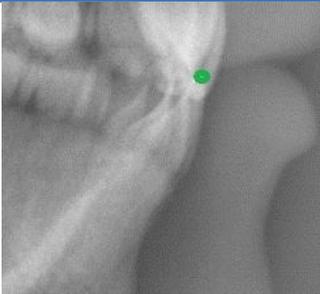
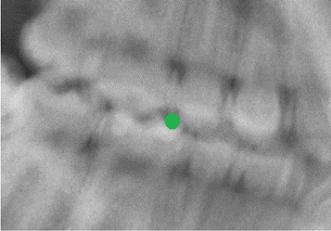
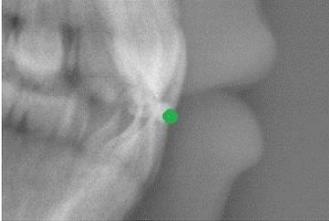
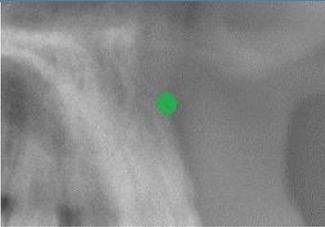
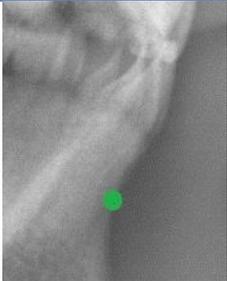


La descripción de la nomenclatura de los comandos y la localización visual se explica a continuación:

**Tabla 6-3.** Nomenclatura y localización de puntos cefalométricos.

Abreviatura	Punto o landmark	Localización
S	Silla	

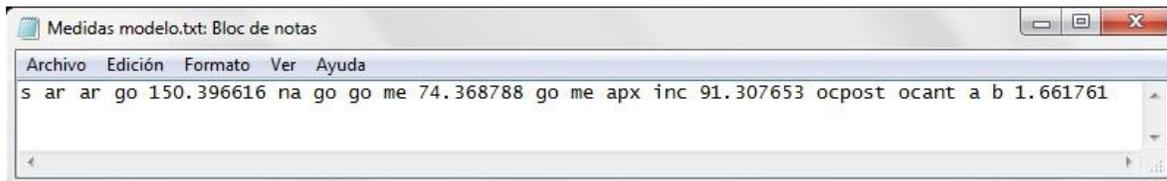
Ar	Articular	
Go	Gonion	
Na	Nasion	
Me	Menton	
Apx	Ápice de incisivo inferior	

Inc	Borde incisal de incisivo inferior	
Ocpost	Intercuspidación de molares	
Ocant	Intercuspidación de incisivos	
A	Subespinal	
B	Supramentoniano	

Una vez se corre el protocolo en el software para la medición de la radiografía, el sistema crea un nuevo archivo en formato Bloc de Notas donde se encuentra el

resultado de la medición, se debe tener en cuenta que en el software las medidas lineales resultantes están expresadas en centímetros (Figura 6-3).

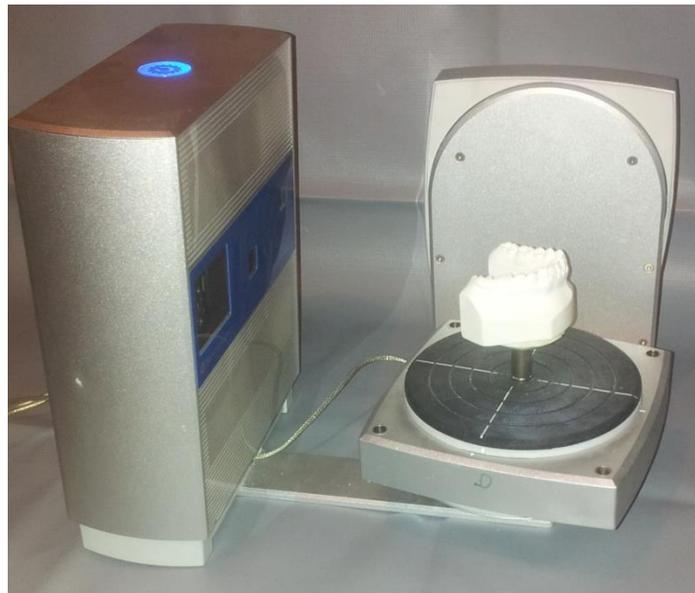
**Figura 6-3.** Resultado de la medición por el software Cefalómetro.



### 6.5.2 MEDICIÓN DE MODELOS DE ESTUDIO

Los modelos de estudio del arco inferior fueron digitalizados mediante el equipo de escáner NextEngine 3D Scanner HD y el software NextEngine ScanStudio HD v1.3.2. Figura 6-4.

**Figura 6-4.** NextEngine 3D Scanner HD con el modelo de estudio inferior posicionado para comenzar con el escaneo.

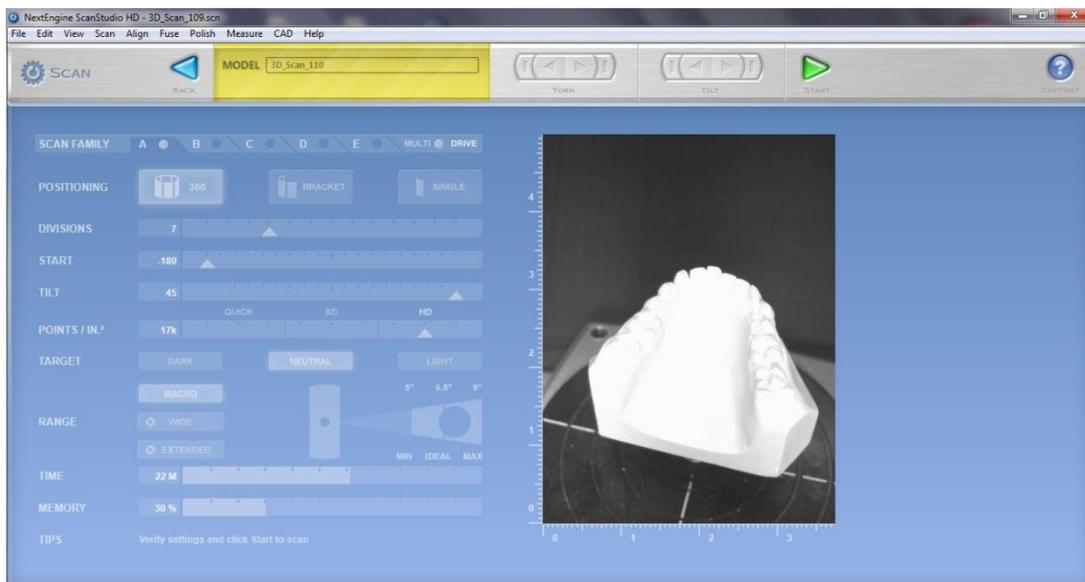


El protocolo que se utilizó para el escaneo y la digitalización de los modelos fue el siguiente:

- 7 tomas o divisiones por cada modelo.
- Inicio de escaneo en una posición de  $-180^{\circ}$ .
- Inclinación de  $45^{\circ}$  para el escaneo completo de la cara oclusal.
- Calidad de alta definición.

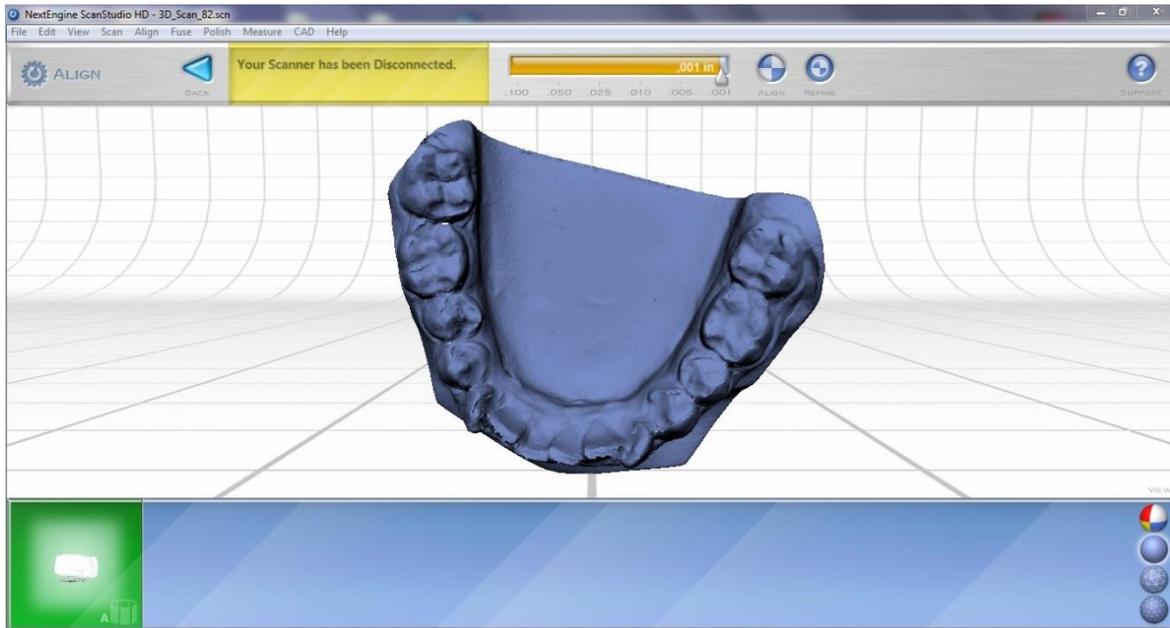
Bajo estos parámetros, el tiempo de escaneo de cada modelo de estudio fue de 22 minutos según la información dada por el software. Figura 6-5.

**Figura 6-5.** Protocolo para el escaneo y digitalización de los modelos de estudio.



Una vez terminado el proceso de escaneo, gracias al software se obtiene una imagen tridimensional que puede ser observada a  $360^{\circ}$ . Figura 6-6.

**Figura 6-6.** Imagen 3D de los modelos de estudio.

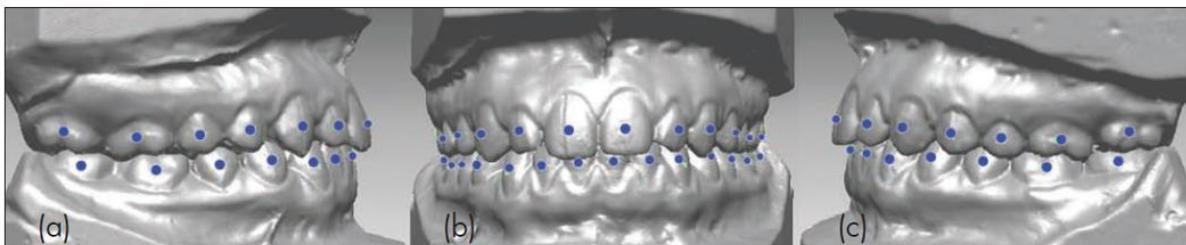


Los 52 archivos obtenidos fueron guardados en extensión .obj para permitir su posterior lectura en otros programas.

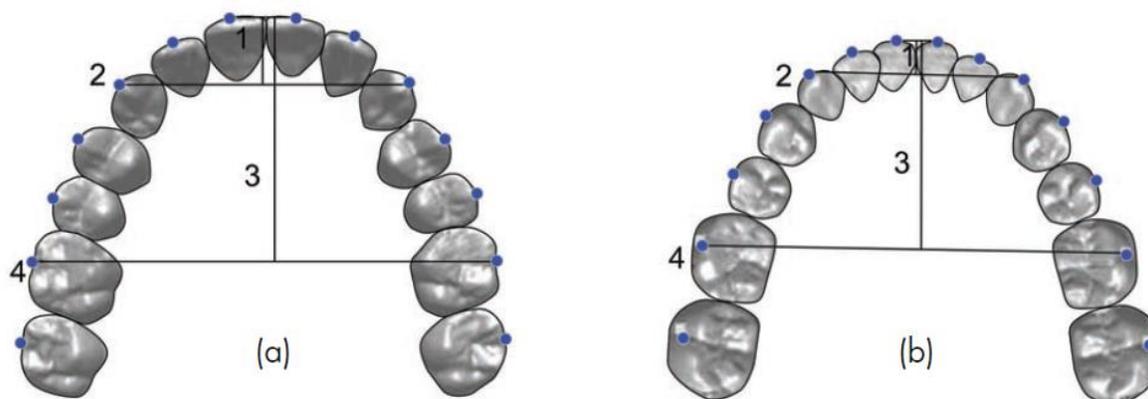
Una vez obtenidos los modelos de estudio del arco inferior en un formato digital, había que determinar la forma de arco, para esto se utilizó el estudio de Bayome, Han y cols., de 2011 (4), en el que a partir de modelos digitalizados de manera tridimensional, se tuvo en cuenta la localización del eje facial (FA: facial axis) para realizar unas mediciones específicas y así poder clasificar la forma de arco dentro de alguno de los 3 parámetros encontrados en el estudio: arco angosto, arco moderado y arco ancho.

Las figuras 6-7 y 6-8 y las tablas 6-4 y 6-5 fueron tomadas del artículo original. Tomado de: Bayome M, Han SH, Choi JH, Kim SH, Baek SH, Kim DJ, Kook YA. New clinical classification of dental arch form using facial axis points derived from three-dimensional models. Aust Orthod J. 2011 Nov;27(2):117-24.

**Figura 6-7.** El punto FA en los modelos 3D. (a), vista derecha; (b), vista frontal; (c), vista izquierda.



**Figura 6-8.** (a) y (b). Variables dimensionales del arco medidas desde los puntos FA. 1, longitud intercanina; 2, anchura intercanina; 3, longitud intermolar; 4, anchura intermolar



**Tabla 6-4.** Definición de las variables de dimensión de arco.

Variables de dimensión de arco	Definición
<b>Anchura intercanina (mm)</b>	La distancia entre los puntos FA de los caninos derecho e izquierdo.
<b>Anchura intermolar (mm)</b>	La distancia entre los puntos FA de los primeros molares derecho e izquierdo.
<b>Longitud intercanina (mm)</b>	La distancia más corta desde una línea que

	conecta los puntos FA de los caninos derecho e izquierdo al punto medio entre los puntos FA de los incisivos centrales derecho e izquierdo.
<b>Longitud intermolar (mm)</b>	La distancia más corta desde una línea que conecta los puntos FA de los primeros molares derecho e izquierdo al punto medio entre los puntos FA de los incisivos centrales derecho e izquierdo.
<b>Proporción anchura/longitud intercanina</b>	Proporción entre la anchura y la longitud intercanina.
<b>Proporción anchura/longitud intermolar</b>	Proporción entre la anchura y la longitud intermolar.

Una vez se han obtenido los 6 valores descritos anteriormente, hay que remitirse a la tabla de clasificación de la forma del arco inferior (4):

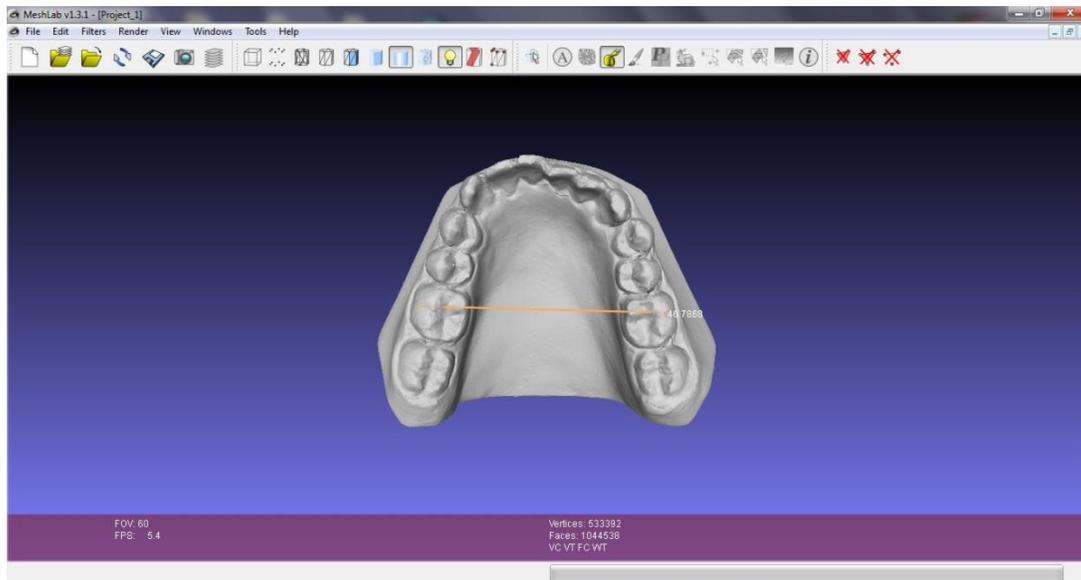
**Tabla 6-5.** Comparación de las dimensiones de arco entre las tres formas de arco.

		Narrow N = 12		Moderate N = 16		Wide N = 20		p value	Multiple comparison
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD		
Upper	Inter canine width (mm)	37.06	1.13	38.34	1.57	40.08	1.66	< 0.001	W > M > N
	Inter molar width (mm)	55.29	1.21	58.21	1.64	61.37	2.68	< 0.001	W > M > N
	Inter canine depth (mm)	8.59	0.93	8.33	0.78	8.87	0.84	0.177	
	Inter molar depth (mm)	30.47	1.61	30.45	1.72	31.76	1.39	0.025	W > M, N
	Inter canine width/depth	4.36	0.45	4.64	0.47	4.56	0.44	0.266	
	Inter molar width/depth	1.82	0.09	1.92	0.12	1.94	0.12	0.021	W, M > N
Lower	Inter canine width (mm)	28.39	0.94	28.87	1.36	31.00	1.46	< 0.001	W > M, N
	Inter molar width (mm)	49.98	1.17	52.88	1.26	56.55	2.01	< 0.001	W > M > N
	Inter canine depth (mm)	5.12	0.88	4.41	0.94	5.13	0.64	0.023	W, N > M
	Inter molar depth (mm)	26.07	1.45	25.98	1.85	27.43	1.76	0.026	W > M, N
	Inter canine width/depth	5.67	0.87	6.89	1.77	6.14	0.84	0.039	M > W, N
	Inter molar width/depth	1.92	0.11	2.05	0.15	2.07	0.14	0.015	W, M > N

Multivariate analysis with Bonferroni multiple comparison. N, narrow; M, Moderate; W, Wide.

Teniendo claro el método con el que se iba a realizar la clasificación de la forma del arco inferior de los 52 modelos virtuales, se procedió a su medición mediante el software MeshLab v1.3.1.

**Figura 6-9.** Medición en MeshLab v1.3.1.



Se tomaron 4 medidas: anchura intercanina, longitud intercanina, anchura intermolar y longitud intermolar; teniendo estas 4 medidas fue posible determinar las proporciones anchura/longitud intercanina y anchura/longitud intermolar, los 6 valores se compararon con la tabla para clasificar el arco como angosto, moderado o estrecho, según el artículo de Bayome, Han y cols.

## 6.6 MEDICIÓN DEL ERROR

### 6.6.1 MEDIDAS CEFALOMÉTRICAS

Para evaluar el error en la medición, se midieron el ángulo articular, el ángulo goniaco inferior, el IMPA y la medida lineal de Wits en las 52 radiografías laterales con el software Cefalómetro (T1). Una semana después, se escogieron

aleatoriamente 10 radiografías para realizar nuevamente estas mediciones (T2) con el mismo software. El resultado de estas mediciones se analizó mediante la fórmula de Dahlberg ( $\sqrt{\sum d^2/2n}$ , donde  $d$  es la diferencia entre dos mediciones y  $n$  el número de sujetos). Los resultados de esta prueba fueron los siguientes: para el ángulo articular de  $1.27^\circ$ , ángulo goniaco inferior  $0.77^\circ$ , IMPA  $1.17^\circ$  y la medida lineal de Wits  $0.34$  mm. Según Dalhberg, se consideran significantes los errores por encima de  $1$  mm para las medidas lineales y  $1.5^\circ$  para las angulares (20), por lo que se infiere que el error de medición no fue significativo para esta prueba. También se realizó una prueba  $t$  de Student pareada, los resultados fueron para el ángulo articular  $t=0.65$  con valor de  $P=0.53$ , ángulo goniaco inferior  $t= 0.93$  con valor de  $P=0.38$ , IMPA  $t=0.83$  con valor de  $P=0.42$  y Wits  $t=0.024$  con valor de  $P=0.98$ , estos resultados demuestran que no existe un valor significativo entre la diferencia de las mediciones.

### 6.6.2 MEDIDAS EN MODELOS DE ESTUDIO

Para evaluar el error en la medición, inicialmente en un tiempo 1, se realizó la medición de los 52 modelos de estudio con el software MeshLab v1.3.1 y a la semana se escogieron los 10 modelos de estudio a partir de las 10 radiografías laterales que habían sido escogidas aleatoriamente para medir el error de la medición cefalométrica, una vez tenidos estos 10 modelos de estudio inferiores, se repitieron las 4 medidas: anchura intercanina, longitud intercanina, anchura intermolar y longitud intermolar y a partir de estas se calcularon las proporciones anchura/longitud intercanina y anchura/longitud intermolar, esta medición se realizó de manera manual con un calibrador pie de rey digital 150mm/6'' Discovery®, los 6 valores se compararon con la tabla para clasificar si el arco era angosto, moderado o estrecho, según el artículo de Bayome, Han y cols. El resultado de estas mediciones se analizó mediante la fórmula de Dahlberg  $\sqrt{\sum d^2/2n}$ . El resultado de esta prueba fue de  $0.48$  mm, siendo este valor menor a  $1$  mm, por lo que no se considera significativo. También se realizó una prueba  $t$  de

Student pareada, el resultado fue  $t=0.94$  y valor de  $P=0.37$ , es decir que no es significativa la diferencia entre las mediciones. Cabe resaltar que no se realizó medición del error por cada una de las 6 medidas sino por el bloque de medidas, esto porque la variable de interés para el estudio no es cada medida independiente sino la determinación de la forma de arco.

Como método de apoyo para la medición del error, a 7 modelos de estudio aleatoriamente escogidos, se les colocó un testigo métrico de 1 cm (10 mm) de longitud al momento del escaneo, para verificar posteriormente en el software MeshLab v1.3.1 que la escala entre las imágenes obtenidas en 3D y los modelos reales fuera de 1:1.

## **6.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Los diferentes análisis estadísticos se realizaron mediante el software GraphPad Prism 6. Los análisis fueron:

- Análisis de frecuencia de distribución para confirmar que las variables del estudio se comportaban con normalidad.
- Análisis de ANOVA de doble vía para relacionar las variables de forma de arco y género.
- Análisis de ANOVA de doble vía con test de múltiples comparaciones de Bonferroni para relacionar las variables de forma de arco y edad.
- Análisis de ANOVA de una vía con test de múltiples comparaciones de Bonferroni para relacionar las variables de forma de arco con las medidas cefalométricas ángulo articular, ángulo goniaco inferior, IMPA y Wits.

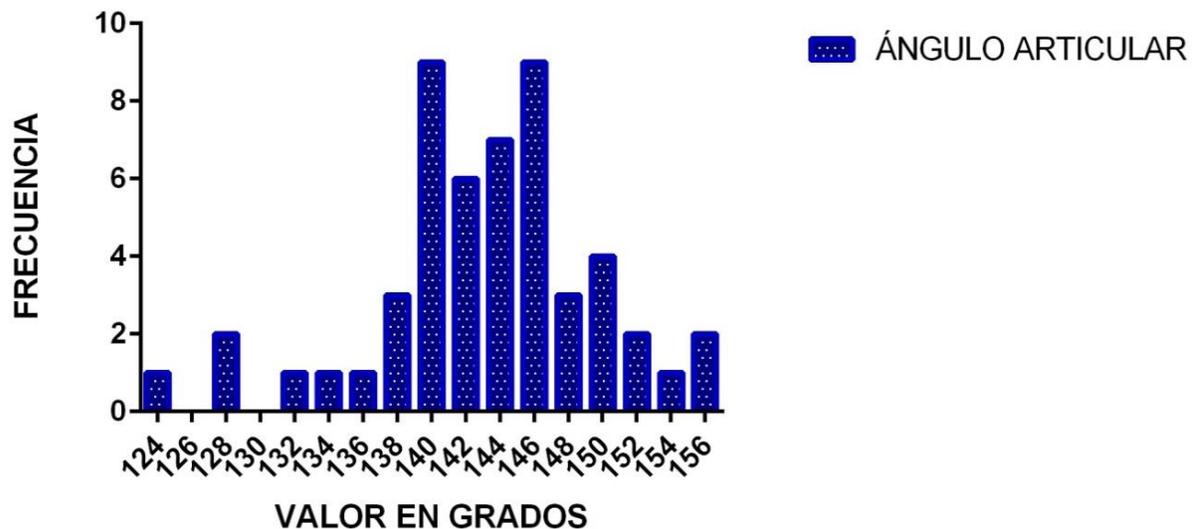
## 7. RESULTADOS

Inicialmente se evaluó la normalidad de los datos de las medidas cefalométricas (ángulo articular, ángulo goniaco inferior, IMPA, Wits), se realizó un análisis de los datos mediante frecuencia de distribución y posteriormente se graficó.

Al observar la forma de las gráficas de las 4 medidas cefalométricas se observa que los datos se presentan dentro del comportamiento de la campana de Gauss, presentando una distribución normal o distribución gaussiana de los valores, los resultados hallados para las 4 medidas se presentan a continuación:

### NORMALIDAD DEL ÁNGULO ARTICULAR

**Gráfica 7-1.** Histograma de Normalidad del Ángulo Articular

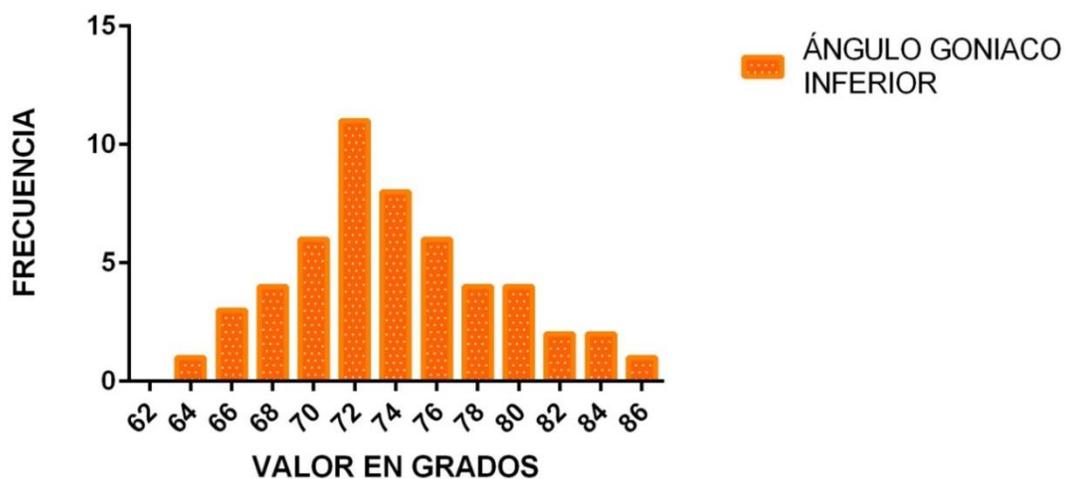


**Tabla 7-1.** Frecuencia de Distribución del Ángulo Articular

<b>CENTRO DE INTERVALO</b>	<b>NÚMERO DE VALORES</b>
124°	1
126°	0
128°	2
130°	0
132°	1
134°	1
136°	1
138°	3
140°	9
142°	6
144°	7
146°	9
148°	3
150	4
152°	2
154°	1
156°	2
<b>TOTAL</b>	<b>52</b>

## NORMALIDAD DEL ÁNGULO GONIACO INFERIOR

**Gráfica 7-2.** Histograma de Normalidad del Ángulo Goniaco Inferior

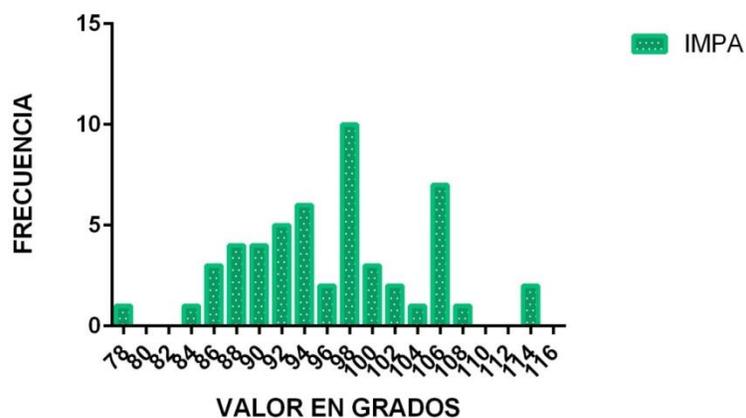


**Tabla 7-2.** Frecuencia de Distribución del Ángulo Goniaco Inferior

CENTRO DE INTERVALO	NÚMERO DE VALORES
62°	0
64°	1
66°	3
68°	4
70°	6
72°	11
74°	8
76°	6
78°	4
80°	4
82°	2
84°	2
86°	1

TOTAL

52

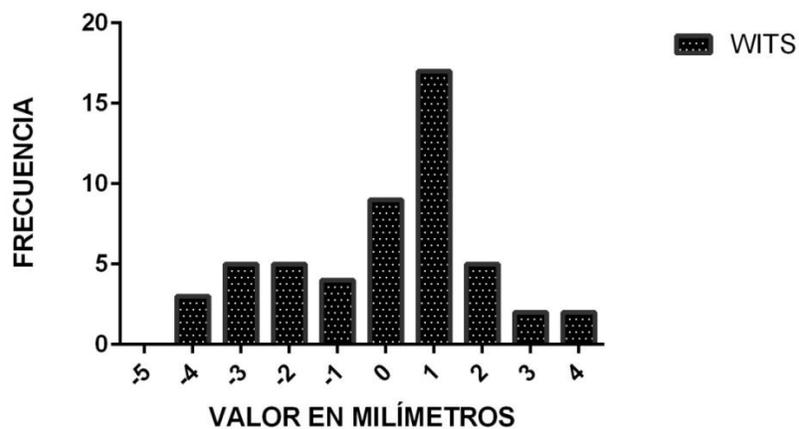
NORMALIDAD DEL IMPA**Gráfica 7-3.** Histograma de Normalidad del IMPA**Tabla 7-3.** Frecuencia de Distribución del IMPA

CENTRO DE INTERVALO	NÚMERO DE VALORES
78°	1
80°	0
82°	0
84°	1
86°	3
88°	4
90°	4
92°	5
94°	6
96°	2
98°	10
100°	3
102°	2

104°	1
106°	7
108°	1
110°	0
112°	0
114°	2
116°	0
<b>TOTAL</b>	<b>52</b>

### NORMALIDAD DEL WITS

**Gráfica 7-4.** Histograma de normalidad del Wits



**Tabla 7-4.** Frecuencia de Distribución del Wits

CENTRO DE INTERVALO	NÚMERO DE VALORES
-5 mm	0
-4 mm	3
-3 mm	5
-2 mm	5
-1 mm	4

0 mm	9
1 mm	17
2 mm	5
3 mm	2
4 mm	2
<b>TOTAL</b>	<b>52</b>

**Tabla 7-5.** Descripción estadística del comportamiento normal de las medidas cefalométricas

	ÁNGULO ARTICULAR	ÁNGULO GONIACO INFERIOR	IMPA	WITS
<b>Mínimo</b>	124.62°	63.91°	78.04°	-4.29 mm
<b>Percentil 25%</b>	139.572°	70.3575°	91.0175°	-1.4875 mm
<b>Mediana</b>	143.435°	73.265°	97.03°	0.445 mm
<b>Percentil 75%</b>	146.775°	77.125°	101.19°	1.135 mm
<b>Máximo</b>	155.79°	85.7°	114.88°	3.95 mm
<b>Promedio</b>	143.17°	73.959°	96.305°	-0.0846154 mm
<b>Desviación estándar</b>	6.63505°	5.03493°	7.61481°	2.00617 mm
<b>Error de medición estándar</b>	0.920116°	0.69822°	1.05598°	0.278205 mm

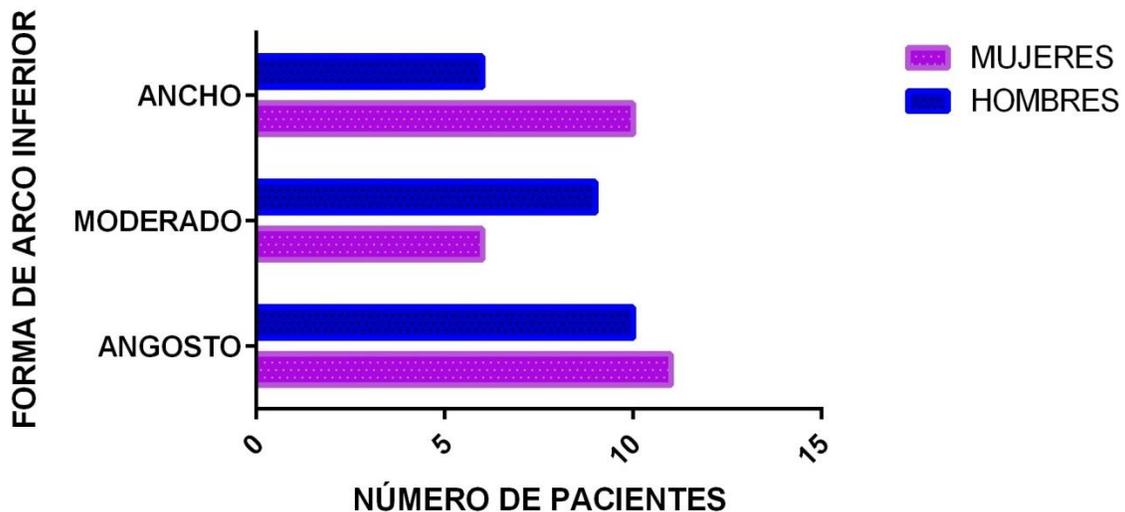
En cuanto a la relación entre la forma del arco inferior y el género, se encontró que de un total de 27 mujeres (51.92%), 11 presentaron un arco angosto (21.15%), 6 uno moderado (11.54%) y 10 uno ancho (19.23%); de un total de 25 hombres (48.08%), 10 presentaron un arco angosto (19.23%), 9 uno moderado (17.31%) y 6 uno ancho (11.54%). Tabla 7-6. El valor de P arrojado por la prueba de ANOVA

de doble vía, mostró que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre la distribución de la forma de arco inferior y el género,  $P=0.77$ .

**Tabla 7-6.** Relación entre forma de arco inferior y género.

	Mujeres	Hombres	Total
<b>Angosto</b>	11(21.15%)	10(19.23%)	21(40.38%)
<b>Moderado</b>	6(11.54%)	9(17.31%)	15(28.85%)
<b>Ancho</b>	10(19.23%)	6(11.54%)	16(30.77%)
<b>Total</b>	27(51.92%)	25(48.08%)	52(100%)

**Gráfica 7-5.** Relación entre forma de arco inferior y género

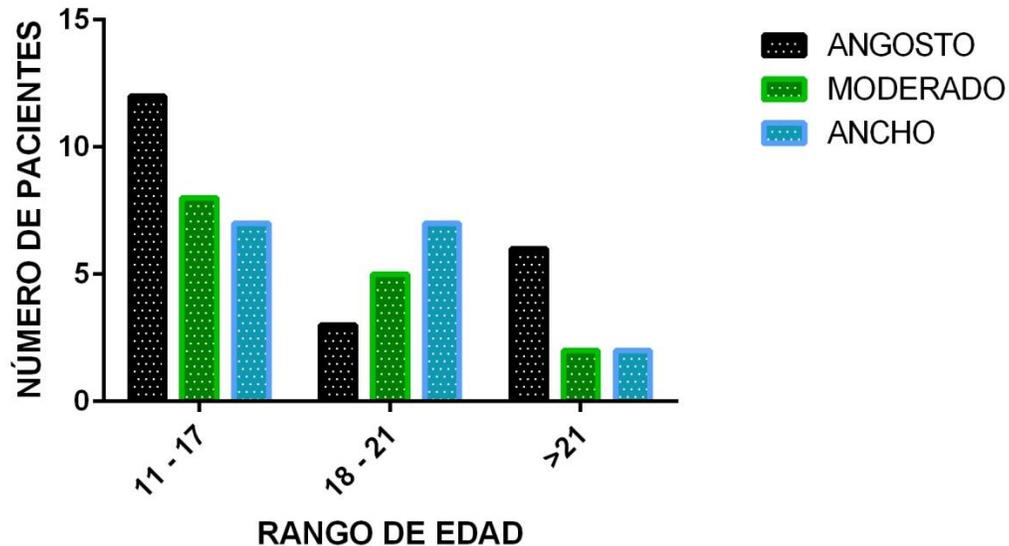


En cuanto a la relación entre la forma del arco inferior y la edad, teniendo en cuenta que no se encontró diferencia significativa entre género y la forma del arco inferior, no se hizo discriminación por género en este análisis sino que se tomó la muestra completa y se dividió por rangos de edad, se encontró que de 27 pacientes (51.92%) con un rango de edad entre los 11 y los 17 años, 12 presentaron un arco angosto (23.07%), 8 uno moderado (15.39%) y 7 uno ancho (13.46%); de un total de 15 pacientes (28.85%) entre los 18 y los 21 años, 3 presentaron un arco angosto (5.77%), 5 uno moderado (9.62%) y 7 uno ancho (13.47%); de un total de 10 pacientes (19.23%) mayores de 21 años, 6 presentaron un arco angosto (11.54%), 2 uno moderado (3.84%) y 2 uno ancho (3.85%) Tabla 7-7. El valor de P arrojado por la prueba de ANOVA de doble vía con múltiples comparaciones de Bonferroni, mostró que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre la distribución de la forma de arco inferior en los diferentes grupos etarios. P=

**Tabla 7-7.** Relación entre forma de arco inferior y edad.

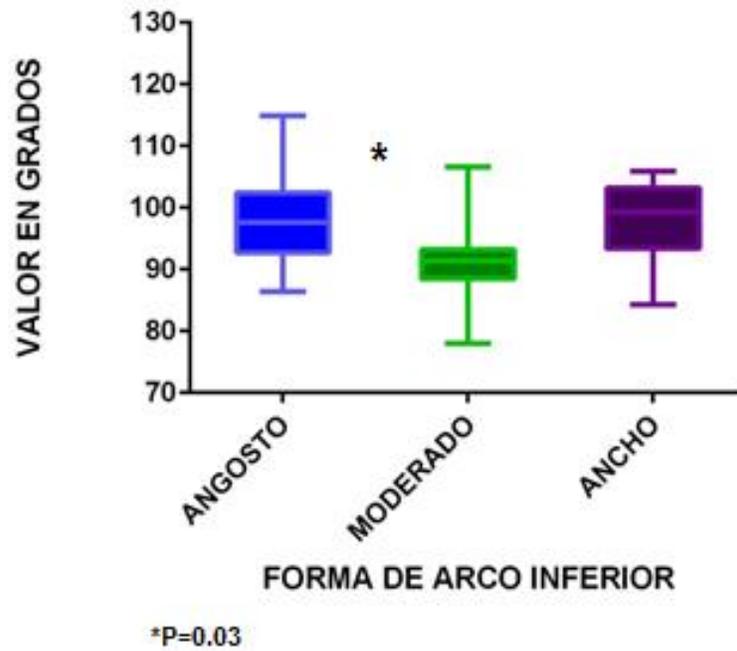
	Angosto	Moderado	Ancho	Total
<b>11-17</b>	12(23.07%)	8(15.39%)	7(13.46%)	27(51.92%)
<b>18-21</b>	3(5.77%)	5(9.62%)	7(13.46%)	15(28.85%)
<b>Mayores a 21</b>	6(11.54%)	2(3.84%)	2(3.85%)	10(19.23%)
<b>Total</b>	21(40.38%)	15(28.85)	16(30.77%)	52(100%)

**Gráfica 7-6.** Relación entre forma de arco inferior y edad.

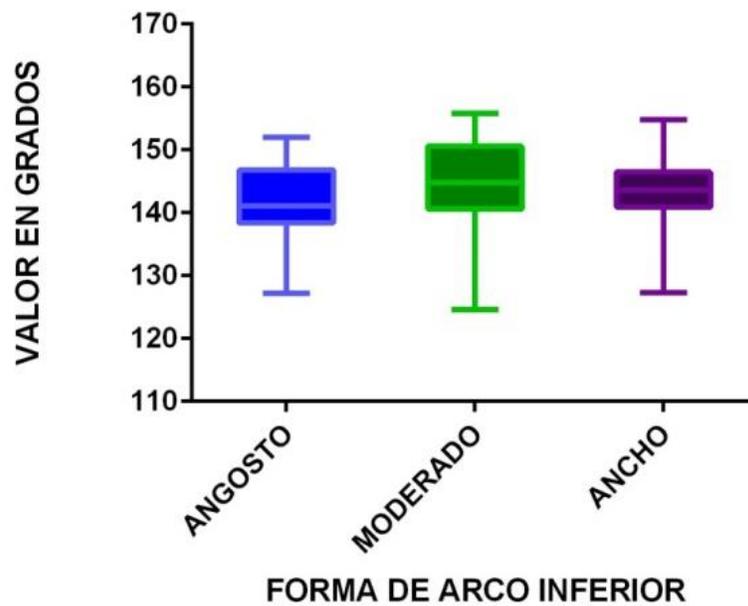


En cuanto a la relación entre forma de arco inferior y las 4 medidas cefalométricas tenidas en cuenta para el estudio, según los resultados del análisis de ANOVA de una sola vía con múltiples comparaciones de Bonferroni, se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre los valores de forma del arco inferior y el IMPA, con un valor de  $P=0.03$ , gracias a la múltiple comparación se pudo evidenciar que esta diferencia se dio entre las medidas del IMPA con los pacientes que presentaban arco angosto y moderado (Gráfica 7-7); los resultados de la relación entre la forma del arco inferior con el ángulo articular, ángulo goniaco inferior y Wits no fueron estadísticamente significativos, presentándose valores de  $P=0.4$ ,  $P=0.07$  y  $P=0.9$  respectivamente (Gráficas 7-7 a 7-10).

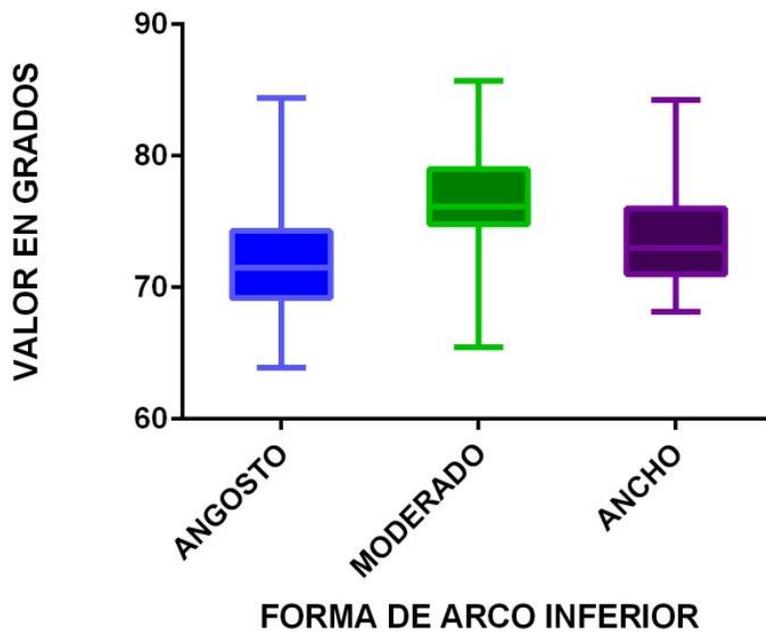
**Gráfica 7-7.** Relación entre forma de arco inferior y el IMPA.



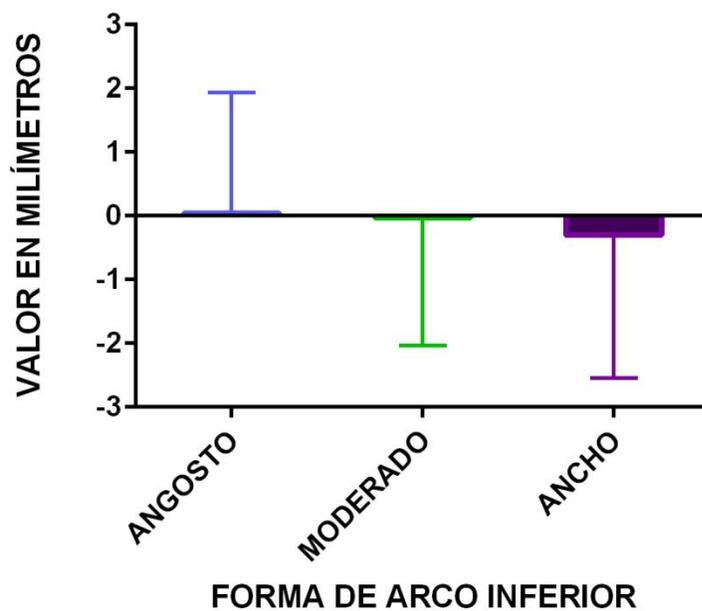
**Gráfica 7-8.** Relación entre forma de arco inferior y el ángulo articular.



**Gráfica 7-9.** Relación entre forma de arco inferior y el ángulo goniaco inferior.



**Gráfica 7-10.** Relación entre forma de arco inferior y el Wits.



## 8. DISCUSIÓN

En esta investigación, se encontró una gran variabilidad en las formas de arco, tal como lo describe la literatura, donde se encuentran desde las clasificaciones más sencillas y subjetivas (arcos triangulares, ovoides y cuadrados) hasta las más complejas, basadas en estructurados modelos matemáticos (curva catenaria, curva parabólica, elipse, hipérbola, o incluso un semicírculo unido a segmentos rectos) (4) (15) (21) (22) (23).

No encontramos diferencias estadísticamente significativas entre géneros ( $P=0.77$ ), cabe resaltar en este aspecto que se suele hablar de un dimorfismo sexual en el tamaño de los arcos, pero esto es diferente a hablar de un dimorfismo respecto a la forma del arco, ya que esta corresponde a una proporción entre la longitud y la anchura. De acuerdo con esto, existen estudios que reportan las diferencias en las dimensiones del arco entre géneros, tal como lo demuestran Cassidy y cols., en un estudio de 320 adolescentes blancos americanos entre los 10 y los 19 años con un promedio de 13.5 años ( $SD=1.69$  años) en el que se encontró que las dimensiones del arco eran significativamente mayores en los hombres que en las mujeres, tanto mediolateralmente como anteroposteriormente, una diferencia de sexo establecida en gran medida antes de la aparición del pico de crecimiento (14). Harris en su estudio también encuentra resultados similares demostrando que los hombres adultos poseen arcos significativamente más grandes que las mujeres y que este grado de dimorfismo sexual cambia muy poco durante la adultez (24).

Tampoco se encontró relación entre la forma del arco inferior y la edad ( $P=0.62$ ), pero en estudios como el de Harris, los cambios en el tamaño y la forma del arco fueron estudiados en una serie longitudinal de 60 adultos con denticiones intactas que nunca recibieron tratamiento de ortodoncia. Modelos de estudio de toda la

boca se tomaron alrededor de los 20 años de edad y de nuevo alrededor de los 55 años. Se encontró que las medidas del ancho y la longitud del arco cambiaron significativamente. La anchura de los arcos aumentó con el tiempo, con pequeños cambios entre los caninos y se apreciaron mayores cambios especialmente en los segmentos distales, mientras que las longitudes de arco disminuyeron significativamente. Estos cambios alteran significativamente la forma de arco hacia arcos más cortos y amplios. Los datos sugieren que los cambios en la edad adulta se producen más rápidamente durante la segunda y tercera décadas de la vida, pero no se detienen de ahí en adelante (24). Por otra parte, Bishara y col., realizaron un estudio para determinar el comportamiento en la anchura de arco desde las sexta semana de vida postnatal hasta los 45 años de edad, encontrando aumentos significativos en la anchura intercanina e intermolar entre los 3 y los 13 años de edad tanto en el maxilar como en la mandíbula; así como una ligera disminución en el ancho de los arcos mayor en la anchura intercanina que en la anchura intermolar, después de la erupción completa de los dientes permanentes (25).

En nuestra investigación el tamaño de la muestra en algunos de los rangos de edad fue muy pequeño, lo cual podría no haber permitido que se evidenciaran diferencias entre las dos variables.

Dentro de los resultados se encontró que no había relación entre la forma del arco inferior y las medidas del ángulo articular, ángulo goniaco inferior y Wits. En cuanto al Wits, a pesar de que no hubo diferencias estadísticamente entre los grupos, al observar la gráfica 7-10 se puede hacer inferencia de una información importante que se corresponde con las premisas del diagnóstico en SWING, y es que los arcos angostos presentan datos de Wits con mayor dispersión hacia valores positivos, lo que podría significar una mayor tendencia a la clase II esquelética en este grupo, en cambio, al observar las barras en la gráfica, se

observa que la dispersión de valores de Wits negativos es mayor en arcos anchos, es decir, pacientes con tendencia a la clase III esquelética.

Se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre los valores del IMPA del grupo de pacientes con arcos inferiores angostos y el de tamaños moderados, observándose que en arcos angostos los valores del IMPA tendían a aumentar ( $98.22^\circ$ ), mientras que en arcos de tamaño moderado los valores del IMPA se encuentran más próximos al rango de normalidad ( $91.97^\circ$ ), este hallazgo concuerda con lo expuesto por el Dr. Frenck cuando afirma que los arcos triangulares se relacionan con incisivos inferiores protruidos respecto al plano mandibular en más de 97 grados y por el contrario, los arcos de forma redondeada o parabólica se relacionan con incisivos inferiores que no están protruidos respecto a este plano (1).

En cuanto a lo anterior, al revisar un estudio de Grippaudo y cols., con base a una muestra de 73 pacientes caucásicos con clase II esquelética sin tratar y en dentición permanente, se dividió en tres grupos de acuerdo a los valores del ángulo SN-MP. Una evaluación de la forma de arco tanto superior como inferior se realizó mediante los valores angulares y lineales relacionados a cada paciente. Se buscó determinar la relación entre el ángulo SN-MP y la forma del arco dental. Se encontró una disminución del diámetro transversal del arco superior en los pacientes de ángulo SN-MP alto y un aumento en los de ángulo SN-MP bajo. El análisis de los resultados mostró un cambio en la forma superior del arco, con una anchura intercanina menor en los pacientes con ángulo SN-MP alto y uno mayor en pacientes de ángulo bajo. Con el aumento del ángulo SN-MP, la forma de la arcada superior tendía a ser más estrecha. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la forma del arco inferior entre los tres grupos, excepto el valor del ángulo en relación con la posición de los incisivos. El incremento en el ángulo de la posición de los incisivos inferiores pudo ser interpretado como la prevalencia de formas de arco en "V", mientras que las

formas de arco ovoide se relacionaron con ángulos menores de la posición de los incisivos inferiores (26). Los resultados de este estudio se corresponden con los hallazgos encontrados en nuestra investigación.

Si bien en la presente investigación no se hizo una discriminación de la clasificación esquelética de los pacientes, ni se tuvo en cuenta el arco superior, al relacionar los resultados con el estudio de Grippaudo y cols., se observa una similitud en los hallazgos, puesto que no se encontró relación entre las medidas verticales con la forma del arco inferior, pero sí entre la forma del arco inferior y la angulación de los incisivos inferiores medida a través del IMPA.

La relación entre la función y la forma, tal como se describe en los principios evolucionistas, se puede aplicar a pacientes de ortodoncia a través de compensaciones esqueléticas y, más evidentemente, a través de compensaciones dentoalveolares que la naturaleza necesita hacer, con el fin de compensar patologías básicas presentes en el código genético del individuo. El papel de la compensación dentoalveolar en el desarrollo de una oclusión normal ha sido descrito en muchos artículos como los de Bjork en 1963, Enlow en 1971 y Bibby en 1980. Del mismo modo, la adaptación incisal a los cambios que sufre la relación maxilomandibular sagital durante el crecimiento, se ha demostrado en muchos estudios longitudinales como en el de Sinclair en 1985. Con estas ideas en mente, se puede afirmar que existe una estrecha relación entre la relación anteroposterior del maxilar o de la mandíbula y la inclinación de los incisivos. Así, un incisivo inferior proinclinado se asocia a una posición retrasada de la mandíbula. Además, un incisivo retroinclinado se encuentra en patrones esqueléticos donde la mandíbula está en una posición adelantada. Esto se conoce como un mecanismo de compensación dentoalveolar (27). Frenck considera que la compensación se ha evaluado solo desde la inclinación dental, pero no con la forma de arco y este se comporta como una estructura elástica que al elongarse anteroposteriormente, se estrecha en sentido transversal. En este estudio no se

encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la forma de arco inferior y los ángulos articular y goniaco inferior que se tienen en cuenta en la técnica SWING como indicadores del comportamiento vertical, pero es importante tener presente que cuando un paciente se hace más vertical, la mandíbula rota hacia abajo y atrás y se agrava la clase II lo que puede generar una forma en "V" del arco inferior como mecanismo de compensación para establecer la guía anterior (1) (2).

## **9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **9.1 CONCLUSIONES**

- Se pudo determinar la forma del arco inferior según el soporte de la literatura científica, mediante el artículo de Bayome, Han y cols. de 2011.
- No se encontró relación entre la forma del arco inferior y el grupo etario y/o el sexo.
- No se encontró asociación entre la forma del arco inferior y el ángulo articular, ángulo goniaco inferior.
- No se encontró asociación entre la forma del arco inferior y la medida de Wits, pero se puede inferir gráficamente que los arcos angostos presentan datos de con mayor dispersión hacia valores positivos, lo que podría significar una mayor tendencia a la clase II esquelética y se observa que la dispersión de valores negativos es mayor en arcos anchos, es decir, pacientes con tendencia a la clase III esquelética.
- Se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la posición del incisivo inferior medida a través del IMPA entre los grupos de pacientes con forma de arco angosta y moderada, presentándose un predominio de valores aumentados del IMPA en arcos inferiores angostos y valores del IMPA que se acercan al rango de normalidad en arcos inferiores moderados.

### **9.2 RECOMENDACIONES**

Se sugiere que se digitalicen las historias clínicas y los modelos de estudio y que se almacenen sistemáticamente para evitar daños y pérdidas; así, se mejoraría su disponibilidad para futuras investigaciones.

Es necesario implementar una estandarización en los estudios de diagnóstico tanto iniciales como finales, puesto que al estar en un ambiente académico, todo este material es de suma importancia para el desarrollo de diferentes trabajos de investigación.

Para próximas investigaciones es importante aumentar el rango de edad de la muestra, ya que en los grupos de rango de edad de mayores de 21 años el número fue muy pequeño; también sería importante que la muestra sea homogénea en la cantidad de pacientes de acuerdo a la discrepancia anteroposterior, todo esto con el fin que cuando se realicen las pruebas estadísticas, los datos estén repartidos uniformemente y los resultados sean más claros. También, sería adecuado realizar un nuevo estudio teniendo en cuenta un diagnóstico sagital completo para evaluar si estas diferencias anteroposteriores tienen relación con la forma de arco y la posición del incisivo inferior.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. Frenck J. La filosofía Swing. Dental Tribune Hispanic & Latin America: 24-25.
2. SWING by Dr. Frenck. Disponible en: <http://www.ortodonciaswing.com>.
3. Monsalve M, Castiblanco L. Caracterización cefalométrica de pacientes sin tratamiento de ortodoncia para diagnóstico de técnica "SWING". Bogotá, Colombia. 2014. Trabajo de grado (Ortodoncista). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Odontología. Posgrado de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar.
4. Bayome M, Han SH, Choi JH, Kim SH, Baek SH, Kim DJ, Kook YA. New clinical classification of dental arch form using facial axis points derived from three-dimensional models. Aust Orthod J. 2011 Nov;27(2):117-24.
5. Binder RE. Serial extraction in preventive dentistry. Clin Prev Dent. 1979 Jul-Aug;1(4):21-2.
6. Steiner C. Cephalometrics for you and me. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1953; 39: 729-55.
7. Fernández J. Análisis de Wits. En: Fernández J, Da Silva O. Atlas de cefalometría y análisis facial. Madrid: Ripano S. A.; 2009. p. 32-33. .
8. Jacobson A. The "Wits" appraisal of jaw disharmony. Am J Orthod. 1975 Feb;67(2):125-38.
9. Barahona J, Benavides J. Principales análisis cefalométricos utilizados para el diagnóstico ortodóntico. Revista Científica Odontológica. 2006. Vol. 2, núm. 1. p.11-27.
10. Companioni Bachá A, Rodríguez Quiñónez M, Días de Villegas R, Otaño Lugo R. Bosquejo histórico de la Cefalometría Radiográfica. Rev Cubana Estomatología [revista en la Internet]. 2008.Jun;45(2). Disponible en: .
11. Vaden J, Merrifield L. Charles Henry Tweed (1895-1970). Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1999 Mar;115(3):333-4.

12. Kuflinec M L, Glass R L. Stability of the IMPA with the reference to the Beg method. *The Angle orthodontics*. 1971; 41(4);264-270.
13. Tamayo A. inclinación de incisivos: cálculo de la cantidad de desplazamiento bucolingual y sus efectos en la longitud del arco dental. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia* 2011; 22(2): 227-245.
14. Cassidy K, Harris E, Tolley E, Keim R. Genetic influence on dental arch form in orthodontic patients. *Angle Orthod* 1998;68(5):445-454. .
15. Triviño T, Siqueira DF, Scanavini MA. A new concept of mandibular dental arch forms with normal occlusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008 Jan;133(1):10.e15-22.
16. Lombardo L, Saba L, Scuzzo G, Takemoto K, Oteo L, Palma JC, Siciliani G. A new concept of anatomic lingual arch form. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;138(3):260.e1-260.e13.
17. Tajik I, Mushtaq N, Khan M. Arch forms among different Angle classifications. A study. *Pakistan Oral & Dental Journal* 2011.Vol 31, No. 1.
18. Ronay V, Miner M, Will L, Arai K. mandibular arch form: the relationship between dental and basal anatomy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:430-38. .
19. Frías Vega I, Rosel Zapata J, Barradas Blancas C, Hernández Tello F. El diagnóstico en Ortodoncia. Parte 1: Cefalometría revista ADM estudiantil. 2012. p. 8-13.
20. Tenorio JK, Chávez MG. Evaluación de la discrepancia cefalométrica según Steiner, Tweed e Interlandi en pacientes con relación esquelética Clase I. *Kiru* 2012;9(2):143-150 .
21. Arai K, Will L. Subjective classification and objective analysis of the mandibular dental-arch form of orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139:e315-e321.
22. Noroozi H, Hosseinzadeh T, Saeeda R. The dental arch form revisited. *Angle Orthod* 2001;71:386-389.

23. Braun S, Hnat W, Fender D, Legan H. The form of the human dental arch. *Angle Orthod* 1998;68(1):29-36. .
24. Harris E. A longitudinal study of arch size and form in untreated adults. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1997;111:419-27.
25. Bishara SE, Jakobsen JR, Treder J, Nowak A. Arch width changes from 6 weeks to 45 years of age. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1997 Apr;111(4):401-9.
26. Grippaudo C, Oliva B, Greco A, Sferra S, Deli R. Relationship between vertical facial patterns and dental arch form in class II malocclusion. *Prog Orthod*. 2013 Nov 7;14:43.
27. Harris E. A longitudinal study of arch size and form in untreated adults. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1997;111:419-27.
28. Evensen JP, Øgaard B. Are malocclusions more prevalent and severe now? A comparative study of medieval skulls from Norway. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007 Jun;131(6):710-16.
29. Agenter M, Harris E, Blair R. Influence of tooth crown size on malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009 Dec;136(6):795-804.
30. Hongsheng Tong, Reyes Enciso, Dana Van Elslande, Paul W. Major y Glenn T. Sameshimae. A new method to measure mesiodistal angulation and faciolingual inclination of each whole tooth with volumetric cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofa*.
31. McNamara Jr. A method of cephalometric evaluation. *Am J Orthod*. 1984;86(3):449-469.
32. Steiner C. Cephalometrics for you and me. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1953; 39: 729-55.